



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE ECONOMIA, SOCIEDADE E POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

(IN)EFICIÊNCIA ESCOLAR: UM ESTUDO PARA O ESTADO DO PARANÁ

DANIEL BRITO ALVES

DISSERTAÇÃO

Foz do Iguaçu
2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE ECONOMIA, SOCIEDADE E POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

(IN)EFICIÊNCIA ESCOLAR: UM ESTUDO PARA O ESTADO DO PARANÁ

DANIEL BRITO ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos de Oliveira Garcias

Coorientador: Prof. Dr. Samuel Alex C. Campos

Foz do Iguaçu
2022

DANIEL BRITO ALVES

(IN)EFICIÊNCIA ESCOLAR: UM ESTUDO PARA O ESTADO DO PARANÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

BANCA EXMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcos de Oliveira Garcias
UNILA

Prof. Dr. Henrique Coelho Kawamura
UNILA

Prof. Dr. Vladimir Faria dos Santos
UFF

Foz do Iguaçu, 07 de fevereiro de 2022.

Catálogo elaborado pelo Setor de Tratamento da Informação
Catálogo de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA - PTI

A474

Alves, Daniel Brito.

(In)eficiência escolar: um estudo para o estado do Paraná / Daniel Brito Alves. - Foz do Iguaçu, 2022.
79 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Instituto Latino-Americano de Economia, Sociedade e Política. Programa de Pós-Graduação em Economia. Foz do Iguaçu - PR, 2022.

Orientador: Marcos de Oliveira Garcias.

Coorientador: Samuel Alex Coelho Campos.

1. Educação - Paraná. 2. Educação - Eficiência. I. Garcias, Marcos de Oliveira. II. Campos, Samuel Alex Coelho. III. Título.

CDU 37.012(816.2)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me proporcionado força, saúde e oportunidades. Agradeço à minha mãe Socorro, aos meus irmãos Raquel e Gabriel e à minha sobrinha Helena, pelo apoio incondicional. Agradeço a meu pai Davi que, apesar de pouco tempo juntos, passou-me palavras de coragem. Agradeço à Joana, que certamente é um dos maiores presentes que a vida me deu.

Agradeço ao professor Marcos, por ter me confiado como seu orientando. Admiro-o como professor, orientador e como pessoa particular. Sua orientação sempre competente. Agradeço também por ter me aceito no estágio docente. Professor Marcos, o senhor é um verdadeiro e grande amigo, muito obrigado! Agradeço ao professor Samuel por ter aceito me coorientar e pela paciência que teve comigo. Sempre disposto a ajudar.

Agradeço à professora Marcela por ter me aceitado no estágio docente, o qual a pandemia interrompeu. Agradeço a todos os professores que fazem parte do PPGE da UNILA. Agradeço à professora Maria por ter me iniciado cientificamente e por me ajudar tanto. Agradeço à professora Marília pelo apoio que sempre me proporcionou e também a todos os professores da graduação, sem os quais não chegaria à pós-graduação. Agradeço ao Paulo, um companheiro na vida acadêmica. Agradeço ao Efigênio (in memoriam) por ter me ensinado muitas coisas.

Agradeço ao Helitton por ter me ajudado muito, logo que cheguei em Foz. Agradeço ao Arcelo e ao Jhon pelo companheirismo. Agradeço à Letícia, por não medir esforços em me ajudar em um momento difícil. Agradeço à Josiane por sempre ajudar nas questões do PPGE. Agradeço também aos demais colegas, pelas boas conversas que tivemos.

Agradeço à UNILA por ter me dado a chance de continuar estudando. Agradeço à banca de qualificação e à banca de defesa, por terem contribuído com este trabalho. Agradeço à CAPES pela bolsa concedida. Por fim, agradeço a todos que não citei diretamente, mas contribuíram para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Vários economistas e filósofos citam a relação positiva entre educação, crescimento e o desenvolvimento econômico. Além disso, a educação pública é ofertada mediante os impostos pagos pela sociedade, sendo importante averiguar a eficiência na aplicação desses recursos. Dessa forma, a presente dissertação teve como objetivo verificar a (in)eficiência das escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019 e investigar fatores possivelmente associados a uma maior ou menor (in)eficiência. Com o propósito de se atingir tal objetivo geral, foram elaborados três artigos. O primeiro artigo analisou a infraestrutura das escolas públicas do Paraná. Para tanto, utilizou-se a Análise Fatorial. Entre os resultados, constatou-se que os fatores com as menores médias, tanto em 2017 como em 2019, foram: dormitório, atividades extra classe, estruturas de apoio e aparelhamento eletrônico. Outro resultado foi de que as escolas federais se destacaram pelo decréscimo nos escores de infraestrutura escolar e por apresentar menores médias nos escores, em comparação às estaduais e municipais. Quanto à localização, as escolas rurais do Paraná evoluíram a infraestrutura escolar mais do que as escolas urbanas, no período em análise. Porém, as escolas rurais ainda se destacam por apresentarem menores médias na maioria das características em estudo. No segundo artigo, averiguou-se quão (in)eficientes foram, no uso dos recursos educacionais, as escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019. Foram utilizados os microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Censo Escolar. Empregou-se, como metodologia, a Análise Envoltória de Dados. A eficiência média das escolas públicas do Paraná em 2017 foi de 0,8256 e em 2019 foi de 0,8279, considerando que o índice possui intervalo entre 0 e 1. Para se tornarem eficientes, as escolas teriam que aumentar, em média, cerca de 18% da sua respectiva nota nos exames, mantendo os insumos inalterados. O percentual de escolas eficientes (índice igual a 1) diminuiu no período em análise, 5,67% em 2017 e 2,59% em 2019. Outro resultado foi de que, em média, as escolas rurais foram mais eficientes do que as escolas urbanas nos dois anos em análise. Entre as dependências administrativas, as escolas federais foram, em média, as mais eficientes, seguidas das escolas estaduais e das escolas municipais, tanto em 2017 como em 2019. Além disso, as mesorregiões mais ao centro e ao sul do estado tenderam a apresentar maiores médias de eficiência e as mesorregiões do leste tenderam a ser menos eficientes. O terceiro artigo buscou verificar possíveis fatores associados a uma maior ou menor (in)eficiência das escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019. Como metodologia, empregou-se a regressão quantílica. Constatou-se que o percentual de pais que vão em reunião afeta positivamente a eficiência das escolas, em todos os quantis. Os resultados ainda indicam que as escolas mais eficientes conseguem compensar o incentivo dos pais, porém, tal incentivo é importante para as escolas menos eficientes. Outro resultado foi de que as escolas com menores níveis de eficiência foram afetadas negativamente à medida que apresentavam maiores proporções de alunos que trabalhavam fora. Entretanto, escolas com maiores níveis de eficiência não são afetadas por esse aspecto. Somente o fato de o aluno realizar o dever não foi significativo para afetar a eficiência das escolas, sendo importante, também, o professor corrigir o dever de casa. Além disso, as escolas com níveis mais altos de eficiência conseguem tratar as questões adversas que a disparidade econômica trás para os alunos. Os resultados apresentados ajudam na compreensão dos fatores capazes de aumentar a eficiência escolar e levantam questões importantes para o desenvolvimento de políticas públicas educacionais no estado do Paraná.

Palavras-chave: Educação; Eficiência; Paraná.

ABSTRACT

Several economists and philosophers cite the positive relationship between education, growth and economic development. In addition, public education is offered through taxes paid by society, and it is important to verify the efficiency in the application of these resources. Thus, the present dissertation aimed to verify the (in)efficiency of public schools in Paraná, in the years 2017 and 2019 and to investigate factors possibly associated with a greater or lesser (in)efficiency. In order to achieve this general objective, three articles were prepared. The first article analyzed the infrastructure of public schools in Paraná. For that, the Factor Analysis was used. Among the results, it was found that the factors with the lowest averages, both in 2017 and in 2019, were: dormitory, extra-class activities, support structures and electronic equipment. Another result was that federal schools stood out for the decrease in school infrastructure scores and for having lower average scores, compared to state and municipal schools. Regarding location, rural schools in Paraná evolved their school infrastructure more than urban schools in the period under analysis. However, rural schools still stand out for having lower averages in most of the characteristics under study. In the second article, it was investigated how (in)efficient public schools in Paraná were, in the use of educational resources, in the years 2017 and 2019. Microdata from the Basic Education Assessment System (SAEB) and from the Census were used school. Data Envelopment Analysis was used as a methodology. The average efficiency of public schools in Paraná in 2017 was 0.8256 and in 2019 it was 0.8279, considering that the index has a range between 0 and 1. To become efficient, schools would have to increase, on average, about 18% of their respective exam grade, keeping the inputs unchanged. The percentage of efficient schools (index equal to 1) decreased in the period under analysis, 5.67% in 2017 and 2.59% in 2019. Another result was that, on average, rural schools were more efficient than schools urban areas in the two years under analysis. Among the administrative facilities, federal schools were, on average, the most efficient, followed by state schools and municipal schools, both in 2017 and in 2019. In addition, the more central and southern mesoregions of the state tended to have higher efficiency averages and the eastern mesoregions tended to be less efficient. The third article sought to verify possible factors associated with a greater or lesser (in)efficiency of public schools in Paraná, in the years 2017 and 2019. As a methodology, quantile regression was used. It was found that the percentage of parents who attend meetings positively affects the efficiency of schools, in all quantiles. The results also indicate that the most efficient schools are able to compensate for the parents' incentive, however, such incentive is important for the less efficient schools. Another result was that schools with lower levels of efficiency were negatively affected as they had higher proportions of students who worked outside the home. However, schools with higher levels of efficiency are not affected by this aspect. Only the fact that the student performed the homework was not significant to affect the efficiency of the schools, and it was also important for the teacher to correct the homework. In addition, schools with higher levels of efficiency are able to address the adverse issues that economic disparity poses for students. The results presented help in understanding the factors capable of increasing school efficiency and raise important questions for the development of public educational policies in the state of Paraná.

Key words: Education; Efficiency; Paraná.

SUMÁRIO

Introdução	8
Referências	9
Artigo 1 - Infraestrutura das escolas públicas do Paraná: um estudo a partir da Análise Fatorial	11
1 Introdução	11
2 Revisão de literatura	13
3 Dados e Metodologia.....	15
3.1 Dados	15
3.2 Análise Fatorial	16
4 Resultados e discussão	19
4.1 Resultados dos escores de infraestrutura escolar.....	19
4.2 Infraestrutura e rendimento escolar	25
5 Conclusões.....	26
Referências	27
Apêndices	31
Artigo 2 - (In)eficiência das escolas públicas do Paraná: um estudo a partir da Análise Envoltória de Dados	32
1 Introdução	32
2 Revisão de literatura	33
3 Metodologia e dados.....	36
3.1 Análise Envoltória de Dados	36
3.1.1 <i>Variáveis não-controláveis</i>	37
3.1.2 <i>Outliers, número de variáveis e mudanças tecnológicas</i>	38
3.2 Dados	38
4 Resultados e discussão	40
5 Considerações Finais	45
Referências	46
Apêndices	51
Artigo 3 - Fatores associados à (in)eficiência das escolas públicas do Paraná: um estudo a partir da Regressão Quantílica	56
1 Introdução	56
2 Dados e metodologia	58
2.1 Dados	58
2.2 Regressão Quantílica	58
3 Resultados e discussão	59
4 Conclusões.....	65
Referências	66
Apêndices	70
Considerações Finais	78

Introdução

A relação entre educação, crescimento e o desenvolvimento econômico é referenciada por vários economistas e filósofos. Smith (1776) cita o efeito do treinamento (educação) sobre a produtividade da mão-de-obra. De um lado mais social, Marx (1867) defende que os trabalhadores deveriam investir em educação para adquirirem a capacidade de serem formadores do Estado. Marshall (1890) menciona que os pais devem conscientizar os filhos dos benefícios da educação. Além disso, para Marshall (1890), o Estado deveria investir em educação; e que se entre muitas crianças, uma contribuísse para a sociedade, o investimento em educação feito em massa já teria sido recompensado. Friedman (1977) atesta que o investimento em educação seria análogo ao investimento em maquinaria e que a educação aumentaria a produtividade econômica do ser humano.

Além disso, para que o Estado ofereça a educação pública, é necessária a utilização de recursos advindos, principalmente, dos impostos pagos pela sociedade. Como tais recursos são limitados, Gresele e Krukoski (2018) apontam que os gestores devem procurar atingir o maior retorno possível dos recursos aplicados; ou seja, deve-se utilizar os recursos da maneira mais eficiente possível. Nesse sentido, Mankiw (2009) cita a importância do gerenciamento dos recursos escassos da sociedade. Tal citação remete a um dos objetivos da economia apontado por Savian e Bezerra (2013), qual seja, orientar a sociedade na alocação dos limitados recursos para o atendimento das ilimitadas necessidades.

Dessa forma, fica atestada a importância da educação para o crescimento e o desenvolvimento econômico e a relevância de se buscar a eficiência na alocação dos recursos. Assim, no presente estudo, buscou-se responder o problema de pesquisa: quão (in)eficientes foram as escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019? Quais fatores, possivelmente, estariam associados a uma maior ou menor (in)eficiência?

