

EFICIÊNCIA DO GASTO PÚBLICO COM EDUCAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ: UMA ANÁLISE COM MODELOS ECONOMETRÍCOS ESPACIAIS

Daniel Bellucco Pozza¹
Gustavo Henrique Leite de Castro²
Alexandre Alves Porsse³

Resumo: O objetivo deste estudo é mensurar a eficiência dos gastos públicos com educação básica nos municípios do Estado do Paraná e analisar como os condicionantes socioeconômicos estão relacionados com os *scores* de eficiência. Para isso, a estratégia empírica foi baseada em duas etapas: i) utilizou-se do método da Análise Envoltória de Dados (DEA) para medir a eficiência e; ii) realizou-se uma análise econométrica espacial com o índice de eficiência estimado na primeira etapa como variável dependente e um conjunto de indicadores socioeconômicos como covariáveis. As duas etapas foram implementadas com dados referente ao ano de 2017. Os principais resultados apontam os municípios com as maiores notas do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) não são necessariamente os que possuem os maiores *scores* de eficiência do gasto público com educação. Os resultados das regressões apontaram uma relação negativa entre a proporção do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB) na receita corrente e eficiência, evidenciando uma potencial distorção alocativa dos recursos públicos aplicados na educação básica.

Palavras-chave: Educação. Gasto público. Eficiência. Econometria espacial. Paraná.

PUBLIC EXPENDITURE EFFICIENCY ON EDUCATION IN THE PARANÁ STATE: AN ANALYSIS WITH SPATIAL ECONOMETRIC MODELS

Abstract: The purpose of this study is to measure the efficiency of public spending on basic education in the municipalities of the State of Paraná and to analyze how the socio-economic variables are related to the efficiency scores. For this, the empirical strategy was based on two steps: i) the Data Envelopment Analysis (DEA) method was used to measure efficiency and; ii) a spatial econometric analysis was performed with the efficiency index estimated in the first step as a dependent variable with socioeconomic variables as covariates. Both steps were implemented with data for the year 2017. The main results indicate that not necessarily the municipalities with the highest IDEB scores are the ones that have the highest efficiency scores for public spending on education. The results of the regressions showed a negative relationship between the share of Funding for Maintenance and Development of Basic Education (FUNDEB) in current revenue and efficiency, showing a potential allocation distortion of public resources in basic education.

Keywords: Education. Public expenditure. Efficiency. Spatial econometrics. Paraná.

¹ Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Economia, Brasília, Brasília, danielpozza123@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1199-7411>

² Universidade de São Paulo (USP), Departamento de Economia, São Paulo, Brasil, gustavocastro@usp.br, <https://orcid.org/0000-0003-4604-7640>

³ Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Economia, Curitiba, Brasília, porsse@ufpr.com, <https://orcid.org/0000-0002-2858-9043>

EFICIENCIA DEL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN EN EL ESTADO DE PARANÁ: UN ANÁLISIS CON MODELOS ECONOMETRÍCOS

Resumen: El propósito de este estudio es medir la eficiencia del gasto público en educación básica en los municipios del Estado de Paraná y analizar como las variables socioeconómicas se relacionan con los puntajes de eficiencia. Para eso, la estrategia empírica se basó en dos pasos: i) se utilizó el método Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis - DEA) para medir la eficiencia y; ii) se realizó un análisis econométrico espacial con el índice de eficiencia estimado en el primer paso como variable dependiente y un conjunto de indicadores socioeconómicos como covariables. Ambos pasos se implementaron con datos del año 2017. Los principales resultados indican que no necesariamente los municipios con los puntajes más altos del Índice de Desarrollo de la Educación Básica (IDEB) son los que tienen los puntajes de eficiencia más altos para el gasto público en educación. Los resultados de las regresiones mostraron una relación negativa entre la participación del Fondo de Desarrollo y Mantenimiento de la Educación Básica y la Valorización de los Profesionales de la Educación (FUNDEB) en los ingresos corrientes y eficiencia, señalando una posible distorsión de la asignación de los recursos públicos en la educación básica.

Palabras clave: Educación. Gasto público. Eficiencia. Econometría espacial. Paraná.

Introdução

A importância da educação para superar os obstáculos do subdesenvolvimento econômico tem espaço nas discussões de fronteira desde décadas atrás (SCHULTZ, 1961; STERN, 2001; SCARPIN; SLOMSKI, 2007, HECKMAN, 2008). Pesquisadores identificaram que a educação tem papel fundamental nas transformações econômicas, uma vez que é por meio dela que são geradas externalidades positivas para toda a sociedade. Segundo Schultz (1961), um dos fatores chaves para o crescimento econômico é o aumento da produtividade que é potencializado pelo capital humano. Por outro lado, Barros e Mendonça (1997) descrevem que a educação também entra como um aspecto importante no combate da desigualdade de renda. Conforme apontam Fernandes e Narita (2001), essa desigualdade existe por conta da desigualdade educacional entre os trabalhadores e pela sensibilidade dos salários com base no nível educacional.

Nesse íterim, é por meio do investimento do Estado, ou seja, por meio dos gastos públicos com educação, que é mitigado esses problemas do subdesenvolvimento e é gerado o desenvolvimento intelectual da sociedade. Segundo Heckman (2008) quanto mais cedo começa-se investir na educação, principalmente entre as crianças oriundas de famílias mais pobres, maior será o

benefício no futuro. No caso do brasileiro, este tema é essencial devido aos elevados níveis de pobreza e de desigualdade social que o país apresenta e, por isso, o Estado tem um importante papel em fornecer uma educação pública de maneira abrangente e de boa qualidade. Assim, considerando a importância da educação e seu provimento pelo Estado, tem sido observada no Brasil uma contínua elevação dos gastos públicos com educação durante a década de 2000, acompanhada por uma pequena melhora nos indicadores educacionais. Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) evidenciam que o investimento por aluno dos anos iniciais do ensino fundamental variou de R\$ 3.211 em 2005 para R\$ 7.138 em 2017, representando um crescimento real de 122% no período. Por outro lado, o resultado do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) para o mesmo período, considerando apenas escolas municipais, aumentou de 4 para 5,6 (variação de 40%).

Assim, não basta que o gasto com educação seja elevado, é necessário que ele seja eficiente, no sentido de melhor uso possível do recurso. Segundo Diaz (2007) e Menezes-Filho (2007), para que o resultado educacional seja positivo, é necessário planejamento, organização, formação continuada, avaliações, de forma que a gestão da escola é de extrema importância. Nesse sentido, há uma ampla literatura que apresenta a ineficiência dos gastos com educação por meio de uma relação negativa entre elevados gastos públicos e eficiência, como Rosano-Peña et al. (2012), Wilbert e D'Abreu (2013), Savian e Bezerra (2013) e Rodrigues e de Sousa (2019).

Em geral, a provisão efetiva dos serviços públicos de educação nos níveis fundamental e médio é realizada no território municipal, enquanto as políticas educacionais de gestão e pedagógicas sejam definidas principalmente no âmbito estadual ainda que seu marco regulatório seja nacional. Dessa forma, estudos de eficiência devem considerar aspectos espaciais, notadamente na esfera intra-estadual. Nesse sentido, o estado do Paraná é uma área de estudo que desperta interesse na medida em que se trata de uma região com níveis mais avançados de desenvolvimento no âmbito nacional, mas que também possui relevante heterogeneidade no desenvolvimento entre suas regiões internas. Além disso, já existe uma literatura sobre análise da eficiência dos gastos com educação para a qual este estudo pretende contribuir. Por exemplo, a pesquisa de Zoghbi et al. (2009) apresenta evidências que indicam o Paraná como um dos estados mais eficientes em relação aos gastos educacionais em 2003. Savian e Bezerra (2013)

avaliaram a eficiência dos municípios paranaenses para 2005 e 2009 e suas estimativas sugerem que o nível de eficiência se reduziu entre o período analisado. Na análise de eficiência estadual de Begnini e Tosta (2017) para o ano de 2011, o Paraná apresentou ineficiência média baixa. Logo, não se percebe um consenso nos resultados encontrados para o estado, além de que os determinantes dos níveis de eficiência das unidades estudadas não foram explorados nestas pesquisas.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é identificar a eficiência dos gastos públicos com educação básica nos municípios do Estado do Paraná e de analisar como as variáveis educacionais, socioeconômicas e das transferências governamentais se relacionam com os *scores* de eficiência. As principais contribuições consistem em investigar o papel de diversos condicionantes socioeconômicos sobre a eficiência da educação, utilizando uma abordagem econométrica que trata a dependência espacial e eventuais variáveis omitidas a ela associadas. Para isso, utiliza-se o método da Análise Envoltória de Dados (DEA) para medir a eficiência e, em seguida, realizam-se estimações com modelos econométricos espaciais nos quais os índices de eficiência são a variável dependente e um conjunto de variáveis socioeconômicas são definidas para avaliar o efeito sobre os *scores* de eficiência da educação municipal paranaense.

Além desta introdução, o estudo consiste em mais quatro seções: a segunda seção tem o foco na revisão da literatura sobre eficiência do gasto público e educação; a terceira seção trata de apresentar a estratégia empírica utilizada, descrevendo os dados e os modelos realizados; na quarta seção estão os resultados e as discussões; por fim, têm-se as considerações finais.

Educação e eficiência

A importância da educação para superar o subdesenvolvimento foi ganhando espaço nas discussões entre os pesquisadores quando estes observaram que as estratégias baseadas nas teorias de crescimento clássicas não foram suficientes para resolver questões internacionais de pobreza, estagnação econômica e fome (STERN, 2001). O tema foi se tornando prioridade nas políticas internacionais de fomento juntamente com o desenvolvimento da teoria do capital humano, na qual a educação assume um papel especial e central (DOURADO; OLIVEIRA, 2009; SCHULTZ, 1961). Durante o período em que essas discussões se popularizaram, o debate sobre a atuação do Estado na nova realidade econômica mundial também se

intensificou⁴, visto que os investimentos públicos em capital humano eram acatados como uma forma de promover bem-estar (SCHULTZ, 1961).

Além da educação formal, Schultz (1961) considera a estrutura da saúde e os treinamentos profissionais como umas das principais camadas que possibilitam mensurar o capital humano. Segundo o autor, os investimentos em capital humano foram por muito tempo erroneamente menosprezados por economistas que buscavam explicar as diferenças nas taxas de crescimento econômico entre os países. Assim, análises de desempenho educacional e o seu impacto em indicadores econômicos passaram a ser mais frequentes a partir da década de 1960 (ROSANO-PEÑA et al., 2012), assim como os modelos de desenvolvimento econômico incorporando variáveis socioeconômicas na década de 1950 (SCARPIN; SLOMSKI, 2007).