O Paraná situa-se na região Sul do Brasil e pode ser considerado um dos estados mais desenvolvidos do país. Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, em 2017, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Paraná foi de 0,792 enquanto o do Brasil foi de 0,778. Além disso, em 2019, o Paraná figurou em segundo lugar entre os maiores valores do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos iniciais do ensino fundamental, em terceiro lugar (juntamente com Goiás) nos anos finais do ensino fundamental e em terceiro lugar (juntamente com Pernambuco) no ensino médio (INEP, 2019a). Apesar do Paraná apresentar um dos melhores níveis do indicador educacional, Kametani (2017) atenta

para a discrepância do IDEB dentro do estado. Diante disso, optou-se por realizar a análise para o estado do Paraná.

Assim, traçou-se o objetivo geral, a saber: verificar a (in)eficiência das escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019¹ e investigar fatores possivelmente associados a uma maior ou menor (in)eficiência. Com o propósito de se atingir tal objetivo geral, foram elaborados três artigos.

No primeiro artigo, buscou-se analisar a infraestrutura das escolas públicas do Paraná, haja vista que constitui um gasto do estado com a educação. Além disso, o tipo de infraestrutura da escola pode influenciar o desempenho dos alunos e, conseqüentemente, o capital humano e o crescimento econômico. Assim sendo, construiu-se escores de infraestrutura escolar a partir da Análise Fatorial, utilizando-se os microdados do Censo Escolar (INEP, 2017b; INEP, 2019b).

No segundo artigo, utilizou-se os escores de infraestrutura escolar obtidos no primeiro artigo, juntamente com o escore socioeconômico do aluno e de demais variáveis pedagógicas, construídas nesse segundo artigo, para o cálculo do índice de (in)eficiência das escolas públicas do Paraná. Como metodologia, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados. Além dos microdados do Censo Escolar (INEP, 2017b; INEP, 2019b), foram utilizados os microdados do Sistema de Avaliação Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) (INEP, 2017a; INEP, 2019a).

No terceiro artigo, estimou-se um modelo de regressão quantílica com o objetivo de identificar os possíveis fatores associados ao índice de (in)eficiência, obtido no segundo artigo. Dados adicionais do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) foram utilizados na regressão.

Referências

FRIEDMAN, M. **Capitalismo e liberdade**. Rio de Janeiro: Arte Nova, 1977.

GRESELE, W. D.; KRUKOSKI, F. A. Eficiência dos gastos municipais em educação no Paraná. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 4, p. 56-74, 2018.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados da Aneb e da Anresc 2017a**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

¹ Utilizou-se os dados dos anos de 2017 e 2019 por serem os mais atuais até o momento de realização da pesquisa.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados da Aneb e da Anresc 2019a**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Censo da Educação Básica 2017b**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Censo da Educação Básica 2019b**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

KAMETANI, M. Y. **Uma análise sob o índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB nos municípios do estado do Paraná**. 2017. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. 3 ed. Trad. de Allan Vidigal Hastings. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MARSHALL, A. **Princípios de economia: tratado introdutório**. v. I. Tradução revista de Rômulo Almeida e Ottolmy Strauch. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MARX, K. **O Capital, Volume I e II**. Apresentação de Jacob Gorender; Coordenação e revisão de Paul Singer; Tradução de Regis Barbosa e Flávio R. Kothe; Editora Nova Cultural Ltda.; 1996, Círculo do Livro Ltda. Títulos originais: Value, Price and Profit; Das Kapital - Kritik der Politisch en konomie. Apresentação de autoria de Winston Fritsch.

MENEZES-FILHO, N. A. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. Instituto Futuro Brasil, Ibmec-SP e FEA-USP, 2007.

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.

SMITH, A.; **A Riqueza das Nações - Investigação sobre sua natureza e suas Causas**. Volume I e II; Ed. Nova Cultural, 1996, Círculo do Livro Ltda.; Título original: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations.

Artigo 1 - Infraestrutura das escolas públicas do Paraná: um estudo a partir da Análise Fatorial

Resumo: A infraestrutura escolar pode influenciar o desempenho dos alunos e, por conseguinte, o capital humano e o crescimento econômico. Nesse sentido, o presente trabalho buscou analisar a infraestrutura das escolas públicas do Paraná. Utilizou-se os microdados do Censo Escolar dos anos de 2017 e 2019. Como metodologia, empregou-se a Análise Fatorial, por meio da qual reduziu-se 23 variáveis em 8 fatores/características escolares. Constatou-se que os fatores com as menores médias, tanto em 2017 como em 2019, foram: dormitório, atividades extra classe, estruturas de apoio e aparelhamento eletrônico. Outro resultado foi de que as escolas federais se destacaram pelo decréscimo e por apresentar menores médias nos escores de infraestrutura, em comparação às estaduais e municipais. Quanto à localização, se urbana ou rural, embora as escolas rurais do Paraná ainda se destaquem por apresentar menores médias na maioria das características em estudo, estas evoluíram mais do que as escolas urbanas, no período em análise. Em relação à distribuição espacial, os municípios do oeste do estado do Paraná tenderam a apresentar maiores médias de Estrutura administrativa, quando comparados aos municípios do leste. Além disso, os municípios do norte e leste do estado do Paraná tenderam a apresentar maiores médias de Estruturas de apoio, quando comparados aos municípios do sul e oeste.

1 Introdução

Diversos estudos apontam a infraestrutura escolar como um componente fundamental que pode influenciar o desempenho dos alunos (Barbosa e Fernandes, 2001; Albernaz, Ferreira e Franco, 2002; Soares, 2004; Luz, 2006; Franco, Sztajn e Ortigão, 2007; Alves e Xavier, 2018). No Brasil, de acordo com Alves e Xavier (2018, p. 710), “a importância da infraestrutura é reconhecida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e nos planos nacionais da educação”. Segundo os autores, a LDB estabelece que a educação tenha padrões mínimos de qualidade e os planos nacionais de educação detalham esses padrões, definem prazos e enfatizam a importância da infraestrutura escolar para todas as etapas da educação básica.

Nesse sentido, Sá e Werle (2017, p. 403) consideram a questão da infraestrutura como um campo de estudos promissor, merecendo atenção dos pesquisadores no que diz respeito à “criação de linhas de pesquisa que tematizem infraestrutura em diferentes dimensões em suas relações com currículo, bem-estar docente, acolhida discente, etc.”. Alves, Xavier e Paula (2019), por sua vez, apontam as potencialidades de se construir indicadores de infraestrutura escolar, em função dos dados públicos disponíveis. Os autores mencionam, entretanto, a dificuldade de se determinar os fatores necessários para analisar um conceito complexo como este.

Os benefícios da educação, de acordo com Caleiro (2010), são individuais, por influenciarem a produtividade e a redução da desigualdade, por exemplo, e sociais, por

contribuírem, entre outros, para a redução da pobreza e o aumento da competitividade econômica. A estreita ligação entre educação e economia é evidenciada por Mincer (1958), Schultz (1973a, 1973b) e Becker (1993). Esses autores são os principais responsáveis pela formulação da chamada Teoria do Capital Humano (TCH), que aponta a relação positiva entre educação (capital humano) e crescimento econômico.

Durante suas pesquisas, Schultz (1973b) notou que seus conceitos, utilizados para analisar capital e trabalho, não estavam sendo apropriados para explicar os acréscimos na produção. Os fatores tradicionais da produção, por si só, já não estavam explicando o crescimento econômico. A resposta, segundo Schultz (1973b), estaria na melhoria dos fatores, mecânicos e também humanos. O autor considerava que parte significativa da eficácia da produção estaria relacionada à educação formal, expandindo-se na experiência profissional.

Os trabalhadores com maiores níveis de escolaridade tendiam a apresentar maior produtividade e recebiam maiores salários. Assim, Schultz (1973b) considerou que a educação seria um investimento em capital humano; investimento que poderia ser avaliado pelas suas taxas de retorno positivas. Uma vez que as habilidades adquiridas influenciariam os salários dos trabalhadores, o investimento no capital humano poderia explicar certas dúvidas acerca das estruturas de pagamentos e salários e sobre o crescimento econômico. Dessa forma, Schultz (1973b) percebeu que o investimento humano consistia em uma influência no crescimento econômico. Assim, ele definiu que “o investimento básico no capital humano é a educação” (SCHULTZ, 1973b, p. 10).

O presente artigo buscou analisar a infraestrutura das escolas públicas do Paraná, o que, segundo o exposto, pode influenciar o desempenho dos alunos e, por conseguinte, o capital humano e o crescimento econômico. Realizou-se uma revisão de literatura na qual a maioria dos trabalhos fizeram análise para o Brasil. A contribuição do presente trabalho é realizar uma análise regional, especificamente para o estado do Paraná, sendo possível, assim, verificar com maiores detalhes as possíveis heterogeneidades dentro do estado. Optou-se pelo Paraná devido a discrepância de resultados educacionais dentro do estado apontada por Kametani (2017). Torres e Garcias (2020), ao analisarem o impacto do trabalho infantil sobre o rendimento escolar, evidenciam a heterogeneidade dos resultados em diferentes regiões do estado do Paraná. Além disso, no presente artigo, buscou-se verificar possíveis relações entre as condições de infraestrutura escolar e o rendimento dos alunos.

Adicionalmente, procurou-se levantar os aspectos de infraestrutura escolar que estão em melhores condições, bem como aqueles que precisam de maior atenção dos formuladores de políticas públicas nas diferentes regiões do estado. Ademais, apresentou-se a evolução de cada

aspecto no período estudado, além da distribuição espacial dos escores de infraestrutura. Para isso foram utilizados os microdados do Censo Escolar, dos anos de 2017 e 2019, sendo esses os dados disponíveis mais recentes. Como metodologia, empregou-se a Análise Fatorial que permitiu realizar uma análise do perfil geral das escolas.

O trabalho contém esta introdução e, posteriormente, é apresentada uma revisão de literatura sobre trabalhos que também trataram de infraestrutura escolar. Em seguida são apresentados os dados e a metodologia. Após, expõe-se os resultados e discussão. Por fim, apresenta-se as conclusões.

2 Revisão de literatura

No estudo de Oliveira e Laros (2007), objetivou-se representar características das escolas de Ensino Fundamental do Brasil através de um pequeno número de dimensões. Os autores utilizaram dados do Censo Escolar de 2002 e aplicaram a Análise de Componentes Principais (ACP). Após a aplicação da técnica para redução dos dados, os autores chegaram em três componentes: i) Infraestrutura escolar e tecnológica (englobando quantidade média de computadores por aluno, impressora, quadra de esporte, merenda escolar e laboratórios); ii) Infraestrutura básica e alimentar (englobando energia pública, coleta pública de lixo, sanitários, água pública, geladeira, freezer, cozinha, refeitório e depósito de alimentos) e iii) Condições favoráveis de ensino (englobando a inadequação da idade dos alunos que cursam o ensino fundamental, horário de frequência às aulas e o tamanho médio da turma). Os autores verificaram que as escolas que possuem os itens do componente Infraestrutura escolar e tecnológica são geralmente urbanas. Outra constatação foi de que grande parte das escolas brasileiras não dispunham de todos os recursos do componente Infraestrutura básica e alimentar.

Neto et al. (2013) desenvolveram uma escala de infraestrutura escolar para o Brasil. Foram utilizados os dados do Censo Escolar de 2011. Como metodologia, empregaram a Teoria de Resposta ao Item. As variáveis utilizadas indicavam a existência de água, sanitário, cozinha, esgoto, energia elétrica, televisão, DVD, sala de diretoria, computadores, impressora, internet, sala de professores, laboratório de informática, copiadora, biblioteca, quadra esportiva, sanitário para deficiente físico, dependências para deficiente físico, laboratório de ciências e sala de atendimento especial. Os autores dividiram as escolas em quatro categorias: Elementar, Básica, Adequada e Avançada. Entre os resultados, os autores verificaram que as regiões com maiores percentuais de escolas no nível Elementar foram o Norte e Nordeste. Entre as dependências administrativas, as escolas federais possuem a maior porcentagem de escolas no

nível Avançado, quando comparadas às escolas estaduais, municipais e privadas. Além disso, um maior percentual de escolas rurais está na categoria elementar, comparadas às escolas urbanas.

Pieri e Santos (2014) desenvolveram índices de infraestrutura escolar e de formação de professores utilizando dados do Censo Escolar dos anos de 2007 e 2012, para o Brasil. Como metodologia, empregaram a análise fatorial. Entre as variáveis utilizadas para a construção do índice de infraestrutura escolar constam água, esgoto, energia elétrica (a forma de abastecimento de água e de energia elétrica não foram consideradas), quadra, biblioteca ou sala de leitura, sanitário, televisão, DVD, copiadora, impressora, cozinha, sala de diretoria, sala de professores, laboratório de ciências e computadores. Entre os resultados, os autores verificaram evolução do índice no período analisado. Além disso, escolas rurais e municipais apresentaram médias menores para o índice de infraestrutura escolar, apesar de evoluírem significativamente no período analisado.

O trabalho de Alves e Xavier (2018) teve como objetivo desenvolver indicadores de infraestrutura escolar para escolas do ensino fundamental do Brasil. Utilizaram dados do Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica, de 2013 e 2015. A Teoria de Resposta ao Item foi empregada como metodologia. Utilizaram variáveis como água, energia, esgoto, banheiro, cozinha, refeitório, sala de diretoria, sala de professor, secretaria, telhado, parede, piso, biblioteca, pátio, laboratórios, computador, auditório, internet, televisão, DVD, som e aparelho multimídia. Os autores apontam que as escolas do Norte e Nordeste, rurais e municipais tenderam a apresentar menores médias dos indicadores de infraestrutura.

Duarte, Gomes e Gotelib (2019) verificaram as condições da infraestrutura escolar brasileira. Utilizaram dados do Censo Escolar do ano de 2013. Como metodologia, empregaram a análise fatorial e análise de *clusters*. Entre as variáveis utilizadas, estão copiadora e/ou impressora, dependências administrativas, água, sanitários, tratamento de resíduos, energia elétrica, som e/ou multimídia, televisão, DVD, computador para aluno e/ou internet banda larga, biblioteca ou sala de leitura e laboratórios. Entre os resultados, os autores constataram que as regiões Norte e Nordeste e a localização rural concentram maiores proporções de escolas do agrupamento precário. Além disso, escolas do agrupamento precário tendem a possuir maiores proporções de alunos pobres.

No trabalho de Soares (2020), o objetivo foi verificar se existia diferença na infraestrutura das escolas urbanas e rurais, localizadas na microrregião de Itapetininga (SP). A pesquisa foi bibliográfica e documental. Além disso, utilizou-se dados do Censo Escolar dos anos de 2012 e 2018. Entre as variáveis utilizadas, estão água, energia elétrica, esgoto, coleta

de lixo, biblioteca, laboratórios, sala de professores, sanitário, impressora, copiadora, antena parabólica, internet e computadores. Entre os resultados, constatou-se que as escolas rurais tenderam a apresentar infraestruturas mais precárias, em comparação às escolas urbanas.

Entre os resultados dos trabalhos da revisão de literatura, destaca-se que as escolas das regiões Norte e Nordeste, escolas municipais e do meio rural tenderam a apresentar piores infraestruturas. A maioria desses trabalhos realizou a análise para o Brasil. No presente estudo, optou-se por realizar uma análise regional, especificamente para o estado do Paraná, sendo possível, assim, verificar com maiores detalhes as possíveis heterogeneidades dentro do estado.

3 Dados e Metodologia

3.1 Dados

A Tabela 1 apresenta as variáveis utilizadas no presente estudo para a construção do escore de infraestrutura escolar, disponíveis nos microdados do Censo Escolar dos anos de 2017 e 2019, com suas respectivas frequências. A codificação indicada foi empregada para a utilização da Análise Fatorial. Para que fosse possível a comparação dos resultados entre os anos, os dados foram empilhados. As variáveis utilizadas aqui são similares às empregadas por Oliveira e Laros (2007), Neto et al. (2013), Pieri e Santos (2014), Alves e Xavier (2018), Duarte, Gomes e Gotelib (2019), Soares (2020).

Tabela 1 - variáveis utilizadas na construção do escore de infraestrutura escolar

Enunciado	Alternativas e codificação		Frequência (2017)		Frequência (2019)	
	Sim (1)	Não (0)	Sim	Não	Sim	Não
Abastecimento de água	Sim (1)	Não (0)	Sim (99,9%)	Não (0,1%)	Sim (99,9%)	Não (0,1%)
Abastecimento de energia elétrica	Sim (1)	Não (0)	Sim (99,9%)	Não (0,1%)	Sim (99,9%)	Não (0,1%)
Esgoto sanitário	Sim (1)	Não (0)	Sim (99,7%)	Não (0,3%)	Sim (99,8%)	Não (0,2%)
Auditório	Sim (1)	Não (0)	Sim (7,5%)	Não (92,5%)	Sim (8,1%)	Não (91,9%)
Banheiro	Sim (1)	Não (0)	Sim (97,3%)	Não (2,7%)	Sim (99,9%)	Não (0,1%)
Biblioteca	Sim (1)	Não (0)	Sim (56%)	Não (44%)	Sim (53,1%)	Não (46,9%)
Cozinha	Sim (1)	Não (0)	Sim (98,5%)	Não (1,5%)	Sim (98,9%)	Não (1,1%)
Despensa	Sim (1)	Não (0)	Sim (72,7%)	Não (27,3%)	Sim (79,6%)	Não (20,4%)
Dormitório de Aluno	Sim (1)	Não (0)	Sim (0,7%)	Não (99,3%)	Sim (1,4%)	Não (98,6%)
Dormitório de professor	Sim (1)	Não (0)	Sim (0,3%)	Não (99,7%)	Sim (0,2%)	Não (99,8%)
Laboratório de ciências	Sim (1)	Não (0)	Sim (19,7%)	Não (80,3%)	Sim (20,9%)	Não (79,1%)
Laboratório de informática	Sim (1)	Não (0)	Sim (50,5%)	Não (49,5%)	Sim (45,6%)	Não (54,4%)
Quadra de esportes	Sim (1)	Não (0)	Sim (54,5%)	Não (45,5%)	Sim (55,7%)	Não (44,3%)
Refeitório	Sim (1)	Não (0)	Sim (60,6%)	Não (39,4%)	Sim (64,7%)	Não (35,3%)
Sala de Leitura	Sim (1)	Não (0)	Sim (8,5%)	Não (91,5%)	Sim (10,7%)	Não (89,3%)
Sala de professores	Sim (1)	Não (0)	Sim (82,6%)	Não (17,4%)	Sim (86,3%)	Não (13,7%)
Sala de secretaria	Sim (1)	Não (0)	Sim (75,5%)	Não (24,5%)	Sim (82,5%)	Não (17,5%)
Computador	Sim (1)	Não (0)	Sim (97%)	Não (3%)	Sim (97,3%)	Não (2,7%)
DVD/Blu-ray	Sim (1)	Não (0)	Sim (84,8%)	Não (15,2%)	Sim (71,9%)	Não (28,1%)
Aparelho de som	Sim (1)	Não (0)	Sim (85,8%)	Não (14,2%)	Sim (88%)	Não (12%)
Televisão	Sim (1)	Não (0)	Sim (94,1%)	Não (5,9%)	Sim (93,9%)	Não (6,1%)
Projektor Multimídia (Datashow)	Sim (1)	Não (0)	Sim (72,7%)	Não (27,3%)	Sim (77,6%)	Não (22,4%)
Internet	Sim (1)	Não (0)	Sim (93,1%)	Não (6,9%)	Sim (95,5%)	Não (4,5%)

Fonte: elaboração própria a partir dos microdados do Censo Escolar.

3.2 Análise Fatorial

Segundo Hair et al. (2009), a Análise Fatorial pode ser utilizada para verificar se a informação contida em um grande número de variáveis pode ser resumida em um conjunto menor de fatores. Para tanto, um dos métodos de extração dos fatores comumente utilizado é a Análise de Componentes Principais (ACP). Hair et al. (2009) cita que esse método é adequado quando a prioridade é a redução dos dados, buscando explicar, por meio do número mínimo de fatores, a maior porção possível da variância total contida nas variáveis originais.

Assim, a ACP converte “um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais” (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016, p. 83). Segundo Wehrens (2011), a primeira componente principal apresenta a maior quantidade de variância dos dados originais, a segunda componente principal apresenta a maior quantidade da variância restante e assim sucessivamente, até a última componente principal.

Dessa forma, se as variáveis originais possuem certo grau de correlação, é possível utilizar a ACP para “explicar a maior parte das informações do conjunto original de dados com um número relativamente pequeno de dimensões” (LATTIN; CARROLL; GREEN, 2011, p. 67). Assim sendo, no presente trabalho, utilizou-se a Análise Fatorial e o método da ACP para a extração dos fatores.

Antes de efetuar a Análise Fatorial, geralmente, realiza-se testes para verificar se tal análise é adequada aos dados. Um dos testes é o de Kaiser-Meyer-Olkin (conhecido como KMO), obtido a partir da fórmula a seguir:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (1)$$

Em que:

r_{ij} é o coeficiente de correlação simples entre variáveis; e

a_{ij} é o coeficiente de correlação parcial.

“A estatística KMO, cujos valores variam entre 0 e 1, avalia a adequação da amostra quanto ao grau de correlação parcial entre as variáveis, que deve ser pequeno” (FÁVERO et al., 2009, p. 241). Quanto maior o seu valor, mais adequada a utilização da técnica. De maneira similar, pode-se obter a Medida de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*) para cada variável:

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2} \quad (2)$$

Segundo Hair et al. (2009), valores acima de 0,5, tanto para o KMO como para o MSA, indicam adequação da aplicação da técnica. Outra forma de se averiguar essa adequação é pelo teste de esfericidade de Bartlett, que testa a hipótese nula de que a matriz de correlação é igual à matriz identidade. Se a hipótese nula não for rejeitada, as inter-relações entre as variáveis são iguais a 0 e a utilização da técnica não é adequada.

Averiguada a adequação da Análise Fatorial, pode-se utilizar a ACP como método de extração dos fatores. Os componentes principais podem ser obtidos a partir da matriz de covariância das variáveis originais. Entretanto, se as variáveis apresentarem unidades de medida diferentes, os componentes principais serão influenciados por essas diferenças de escala. Assim sendo, recomenda-se padronizar as variáveis originais para apresentarem média zero e variância um.

Então, pode-se calcular a matriz de covariância das variáveis padronizadas. Percebe-se que a matriz de covariância das variáveis padronizadas é igual à matriz de correlação das variáveis originais. Dessa forma, “para determinar os componentes principais normalmente partimos da matriz de correlação” (VARELLA, 2008, p. 5). A variância total é dada pela soma dos valores da diagonal principal. No caso da matriz de correlação, a variância total será igual ao número de variáveis em questão. A matriz de correlação de p variáveis originais pode ser representada por:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r(X_1X_2) & r(X_1X_3) & \cdots & r(X_1X_p) \\ r(X_2X_1) & 1 & r(X_2X_3) & \cdots & r(X_2X_p) \\ r(X_3X_1) & r(X_3X_2) & 1 & \cdots & r(X_3X_p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r(X_pX_1) & r(X_pX_2) & r(X_pX_3) & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Em que:

X_1, X_2, \dots, X_p são as p variáveis originais.

A partir da matriz apresentada, pode-se resolver sua equação característica²:

$$\det[R - \lambda I] = 0 \quad (4)$$

² No presente trabalho, utilizou-se o método da decomposição dos autovetores da matriz de correlação ou covariância. Maiores detalhes desse método podem ser consultados em Hoffmann (2016). Um método alternativo é a decomposição em valores singulares (SVD), que pode ser encontrado em Wehrens (2011).

Se R é uma matriz não-singular, a equação característica terá p raízes características, chamadas de autovalores. Para cada autovalor λ_i teremos um autovetor \tilde{w}_i :

$$\tilde{w}_i = \begin{bmatrix} w_{i1} \\ w_{i2} \\ \vdots \\ w_{ip} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

A partir de então, as p componentes principais (CP) são, conforme Moroco (2003), combinações lineares das p variáveis originais, tais que:

$$\begin{aligned} c_1 &= w_{11}X_1 + w_{12}X_2 + \dots + w_{1p}X_p \\ c_2 &= w_{21}X_1 + w_{22}X_2 + \dots + w_{2p}X_p \\ &\vdots \\ c_p &= w_{p1}X_1 + w_{p2}X_2 + \dots + w_{pp}X_p \end{aligned} \quad (6)$$

Em que:

c_p é a p -ésima componente principal;

w_{ij} é o coeficiente da variável j na componente principal i , referente ao autovetor \tilde{w}_i , onde $i = 1, 2, \dots, p$ e $j = 1, 2, \dots, p$; e

X_1, X_2, \dots, X_p são as p variáveis originais.

Os coeficientes são calculados de forma que a primeira CP apresente a maior proporção da variância explicada das variáveis originais, a segunda CP apresente a maior proporção da variância não explicada pela primeira componente principal e assim sucessivamente, até a última CP. Outra questão é que as CPs não são correlacionadas entre si. Além disso, a variância de cada CP é igual ao seu respectivo autovalor, λ .

Extraídos os fatores pelo método da ACP, a etapa seguinte da análise é a decisão de quantos fatores serão mantidos. Essa decisão é realizada utilizando, dentre outros³, o critério da raiz latente, também conhecido como critério de Kaiser: como cada variável original contribui com 1 no valor da variância total (considerando que foi utilizada a matriz de correlação), fatores com autovalores menores que 1 são descartados, mantendo na análise somente os fatores com autovalores maiores que 1.

Após definido o número de fatores a serem mantidos, realiza-se a análise das cargas fatoriais de cada variável original em cada um dos fatores⁴. Dessa forma, é possível verificar quais variáveis são mais representativas em cada um dos fatores e atribuir-lhes um sentido. Para

³ Outros critérios para a escolha de quantos fatores devem ser mantidos na análise podem ser encontrados em Hair et al. (2009).

⁴ Segundo Hair et al. (2009), as cargas fatoriais são as correlações entre os fatores e as variáveis originais.

facilitar a análise das cargas fatoriais, é possível aplicar uma rotação de fatores com o propósito de “tornar o número de cargas elevadas o menor possível” (HAIR et al., 2009, p. 117). Um dos métodos de rotação é o Varimax, método ortogonal no qual os fatores se mantêm não correlacionadas entre si. Métodos de rotação ortogonal são “preferidos quando o objetivo da pesquisa é redução de dados a um número menor de variáveis” (HAIR et al., 2009, p. 120). Ainda segundo Hair et al. (2009), cargas fatoriais maiores que 0,5 em módulo são, geralmente, consideradas significativas na interpretação de um determinado fator, em uma amostra de pelo menos 120 observações.