Os diversos problemas econômicos e sociais estão correlacionados com baixos níveis de habilidade e conhecimento dos indivíduos, de tal forma que, se houver incentivos de educação desde o começo da formação, esses podem melhorar significativamente os atributos cognitivos, sociais e emocionais de uma parte da sociedade que é menos privilegiada, reduzindo o crime, gravidez precoce e, posteriormente, elevando a produtividade do mercado de trabalho (HECKMAN, 2008). Sendo assim, a educação está associada diretamente com o desenvolvimento, atuando na redução da pobreza, elevação de salários e da expectativa de vida (BARROS; MENDONÇA, 1997).

Barros e Mendonça (1997) ainda refletem sobre a dificuldade de avaliar os impactos de uma melhora na educação: elevação dos rendimentos e da produtividade são apenas alguns efeitos que a educação proporciona. O investimento em educação também promove o desenvolvimento social (LUQUINI; CASTRO; PARRÉ, 2019) e cultural (MELLO; VENZON, 2014). De acordo com Dourado e Oliveira (2009), todas essas dimensões devem ser levadas em consideração para a formação de uma estrutura educacional de qualidade, sendo que o financiamento público nesse ramo é imprescindível.

Desta forma, este assunto caminha junto com as questões de eficiência de gastos públicos, principalmente em países com extrema desigualdade social, como

⁴ Segundo Stern (2001), após a Segunda Guerra Mundial a economia mundial apostou que uma forte atuação do Estado poderia ser uma maneira efetiva de gerir os investimentos. Os resultados das décadas de 1950 e 1960 não corroboraram essa tese, de tal forma que as duas décadas seguintes foram marcadas por movimentos liberais e privatizações. No final dos anos 1990, o autor afirma que a combinação de reformas pró-mercado e fortes instituições era o enfoque das políticas de desenvolvimento econômico.

o Brasil, onde faltam oportunidades de estudo para grande parte da população. Sendo assim, uma alocação eficiente de recursos voltados para a educação é algo esperado dos gestores públicos (BEGNINI; TOSTA, 2017). Afonso e Aubyn (2005) consideram os gastos com educação e saúde como essenciais para o crescimento econômico de um país e indicam que as análises de eficiência para esses setores têm importante papel para a formulação e manutenção de políticas públicas.

Observa-se uma ampla literatura internacional, tais como Afonso e Aubyn (2005) e Johnes (2006), sobre eficiência dos gastos públicos com educação. Para o caso nacional, o tema é mais abordado utilizando o método DEA, como nos estudos de Begnini e Tosta (2017) e Rodrigues e de Souza (2019), os quais avaliam a eficiência da nação a nível estadual e municipal, respectivamente. De forma geral, os resultados apontam que os recursos direcionados para a educação não são alocados de maneira eficiente.

Estas conclusões não se alteram ao analisar apenas regiões do país. Wilbert e D'Abreu (2013) empregaram o método DEA para estimar a eficiência dos gastos públicos com o ensino fundamental dos municípios do estado do Alagoas. Dos 57 municípios tratados, apenas nove encontram-se na fronteira de eficiência, sendo que quase todos apresentam baixo PIB per capita, baixo rendimento nas notas IDEB de 2007 e gastam pouco por aluno matriculado. Ou seja, os municípios mais eficientes não necessariamente são os que tem mais recursos.

Uma das formas para verificar a eficiência dos recursos públicos é analisar a performance alocativa dos recursos próprios e das transferências recebidas de outros entes da federação. No caso, por exemplo, das transferências incondicionais, tais como o Fundo de Participação dos Municípios (FPM), Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB), dentre outros, podem aumentar os gastos municipais em uma proporção maior do que um aumento equivalente na renda dos residentes, resultando ineficiências na alocação de recursos, esse fenômeno é denominado na literatura como *flypaper effect* (DINIZ; CORRAR, 2011). A primeira explicação para essa constatação se deve a ilusão fiscal (assimetria de informação), ou seja, o munícipe não consegue distinguir o quanto do total de gasto é pertencente às transferências ou se são de recursos próprios do município, dificultando o acompanhamento, a fiscalização e a eficiência dos gastos (STRUMPF, 1998). A segunda retrata o poder de barganha entre o gestor público e o munícipe (contribuinte), ou seja, quando há um aumento da receita via aumento de renda é de se esperar que o munícipe exija maior transparência e eficiência dos gastos. Por

outro lado, quando esse aumento se dá por meio das transferências as exigências de transparência e eficiência são reduzidas (WYCKOFF, 1988, MENDES, 2004).

No entanto, os resultados não são conclusivos. Diniz e Corrar (2011) verificaram que os municípios mais eficientes do estado da Paraíba receberam transferências maiores do FUNDEB, isto é, municípios com maiores recursos de transferências do FUNDEB se mostraram mais eficientes quanto ao gasto público no Ensino Fundamental. Já Dantas, Costa e Silva (2014) afirmaram que para o Rio Grande do Norte os maiores gastos médios por alunos matriculados no ensino fundamental oriundos do FUNDEB não garantem eficiências em suas alocações, pois os municípios que alocaram os maiores valores não obtiveram os maiores resultados nos *scores* de eficiência.

Entretanto, é possível sugerir que os recursos públicos são necessários para a educação brasileira, mas não suficientes para proporcionar melhores indicadores de ensino (DOMICIANO; ALMEIDA, 2015). Segundo Moraes, Polizel e Crozatti (2017), um aumento dos gastos com educação pode não ser acompanhado com uma melhora de outras condições que afetam a eficiência e qualidade do ensino, tornando-se preciso analisar previamente quais fatores devem ser alterados e quais recursos devem ser solicitados. Por exemplo, os resultados obtidos por Delgado e Machado (2007) para os municípios mineiros indicam que a presença de televisão, biblioteca, sala de vídeo ou laboratório não tem relação com índices de eficiência maiores. Nesse caso, o ideal seria identificar outros direcionamentos para os gastos educacionais. Savian e Bezerra (2013) analisam a eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental dos municípios no Estado do Paraná, utilizando a DEA com retornos constantes de escala (RCS). Como insumos, os autores utilizaram o número de escolas municipais de educação fundamental, o número de alunos dividido pela quantidade de professores, o PIB per capita municipal e o gasto com ensino fundamental por aluno. A nota do IDEB foi o produto escolhido. Novamente os resultados apontam que os municípios mais ricos não são necessariamente os mais eficientes, característica que é mais comum aos municípios que gastam menos. Scarpin et al. (2012), Rosano-Peña et al. (2012) e Moraes, Polizel e Crozatti (2017) apresentam conclusões similares acerca dos municípios de Santa Catarina, Goiás e São Paulo, respectivamente.

Um ponto importante é que poucos desses estudos se preocupam em encontrar os determinantes que levam alguns municípios, normalmente de menor tamanho, a serem mais eficientes do que outros. Rosano-Peña et al. (2012)

atribuem três motivos para a ineficiência dos municípios goianos: ineficiência de escala, impacto do entorno e ineficiência da gestão. Delgado e Machado (2007) indicam que alguns recursos educacionais, como a infraestrutura da escola e presença de computadores, contribuem para melhores índices de eficiência nas escolas estaduais de Minas Gerais.

Em relação aos fatores que podem influenciar no desempenho escolar dos alunos e, conseqüentemente, na eficiência da educação municipal, o estudo de Menezes-Filho (2007) encontra evidências de que características familiares e individuais dos alunos, tais como a educação dos pais, cor, atraso escolar e número de livros em casa são as que tem o maior poder de explicação no desempenho dos alunos. Por outro lado, o autor avalia que as variáveis em nível escolar, que são atreladas diretamente ao gasto público com educação, tais como o número de computadores, processo de seleção do diretor e dos alunos, escolaridade e salário dos professores também são influentes, mas de forma menos significativa para o desempenho dos alunos. Logo, é preciso avançar na compreensão sobre variáveis que impactam na eficiência da educação.

A partir das constatações levantadas até aqui percebe-se que os trabalhos sobre eficiência dos gastos públicos com educação passaram a levar em conta outras variáveis além das relacionadas com finanças públicas em suas análises, como as condições da população. Rodrigues e de Souza (2019) estimam fronteiras de eficiência técnica e de escala utilizando a DEA com RCS e RVS (retornos variáveis de escala) para os municípios brasileiros no ano de 2013, para então dividi-los em quartis de PIB per capita e por níveis populacionais. Os resultados seguem os já mencionados nessa seção, de que os municípios mais eficientes na média são os com menores valores de PIB per capita e com populações abaixo de 20.000 habitantes. Trompieri Neto et al. (2008) realizam uma metodologia em dois estágios para os municípios do Ceará para verificar quais os determinantes de tal eficiência. A principal variável explicativa do modelo é o IDH, a qual tem um impacto significativo e positivo em ambos os casos, indicando que municípios com melhores condições socioeconômicas costumam ser mais eficientes.

Esses estudos apontam que a dimensão socioeconômica, ao ser levada em consideração, pode proporcionar maiores interpretações nas estimativas. Outro exemplo é Luquini, Castro e Parré (2019), que utilizam métodos de econometria espacial para identificar uma correlação espacial entre o Índice de Gini, renda média e grau de urbanização com a taxa de alfabetização dos municípios paranaenses. Os

autores notam uma certa deficiência na estrutura socioeconômica de algumas regiões do estado, impactando negativamente a alfabetização, de forma que políticas de distribuição de renda e de melhora no transporte público se fazem necessárias para uma mudança desse quadro.

Em síntese, a educação tem papel importante para superação do subdesenvolvimento econômico. Logo, investir em educação é garantir o futuro de uma economia. No entanto, não basta somente o aumento dos gastos com a educação, é preciso melhorar a eficiência da utilização dos fatores de produção para mitigar a má alocação desses recursos. Há de se levar em conta que existem indicadores subjacentes, como por exemplo os socioeconômicos, que atuam de maneira indireta, mas não menos importante, na eficiência dos gastos públicos com educação. Entender essas relações é importante para formulação de políticas públicas para o ensino infantil.

Estratégia empírica

A estratégia empírica adotada para atingir o objetivo proposto está dividida em dois estágios. O primeiro estágio consiste em estimar um índice de eficiência para cada município paranaense utilizando o método DEA, a partir de um modelo inspirado por Savian e Bezerra (2013) para o ano de 2017. No segundo estágio, o índice de eficiência estimado será a variável dependente de uma regressão, estratégia similar a aplicada por Delgado e Machado (2007) e Marques e Camara (2018).