Posteriormente, pode-se obter os escores para cada observação. Os escores obtidos da Análise Fatorial possuem média 0 e desvio padrão 1, podendo apresentar valores negativos. Para facilitar a interpretação dos escores, utilizou-se, a exemplo de Lemos (2001), a seguinte fórmula para transformar os escores em uma escala de 0 a 1:

$$EF_{ij} = (E_{ij} - E_{j_min}) / (E_{j_max} - E_{j_min}) \quad (7)$$

em que:

EF_{ij} é o escore final da i – ésima observação no j – ésimo fator;

E_{ij} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) da i – ésima observação no j – ésimo fator;

E_{j_min} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) mínimo observado no j – ésimo fator; e

E_{j_max} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) máximo observado no j – ésimo fator.

4 Resultados e discussão

Primeiramente, foram apresentados os resultados e discussão dos escores de infraestrutura escolar e, posteriormente, discutiu-se a possível relação entre esses escores e o rendimento escolar.

4.1 Resultados dos escores de infraestrutura escolar

Primeiramente, aplicou-se testes para verificar se o emprego da Análise Fatorial seria adequado. O valor obtido para o KMO foi de 0,8261. Segundo Hair et al. (2009) e Fávero et al. (2009), esse valor indica que a Análise Fatorial é adequada para ser aplicada aos dados. Além disso, pela significância do teste de esfericidade de Bartlett ($<0,01$), pôde-se rejeitar a hipótese nula de que a matriz de correlação é igual à matriz identidade, também indicando que a Análise Fatorial é adequada aos dados.

Além disso, calculou-se a Medida de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*) para cada variável de infraestrutura escolar. Todas as variáveis se mostraram com valores do MSA adequados para aplicação da Análise Fatorial - maiores que 0,5, de acordo com Hair et al. (2009). Os valores do MSA se encontram nos apêndices.

Dessa forma, aplicou-se a Análise Fatorial, obtendo os autovalores descritos na Tabela 2. Seguindo a metodologia, utilizou-se os oito primeiros fatores, haja vista que esses apresentaram autovalores maiores que 1.

Tabela 2 - autovalores dos fatores de infraestrutura escolar

Fator	Autovalor	% da variância	% da variância acumulada
1	3,86	16,77	16,77
2	1,96	8,53	25,30
3	1,36	5,93	31,23
4	1,20	5,24	36,47
5	1,13	4,92	41,39
6	1,08	4,71	46,10
7	1,03	4,48	50,58
8	1,01	4,37	54,95
9	0,98	4,27	59,22
10	0,93	4,04	63,26
11	0,89	3,85	67,12
12	0,85	3,70	70,82
13	0,83	3,62	74,45
14	0,79	3,42	77,87
15	0,74	3,23	81,09
16	0,69	2,99	84,08
17	0,64	2,80	86,88
18	0,62	2,72	89,60
19	0,57	2,48	92,07
20	0,57	2,46	94,53
21	0,47	2,02	96,56
22	0,45	1,95	98,51
23	0,34	1,49	100,00

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Para a análise dos oito fatores mantidos, foi utilizada a rotação Varimax. A Tabela 3 apresenta os fatores, as variáveis e as cargas fatoriais rotacionadas. O nome⁵ de cada fator foi inserido de acordo com a interpretação das variáveis em termos de cargas fatoriais - maiores que 0,5, conforme Hair et al. (2009).

⁵ De acordo com Alves e Xavier (2018), os limites do conceito de infraestrutura escolar não são consensuais. Para esses autores, o pesquisador possui, frequentemente, a tarefa de atribuir o significado e determinar como esse conceito pode ser empiricamente utilizado.

Tabela 3 - cargas fatoriais (rotacionadas) dos fatores de infraestrutura escolar

Variáveis	Fatores							
	1- Atividades extra classe	2- Estrutura adm	3- Aparelhamento eletrônico	4- Estruturas de apoio	5- Alimentação/higiene	6- Dormitório	7- Água/energia	8- Esgoto
Laboratório de informática	0,78	0,10	0,08	-0,07	-0,04	-0,03	0,00	0,01
Biblioteca	0,75	0,16	0,03	-0,07	0,05	0,03	-0,02	-0,04
Quadra de esportes	0,74	0,16	0,03	-0,04	0,01	-0,05	0,00	0,05
Laboratório de ciências	0,71	-0,06	0,03	0,09	0,03	0,05	0,04	-0,05
Projet. Mult. (Datashow)	0,52	0,38	0,08	-0,04	-0,03	-0,11	-0,01	0,10
Internet	0,11	0,79	0,21	0,02	-0,04	0,00	0,08	0,00
Computador	0,02	0,76	0,27	0,00	-0,03	0,01	0,09	-0,02
Sala de professores	0,36	0,57	-0,03	0,14	0,08	-0,01	0,00	0,03
Sala de secretaria	0,43	0,51	-0,07	0,12	0,16	0,01	-0,02	-0,01
DVD/Blu-ray	0,00	-0,07	0,79	0,01	-0,01	-0,03	0,00	0,01
Televisão	0,07	0,19	0,69	0,01	0,03	0,04	0,07	-0,06
Aparelho de som	0,08	0,23	0,57	0,05	0,03	-0,02	-0,03	0,07
Sala de Leitura	-0,02	0,05	-0,03	0,64	-0,14	-0,06	-0,01	0,16
Refeitório	-0,22	0,17	0,09	0,61	0,17	0,03	-0,01	-0,14
Auditório	0,41	-0,15	0,07	0,54	-0,02	0,16	0,07	-0,03
Cozinha	-0,02	-0,04	0,03	-0,05	0,73	-0,01	-0,02	-0,11
Banheiro	0,04	-0,01	-0,01	-0,06	0,58	-0,01	0,09	0,20
Dispensa	0,05	0,23	0,05	0,35	0,50	0,03	-0,05	-0,07
Dormitório de professor	0,01	-0,05	0,00	-0,07	0,03	0,75	0,00	0,11
Dormitório de Aluno	-0,03	0,05	-0,02	0,10	-0,03	0,74	0,00	-0,10
Abastecim. de água	0,03	-0,04	-0,07	0,06	-0,05	-0,04	0,79	0,01
Abastecim. de energ. elétr.	-0,01	0,15	0,11	-0,06	0,10	0,03	0,65	-0,02
Esgoto sanitário	-0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	-0,01	0,93

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Realizada a análise das cargas fatoriais, foram calculados os escores de cada escola para cada um dos oito fatores. Posteriormente, os escores foram transformados para apresentarem uma escala de 0 a 1, evitando valores negativos, conforme indicado na metodologia. A Tabela 4 apresenta a análise descritiva dos escores de infraestrutura escolar.

Tabela 4 - análise descritiva dos escores de infraestrutura escolar

Fator	Observações		Média			Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	2017	2019	2017	2019	Variac.	2017	2019	2017	2019	2017	2019
1-Atividades extra classe	7348	7369	0,4181	0,4140	-1,00%	0,2227	0,2252	0,0067	0	0,9737	1
2-Estrutura adm.	7348	7369	0,6619	0,6823	3,08%	0,1102	0,1031	0,0623	0	1	0,9759
3-Aparelhamento eletrônico	7348	7369	0,5807	0,5553	-4,37%	0,1198	0,1253	0,0306	0	1	0,9532
4-Estruturas de apoio	7348	7369	0,4201	0,4344	3,40%	0,1133	0,1145	0	0,0239	1	0,9468
5-Alimentação/higiene	7348	7369	0,8130	0,8255	1,53%	0,0775	0,0514	0	0,1203	1	0,9671
6-Dormitório	7348	7369	0,0612	0,0622	1,60%	0,0454	0,0447	0,0054	0	1	0,9930
7-Água/energia	7348	7369	0,9830	0,9829	-0,01%	0,0205	0,0215	0,4107	0	1	0,9986
8-Esgoto	7348	7369	0,8595	0,8620	0,29%	0,0489	0,0391	0	0,0277	1	0,9955

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Observa-se que os fatores com as maiores médias foram os mesmos em 2017 e 2019: Água/energia, Esgoto, Alimentação/higiene e Estrutura administrativa. Portanto, as escolas públicas do Paraná apresentam, em média, melhores condições nesses aspectos, em comparação às outras características/fatores em estudo.

Por outro lado, os fatores com as menores médias, tanto em 2017 como em 2019, foram: Dormitório, Atividades extra classe, Estruturas de apoio e Aparelhamento eletrônico. Assim, as escolas públicas do Paraná apresentam certo déficit nesses atributos, quando comparadas as outras características em questão.

Além disso, entre 2017 e 2019, houve redução na média dos escores de Aparelhamento eletrônico, Atividades extra classe e Água/energia. Assim, houve um retrocesso nessas características. Em contrapartida, o maior aumento em termos de média foi no fator Estruturas de apoio seguido do fator Estrutura administrativa. Portanto, as escolas públicas do Paraná apresentaram melhorias nessas condições, no período analisado.

A Tabela 5 apresenta os escores de infraestrutura escolar por dependência administrativa e localização, especificamente, a variação de 2017 para 2019 e a média de 2019. Destaca-se que as escolas federais apresentaram menores médias em quatro das oito características, enquanto as estaduais em três e as municipais somente em uma característica.

Tabela 5: escores de infraestrutura escolar por dependência administrativa e localização – variação de 2017 para 2019 e média de 2019

Dep. adm.	1-Atividades extra classe		2-Estrutura adm		3-Aparelhamento eletrônico		4-Estruturas de apoio	
	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019
Federal	5,99%	0,7269	-0,46%	0,6510	-1,02%	0,5447	0,38%	0,5754
Estadual	0,64%	0,6454	0,89%	0,6812	-4,22%	0,5546	1,85%	0,4203
Municipal	-2,18%	0,3166	4,04%	0,6830	-4,46%	0,5556	4,06%	0,4394

Dep. adm.	5-Alimentação/higiene		6-Dormitório		7-Água/energia		8-Esgoto	
	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019
Federal	-0,82%	0,6929	-12,63%	0,0608	0,04%	0,9884	0,86%	0,8861
Estadual	1,86%	0,8288	0,03%	0,0636	-0,11%	0,9826	0,24%	0,8585
Municipal	1,41%	0,8249	2,40%	0,0616	0,03%	0,9830	0,31%	0,8633

Localização	1-Atividades extra classe		2-Estrutura adm		3-Aparelhamento eletrônico		4-Estruturas de apoio	
	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019
Urbana	-1,78%	0,4189	2,85%	0,6987	-4,94%	0,5596	3,06%	0,4440
Rural	2,54%	0,3896	3,36%	0,6023	-1,85%	0,5345	4,35%	0,3875

Localização	5-Alimentação/higiene		6-Dormitório		7-Água/energia		8-Esgoto	
	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019
Urbana	1,51%	0,8267	2,40%	0,0622	0,00%	0,9836	0,25%	0,8616
Rural	1,59%	0,8194	-1,94%	0,0619	-0,08%	0,9797	0,49%	0,8643

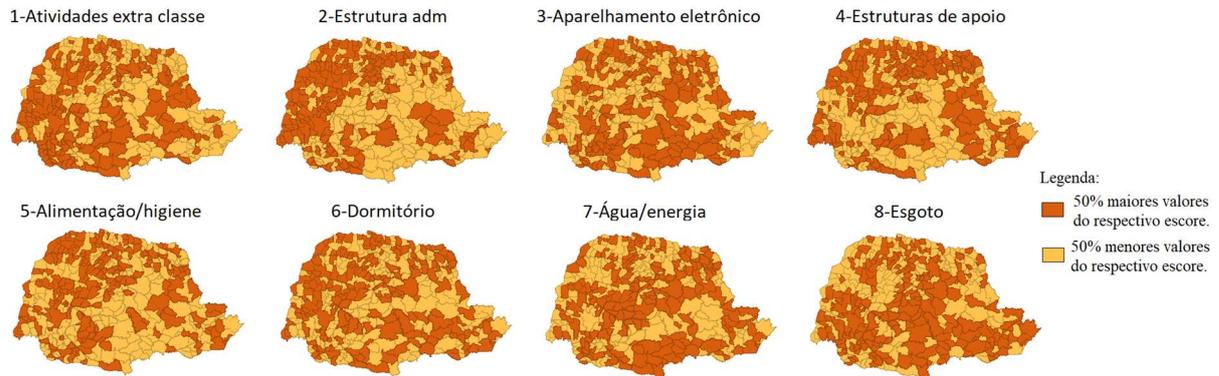
Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Além disso, as escolas federais apresentaram redução na média, entre 2017 e 2019, em quatro características, ao passo que as estaduais e municipais apresentaram redução somente em duas características. Assim, as escolas federais se destacaram pelo decréscimo nos escores de infraestrutura escolar e por apresentarem menores médias nos escores, em comparação às outras esferas administrativas. Realizando uma análise para o Brasil, para um período anterior, 2007 e 2012, Pieri e Santos (2014) verificaram médias mais baixas para as escolas municipais. Entretanto, os resultados desses autores mostraram tendência de queda nos indicadores das escolas federais e, por outro lado, aumento nos indicadores das escolas estaduais e, sobretudo, das escolas municipais. Essa constatação mostra uma tendência de convergência para os resultados encontrados no presente estudo.

Quanto à localização, as escolas rurais apresentaram médias mais altas somente no fator Esgoto. Dessa forma, as escolas rurais apresentaram menores médias em sete das oito características, quando comparadas às escolas urbanas. Resultado que corrobora com os trabalhos de Pieri e Santos (2014) e Alves e Xavier (2018). Apesar disso, no presente estudo, verificou-se ainda que, de 2017 para 2019, as escolas rurais apresentaram maiores evoluções em seis das oito características, quando comparadas às evoluções das escolas urbanas. Essa tendência foi verificada também no trabalho de Pieri e Santos (2014). Dessa forma, as escolas rurais do Paraná se destacaram por apresentarem menores médias de infraestrutura escolar, porém, evoluíram mais do que as escolas urbanas, no período em análise.

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial por município dos escores de infraestrutura escolar de 2019. Quanto mais escura a cor, maior o escore do respectivo município. Observa-se que os municípios do oeste do estado do Paraná tenderam a apresentar maiores médias de Estrutura administrativa, quando comparados aos municípios do leste. Além disso, os municípios do norte e leste do estado do Paraná tenderam a apresentar maiores médias de Estruturas de apoio, quando comparados aos municípios do sul e oeste. As imagens das demais características/fatores, a princípio, não indicaram um padrão visual de relação.

Figura 1 - distribuição espacial por município dos escores de infraestrutura escolar (média por município) - 2019



Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

A Tabela 6 apresenta a média dos escores de infraestrutura por mesorregião do estado do Paraná, em específico, a variação entre 2017 e 2019 e a média em 2019. As duas maiores variações e médias seguem com cor verde, enquanto as duas menores variações e médias possuem cor vermelha. Assim, poder-se-á verificar em quais características cada mesorregião evoluiu ou regrediu, e também em quais características está relativamente adequada e em quais características estão deficitárias.

Tabela 6 - escores de infraestrutura escolar por mesorregião – variação entre 2017 e 2019 e média em 2019

Mesorregião	1-Atividades extra classe		2-Estrutura adm		3-Aparelhamento eletrônico		4-Estruturas de apoio	
	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019
Noroeste Paranaense	-4,11%	0,4079	1,99%	0,7055	-5,30%	0,5478	0,68%	0,4407
Centro Ocidental Paranaense	-2,66%	0,3867	3,44%	0,6882	-4,89%	0,5536	1,59%	0,4393
Norte Central Paranaense	-2,40%	0,4167	2,03%	0,6882	-4,57%	0,5515	5,43%	0,4627
Norte Pioneiro Paranaense	-2,25%	0,3851	3,59%	0,6819	-2,81%	0,5761	3,77%	0,4491
Centro Oriental Paranaense	-0,71%	0,4242	3,55%	0,6907	-1,04%	0,5590	2,73%	0,4572
Oeste Paranaense	-0,55%	0,4519	2,42%	0,7027	-5,58%	0,5494	1,89%	0,4170
Sudoeste Paranaense	-0,37%	0,4327	2,32%	0,6946	-5,91%	0,5703	4,59%	0,4201
Centro-Sul Paranaense	0,34%	0,4181	2,04%	0,6669	-2,43%	0,5595	5,78%	0,4217
Sudeste Paranaense	0,13%	0,3893	3,08%	0,6089	-0,66%	0,5850	2,70%	0,3934
Metropolitana de Curitiba	0,28%	0,4044	4,55%	0,6774	-5,65%	0,5443	3,07%	0,4287

Mesorregião	5-Alimentação/higiene		6-Dormitório		7-Água/energia		8-Esgoto	
	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019	Variaç. 2017/2019	2019
Noroeste Paranaense	1,32%	0,8344	8,12%	0,0670	0,02%	0,9834	0,23%	0,8601
Centro Ocidental Paranaense	0,77%	0,8359	1,08%	0,0626	0,02%	0,9840	-0,26%	0,8576
Norte Central Paranaense	0,52%	0,8279	-0,68%	0,0605	0,04%	0,9834	0,26%	0,8623
Norte Pioneiro Paranaense	0,85%	0,8255	6,75%	0,0641	-0,01%	0,9837	1,50%	0,8595

Centro Oriental Paranaense	0,85%	0,8272	1,07%	0,0606	0,00%	0,9831	-0,05%	0,8624
Oeste Paranaense	1,78%	0,8285	3,81%	0,0633	0,05%	0,9835	0,05%	0,8611
Sudoeste Paranaense	2,05%	0,8251	0,90%	0,0613	0,04%	0,9835	0,21%	0,8631
Centro-Sul Paranaense	0,85%	0,8245	-0,54%	0,0616	0,30%	0,9818	-0,07%	0,8620
Sudeste Paranaense	0,14%	0,8190	0,78%	0,0661	0,05%	0,9824	-0,34%	0,8639
Metropolitana de Curitiba	3,09%	0,8197	0,02%	0,0606	-0,21%	0,9820	0,58%	0,8634

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Cabe a ressalva de que a mesorregião Metropolitana de Curitiba se destacou entre as piores médias em quatro dos oito fatores, enquanto o Sudeste Paranaense se destacou entre as piores médias em três ocasiões. Além disso, todas as mesorregiões tiveram decréscimo no fator Aparelhamento eletrônico.

4.2 Infraestrutura e rendimento escolar

Como discutido inicialmente, vários trabalhos tratam da possível relação entre a infraestrutura escolar e o rendimento dos alunos (Barbosa e Fernandes, 2001; Albernaz, Ferreira e Franco, 2002; Soares, 2004; Luz, 2006; Franco, Sztajn e Ortigão, 2007; Alves e Xavier, 2018). Assim, a Tabela 7 apresenta a média das notas no Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), para cada fator de infraestrutura, das 20% escolas com maiores escores, 80% escolas com menores escores e 20% escolas com menores escores, para o ano de 2019.

Tabela 7: média das notas no SAEB, para cada fator de infraestrutura, das 20% escolas com maiores escores, 80% escolas com menores escores e 20% escolas com menores escores - 2019

Fator	Média das notas no SAEB das 20% escolas com maiores escores em 2019	Média das notas no SAEB das 80% escolas com menores escores em 2019	Média das notas no SAEB das 20% escolas com menores escores em 2019
1-Atividades extra classe	269,29	244,25	234,24
2-Estrutura adm	242,09	251,05	256,80
3-Aparelhamento eletrônico	256,45	247,46	247,14
4-Estruturas de apoio	251,07	248,80	245,50
5-Alimentação/higiene	252,99	248,32	245,47
6-Dormitório	256,07	247,55	240,62
7-Água/energia	255,76	247,63	242,76
8-Esgoto	240,06	251,56	261,65

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: as notas no SAEB se referem à média das notas nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, dos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

Observa-se que as 20% escolas com maiores escores apresentam maiores médias nas notas no SAEB, em comparação aos outros dois extratos (somente nos fatores de Estrutura administrativa e Esgoto não se observou essa tendência). Por meio desses resultados não se pode confirmar um efeito causal, mas revelam que as escolas públicas do Paraná com melhores infraestruturas tenderam a apresentar maiores médias nas notas do SAEB, em 2019.

Essa constatação é importante dado que, conforme a Teoria do Capital Humano (TCH), a educação teria uma relação positiva com o crescimento econômico. O ponto central da TCH seria que a educação influencia as habilidades para o trabalho, refletindo na produtividade e, conseqüentemente, aumentando a renda e o crescimento econômico.

Segundo Schultz (1973b), seria preciso um esforço grande para um país atingir níveis elevados de educação. No caso em que níveis baixos de instrução não podem ser aumentados, não se poderia levar em conta a educação como um determinante do crescimento econômico. Entretanto, “partindo-se de um nível baixo, existem grandes possibilidades de se poder elevá-lo” (SCHULTZ, 1973b, p. 59). Dessa forma, é importante se atentar para a questão da infraestrutura escolar, uma vez que essa pode impactar os resultados obtidos pelos estudantes.

5 Conclusões

O tipo de infraestrutura da escola pode influenciar o desempenho dos alunos e, conseqüentemente, o capital humano e o crescimento econômico. Dessa forma, o presente artigo buscou analisar a infraestrutura das escolas públicas do Paraná. Foram utilizados os microdados do Censo Escolar dos anos de 2017 e 2019. Como metodologia, empregou-se a Análise Fatorial, por meio da qual reduziu-se 23 variáveis em 8 fatores/características escolares. Assim, pôde-se realizar uma análise do perfil geral das escolas.

Entre os resultados, constatou-se que, tanto em 2017 como em 2019, as escolas públicas do Paraná apresentaram, em média, melhores condições em Água/energia, Esgoto, Alimentação/higiene e Estrutura administrativa, em comparação às outras características/fatores em estudo. Por outro lado, os fatores com as menores médias, tanto em 2017 como em 2019, foram: Dormitório, Atividades extra classe, Estruturas de apoio e Aparelhamento eletrônico.

Além disso, entre 2017 e 2019, houve retrocesso nos escores de Aparelhamento eletrônico, Atividades extra classe e Água/energia. Em contrapartida, o maior aumento em termos de média foi no fator Estruturas de apoio seguido do fator Estrutura administrativa. Portanto, as escolas públicas do Paraná apresentaram melhorias nessas condições, no período analisado.

Outro resultado foi de que as escolas federais se destacaram pelo decréscimo nos escores de infraestrutura escolar e por apresentar menores médias nos escores, em comparação às estaduais e municipais. Quanto à localização, as escolas rurais do Paraná evoluíram mais do que as escolas urbanas, no período em análise. Porém, as escolas rurais ainda se destacam por apresentarem menores médias na maioria das características em estudo.

Em questão de distribuição espacial, os municípios do oeste do estado do Paraná tenderam a apresentar maiores médias de Estrutura administrativa, quando comparados aos municípios do leste. Além disso, os municípios do norte e leste do estado do Paraná tenderam a apresentar maiores médias de Estruturas de apoio, quando comparados aos municípios do sul e oeste. As imagens das demais características/fatores, a princípio, não indicaram um padrão visual de relação.

Verificou-se que a mesorregião Metropolitana de Curitiba se destacou entre as piores médias em quatro dos oito fatores, enquanto o Sudeste Paranaense se destacou entre as piores médias em três ocasiões. Além disso, todas as mesorregiões tiveram decréscimo no fator Aparelhamento eletrônico.

Dessa forma, percebe-se a existência de heterogeneidade nas estruturas escolares dentro do estado do Paraná. Assim, é importante políticas regionais que se atentem as especificidades de cada local. Para auxiliar nesse sentido, foi apresentada a situação de cada mesorregião no que diz respeito aos escores de infraestrutura.

Constatou-se ainda que as escolas públicas do Paraná com melhores infraestruturas tenderam a apresentar maiores médias nas notas do SAEB, em 2019. Fato importante para os formuladores de políticas públicas, pois por meio da infraestrutura escolar pode se influenciar os níveis de educação e, conforme a Teoria do Capital Humano, o crescimento econômico.

Novos estudos podem ser feitos para identificar se há um efeito causal entre infraestrutura e rendimento escolar. Além disso, sugere-se a realização de uma Análise Exploratória de Dados Espaciais para confirmar possíveis tendências na distribuição espacial dos escores de infraestrutura escolar. Ademais, a infraestrutura escolar representa um gasto do Estado com a educação. Assim, é importante verificar se a infraestrutura escolar está sendo utilizada de forma eficiente, assunto verificado no Artigo 2.

Referências

ALBERNAZ, A.; FERREIRA, F. H. G.; FRANCO, C. **Qualidade e equidade na educação fundamental brasileira**. Textos para Discussão. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2002.

ALVES, M. T. G.; XAVIER, F. P. Indicadores multidimensionais para avaliação da infraestrutura escolar: o ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa**, v. 48, p. 708-746, 2018.

ALVES, M. T. G.; XAVIER, F. P.; PAULA, T. S. de. Modelo conceitual para avaliação da infraestrutura escolar no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 100, p. 297-330, 2019.

BARBOSA, M. E. F.; FERNANDES, C. A escola brasileira faz diferença?: uma investigação dos efeitos da escola na proficiência em matemática dos alunos da 4ª série. In: FRANCO, C. (Org.). **Avaliação, ciclos e promoção na educação**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p.121-153.

BECKER, G. S. **Human Capital**. The Concise Encyclopedia of Economics. 2008. Library of Economics and Liberty. Disponível em: <http://www.econlib.org/library/Enc/HumanCapital.html>. Acesso em 23 dez. 2019.

BECKER, G. S. **Human Capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. Third Edition. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.

CALEIRO, A. **Educação e Desenvolvimento: que tipo de relação existe?** Departamento de Economia – Universidade de Évora, Portugal. 2010.

CASTRO, C. M. **Desenvolvimento econômico, educação e educabilidade**. 2 ed. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, FENAME, 1976.

DELGADO, V. M. S. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais: considerações acerca da qualidade a partir da análise dos dados do SICA e do SIMAVE. **Rio de Janeiro: BNDES**, 2008.

DUARTE, M. R. T.; GOMES, C. A. T.; GOTELIB, L. G. O. Condições de Infraestrutura das Escolas Brasileiras: Uma Escola Pobre para os Pobres? **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 27, n. 70, p. 2, 2019.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L. da; CHAN, B. L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FRANCO, C.; SZTAJN, P.; ORTIGÃO, M. I. Mathematics teachers, reform, and equity: results from the Brazilian National Assessment. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, Virginia, v.38, n.4, p.393-419, 2007.