Para analisar o índice de eficiência da educação nos municípios foi utilizado a análise envoltória de dados (DEA). Para isso, considere uma amostra de K firmas (neste caso municípios, também chamado de DMU - Decision Making Units) que usam $x^t \in R_+^N$ insumos na produção $y^t \in R_+^N$ de produtos no período $t, t = 1, \dots, T$. Uma tecnologia de produção com múltiplos insumos e múltiplos produtos pode ser representada pelo conjunto de saídas, definido como:

$$P^t(x^t) = \{y^t: y^t \text{ pode ser produzido por } x^t \text{ no tempo } t\} \quad (1)$$

Em uma abordagem baseada no produto, a tecnologia de produção é completamente caracterizada pela função de distância da saída⁵, definida como:

$$D_o^t(y, x) = \min \left\{ v: \frac{y}{x} \in P^t(x) \right\} \quad (2)$$

⁵ Shephard (1970).

em que $v \in (0,1]$ e $D_o^t(y,x) \leq 1$ se e somente se $y \in P^t(x)$. Em uma abordagem baseada no insumo, a função de distância de entrada pode ser usada para representar a tecnologia, sendo definida como:

$$D_i^t(x,y) = \max \left\{ \lambda: \frac{x}{y} \in L^t(y) \right\} \quad (3)$$

em que $P^t(y) = \{x: x \text{ pode ser produzido por } y \text{ no tempo } t\}$ é o conjunto de requisitos de insumo e $D_i^t(x,y) \geq 1$ se e somente se $x \in P^t(x)$. Em ambas as abordagens, uma firma (município) é considerada tecnicamente eficiente se a função de distância for igual a um.

O uso da abordagem não paramétrica (DEA) é bastante popular por vários motivos⁶. Primeiro, não precisa das suposições sobre a forma funcional da tecnologia de produção e não requer dados de preços. Segundo, para várias entradas e saídas, o DEA não requer agregação. Terceiro, como o DEA se baseia em técnicas de programação linear, é possível identificar as “melhores práticas” para cada firma. Finalmente, em aplicações longitudinais, sua capacidade de decompor o crescimento da produtividade em dois componentes: mudanças na eficiência técnica ao longo do tempo (recuperação) e mudança técnica (mudanças na tecnologia ao longo do tempo) (FÄRE et al., 1994). A abordagem baseada nos produtos é usada nesta pesquisa porque é uma abordagem mais razoável para nossa aplicação empírica, uma vez que os insumos da educação são limitados. Essa abordagem é utilizada por diversos estudos tais como Afonso e Aubyn (2005), Wilbert e D’Abreu (2013), Begnini e Tosta (2017), Savian e Bezerra (2013) e Scarpin et al. (2012).

Seguindo Färe et al. (1995), a função de distância de RCS pode ser estimada usando uma tecnologia de referência linear por partes para a firma $k, k = 1, \dots, K$, como solução para o problema de programação linear (PL):

$$[\widehat{D}_o^t(y_k^t, x_k^t)]^{-1} = \max_{\theta, z} \{ \theta: \theta y_k^t \leq Y^t z, x_k^t \geq X^t z, z \in R_+^K \} \quad (4)$$

em que y_k^t é o vetor M de produtos, x_k^t é um vetor N de insumos, Y^t é uma matriz de produtos ($M \times K$), X^t é uma matriz de insumos ($N \times K$) e z é um vetor K de variáveis de intensidade não negativas. Observe que a solução da equação 4 sempre satisfaz o $D_o^t(y_k^t, x_k^t) \leq 1$, uma vez que a firma é um membro da tecnologia de referência.

Serão analisados ambos os resultados com RCS e RVS, orientados ao produto. A maximização da eficiência está relacionada ao aumento da produção mantendo os insumos constantes.

⁶ Ver: Charnes, Cooper e Rhodes (1981) e Banker, Charnes e Cooper (1984).

Para considerar os efeitos das variáveis socioeconômicas nos *scores* de eficiência dos municípios, executar-se-á o segundo estágio empregando a análise econométrica. O modelo utilizando pela literatura convencional é o Tobit⁷, que trata diretamente de variáveis dependentes censuradas, ou seja, variáveis cujo domínio é restrito, como, por exemplo, é o caso da medida de eficiência θ obtida no primeiro estágio por DEA, em que $0 < \theta_i \leq 1$. Seguindo Çelen (2013), assume-se que o escore de eficiência obtido no primeiro estágio por DEA para cada DMU, θ_i é o resultado do seguinte processo estocástico:

$$\theta_i = \begin{cases} 0, & \text{se } \theta_i^* \leq 0 \\ \theta_i^*, & \text{se } 0 < \theta_i^* < 1 \\ 1 & \text{se } \theta_i^* \geq 1 \end{cases} \quad (7)$$

$$\theta_i^* = X_i' \delta + \varepsilon_i, \text{ com } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (8)$$

em que θ_i^* é uma variável aleatória latente, X_i' é o vetor $n \times 1$ observado das n variáveis socioeconômicas para a i -ésima DMU, δ é um vetor $n \times 1$ de parâmetros, ε_i é a i -ésima observação do erro identicamente e independentemente normalmente distribuído (*iidN*) de média zero e variância σ^2 . Com isso, θ_i é, por construção, censurado abaixo de 0 e acima de 1. Para obter estimativas do vetor de parâmetros β com base nos valores observados de X_i e nos valores de $\theta_i, i = 1, 2, \dots, n$ obtidos no primeiro estágio DEA, este modelo é estimado por máxima verossimilhança.

Cabe destacar que os estudo de Banker e Natarajan (2008, p. 48-58) identificaram condições suficientes em uma estrutura estocástica para justificar a abordagem popular de dois estágios da análise envoltória de dados seguida por mínimos quadrados ordinários (DEA+MQO) para estimar o impacto de variáveis contextuais na produtividade e, conseqüentemente, na eficiência. No entanto, Simar e Wilson (2007, p. 31-64) sugeriu uma abordagem alternativa envolvendo um modelo de regressão truncada de segundo estágio e o método de *bootstrap* para estimar intervalos de confiança, que é o caso do modelo Tobit utilizado na literatura convencional.

Contudo, em um estudo mais recente, Banker, Natarajan e Zhang (2019) evidenciaram que a eficácia da abordagem de Simar-Wilson depende criticamente da suposição de que o processo de geração de dados real (DGP) corresponde exatamente ao seu DGP assumido e que sua abordagem não produz inferências corretas em ambientes caracterizados por ruído estocástico. Simulações abrangentes de um processo de geração de dados de fronteira estocástica

⁷ Delgado e Machado (2007), Samut e Cafri (2015), Trompieri Neto et al. (2008).

documentam que o modelo simples DEA+MQO de dois estágios supera significativamente o modelo mais complexo de Simar-Wilson com menor desvio absoluto médio (MAD), menor desvio absoluto médio (MEAD) e taxas de cobertura mais altas quando as variáveis contextuais afetam significativamente a produtividade.

Logo, irar-se-á estimar o modelo DEA+MQO a fim de capturar o impacto das variáveis socioeconômicas sobre os scores de eficiência da educação, assim serão considerados os seguintes modelos básicos:

$$\theta_i^* = X_i' \delta + \varepsilon \quad (5)$$

em que θ_i^* são os scores dos índices de eficiência da educação por município; X_{it} são as variações contemporâneas das demais covariáveis e ε é o termo de erro.

Entretanto, a especificação MQO somente seria válida na hipótese de inexistência de dependência espacial nos resíduos. Em diversas aplicações envolvendo dados territoriais, essa hipótese é violada e implicaria em problemas de viés ou ineficiência na estimação MQO dependendo do tipo de especificação espacial do processo gerador de dados (ANSELIN, 1988; LE GALLO, 2014). Neste sentido, será investigada a presença de dependência espacial na regressão MQO por meio da estatística I de Moran e de testes LM robustos para processos do tipo erro-espacial ou *lag*-espacial. Uma vez verificada a violação da hipótese de aleatoriedade espacial no modelo de regressão MQO, deve-se então estimar modelos de regressão espacial.

A equação abaixo apresenta a estrutura geral de um modelo de regressão espacial conhecida como modelo geral, semelhante ao apresentado em Elhorst (2014) em que W representa uma matriz de pesos espaciais. No presente estudo, os modelos espaciais propostos envolvem uma adaptação dessa representação para as versões conhecidas como modelos de Durbin de *lag* espacial (SDM) ou erro espacial (SDEM). A vantagem de iniciar com essas estruturas é sua capacidade de corrigir eventuais problemas de viés nos estimadores resultantes da omissão de variáveis espacialmente correlacionadas, heterogeneidade espacial e na incerteza do modelo (LESAGE; PACE, 2009). O modelo SDM corresponde a equação 6 tal que $\lambda = 0$ e $\gamma = 0$, enquanto o modelo SDEM corresponde a equação 6 tal que $\rho = 0$ e $\gamma = 0$. O modelo básico de erro espacial (SEM) é o modelo SDEM com a ausência das variáveis independentes dos vizinhos (ELHORST, 2014).

$$\theta^* = \rho W \theta^* + X \delta + W X \beta + \varepsilon \quad (6)$$

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \gamma Wu$$

Já o modelo com média móvel espacial (SMA) é a representação da equação 6 com a ausência das variáveis independentes dos vizinhos ($WX\beta$) e com $\rho = 0$ e $\lambda = 0$, o objetivo é verificar se a relação de interdependência espacial tem aspecto local, ou seja, verificar se o espriamento da autocorrelação tem memória curta no espaço afetando poucas unidades espaciais, diferente dos modelos anteriores em que a interdependência tem um aspecto global (ANSELIN; BERA, 1998).

Os modelos espaciais serão estimados de acordo com a abordagem geral-específica de Hendry, iniciando pelos modelos gerais (SDM e SDEM) e terminando no modelos específicos (SEM e SMA), estimados pelo método de máxima verossimilhança e pelo método dos momentos generalizados (GMM) utilizando matrizes de vizinhanças do tipo Rainha e Torre de primeira ordem e k-vizinhos igual a 3, 5, 7 e 10. O Critério de Informação de Akaike será utilizado para escolher o modelo com melhor ajuste e representação do processo espacial para fins de reporte dos resultados das estimações. Como teste de robustez, será realizado uma simulação de Monte-Carlo com o I de Moran dos resíduos e com critérios de vizinhanças diferentes com o objetivo de verificar se houve alteração da dependência espacial nos resíduos mesmo após a sua correção - abordagem semelhante foi utilizada em Barros e Stege (2019). As regressões espaciais são do tipo corte transversal, sendo estimada para 2017 com o intuito de averiguar a robustez dos efeitos das covariadas sobre as medidas de eficiência.

As variáveis escolhidas como inputs são o número de escolas municipais do ensino fundamental, a relação aluno por função docente, as despesas municipais pagas com ensino fundamental dividido pela quantidade de matrículas realizadas e o PIB per capita. O output escolhido foi a nota do IDEB, o indicador de qualidade da educação calculado bianualmente pelo INEP. O IDEB é amplamente utilizado na literatura nacional de eficiência e DEA (BEGNINI; TOSTA, 2017; WILBERT; D'ABREU, 2013; MORAES; POLIZEL; CROZATTI, 2017), porém, as interpretações devem ser feitas com cautela, visto que estudos como Gouveia, de Souza e Tavares (2009) mostram que o IDEB pode estar correlacionado com as desigualdades regionais de dimensão socioeconômica, não sendo apenas definido pela qualidade da oferta de educação.