FRIEDMAN, M. **Capitalismo e liberdade**. Rio de Janeiro: Arte Nova, 1977.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman, 2009.

HOFFMANN, R. **Análise estatística de relações lineares e não lineares**. Piracicaba, ESALQ-USP, 2016.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. de. Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados da Aneb e da Anresc 2017a**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados da Aneb e da Anresc 2019a**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Censo da Educação Básica 2017b**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Censo da Educação Básica 2019b**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

JÚNIOR, J. N. A.; JUSTO, W. R.; ROCHA, R. M.; GOMES, S. M. F. P. O. Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 3, p. 61-73, 2016.

KAMETANI, M. Y. **Uma análise sob o índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB nos municípios do estado do Paraná**. 2017. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

LATTIN, J. M.; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise multivariada de dados**. 1 ed. Trad. de Avritscher. Cengage Learning, São Paulo, Brasil, 2011.

LEMOS, J. J. S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LUZ, L. S. Os determinantes do desempenho escolar: a estratificação educacional e o efeito valor adicionado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambú. **Anais [...]**. Caxambú: ABEP, 2006. p. 1-20.

MARSHALL, A. **Princípios de economia: tratado introdutório**. Vol I. Tradução revista de Rômulo Almeida e Ottolmy Strauch. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MARX, K. **O Capital, Volume I e II**. Apresentação de Jacob Gorender; Coordenação e revisão de Paul Singer; Tradução de Regis Barbosa e Flávio R. Kothe; Editora Nova Cultural Ltda.; 1996, Círculo do Livro Ltda. Títulos originais: Value, Price and Profit; Das Kapital - Kritik der Politisch en konomie. Apresentação de autoria de Winston Fritsch.

MINCER, J. Investment in human capital and personal income distribution. **The Journal of Political Economy**, v.66, n.4, p.281-302, 1958.

MOROCO, J. **Análise estatística, com utilização do SPSS**. Lisboa, 2003.

NETO, J. J. S.; JESUS, G. R.; KARINO, C. A.; ANDRADE, D. F. Uma escala para medir a infraestrutura escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 24, n. 54, p. 78-99, 2013.

OLIVEIRA, M. R.; LAROS, J. A. Construtos mensurados no censo escolar 2002-ensino fundamental. **REICE - Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 5, n. 2, p. 217-231, 2007.

PIERI, R. G.; SANTOS, A. A. Uma Proposta para o Índice de Infraestrutura Escolar e o Índice de Formação de Professores. Textos para discussão, **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**, n. 38, p. 1-44, 2014.

SÁ, J. S.; WERLE, F. O. C. Infraestrutura escolar e espaço físico em educação: o estado da arte. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, p. 386-413, 2017.

SCHULTZ, T. W. **O Capital Humano: investimentos em educação e pesquisa**. Tradução de Marco Aurélio de Moura Matos. Rio de Janeiro: Zahar, 1973a.

SCHULTZ, T. W. **O valor econômico da educação**. 2ª ed. Tradução de P.S. Werneck. Rev. Técnica de C.A. Pajuaba. Rio de Janeiro: Zahar, 1973b.

SMITH, A.; **A Riqueza das Nações - Investigação sobre sua natureza e suas Causas**. Volume I e II; Ed. Nova Cultural, 1996, Círculo do Livro Ltda.; Título original: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations.

SOARES, C. M. **Escolas municipais urbanas e “rurais”: uma análise sobre a infraestrutura escolar na microrregião de Itapetininga/SP (2012 e 2018)**. 2020. Monografia (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

SOARES, J. F. Qualidade e equidade na educação básica brasileira: a evidência do SAEB-2001. **Archivos Analíticos de Políticas Educativas**, v.12, n. 38, 2004.

TORRES, C. A. R.; GARCÍAS, M. O. Heterogeneidade do impacto do trabalho infantil no rendimento escolar do Paraná. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 31, n. 78, p. 626-650, 2020.

TORRES, S. E. **A eficiência das escolas públicas da rede soteropolitana: considerações a partir da Análise Envoltória de Dados (DEA)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

VARELLA, C. A. A. Análise de componentes principais. **Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2008.

WEHRENS, R. **Chemometrics with R: multivariate data analysis in the natural sciences and life sciences**. Springer Science & Business Media, 2011.

Apêndices

Apêndice A - Medida de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*) para as variáveis de infraestrutura escolar

Variável	MSA
Abastecimento de água	0,52
Abastecimento de energia elétrica	0,82
Esgoto sanitário	0,64
Sala de professores	0,90
Laboratório de informática	0,86
Laboratório de ciências	0,86
Quadra de esportes	0,88
Cozinha	0,57
Biblioteca	0,87
Sala de Leitura	0,53
Banheiro	0,68
Sala de secretaria	0,89
Refeitório	0,66
Dispensa	0,76
Auditório	0,80
Dormitório de Aluno	0,54
Dormitório de professor	0,56
Televisão	0,80
DVD/Blu-ray	0,66
Aparelho de som	0,85
Projektor Multimídia (Datashow)	0,91
Computador	0,73
Internet	0,75

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Artigo 2 - (In)eficiência das escolas públicas do Paraná: um estudo a partir da Análise Envoltória de Dados

Resumo: Considerando a relevância da eficiência na alocação dos recursos, buscou-se averiguar quão (in)eficientes foram as escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019. Utilizou-se os microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Censo Escolar. Empregou-se, como metodologia, a Análise Envoltória de Dados. Como insumos, foram utilizados escores de infraestrutura escolar, escores de nível socioeconômico do aluno, porcentagem de professores com curso superior e a escolaridade do diretor. Como produto, utilizou-se as notas obtidas no exame do SAEB. A eficiência média das escolas em 2017 foi de 0,8256 e em 2019 foi de 0,8279, considerando que o índice varia entre 0 e 1. As escolas rurais foram, em média, mais eficientes do que as escolas urbanas e, entre as dependências administrativas, as escolas federais foram as mais eficientes, tanto em 2017 como em 2019. As mesorregiões mais ao centro e sul do estado apresentaram maiores médias de eficiência e as mesorregiões do leste foram as menos eficientes. Além disso, verificou-se que variáveis de gestão podem ser objetos dos formuladores de políticas públicas para promover a elevação da eficiência educacional, como, por exemplo, os pais dos alunos comparecerem às reuniões, incentivarem os filhos a estudar e a não faltarem às aulas e o professor passar e corrigir o dever de casa.

1 Introdução

Na oferta da educação pública, o Estado utiliza recursos advindos, principalmente, dos impostos pagos pela sociedade. Como tais recursos são limitados, Gresele e Krukoski (2018) apontam que os gestores devem procurar atingir o maior retorno possível dos recursos aplicados; ou seja, deve-se utilizar os recursos de maneira eficiente.

Nesse contexto, é importante apresentar o sentido do termo eficiência. Conforme Mello et al. (2005), eficiência seria a relação entre o que foi produzido e o que poderia ter sido produzido, considerando determinada disponibilidade de recursos. Segundo Delgado (2008), a eficiência na área educacional “implica obter o melhor possível em termos do desempenho dos alunos nos exames de proficiência nas matérias básicas, dados os recursos que sua escola possui” (DELGADO, 2008, p. 15).

Hanushek e Luque (2003) citam que os principais ofertantes da educação são os governos e, dessa forma, a eficiência é uma questão relevante no âmbito da política pública. Tendo em vista os investimentos públicos realizados pelos governos, Alves Júnior (2010) afirma que incrementos da eficiência na utilização dos recursos impactaria expressivamente os retornos educacionais. Uma importante constatação nesse sentido, segundo Zoghbi et al. (2009), é que ainda há um espaço considerável para se ampliar a eficiência educacional no Brasil.

Dessa forma, no presente artigo, averiguou-se quão (in)eficientes foram as escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019. Na revisão de literatura sobre o tema, a maioria dos trabalhos tiveram como unidade de análise o município. Com o propósito de contribuir para uma perspectiva menos explorada, o presente estudo utilizou a escola como unidade de análise, além de evitar o problema da agregação dos insumos e produtos, conforme Chambers (1988). Além disso, levou-se em conta a característica socioeconômica do aluno, que não está sob o controle da escola.

Verificou-se, ainda, a relação das variáveis que tratam dos resultados educacionais separando-as das variáveis que provavelmente estariam relacionadas aos meios de se alcançar os resultados (variáveis de gestão). Nesse aspecto, analisou-se variáveis de gestão que podem ser objetos dos formuladores de políticas públicas para promover a elevação da eficiência educacional, sobretudo, nos seguimentos escolares e nas regiões que se mostraram menos eficientes.

Esse artigo está organizado nas seguintes seções: essa introdução, em seguida, revisão de literatura. Posteriormente, é apresentada a metodologia e dados. Na sequência, são mostrados os resultados e discussão e, por fim, as considerações finais.

2 Revisão de literatura

Nos trabalhos sobre eficiência na área educacional, destaca-se a Análise Envoltória de Dados como metodologia. Quanto à unidade de análise, os seguintes autores utilizaram os municípios: Bohrer, Comunelo e Godarth (2013), Dias, Cagnini e Camargo (2014), Diniz (2012), Gomes (2010), Gresele e Krukoski (2018), Macêdo et al. (2012) e Savian e Bezerra (2013).

Por outro lado, Begnini e Tosta (2017) e Zoghbi et al. (2009) utilizaram os estados brasileiros. A nível de escola, pode-se citar Araújo Júnior et al. (2016), Carvalho e Sousa (2014), Delgado (2008), Oliveira et al. (2017) e Torres (2013).

Dessa forma, a maioria dos trabalhos constantes na revisão de literatura tiveram como unidade de análise o município. Zoghbi et al. (2009) sugerem que sejam realizados trabalhos a nível de escolas. Seguindo a sugestão de tais autores e contribuindo para uma perspectiva menos explorada, o presente trabalho pretendeu utilizar a escola como unidade de análise.

Na referida revisão de literatura, os trabalhos se concentraram na análise da eficiência utilizando variáveis monetárias. Will (2014) faz referência às pesquisas sobre os prazos em que os resultados de investimentos podem ser sentidos. No contexto do presente trabalho, um determinado gasto em educação, realizado em uma escola, durante um determinado ano (por

exemplo, aquisição e montagem/manutenção de laboratórios realizadas no meio do ano letivo), pode vir a impactar, significativamente, e somente, o resultado escolar de alunos que estudarão na respectiva escola no ano seguinte.

Levando em consideração tais observações, propôs-se, na presente pesquisa, focar em dados relativos à infraestrutura escolar e a fatores pedagógicos⁶, em detrimento de variáveis monetárias. Assim, há maior possibilidade de tratar de recursos já consolidados e utilizados pelos alunos. Além disso, ao tratar de infraestrutura, contribui-se para preencher a lacuna de que “pouco se sabe a respeito do que é feito, na prática, com os recursos destinados às escolas” (GALVÃO, 2016). Além do mais:

o gestor público, a seu bel-prazer ou no intuito de atender as reivindicações públicas, [...] amplia a estrutura física da escola [...]. Mas nem sempre tais ações se materializam no aumento da proficiência dos estudantes, o que pode não justificar determinadas implementações (OLIVEIRA et al., 2017, p. 179).

Além da questão dos gastos educacionais, as demais variáveis incluídas nos trabalhos da revisão de literatura são diversas entre os trabalhos. Como insumo, aparecem variáveis como: alunos por docente, número de escolas, taxa de distorção série-idade e alunos por funcionário. Como produto, destacam-se: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), número de professores, número de matrículas, número de escolas e taxa de atendimento. Segundo Hauner (2008 apud WILL, 2014), variáveis como alunos matriculados e professores por aluno teriam maior relação aos meios utilizados no alcance dos objetivos, em vez do objetivo, que seria elevar os níveis de educação. Assim, propôs-se a utilização somente das notas nos exames como produto.

Outra questão a ser discutida diz respeito às variáveis que não estariam sob o controle dos gestores. Alguns trabalhos que analisaram a eficiência dos gastos educacionais a nível municipal - Faria, Jannuzzi e Silva (2008), Savian e Bezerra (2013), Silva et al. (2012) e Will (2014) - inseriram a variável PIB per capita com o intuito de relativizar o efeito que essa variável teria sobre a eficiência do município. Um município com PIB per capita relativamente maior tenderia a apresentar resultados, em termos de proficiência do aluno, tão bons ou melhores que de outros municípios com PIB per capita menor, considerando um mesmo gasto em educação.

Da mesma forma que a eficiência do gasto em educação municipal, os resultados da escola são impactados por fatores que não estão sob o controle do gestor escolar. Schiefelbein e Simmons (2013) analisaram várias pesquisas sobre os determinantes do desempenho dos

⁶ Alguns trabalhos da revisão de literatura também utilizaram variáveis sobre a infraestrutura escolar e fatores pedagógicos.

estudantes nos países em desenvolvimento. Os autores constataram que, na maioria das pesquisas, o nível socioeconômico do aluno teve um impacto positivo no rendimento escolar. Fato também constatado nos trabalhos de Andrade e Santos (2014), Hornick (2012) e Luz (2006).

Assim sendo (e em semelhança ao caso do PIB per capita municipal, citado nos parágrafos anteriores), é de se esperar que uma escola que possui alunos com maiores níveis socioeconômicos apresente resultados de proficiência tão bons ou melhores que outra escola que possui alunos com menores níveis socioeconômicos, dada uma mesma infraestrutura escolar. A citação de Delgado (2008) reforça essa ideia: “as melhores condições dos alunos que ingressam permitem facilitar o caminho do aproveitamento dos recursos” (DELGADO, 2008, p. 90).

Diante disso, propôs-se inserir um escore médio, por escola, do nível socioeconômico do aluno⁷ (como um insumo não-controlável por parte da escola) na construção do índice de (in)eficiência. Isso, com o intuito de relativizar os efeitos que o nível socioeconômico do aluno teria sobre a eficiência escolar. Em trabalhos sobre eficiência escolar, alguns autores incluíram variáveis sobre o aluno: Araújo Júnior et al. (2016), Carvalho e Sousa (2014), Delgado (2008), Oliveira et al. (2017) e Torres (2013).

A escolha por inserir escores fatoriais (de infraestrutura escolar e da média, por escola, do nível socioeconômico do aluno) na análise de (in)eficiência, e não as variáveis que compõem tais escores, foi em função de uma característica da metodologia adotada, a Análise Envoltória de Dados (DEA). Segundo Nunamaker (1985 apud CORDERO-FERRERA et al., 2008), à medida que se aumenta o número de variáveis, as chances de uma unidade ser classificada como eficiente aumenta de forma automática. Ao se utilizar os escores, o número de variáveis a serem mantidas na aplicação da DEA pode ser reduzido. Os escores de infraestrutura escolar e da média, por escola, do nível socioeconômico do aluno foram calculados a partir da Análise Fatorial, cujos resultados se encontram nos apêndices do artigo.

⁷ Propôs-se realizar um procedimento similar ao adotado por Costa (2010). Um escore socioeconômico será construído a partir de informações relativas aos alunos. Posteriormente, será calculada a média do escore dos alunos para cada escola.

3 Metodologia e dados

3.1 Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados (DEA) “é uma técnica não-paramétrica que utiliza a programação linear⁸ para calcular e comparar as eficiências de diferentes sistemas produtivos, seja de bens ou de serviços” (BARBOSA; FUCHIGAMI, 2018, p. 4).

Os modelos amplamente utilizados (CCR e BCC) utilizam a redução equiproporcional de todos os insumos ou aumento equiproporcional de todos os produtos para projetar uma DMU ineficiente na fronteira de eficiência, construindo uma fronteira de produção poliangular, conforme Mariano (2008).

A redução radial dos insumos ou aumento dos produtos em uma fronteira poliangular permite a existência de folgas nos insumos ou produtos, respectivamente. Isso implica que mesmo uma DMU classificada como eficiente pelo método poderia reduzir o uso de um insumo e ainda continuar com seu nível de produção sobre a orientação insumo, se para essa DMU houver uma folga no uso do insumo.

Segundo Mariano (2008), pode-se inserir variáveis de folgas. Porém, nos modelos CCR e BCC, tais variáveis teriam valores desprezíveis, de forma que os resultados dos modelos com e sem tais variáveis seriam os mesmos. Dessa forma, Tone (2001) desenvolveu um modelo no qual seria possível obter um índice de eficiência que levaria em conta o efeito das folgas. Tal modelo ficou conhecido como SBM (*Slacks Based Measure* – Medida Baseada nas Folgas).

No presente estudo, objetivou-se analisar a eficiência técnica (referente a fatores gerenciais) das escolas, por isso, utilizou-se um modelo com retornos variáveis de escala. Além disso, a Constituição Brasileira limita o valor mínimo a ser aplicado na educação. Dessa forma, não é viável utilizar um modelo que visa minimizar os insumos na educação. Além do mais, no meio educacional, busca-se sempre elevar os níveis de educação. Assim, utilizou-se a orientação a produto. O modelo SBM com retornos variáveis e orientado a produto, na sua forma de envelope, é especificado a seguir:

$$\min p_0 = \frac{1}{1 + \frac{1}{S} \sum_{j=1}^S \frac{s_j^+}{y_{j0}}} \quad (1)$$

⁸ Um problema de Programação Linear é um problema de otimização (minimização ou maximização). Métodos de solução de problemas de programação linear podem ser verificados em Fávero e Belfiore (2012). No presente trabalho, utilizou-se o pacote DJL do *software* R para a aplicação da DEA.

Sujeito a:

$$\begin{aligned}x_{i0} &\geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k, \forall i; \\y_{j0} &= \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - S_j^+, \forall j; \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k &= 1; \text{ e} \\ \lambda_k &\geq 0, S_j^+ \geq 0, \forall k, j.\end{aligned}$$

Onde:

p_0 é a eficiência da DMU em análise;

s é o número de *outputs* em análise;

s_j^+ é a quantidade do *output* j que a DMU em análise tem de aumentar para tornar-se eficiente, onde $j = 1, 2, \dots, s$;

x_{i0} é y_{j0} é o *input* i e o *output* j em que a DMU em análise opera;

x_{ik} e y_{jk} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$; e

λ_k é a contribuição da DMU k na projeção da DMU sob análise na fronteira de eficiência (DMUs com λ_k não nulos são DMUs de referência para a DMU sob análise).

No modelo SBM orientado a produto (*insumo*), cada *output* (*input*) deve aumentar (reduzir) em determinada porcentagem para certa DMU alcançar a fronteira de eficiência. Então, a eficiência é baseada na média dessas porcentagens. A média das porcentagens referentes aos produtos (*insumos*) é chamada de eficiência relativa aos *outputs* (*inputs*).

O modelo SBM também tem sua versão não orientada, na qual a eficiência pode ser considerada o produto das eficiências relativas aos *inputs* e aos *outputs*. Nesse caso, a redução de *insumos* e o aumento dos produtos são considerados simultaneamente. Mais detalhes sobre o modelo SBM podem ser consultados em Cooper, Seiford e Tone (2006).

O índice de (in)eficiência calculado estará entre 0 e 1. DMUs eficientes apresentariam índice igual a 1, enquanto as ineficientes apresentariam índices menores que 1.

3.1.1 Variáveis não-controláveis

Em alguns casos, determinado *insumo* ou produto pode não sofrer influência gerencial das DMUs. Esse *insumo* ou produto é considerado como não-controlável. Uma redução de um *insumo* ou aumento de um produto não-controlável seria incoerente, “pois a DMU não poderá mudá-las para atingir uma determinada meta” (MARIANO, 2008, p. 111). Adaptações no modelo DEA devem ser feitas para que as variáveis não-controláveis sejam tratadas como fixas, de forma que não sejam minimizadas ou maximizadas. Modelos adaptados podem ser consultados em Cooper, Seiford e Tone (2006).

Mariano (2008) cita que, em um modelo orientado a produto, não é necessário tratamento especial aos insumos não-controláveis, uma vez que, nessa orientação, todos os insumos seriam considerados fixos. Esse é caso do presente estudo, no qual se utilizou a orientação a produto.

3.1.2 Outliers, número de variáveis e mudanças tecnológicas

De acordo com Zoghbi et al. (2005), *outliers* podem distorcer os resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA). Por outro lado, Mello et al. (2005) consideram:

a possibilidade de os *outliers* não representarem apenas desvios em relação ao comportamento “médio”, mas possíveis *benchmarks* a serem analisados pelas demais DMUs. Os *outliers* podem representar as melhores práticas dentro do universo investigado (MELLO et al., 2005, p. 2535).

Levando em consideração as colocações de tais autores, realizou-se, no presente estudo, uma análise descritiva das variáveis inseridas na DEA para verificar a estrutura dos dados e possíveis erros de mensuração.

Segundo Cavalcante (2009), um número grande de variáveis reduz a capacidade da DEA distinguir as unidades entre eficientes e ineficientes. Assim, o autor afirma que, para manter a capacidade de discriminar as unidades, deverá se procurar a forma mais compacta possível para o modelo. Dessa forma, buscou-se reduzir o número de variáveis utilizadas na DEA. Para tanto, utilizou-se a Análise Fatorial na construção de escores a serem inseridos na DEA.

Além disso, pretende-se analisar a (in)eficiência em mais de um período no tempo. Para tornar possível a comparação entre os períodos de tempo, a eficiência será estimada conjuntamente para os períodos. Nesse processo, cabe uma ressalva. A tecnologia pode mudar ao longo do tempo, alterando a capacidade de transformação de insumos em produtos. Ou seja, parte da produtividade pode alterar ao longo do tempo devido somente às mudanças na tecnologia.

Apesar de que as mudanças tecnológicas que afetam a área educacional podem ser menos intensas em comparação a outros setores (como de eletrônicos, por exemplo), é importante citar tal ressalva. Contudo, no presente estudo, espera-se que a mudança tecnológica tenha um impacto desprezível uma vez que a diferença entre os períodos é de apenas dois anos.

3.2 Dados

No presente estudo, foram utilizados os microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Censo Escolar, dos anos de 2017 e 2019, obtidos no site do

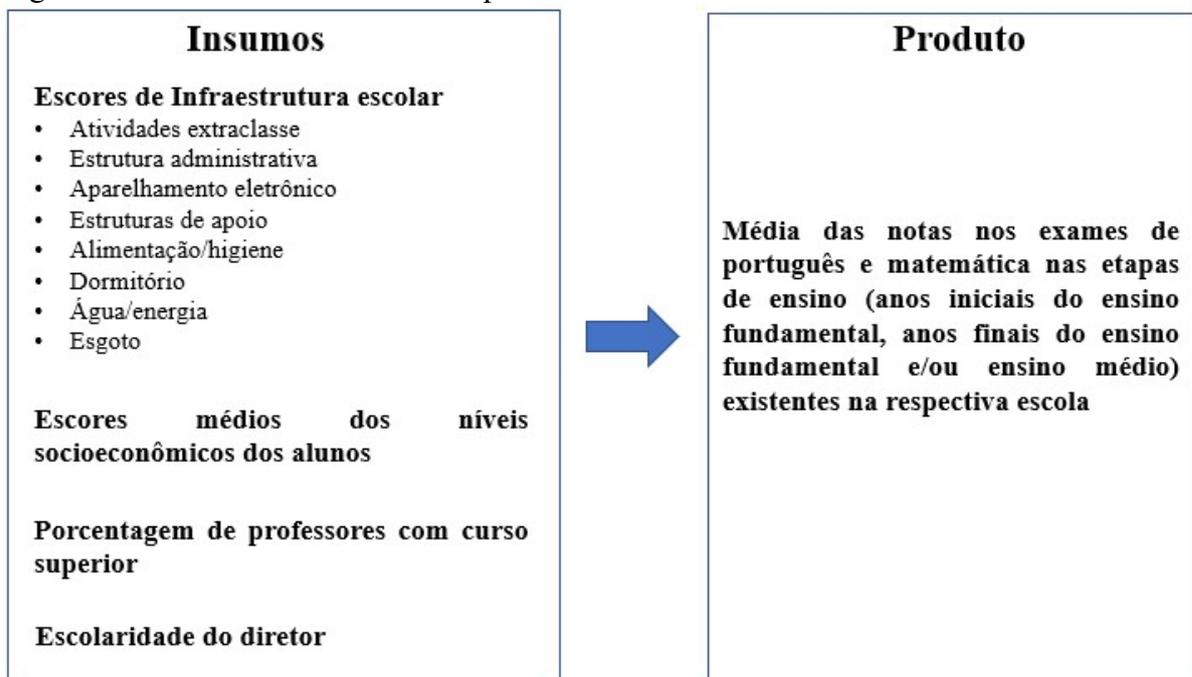
Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Considerando a revisão de literatura, foram utilizados como insumos no cálculo do índice de (in)eficiência os escores de infraestrutura escolar, escores de nível socioeconômico do aluno, porcentagem de professores com curso superior e a escolaridade do diretor. Como produto, foram utilizadas as notas⁹ obtidas no exame do SAEB.

Os escores de infraestrutura escolar e de nível socioeconômico do aluno foram obtidos por meio da Análise Fatorial, cujos resultados se encontram em apêndice. A variável referente à porcentagem de professores com curso superior para cada escola foi calculada a partir dos microdados do Censo Escolar. A variável de escolaridade do diretor foi construída atribuindo os seguintes valores para cada grau de escolaridade: 0 se não possui ensino superior, 1 se possui até o ensino superior e 2 se possui mestrado e/ou doutorado.

Quanto à variável de produto - notas obtidas no exame do SAEB - foi calculada a média das notas em português e matemática nas etapas de ensino (anos iniciais do ensino fundamental, anos finais do ensino fundamental e/ou ensino médio) existentes na respectiva escola.

A Figura 1 apresenta as variáveis de insumo e de produto utilizadas na Análise Envoltória de Dados (DEA) para o cálculo do índice de (in)eficiência.

Figura 1 - Variáveis de insumos e de produto utilizadas na DEA



Fonte: resultados da pesquisa.

⁹ O modelo utilizado para avaliar a eficiência foi orientado a produto, conforme justificado na seção da metodologia. Dessa forma, optou-se por não utilizar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) como produto, pois este índice varia de 0 a 10, apresentando um limite superior, no qual uma expansão do produto a partir desse limite poderia ser inconsistente.

4 Resultados e discussão

As análises descritivas dos escores de infraestrutura escolar e de nível socioeconômico do aluno foram realizadas no apêndice deste artigo. A análise descritiva das demais variáveis inseridas na DEA se encontra na Tabela 1.

Tabela 1 - análise descritiva das demais variáveis inseridas na DEA.