Desta forma, é possível replicar a estrutura do DEA realizado por Savian e Bezerra (2013). O modelo foi feito para o ano de 2017 e foram excluídos da amostra 7 dos 399 municípios pertencentes ao Paraná por insuficiência de dados, sendo

eles: Candói, Ibaiti, Nova América da Colina, Porto Rico, Santa Cruz de Monte Castelo, São José da Boa Vista e Virmond. A efetivação da DEA foi realizada pelo programa R Studio, com o pacote “rDEA”. Os valores de despesas e PIB foram deflacionados utilizando como base o ano de 2018 e o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Tabela 1 - Banco de dados utilizados para o DEA

| Variável | Definição | Fonte |
|------------------|--|---------|
| <i>IDEB</i> | Nota do IDEB atribuída para o ensino fundamental municipal | IPARDES |
| <i>despaluno</i> | Relação entre as despesas municipais com educação por quantidade de matrículas | IPARDES |
| <i>alunoprof</i> | Relação entre as matrículas e o número de professores | INEP |
| <i>escolas</i> | Quantidade de escolas municipais | INEP |
| <i>piGPC</i> | Produto interno bruto por habitante | IPARDES |

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A fim de capturar o efeito das variáveis socioeconômicas sobre os *scores* de eficiência da educação por município, a Tabela 2 apresenta o banco de dados utilizados nos modelos de regressões, conforme apresentado na literatura, bem como seus possíveis efeitos esperados. No que se refere a variáveis educacionais dos municípios estão as relações entre quantidade de alunos por escola (*alunoescola*), a média de alunos por turma (*medialunos*), escolas com internet (Internet) e escolas urbanas (*Urban*).

Tabela 2 – Bancos de dados utilizados e efeito esperado

| Variável | Descrição | Fonte | Efeito esperado |
|-----------------------|---|---------|-----------------|
| <i>Eficiência RCS</i> | Índice de eficiência da educação por município com retornos constantes a escala | - | |
| <i>Eficiência RVS</i> | Índice de eficiência da educação por município com retornos variáveis a escala | - | |
| <i>alunoescola</i> | Relação entre as matrículas e o número de escolas | INEP | + |
| <i>medialunos</i> | Média de alunos por turma | INEP | - |
| <i>Internet</i> | <i>Dummy</i> de escolas com internet (se todas as escolas possuem internet =1, caso contrário 0) | IPARDES | + |
| <i>Urban</i> | <i>Dummy</i> de escolas na área urbana (se todas as escolas estão na área urbana=1, caso contrário 0) | INEP | + |
| <i>IDHM</i> | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2016) | FIRJAN | + |
| <i>densidade</i> | Densidade populacional | IPARDES | + |
| <i>fpmreceita</i> | Proporção do FPM sobre as receitas correntes | IPARDES | - |
| <i>fundebreceita</i> | Proporção do FUNDEB sobre as receitas correntes | FINBRA | + |
| <i>profsaude</i> | Quantidade de profissionais de saúde por 10.000 habitantes | IPARDES | + |

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

As variáveis socioeconômicas contemplam o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a densidade populacional (*densidade*). Já as variáveis relacionadas com a performance das transferências sobre os *scores* de eficiência se

dividem em duas, sendo a primeira de natureza não vinculativa a gastos com a educação que é a proporção do FPM sobre as receitas correntes (*fpmreceita*), enquanto a segunda é de natureza vinculativa aos gastos com educação que é a proporção do FUNDEB sobre as receitas correntes (*fundebreceita*). Por fim, com base nas evidências internacionais que mostram relação positiva entre o desempenho escolar e a saúde dos alunos como as pesquisas de Behrman (1996) e Blumenshine (2008), utilizou-se como *proxy* uma variável que está relacionada ao estoque de saúde do município que é o número de profissionais de saúde a cada 10 mil habitantes (*profsaude*)⁸.

Definindo as variáveis explicativas da regressão, as variáveis que foram utilizadas para a estimação do DEA no primeiro estágio serviram de controle para minimizar o viés de variável relevante omitida. Nesse contexto, o resultado esperado é que essas variáveis influenciem na eficiência da educação nos municípios de acordo com a literatura descrita na seção anterior.

Resultados e discussões

Já foi discutida a importância da educação para o desenvolvimento econômico e o papel essencial das despesas orçamentárias para a execução de políticas públicas com o objetivo de melhorar os indicadores educacionais e colher os resultados no longo prazo. Nesta seção serão apresentados os resultados da DEA e da regressão com as devidas interpretações.

Na Tabela 3 encontram-se as estatísticas descritivas das variáveis que compuseram o modelo DEA. Lembrando que o IDEB é o output, enquanto o restante são os inputs. O município que menos gastou com educação, em relação ao número de alunos, foi Imbituva, enquanto a maior relação de gastos foi de Lupionópolis. São Jorge do Ivaí possui o valor máximo da relação aluno/professor, e Lupionópolis o mínimo. O município de Saudade do Iguçu apresentou o maior PIB per capita e Piraquara o menor, porém, em termos de eficiência, o município mais pobre tem uma performance muito superior ao mais rico.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis do DEA

| Variáveis | Média | Desv. padrão | Mínimo | Máximo |
|-------------|-------|--------------|--------|--------|
| <i>IDEB</i> | 6,14 | 0,66 | 4,30 | 8,70 |

⁸ A escolha dessa variável se deve principalmente à sua disponibilidade por município em relação as demais que possuíam zero ou eram desatualizadas ou possuíam uma quantidade significativa de *missings*.

| | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <i>despaluno</i> | 14.618,01 | 4.287,61 | 8.079,61 | 37.610,02 |
| <i>alunoprofessor</i> | 16,10 | 3,96 | 6,26 | 34,59 |
| <i>pibpc</i> | 53.528,84 | 26.525,87 | 19.999,87 | 291.044,60 |
| <i>escolas</i> | 7,91 | 13,98 | 1,00 | 185,00 |

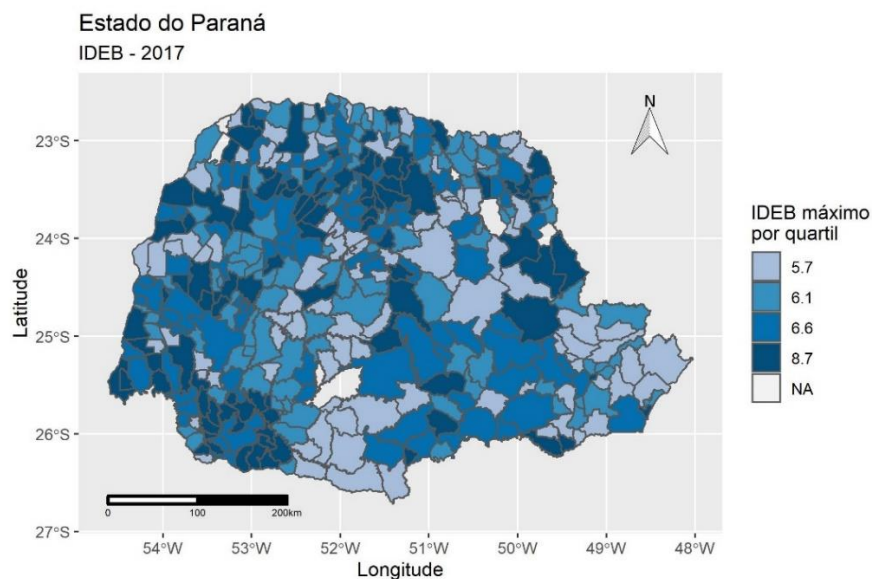
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

O município de Serranópolis do Iguaçu foi o que exibiu a maior nota do IDEB da amostra, com a relação de despesas por aluno ligeiramente acima da média. Por outro lado, Lupionópolis tem a maior despesa com educação por aluno e mesmo assim apresentou a menor nota do IDEB, indicando que um elevado gasto não implica em qualidade de ensino. Inclusive, as maiores notas do IDEB da amostra são de municípios pequenos, com cerca de 3 a 14 mil habitantes, como também foi evidenciado em Scarpin et al. (2012). Uma possível explicação, segundo Crozzati et al. (2018), é que municípios menores têm despesas médias por aluno superior aos maiores devido à combinação de três fatores: rede municipal pequena, alta receita per capita e obrigatoriedade de gasto mínimo de 25% da Receita Corrente Líquida do ano.

A Figura 1 tem o objetivo de demonstrar a distribuição espacial do IDEB no ano de 2017. Neste mapa foram contabilizados apenas os 392 municípios utilizados no trabalho. Os municípios que apresentam as maiores notas encontram-se nas mesorregiões do Norte Central, Oeste e Sudoeste. Os municípios que apresentam as menores notas encontram-se nas mesorregiões Centro Oriental, Centro Sul e Metropolitana de Curitiba.

De acordo com Dominiciano e Almeida (2015), as regiões geográficas de maiores nota no IDEB normalmente são aquelas que apresentam as menores taxas de reprovação, abandono, distorção idade série e maior tempo médio de aula por turma, bem como maior rendimento domiciliar per capita e menores taxas de analfabetismo entre homens e mulheres. Este último resultado, inclusive, está em consonância com os estudos nacionais e internacionais, tais como: Hanushek (1970), Amaral e Menezes-Filho (2008) e Diaz (2012).

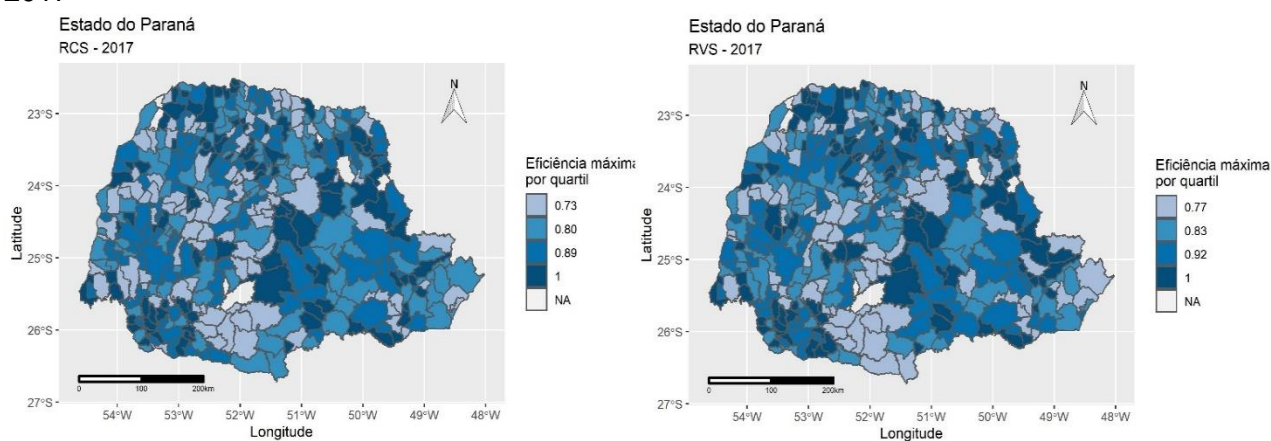
Figura 1 – Distribuição espacial do IDEB dos municípios em 2017

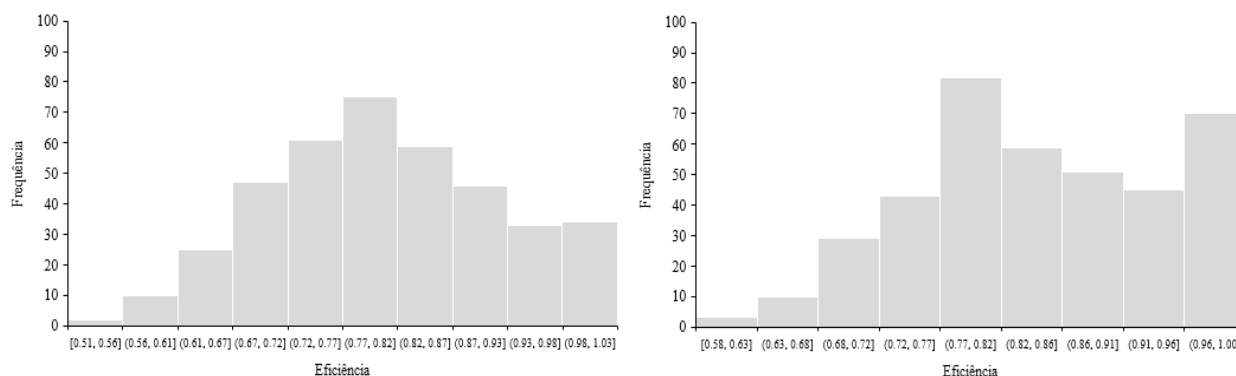


Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A Figura 2 apresenta os scores dos índices de eficiência (RCS e RVS) dos municípios paranaenses por quartis. Pelo método RCS ser mais restrito e conservador do que o RVS, alguns estudos utilizam apenas este modelo para realizar a análise de eficiência, como Savian e Bezerra (2013), Begnini e Tosta (2017). Observa-se que, utilizando retornos variáveis de escala, nenhum município exibe menos do que 0,55 de eficiência dos gastos públicos com educação, contra 0,51 empregando retornos constantes. Ainda, a quantidade de municípios considerados eficientes no RVS aumenta em relação ao RCS. Mesmo assim, alguns estudos utilizam o RVS, como Andrade et al. (2017), que o considera mais adequado para diferenciar as situações em que existem ineficiências técnicas ou de escala. Uma estratégia utilizando os dois métodos pode proporcionar uma análise mais abrangente na comparação geográfica.

Figura 2 – Distribuição espacial e histograma dos scores de eficiência em 2017





Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Os municípios localizados no quartil mais baixo em ambas as abordagens estão localizados na mesorregião Centro-Sul e Centro Ocidental. Já nos quartis superiores estão os municípios localizados nas mesorregiões Sudeste e Sudoeste. Para ambas as abordagens a maior parte dos municípios estão na faixa dos *scores* entre 0,77 e 0,82, com aproximadamente 75 municípios para o método RCS e 85 para o RVS.

Os municípios localizados no quartil mais baixo em ambas as abordagens estão localizados na mesorregião Centro-Sul e Centro Ocidental. Já nos quartis superiores estão os municípios localizados nas mesorregiões Sudeste e Sudoeste. Para ambas as abordagens a maior parte dos municípios estão na faixa dos *scores* entre 0,77 e 0,82, com aproximadamente 75 municípios para o método RCS e 85 para o RVS.

Logo, com base nas Figuras 1 e 2, percebe-se que não necessariamente os municípios que possuem os melhores indicadores do IDEB também possuem os melhores *scores* de eficiência. É o caso do município de Nova Londrina que possuía a melhor terceira maior nota do IDEB do estado (8,7) em 2017 e, no entanto, ocupa a posição 184^o e 50^o nos *scores* de eficiência RCS e RVS, respectivamente. O inverso também é verdadeiro, ou seja, os municípios que possuem os piores IDEB não necessariamente possuem os piores *scores* de eficiência, como é o caso do município de Lupionópolis que possuía um o menor indicador do IDEB do estado (5,7), dentre os 392 disponíveis para análise, mas estava entre os 175 e 44 municípios com os maiores *scores* de eficiência RCS e RVS, respectivamente. Isso significa que os municípios poderiam manter a performance com a redução dos insumos ou poderiam produzir melhores indicadores educacionais com os mesmos insumos. Esses resultados evidenciam uma má alocação dos recursos para a educação. Resultados semelhantes também foram observados nas pesquisas de Savian e Bezerra (2013) e Wilbert e D'Abreu (2013).

É visível a concentração espacial do IDEB e dos scores de eficiência nas Figuras 1 e 2, indicando a existência de padrões, como o caso da região Sudeste e Centro Sul em contraste com região Centro Ocidental, que podem resultar em dependência espacial e possíveis heterogeneidades. Para verificar esta hipótese, a Tabela 4 apresenta a estatística I de Moran, de acordo com várias convenções de matriz espacial. Logo, confirma-se a existência de dependência espacial para os scores de eficiência, independentemente da convenção adotada, indicando que os municípios eficientes tendem a ser concentrado espacialmente. Teoricamente, isso pode resultar de *spillovers*, que decorrem de melhores práticas educacionais na gestão dos recursos e na qualidade da educação.

Tabela 4 - I de Moran dos scores de eficiência dos municípios do estado do Paraná

| | Matriz de pesos | | | | | |
|-----|-----------------|--------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| | Rainha | Torre | Três vizinhos | Cinco vizinhos | Sete vizinhos | Dez vizinhos |
| RCS | 0,094* | 0,097* | 0,167* | 0,139* | 0,116* | 0,090* |
| RVS | 0,127* | 0,130* | 0,182* | 0,156* | 0,137* | 0,103* |

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: * 1% de significância

A fim de considerar os efeitos das variáveis socioeconômicas que não estão diretamente na função produção, mas que influenciam nos scores de eficiência dos municípios, serão apresentados os resultados do segundo estágio. A Tabela 5 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo de regressão, possibilitando observar alguns padrões socioeconômicos do território, assim como a sua heterogeneidade.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas das variáveis da regressão

| Variáveis | Média | Erro padrão | Mínimo | Máximo |
|----------------|-----------|-------------|-----------|--------------|
| RCS | 0,81 | 0,11 | 0,51 | 1,00 |
| RVS | 0,85 | 0,10 | 0,58 | 1,00 |
| IDEB | 6,14 | 0,66 | 4,30 | 8,70 |
| despaluno | 14.618,01 | 4.287,61 | 8.079,61 | 37.610,01 |
| alunoescola | 194,31 | 97,08 | 29,17 | 588,00 |
| escolas | 7,91 | 13,98 | 1,00 | 185,00 |
| alunoprofessor | 16,10 | 3,96 | 6,26 | 34,59 |
| medialunos | 19,32 | 3,27 | 9,90 | 29,10 |
| internet | 0,74 | 0,44 | 0,00 | 1,00 |
| urban | 0,49 | 0,50 | 0,00 | 1,00 |
| IDHM | 0,73 | 0,06 | 0,56 | 0,88 |
| pibpc | 53.528,84 | 26.525,87 | 19.999,87 | 291.044,60 |
| população | 28.696,35 | 108.625,90 | 1.396,00 | 1.908.359,00 |
| densidade | 68,26 | 266,51 | 2,87 | 4.391,47 |
| fpmreceita | 1,18 | 17,21 | 0,00 | 341,12 |
| fundebreceita | 0,22 | 2,05 | 0,00 | 40,73 |
| profsaude | 24,93 | 10,50 | 6,76 | 72,71 |

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A capital Curitiba apresenta a maior população, maior densidade demográfica e maior relação entre profissionais da saúde por habitante. Observa-se que o Paraná é um estado em que a maioria das escolas estão em áreas urbanas e tem conexão com a internet. Os elevados erros padrão da população e densidade refletem a estrutura hierárquica do território, que é composto por muitos municípios pequenos. Apenas 20 municípios apresentaram uma população superior a 100 mil habitantes, e apenas um desses demonstrou uma densidade menor do que a média amostral: Guarapuava. Os poucos municípios maiores trazem grande variabilidade nessas variáveis.

O município que mais dependeu das transferências do FPM em relação a sua receita foi Nova Aliança do Ivaí com um índice de 341%, um valor incomparavelmente maior do que o segundo mais dependente, que é de Santa Inês com aproximadamente 61% de dependência. Como as transferências do FPM integram a receita corrente, o resultado de Nova Aliança do Ivaí é possivelmente um erro de medida na declaração dos dados do município. Os municípios com dados discrepantes como Nova Aliança do Ivaí foram categorizados como outliers (variáveis *dummies*) nos modelos de regressão. Dessa forma, expurgou-se seus efeitos sobre as estimações.

Os municípios que mais dependem dos recursos do FPM têm em média 2000 habitantes, constando uma ou duas escolas, com despesas com educação por aluno maiores do que a média do estado e baixas notas do IDEB. Nova Aliança do Ivaí também é o município com maior dependência dos recursos da FUNDEB, seguido por Colombo, com um indicador de 0,24%.

As variáveis de aluno por escola e média de alunos por turma são importantes para análise da qualidade da educação ofertada, de acordo com Dourado e Oliveira (2009), pois menores valores podem indicar uma melhor condição de ensino. Em relação a primeira, o valor máximo de 588 alunos por escola é de São Jorge do Ivaí - a cidade consta apenas uma escola e apresentou plena eficiência nas estimações - enquanto a menor relação é de Guaraqueçaba - resultados apontaram ineficiência. Sobre a média de alunos por turma, esta tem variabilidade menor, atingindo seu máximo em Pinhais e o mínimo em Guaraqueçaba.

O município mais bem avaliado pelo IDHM 2016 foi Apucarana, enquanto Imbaú foi o pior. As melhores avaliações do IDHM estão concentradas nas microrregiões Norte-Central, Oeste, Noroeste e Sudoeste enquanto as piores estão

no Centro-Oriental e Centro-Sul, padrão parecido com a distribuição espacial do IDEB e dos scores de eficiência.

A Tabela 6 apresenta os modelos de regressão *cross-section* para o ano de 2017, utilizando o estimador MQO e Tobit. Percebe-se que para ambas as abordagens (RCS e RVS) e para ambas as estimações, ao incluir os controles do DEA e dos outliers, há uma melhora no ajustamento dos parâmetros e dos modelos. Observa-se também que os resultados do MQO e Tobit são semelhantes. No que se refere a interpretação dos parâmetros, a relação aluno por escola tem efeito significativo e positivo, implicando em um ganho de eficiência quando uma escola concentra um número maior de alunos. Entretanto, Diaz (2012) evidenciou que escolas municipais de maior porte e com um maior número de professores apresentaram um impacto negativo no IDEB 2005. De fato, como Savian e Bezerra (2013) expõem, a distribuição do número de escolas no território paranaense é extremamente desigual e parece estar apresentando uma tendência de dispersão: a média de escolas no estado foi de 9,68 em 2005 para 8,69 em 2009 de acordo com os dados coletados pelos autores, sendo que nas estatísticas descritivas do presente trabalho a média foi de 7,91 – mesmo que o número total de escolas tenha aumentado durante todos esses períodos. O sinal positivo dessa variável pode ser devido aos municípios menores, que se mostraram mais eficientes, constarem um menor número de escolas e, conseqüentemente, uma relação aluno/escola maior.

Tabela 6 – Resultados do modelo de regressão MQO e Tobit

| Variáveis | MQO | | | | Tobit | | | |
|------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | RCS | | RVS | | RCS | | RVS | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| <i>ln(alunoescola)</i> | 0,070*** | 0,071*** | 0,035** | 0,038** | 0,071*** | 0,072*** | 0,035** | 0,039** |
| <i>ln(medialunos)</i> | -0,030 | -0,03 | -0,007 | 0,007 | -0,031 | -0,03 | 0,008 | 0,007 |
| <i>Internet</i> | -0,018** | -0,020** | -0,009 | -0,011 | -0,019** | -0,020** | -0,01 | -0,011 |
| <i>Urban</i> | -0,008 | -0,007 | -0,009 | -0,007 | -0,009 | -0,008 | -0,009 | -0,008 |
| <i>ln(IDHM)</i> | 0,042 | 0,030 | -0,080 | 0,073 | 0,042 | 0,03 | 0,081 | 0,074 |
| <i>ln(densidade)</i> | 0,010* | 0,011* | 0,012** | 0,012*** | 0,011* | 0,011* | 0,012** | 0,013** |
| <i>ln(fpmreceita)</i> | 0,099*** | 0,092*** | 0,066*** | 0,067*** | 0,099*** | 0,093*** | 0,066*** | 0,068*** |
| <i>ln(fundebreceita)</i> | 0,091*** | -0,099*** | -0,064*** | -0,067*** | -0,092*** | -0,099*** | -0,064*** | -0,068*** |
| <i>ln(profsaude)</i> | -0,012 | -0,013 | -0,013 | -0,012 | -0,013 | -0,013 | -0,013 | -0,012 |
| Constante | 2,967*** | 3,002*** | 2,154*** | 2,126*** | 2,967*** | 3,002*** | 2,155*** | 2,127*** |
| Controles DEA | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim |
| Controles Outliers ¹ | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim |
| Observações | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 |
| R2 | 0,691 | 0,694 | 0,647 | 0,649 | | | | |
| Teste F | 60,22*** | 53,3*** | 49,43*** | 43,47*** | | | | |
| <i>Log Likelihood</i> | | | | | 542,915 | 545,18 | 560,426 | 561,726 |
| Teste de Wald | | | | | 876,63*** | 891,38*** | 719,57*** | 726,97*** |

Fonte: Elaboração própria.

Notas: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01; **** p-valor entre parênteses. ¹ - é uma variável dicotômica para os municípios de Nova Aliança do Ivaí e Curitiba por possuírem dados discrepantes aos demais municípios conforme a estatística descritiva.

Um resultado não esperado é que municípios com 100% das escolas com acesso à internet podem apresentar scores de eficiência menores no modelo RCS, de acordo com o sinal da variável Internet. Segundo Damiani et al., (2016) o acesso à internet aumenta o desempenho dos alunos. No entanto, Menezes-Filho (2007) descreve que variáveis ao nível de escola, tais como acesso à internet, tem efeitos positivos, porém reduzidos, sobre o desempenho dos alunos. Uma possível explicação para o sinal negativo dessa variável é que o acesso à internet está relacionado com maiores níveis de gasto municipal com educação, mas não garante necessariamente que os efeitos dos resultados dessa característica compensem tal endividamento.

Outro resultado contraintuitivo é a não significância da variável média de alunos por turma sobre os scores de eficiência para ambos os modelos e métodos de estimação, resultado semelhante foi encontrado em Matavelli e Menezes-Filho (2020) em que os autores ressaltam que não há evidências estatisticamente significativas de que o tamanho da classe tenha um impacto nas notas dos alunos (que é um componente do IDEB e, conseqüentemente, do output do DEA).

Já a densidade demográfica apresentou efeito positivo, como esperado. Esse resultado corrobora com as pesquisas de Miranda (2006) e Rocha et al. (2013) as quais apontaram que os melhores resultados são obtidos por municípios com maiores tamanhos populacionais. No entanto, ao avaliar a eficiência dos gastos em educação básica para os municípios cearenses, Aguiar Neto (2010) mostrou que os grandes municípios apresentam os piores resultados, enquanto a pesquisa de Rodrigues e de Sousa (2019) também apresentou resultados negativos entre população e os scores de eficiência da educação para os municípios brasileiros.

A proporção do FPM na receita municipal tem impacto positivo na eficiência, indicando que essa dependência pode estimular uma gestão mais eficiente em alguns casos. Vale destacar que a natureza do FPM é não vinculativa, logo os municípios não têm a obrigatoriedade de utilizar essa receita para custear aos gastos com educação, diferente do FUNDEB, implicando em diversas finalidades de gastos que o FPM pode oferecer. No entanto, há evidência empírica, como o estudo de Lins (2014) que o aumento de ambos os fundos nas receitas dos municípios melhora o desempenho do IDEB. Ainda assim, as estimativas indicam um sinal negativo para a proporção do FUNDEB na receita municipal, evidenciando que quanto maior a proporção das transferências do FUNDEB sobre as receitas

correntes menor será a eficiência educacional. No limite, os resultados encontrados estimulam a discussão sobre a flexibilização das transferências e, conseqüentemente, dos gastos sobre a eficiência, bem como, de evidências de um possível *flypaper effect* sobre os recursos públicos direcionados para a educação. Esses resultados robustecem os encontrados na pesquisa de Dantas, Costa e Silva (2014) e divergem dos apresentados no estudo de Diniz e Corrar (2011). Cabe destacar que a variável média de alunos por turma, escolas em área urbana, IDHM e profissionais de saúde não foram estatisticamente significantes.

O modelo de MQO pode não captar os efeitos de dependência espacial, apresentando resultados enviesados ou não eficientes. De fato, o teste de dependência espacial realizado pela estatística I-Moran apresentado na Tabela 7 mostrou evidências estatisticamente significantes de existência de dependência espacial nos resíduos das regressões (2) e (4). Assim, é necessário proceder com as estimações dos modelos espaciais, o primeiro passo é a escolha da matriz de peso espacial que gera o maior coeficiente I de Moran para os resíduos dos modelos de regressão RCS e RVS. De acordo com os resultados, optou-se pela matriz de k-vizinhos com três vizinhos para o modelo RCS e sete vizinhos para o modelo RVS.

Tabela 7 - I de Moran dos modelos RCS e RVS – matriz de decisão

| | Matriz de pesos | | | | | |
|-----|-----------------|--------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| | Rainha | Torre | Três vizinhos | Cinco vizinhos | Sete vizinhos | Dez vizinhos |
| RCS | 0,061 | 0,066* | 0,099* | 0,069* | 0,083* | 0,080* |
| RVS | 0,116* | 0,116* | 0,118* | 0,125* | 0,126* | 0,104* |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: 1% de significância.

Segundo Almeida (2012), a próxima etapa é verificar qual a melhor forma de modelar a autocorrelação espacial através dos testes de Multiplicador de Lagrange (LM). As estimativas dos testes LM estão na Tabela 8. Os testes LM e os testes robustos sinalizaram uma performance relativamente mais favorável para modelos com erro espacial conforme o p-valor.

Tabela 8 - Testes LM dos modelos RCS e RVS

| | LM lag | LM lag robusto | LM erro | LM erro robusto |
|-----|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| RCS | 2,160 (0,141) | 0,040 (0,839) | 6,447 (0,011) | 4,328 (0,037) |
| RVS | 9,871 (0,001) | 0,001 (0,974) | 23,843 (0,000) | 13,973 (0,000) |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: p-valor entre parênteses.

Foram estimados então os modelos SDM, SDEM, SEM e SMA conforme a abordagem geral-específica de Hendry (Elhorst, 2014). Avaliando os resultados do Critério de Informação de Akaike, constatou-se que a melhor performance para a

variável RCS foi o modelo SEM, já para o modelo RVS foi o SMA. Os resultados dos modelos estimados se encontram na Tabela 9.

Os sinais dos parâmetros nos modelos espaciais se mantiveram em relação ao MQO. Destaca-se que o coeficiente do erro autorregressivo espacial (λ) apresentou significância estatística de 1% e sinal positivo para a maioria dos modelos, indicando que existe uma associação espacial positiva nos *scores* de eficiência de natureza estocástica. Isso significa que eventuais choques locais de eficiência podem se propagar sobre os municípios vizinhos, aspecto que pode estar ligado ao transbordamento de processos de aprendizagem no espaço ou mesmo efeitos de competição inter-jurisdicional. No entanto, para o caso RCS, o parâmetro só é significativo a 5% para o modelo SDEM e a 10% para o SMA, enquanto na abordagem RVS o parâmetro se torna não significativo para o modelo SMA. A performance relativamente favorável aos modelos SMA evidencia que quando se trata da análise de eficiência a interdependência espacial tem aspecto local, ou seja, a heterogeneidade na performance dos municípios permite que os *spillovers* e o efeito *feedback* tenham espraiamento curto, atingindo os vizinhos mais próximos. LeSage (2014) ressalta que o foco da ciência regional são as repercussões espaciais e que os fenômenos de efeito global tendem a ser mais raros do que o de efeito local, apesar deste último ser utilizado com menos frequência pelos praticantes da ciência regional. Em suma, o que o autor se refere é que a abordagem espacial pode fornecer estimativas mais concisas ao problema de pesquisa desde que as especificações da abordagem econométrica representem as características regionais e espaciais.

Tabela 9 – Resultados do modelo de regressão espacial para o ano de 2017

| Variáveis | RCS | | | | RVS | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | SDM | SDEM | SEM | SMA | SDM | SDEM | SEM | SMA |
| <i>ln(alunoescola)</i> | 0,063*** | 0,065*** | 0,066*** | 0,066*** | 0,021 | 0,022 | 0,030** | 0,029** |
| <i>ln(medialunos)</i> | -0,024 | -0,026 | -0,024 | -0,023 | 0,011 | 0,014 | 0,002 | 0,000 |
| <i>Internet</i> | -0,015* | -0,015* | -0,018** | -0,018** | -0,004 | -0,004 | -0,007 | -0,006 |
| <i>Urban</i> | -0,007 | -0,007 | -0,008 | -0,008 | -0,007 | -0,006 | -0,009 | -0,008 |
| <i>ln(IDHM)</i> | 0,051 | 0,051 | 0,025 | 0,025 | 0,125** | 0,121** | 0,093* | 0,096* |
| <i>ln(densidade)</i> | 0,008 | 0,007 | 0,012** | 0,012** | 0,011* | 0,011* | 0,014** | 0,015*** |
| <i>ln(fpmreceita)</i> | 0,089*** | 0,089*** | 0,091*** | 0,091*** | 0,061*** | 0,061*** | 0,064*** | 0,064*** |
| <i>ln(fundebreceita)</i> | -0,096*** | -0,095*** | -0,099*** | -0,099*** | -0,066*** | -0,065*** | -0,068*** | -0,068*** |
| <i>ln(profsaude)</i> | -0,005 | -0,007 | -0,009 | -0,009 | -0,005 | -0,007 | -0,007 | -0,007 |
| Constante | 2,590*** | 3,038*** | 2,986*** | 2,979*** | 1,406* | 2,014*** | 2,194*** | 2,207*** |
| λ | | 0,127* | 0,151*** | 0,163* | | 0,277*** | 0,359*** | 0,537 |
| ρ | 0,136** | | | | 0,284*** | | | |
| <i>Wln(alunoescola)</i> | 0,045 | 0,055* | | | 0,030 | 0,043 | | |
| <i>Wln(medialunos)</i> | -0,015 | -0,021 | | | 0,091 | 0,100 | | |
| <i>WInternet</i> | 0,000 | -0,003 | | | -0,013 | -0,022 | | |
| <i>WUrban</i> | 0,007 | 0,007 | | | 0,009 | 0,005 | | |
| <i>Wln(IDHM)</i> | 0,033 | 0,036 | | | -0,110 | -0,107 | | |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| <i>Wln(densidade)</i> | -0,017* | -0,015 | | | -0,026 | -0,023 | | |
| <i>Wln(fpmreceita)</i> | -0,002 | 0,007 | | | -0,014 | 0,003 | | |
| <i>Wln(fundebreceita)</i> | 0,019 | 0,006 | | | 0,025 | 0,007 | | |
| <i>Wln(profsaude)</i> | -0,035** | -0,036** | | | -0,024 | -0,030 | | |
| Controles DEA | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Controles Outliers | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Observações | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 |
| LR | 4,653** | 3,833** | 6,958*** | 6,2144** | 10,25*** | 8,416*** | 22,981*** | 23,246*** |
| AIC | -1048,4 | -1047,6 | -1059,3 | -1058,6 | -1102,9 | -1101,1 | -1108,4 | -1108,7 |

Fonte: Elaboração própria.

Notas: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$; **** p-valor entre parênteses.

Outro ponto é que a grande parte das variáveis independentes espacialmente defasadas não se mostraram significativas e observa-se uma baixa robustez dentre aquelas que foram significantes em alguns modelos na medida em que deixaram de ser significantes em outros. Dessa forma, a interpretação sobre os efeitos dessas variáveis é inconclusiva. Contudo, optou-se por manter essas variáveis uma vez que elas auxiliam a controlar eventuais omissões de variáveis relevantes que sejam espacialmente correlacionadas, como discutido na seção anterior.

Segundo Almeida (2012) e Raiher e Candido (2018), o melhor modelo espacial é aquele que minimiza a autocorrelação espacial nos resíduos. Portanto, considerando o I de Moran nos resíduos dos modelos espaciais RCS e RVS (Tabela 10), os modelos SDM, SDEM e SMA apresentaram os menores coeficientes para esta estatística, indicando que são os modelos que melhor controlam o problema de dependência espacial.

Tabela 10 – I de Moran dos resíduos dos modelos espaciais

| Orientação | Modelo | Matriz de pesos | | | | | |
|------------|--------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| | | Rainha | Torre | Três vizinhos | Cinco vizinhos | Sete vizinhos | Dez vizinhos |
| RCS | SEM | 0.074* | 0.079* | 0.113* | 0.082* | 0.095* | 0.091* |
| | SDM | -0.025 | -0.021 | -0.011 | -0.019 | 0.006 | 0.019 |
| | SDEM | -0.020 | -0.015 | -0.003 | -0.014 | 0.011 | 0.022 |
| | SMA | -0.008 | -0.003 | 0.000 | -0.002 | 0.029 | 0.040 |
| RVS | SEM | -0.020 | -0.018 | -0.029 | -0.013 | 0.000 | 0.002 |
| | SDM | -0.015 | -0.014 | -0.027 | -0.012 | -0.003 | -0.001 |
| | SDEM | -0.009 | -0.008 | -0.019 | -0.005 | 0.002 | 0.003 |
| | SMA | -0.059 | -0.057 | -0.071 | -0.053 | -0.036 | -0.028 |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: * 1% de significância.

Observa-se também que após o controle dos efeitos espaciais, por meio dos modelos, não houve alteração da dependência espacial nos resíduos mesmo com outros critérios de matriz de pesos espaciais, evidenciando a robustez dos resultados. Um teste de estresse foi realizado por meio da simulação de Monte-Carlo com o I de Moran dos resíduos, os resultados de robustez se mantiveram

(Apêndice A). Entretanto, entre os modelos que exauriram a dependência espacial, o que obteve o maior ajustamento, por meio do critério de informação AIC, foram os do tipo SMA para as duas abordagens (Tabela 9), uma vez que o modelo SEM apesar de ter um maior ajustamento pelo critério de Akaike para o modelo RCS não foi capaz de exaurir a dependência espacial dos resíduos da regressão. Em outras palavras, ao incorporar a relação de interdependência local (memória curta) no erro relacionado aos *scores* de eficiência e às demais covariáveis, é possível minimizar a dependência espacial no modelo de regressão.

Esses resultados ressaltam a importância de considerar o espaço em análises que procuram investigar a eficiência do gasto público com educação em uma determinada região visto que, as características econômicas, sociais e demográficas dos municípios podem impactar na performance da utilização do investimento público em educação infantil, tanto no seu território como também nos municípios vizinhos.

Por fim, cabe destacar algumas limitações desta pesquisa, como à ausência de dados anuais do IDEB para estimação de um painel completo e a falta de informações para todos os municípios do estado. No entanto, mesmo diante destas restrições os resultados evidenciam que variáveis que não estão diretamente relacionadas à função de produção impactam nos *scores* de eficiência dos municípios do Estado do Paraná, como é o caso das transferências governamentais. Desse modo, observa-se que em todo o Estado, por mais que existam condições econômicas favoráveis, coexistem carências socioeconômicas regionais importantes que impactam negativamente na educação, logo não necessariamente o aumento dos gastos com educação seja eficaz para o aumento dos índices escolares, mas também que o município propicie condições satisfatórias aos alunos.

Considerações Finais

Este trabalho buscou identificar a eficiência dos gastos públicos com educação básica nos municípios do Estado do Paraná em 2017 e analisar o efeito de variáveis educacionais e socioeconômicas sobre a performance dos *scores* de eficiência. Para isso, utilizou-se o método da Análise Envoltória de Dados (DEA) para medir a eficiência da educação dos municípios e, em seguida, aplicou-se uma abordagem econométrica espacial para avaliar os condicionantes socioeconômicos dos índices de eficiência estimados pelo DEA.

Os municípios que apresentam as maiores notas no IDEB encontram-se nas mesorregiões do Norte Central, Oeste e Sudoeste. Já os municípios que apresentam as menores notas encontram-se nas mesorregiões Centro Oriental, Centro Sul e Metropolitana de Curitiba. Sobre o DEA, percebe-se que não necessariamente os municípios que possuem os melhores indicadores do IDEB também possuem os melhores *scores* de eficiência. O inverso também é verdadeiro, ou seja, os municípios que possuem os piores IDEB não necessariamente possuem os piores *scores* de eficiência. Isso significa que os municípios poderiam alcançar melhores performances com a redução dos insumos ou poderiam produzir melhores indicadores educacionais com os mesmos insumos.

Os efeitos das covariadas captados nos modelos MQO e nos modelos espaciais apresentaram sinais e significância similares. Dentre os resultados, cabe destacar o caso dos efeitos negativos sobre os índices de eficiência municipais observados para algumas variáveis educacionais, como o acesso com a internet de 100% das escolas de um município e a dependência dos recursos do FUNDEB em relação às receitas correntes. Tais indícios apontam para uma distorção alocativa no uso dos recursos públicos já direcionados para o ensino, implicando que seria possível melhorar a performance de eficiência com uma melhora na gestão.

Por outro lado, a relação de quantidade média de alunos por escola apresentou impacto positivo nos índices de eficiência, indicando que municípios compostos por escolas com capacidade de conter mais alunos podem ser mais eficientes. Essa variável está associada à escala (tamanho) das escolas, de modo que o efeito positivo não deve ser interpretado propriamente como mais aluno implica em mais eficiência. O que ela aponta é que economias de escala são associadas a níveis mais elevados de eficiência, aspecto que pode ser relevante no contexto das escolas públicas na medida que o esforço de gestão deve ser maior para escolas de maior porte, contribuindo para gerar ganhos de eficiência. Adicionalmente, níveis mais elevados de escala favorecem externalidades de aglomeração como transmissão de conhecimentos, sendo outro canal importante para o nível de eficiência. Deve-se considerar ainda a grande variabilidade do número de escolas nos municípios paranaenses e sua heterogeneidade em termos de tamanho, de ganhos de eficiência relacionados com a escala são mais prováveis de ocorrência nas cidades de porte médio ou grande. Dessa forma, as implicações de política do resultado obtido para a variável de quantidade média de alunos por

escola devem ser avaliadas com cautela e carecem de maior aprofundamento na agenda de pesquisa futura.

REFERÊNCIAS

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

AGUIAR NETO, J. C. **Análise de eficiência dos gastos públicos em educação no município de Meruoca**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, 2010.

ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012. ANDRADE, B. H. S.; SERRANO, A. L. M.; BASTOS, R. F. S.; FRANCO, V. R. Eficiência do Gasto Público no Âmbito da Saúde: uma análise do desempenho das capitais brasileiras. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 38, n. 132, p. 163-179, 2017.

AMARAL, L. F. L.; MENEZES-FILHO, N. A. A relação entre gastos educacionais e desempenho escolar. *In: Encontro nacional de economia*, 36., 2008. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2008/artigos/200807201800160-.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2020.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Springer, 1988.

ANSELIN, L.; BERA, A K. **Introduction to spatial econometrics**. Handbook of applied economic statistics, v. 237, 1998.

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.

BANKER, R. D.; NATARAJAN, R. Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. **Operations research**, v. 56, n. 1, p. 48-58, 2008.

BANKER, R.; NATARAJAN, R.; ZHANG, D. Two-stage estimation of the impact of contextual variables in stochastic frontier production function models using data envelopment analysis: second stage OLS versus bootstrap approaches. **European Journal of Operational Research**, v. 278, n. 2, p. 368-384, 2019.

BARROS, R. P.; MENDONÇA, R. Investimentos em educação e desenvolvimento econômico. **Texto para Discussão**, Ipea: 1997.

BARROS, P. H. B.; STEGE, A. L. Deforestation and human development in the Brazilian agricultural frontier: an environmental Kuznets curve for MATOPIBA. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 2, p. 161-182, 2019.

BEGNINI, S.; TOSTA, H. T. A eficiência dos gastos públicos com a educação fundamental no Brasil: uma aplicação da análise envoltória de dados (DEA). **Revista Economia & Gestão**, v. 17, n. 46, p. 43-59, 2017.

BEHRMAN, J. R. The impact of health and nutrition on education. **The World Bank Research Observer**, v. 11, n. 1, p. 23-37, 1996.

BLUMENSHINE, S. L.; VANN J. R. W.F.; GIZLICE, Z.; LEE, J. Y. Children's school performance: impact of general and oral health. **Journal of public health dentistry**, v. 68, n. 2, p. 82-87, 2008.

- ÇELEN, A. Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis. **Energy Policy**, v. 63, p. 300-310, 2013.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. **Management science**, v. 27, n. 6, p. 668-697, 1981.
- CROZATTI, J.; DE OLIVEIRA SILVA, C. E.; MAHLMEISTER, R. S.; MACHADO, G. S.; FERREIRA, F. A.; SERPA, A. M. O gasto orçamentário dos municípios paulista na educação fundamental: avaliação do elemento de despesa e o IDEB de 2008 a 2017. **In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**, 2018.
- DAMIANI, M. F.; BIELEMANN, R. M.; MENEZES, A. B.; GONÇALVES, H. Afinal, o uso doméstico do computador está associado à diminuição da reprovação escolar? Resultados de um estudo longitudinal. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 24, n. 90, p. 59-81, 2016.
- DANTAS, F.; COSTA, E. M.; SILVA, J. L. M. Eficiência nos gastos públicos em educação fundamental nos Municípios do Rio Grande do Norte. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 46, n. 1, p. 27-40, 2014.
- DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. **Revista Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 37, n. 3, 2007.
- DIAZ, M. D. M. Qualidade do gasto público em educação no Brasil. **In: Qualidade do gasto público no Brasil: sugestões para melhorar os resultados das políticas públicas, sem aumento de impostos**. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – FIEPE. São Paulo, nov. 2007. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/single.php?_id=002297800&locale=en_US>. Acesso em: 3 jun. 2020.
- DIAZ, M. D. M. Qualidade do gasto público municipal em ensino fundamental no Brasil. **Revista de Economia Política**, 32: 128-141, 2012.
- DINIZ, J. A.; CORRAR, L. J. Análise da relação entre a eficiência e as fontes de recursos dos gastos municipais no ensino fundamental. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 6, n. 1, 2011.
- DOMICIANO, F. L.; ALMEIDA, A.T.C de. Gastos Públicos Municipais e os Resultados do IDEB: evidências para os municípios paraibanos. **Economia e Desenvolvimento**, v. 14, n. 1, p. 44-54, 2015.
- DOURADO, L. F.; OLIVEIRA, J. F. A qualidade da educação: perspectivas e desafios. **Cadernos Cedes**, v. 29, n. 78, p. 201-215, 2009.
- ELHORST, J. P. **Spatial econometrics: from cross-sectional data to spatial panels**. Heidelberg: Springer, 2014.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American economic review**, p. 66-83, 1994.
- FERNANDES, R.; NARITA, R. D. T. Instrução superior e mercado de trabalho no Brasil. **Economia aplicada**, v. 5, n. 1, p. 7-32, 2001.
- GOUVEIA, A. B.; DE SOUZA, Â. R.; TAVARES, T. M. O IDEB e as políticas educacionais na região metropolitana de Curitiba. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 20, n. 42, p. 45-57, 2009.
- HANUSHEK, E. A. The production of education, teacher quality, and efficiency. **In: U.S. Office of Education. Do teachers make a difference?** Washington, D.C.: Government Printing Office, 1970.

HECKMAN, J. J. The case for investing in disadvantaged young children. **CESifo DICE Report**, v. 6, n. 2, p. 3-8, 2008.

JOHNES, Jill. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. **Economics of education review**, v. 25, n. 3, p. 273-288, 2006.

LESAGE, J. P. **What regional scientists need to know about spatial econometrics**. Available at SSRN 2420725, 2014.

LESAGE J.; PACE; K.P. **Introduction to spatial econometrics**. CRC Press, Boca Raton, 2009.

LE GALLO, J. Cross-Section Spatial Regression Models. M. M. Fischer, P. Nijkamp (Eds.). **Handbook of regional science**, p. 1511, 2014.

LINS, F. G. S. Recursos do FPM e FUNDEB: impacto no desempenho escolar nos municípios cearenses nos triênios 2007, 2009 e 2011. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, 2014.

LUQUINI, R. H.; CASTRO, G. H. L.; PARRÉ, J. L. Análise espacial da taxa de alfabetização e sua relação com os aspectos socioeconômicos nos municípios paranaenses. **Economia e Desenvolvimento**, v. 31, p. 3, 2019.

MARQUES, F. C.; CAMARA, M. R. G. A eficiência das instituições de ensino superior públicas e privadas para o curso de ciências econômicas. In: Encontro da ANPEC-SUL. 2018. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2018/submissao/files_/i8-d46c213970aa1327a6da12fb8bee44e3.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2019.

MATAVELLI, I. R.; MENEZES-FILHO, N. A. Efeitos de tamanho da sala no desempenho dos alunos: Evidências usando regressões descontínuas no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 74, n. 3, p. 352-401, 2020.

MENEZES-FILHO, N. A. **Determinantes do desempenho escolar no Brasil**, 2007. Disponível em: <http://www.cepe.ecn.br/seminarioiv/download/menezes_filho.pdf>. Acesso em: 4 maio 2020.

MENDES, M. Federalismo Fiscal. In: ARVATE, P. R.; BIDERMAN, C. **Economia do Setor Público no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MIRANDA, R. B. Uma avaliação da eficiência dos municípios brasileiros na provisão de serviços públicos usando “*data envelopment analysis*”. **Boletim de Desenvolvimento Fiscal**, p. 600-621, 2006.

MORAES, V. M.; POLIZEL, M. F.; CROZATTI, J. Eficiência dos gastos municipais com a educação fundamental: uma análise dos municípios paulistas no ano de 2013. **Revista Contabilidade e Controladoria**, v. 9, n. 2, 2017.

RAIHER, A. P.; CANDIDO, M. J. Aglomerações produtivas da região sul do Brasil e sua relação com a produtividade industrial. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 12, n. 1, p. 17-34, 2018.

ROCHA, F.; DUARTE, J.; GADELHA, S. R. B.; OLIVEIRA, P. P.; PEREIRA, L. F. V. N. É possível atingir as metas para a educação sem aumentar os gastos? Uma análise para os municípios brasileiros. **Texto para Discussão**, 2013. Disponível em: <<https://publicacoes.tesouro.gov.br/index.php/textos/issue/view/texto15>>. Acesso em: 15 maio de 2019.

RODRIGUES, A. M. G.; DE SOUSA, E. P. Eficiência dos gastos públicos em educação básica nos municípios brasileiros. **Economic Analysis of Law Review**, v. 10, n. 1, p. 193-219, 2019.

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.

- SAMUT, P. K.; CAFRI, R. Analysis of the efficiency determinants of health systems in OECD countries by DEA and panel tobit. **Social Indicators Research**, v. 129, n. 1, p. 113-132, 2016.
- 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.; SLOMSKI, V. Estudo dos fatores condicionantes do índice de desenvolvimento humano nos municípios do Estado do Paraná: instrumento de controladoria para a tomada de decisões na gestão governamental. **Revista de Administração Pública-RAP**, v. 41, n. 5, p. 909-933, 2007.
- SCARPIN, J. E.; MACÊDO, F. F. R. R.; STAROSKY FILHO, L.; RODRIGUES JÚNIOR, M. M. 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. 2, 2012.
- SCHULTZ, T. W. Investment in human capital. **The American economic review**, v. 51, n. 1, p. 1-17, 1961.
- SHEPHARD, R. **Theory of Cost and Production Functions**. Princeton University Press, Princeton, 1970.
- 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.
- STERN, N. Foreword. In: MEIER, G. M.; STIGLITZ, J. E. (Ed.). **Frontiers of development economics: the future in perspective**. The World Bank, 2001.
- STRUMPF, K. S. A predictive index for the flypaper effect. **Journal of Public Economics**, v. 69, p. 389-412, 1998.
- TROMPIERI NETO, N.; LOPES D. A. F.; BARBOSA, M. P.; BARBOSA, M. Determinantes da eficiência dos gastos públicos municipais em educação e saúde: O caso do Ceará. **Encontro Economia do Ceará em Debate**, Fortaleza, 4. 2008
- 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.
- WYCKOFF, P. G. A Bureaucratic Theory of flypaper effects. **Journal of Urban Economics**, v. 23, p. 115-129, 1988.
- ZOGHBI, A. C.; MATTOS, E. M.; ROCHA, F. R. R.; ARVATE, P. A. Uma análise da eficiência nos gastos em educação fundamental para os municípios paulistas. **Planejamento e políticas públicas**, n. 36, 2011.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Daniel Bellucco Pozza - Concepção e elaboração do manuscrito. Coleta de dados. Análise de dados. Participação ativa da discussão dos resultados.

Gustavo Henrique Leite de Castro – Concepção e elaboração do manuscrito. Análise de dados. Participação ativa da discussão dos resultados.

Alexandre Alves Porsse – Análise de dados. Participação ativa da discussão dos resultados. Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Bolsas de pós-graduação fornecidas por Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) e Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 20-01-2021

Aprovado em: 27-04-2022