Variável	Observações		Média		Desvio padrão		Mínimo		Máximo	
	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019
Percentual de professores com curso superior	3016	4100	90,36	93,54	15,25	12,05	0	15,15	100	100
Média das notas em português e matemática	3016	4100	243,45	249,26	24,36	24,83	163,17	176,58	366,91	358,77

Variável	Observações		0 (não possui ensino superior)		1 (possui até o ensino superior)		2 (possui mestrado e/ou doutorado)	
	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019
Análise de frequência da escolaridade do diretor	3016	4100	109 (3,61%)	12 (0,29%)	2763 (91,62)	3902 (95,17%)	144 (4,77%)	186 (4,54%)

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: o INEP transforma a escala das notas para média = 250 e desvio padrão = 50. No presente trabalho, a média das notas nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática se referem aos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, assim, não corresponde à média da escala transformada pelo INEP. A média das notas para o Brasil em 2017 foi de 242,38 e em 2019 foi de 247,62. Segundo notas dos microdados, o SAEB de 2017 considerou, entre outros critérios, escolas com, no mínimo, 20 alunos. Em 2019, o SAEB considerou escolas com, no mínimo, 10 alunos. Esse aspecto pode ter influenciado o número relativamente diferente de escolas, entre esses anos, no presente estudo.

Observa-se que o percentual de professores com curso superior, considerando as escolas do Paraná com notas no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), aumentou no período analisado, 90,36% em 2017 para 93,54% em 2019. A média das notas também apresentou aumento, 243,45 em 2017 para 249,26 em 2019. Além disso, a maioria dos diretores possuía a escolaridade de até o ensino superior, nos dois anos analisados, sendo que o percentual aumentou no período. Tanto o percentual de diretores que não possuíam o ensino superior como o percentual dos que possuíam mestrado e/ou doutorado diminuíram no período analisado. Sendo assim, uma maior parcela dos diretores graduou-se, mas uma menor parcela buscou concluir o mestrado ou doutorado.

A Tabela 2 apresenta os resultados da aplicação da DEA e a classificação das escolas segundo o índice de (in)eficiência (p). Seguiu-se a classificação proposta por Savian e Bezerra (2013): Eficientes ($p = 1$), Ineficiência Fraca ($0,8 \leq p < 1$), Ineficiência Moderada ($0,6 \leq p < 0,8$) e Ineficiência Forte ($p < 0,6$).

Observa-se que a eficiência média das escolas públicas do Paraná em 2017 foi de 0,8256 e em 2019 foi de 0,8279, considerando que o índice varia entre 0 e 1. Dessa forma, para se

tomarem eficientes, as escolas teriam que aumentar, em média, cerca de 18% da sua respectiva nota nos exames, mantendo os insumos inalterados. Fazendo um paralelo com outros trabalhos¹⁰, Macêdo et al. (2012) encontraram uma eficiência média dos municípios do Paraná na alocação dos recursos públicos em educação de 0,85. Diniz (2012) calculou uma eficiência média em gastos educacionais dos municípios brasileiros de 0,80. Nessa mesma temática, Savian e Bezerra (2013) encontraram uma eficiência média para os municípios do Paraná de 0,75 em 2005 e 0,74 em 2009. Analisando as escolas de Goiás, Oliveira et al. (2017) encontraram uma eficiência média de 0,36¹¹.

Tabela 2 - Resultados do índice de (in)eficiência para as escolas públicas do Paraná, para os anos de 2017 e 2019 e classificação segundo Savian e Bezerra (2013)

Índice de (In)eficiência	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Ano 2017	3016	0,8256	0,0805	0,5920	1
Ano 2019	4100	0,8279	0,0753	0,5809	1

Classificação	2017		2019	
Eficientes (p = 1)	171	5,67%	106	2,59%
Ineficiência Fraca (0,8 <= p < 1)	1631	54,08%	2490	60,73%
Ineficiência Moderada (0,6 <= p < 0,8)	1212	40,19%	1502	36,63%
Ineficiência Forte (p < 0,6)	2	0,07%	2	0,05%

Fonte: resultados da pesquisa.

No presente trabalho, o percentual de escolas eficientes (índice igual a 1) diminuiu no período em análise, 5,67% em 2017 e 2,59% em 2019. No estudo de Macêdo et al. (2012), 27,65% dos municípios paranaenses foram eficientes. No estudo de Torres (2013), 49,7% das escolas de Salvador-BA foram eficientes em 2007, 29% em 2009 e 39,1% em 2011. Araújo Júnior et al. (2016) encontrou 11,54% das escolas do Nordeste eficientes nos anos iniciais do ensino fundamental e 3,2% nos anos finais. Oliveira et al. (2017) verificaram 2,3% das escolas de Goiás eficientes. No estudo de Begnini e Tosta (2017), 25,92% dos estados brasileiros foram eficientes. No trabalho de Gresele e Krukoski (2018), 3,3% dos municípios paranaenses foram eficientes no ano de 2015.

Outro resultado do presente estudo foi de que a maioria das escolas apresentaram ineficiência fraca, tanto em 2017 (54,08%) como em 2019 (60,73%). No estudo de Savian e Bezerra (2013), utilizando dados de 2009, o percentual de municípios paranaenses com

¹⁰ Ao se comparar os resultados entre os trabalhos, deve se levar em conta que a DEA considera a eficiência relativa, sendo sensível ao número de variáveis e de observações.

¹¹ Macêdo et al. (2012) utilizaram quatro variáveis de insumo e três de produto, com 367 observações. Diniz (2012) empregou quatro variáveis de insumo e duas de produto, em 3013 observações. Savian e Bezerra (2013) utilizaram quatro variáveis de insumo e uma de produto, com 381 observações. Oliveira et al. (2017) empregaram uma variável de insumo e cinco de produto, em 356 observações.

ineficiência fraca foi de 25,98%. No presente estudo, a minoria das escolas apresentou ineficiência forte para os dois anos em análise, 0,07% em 2017 e 0,05% em 2019. Savian e Bezerra (2013) encontram 12,34% dos municípios paranaenses com ineficiência forte.

Dessa forma, a média de eficiência encontrada no presente trabalho não destoia da média verificada em alguns estudos, porém, foi maior que a encontrada no estudo de Oliveira et al. (2017), para as escolas de Goiás. O percentual de escolas eficientes se mostrou menor que em alguns estudos, mas esteve relativamente próximo ao percentual encontrado por Oliveira et al. (2017) e Gresele e Krukoski (2018). Além disso, em comparação aos resultados de Savian e Bezerra (2013), o percentual de escolas no nível mais baixo de eficiência (ineficiência forte) foi menor no presente estudo.

A Tabela 3 apresenta a média de eficiência das escolas por localização urbana ou rural. Observa-se que, em média, as escolas rurais foram mais eficientes do que as escolas urbanas, nos dois anos em análise. No trabalho de Araújo Júnior et al. (2016), as escolas urbanas dos estados do Nordeste tenderam a ser mais eficientes que as escolas rurais. Por outro lado, Oliveira et al. (2017) verificaram que as escolas rurais não se apresentavam entre as menos eficientes para o caso do estado de Goiás; e citam que, embora se atribua resultados menos satisfatórios em termos de proficiência dos alunos às escolas rurais, estas apresentam resultados relevantes quando se leva em conta o aproveitamento dos recursos utilizados.

Tabela 3 - Média de eficiência das escolas públicas do Paraná, por localização urbana e rural, para os anos de 2017 e 2019

Localização	2017	2019
Urbana	0,8187	0,8235
Rural	0,8657	0,8564

Fonte: resultados da pesquisa.

Com o intuito de verificar possíveis fatores que possam ter influenciado os resultados de eficiência, a Tabela 4 apresenta algumas variáveis de gestão escolar para o Paraná, por localização urbana e rural, para o ano de 2019, construídas a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Percebe-se que as escolas rurais obtiveram porcentagens mais altas do que as escolas urbanas em cinco das seis variáveis. As escolas rurais apresentaram maiores percentuais de pais que compareceram às reuniões, incentivaram os filhos a estudar e a não faltarem, maior porcentagem de professores que passaram e corrigiam o dever de casa. Tais características podem ter influenciado os resultados de eficiência apresentados anteriormente, nos quais as escolas rurais foram mais eficientes que as urbanas.

Tabela 4 - Variáveis de gestão escolar por localização urbana ou rural – Paraná, 2019

Variável	Rural	Urbana
Porcentagem de pais que vão em reunião	58,34%	54,75%
Porcentagem de pais que incentivam os filhos a estudar	85,53%	82,99%
Porcentagem de pais que incentivam os filhos a não faltarem	91,33%	90,59%
Porcentagem de professores que passam dever de casa	90,08%	89,53%
Porcentagem de professores que corrigem dever de casa	92,91%	92,32%
Porcentagem de escolas que possuem atividades complementares	27,02%	35,85%

Fonte: resultados da pesquisa.

A Tabela 5 mostra a média de eficiência das escolas públicas do Paraná, por dependência administrativa. Observa-se que, entre as dependências administrativas, as escolas federais foram, em média, as mais eficientes, seguidas das escolas estaduais e das escolas municipais, tanto em 2017 como em 2019.

Tabela 5 – Média de eficiência das escolas públicas do Paraná, por dependência administrativa, para os anos de 2017 e 2019

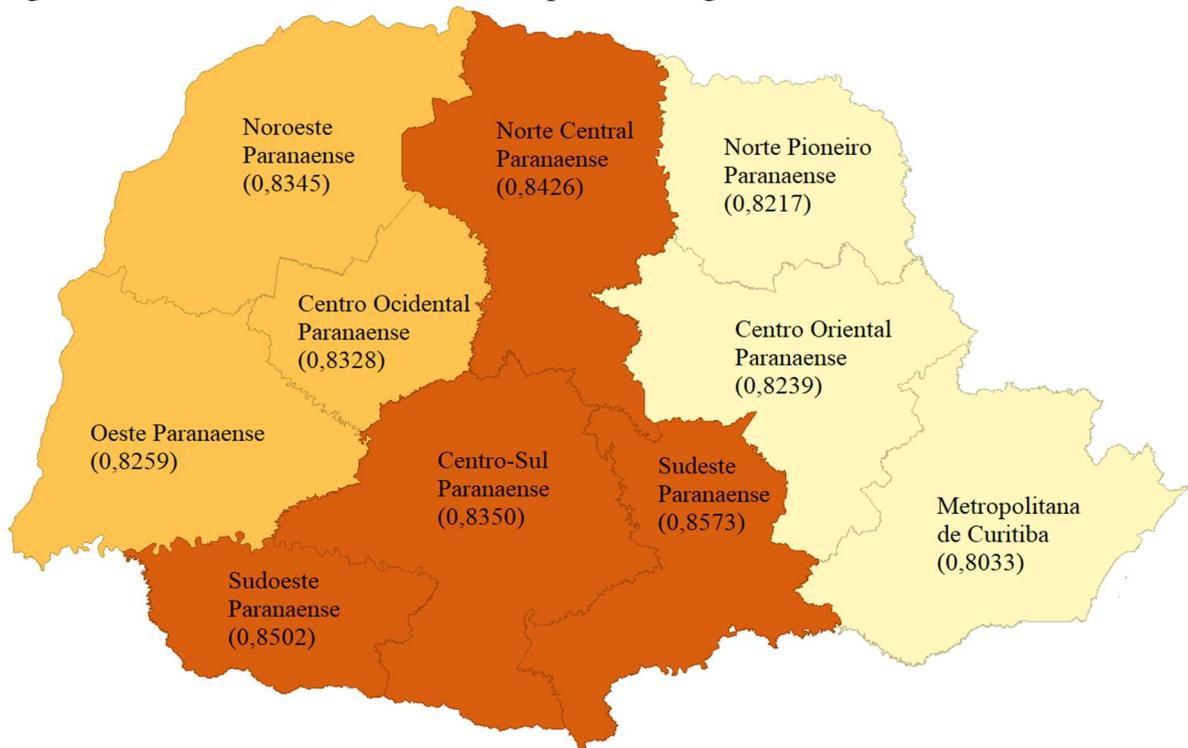
Dependência administrativa	2017	2019
Municipal	0,8024	0,7958
Estadual	0,8710	0,8737
Federal	0,9675	0,9828

Fonte: resultados da pesquisa.

De acordo com a lei das diretrizes e bases da educação nacional (BRASIL, 1996), os municípios devem ofertar a educação infantil e, com prioridade, o ensino fundamental. Os estados devem garantir o ensino fundamental e ofertar, com prioridade, o ensino médio. Além disso, no presente estudo, entre as escolas federais, a maioria (75% em 2017 e 87% em 2019) ofereciam somente o ensino médio. Dessa forma, em comparação às escolas municipais, as escolas estaduais e, principalmente, as federais tenderiam a possuir alunos mais velhos. Em comparação aos alunos mais novos, os alunos mais velhos podem ter uma maior consciência dos possíveis benefícios da educação, possibilitando uma gestão mais fácil e, consequentemente, uma maior eficiência.

A Figura 2 apresenta a média de eficiência das escolas por mesorregião do estado do Paraná, no ano de 2019. Observa-se que as mesorregiões mais ao centro e sul do estado tenderam a apresentar maiores médias de eficiência. Além disso, as mesorregiões do oeste tenderam a ser mais eficientes que as mesorregiões do leste.

Figura 2 - Média de eficiência das escolas por mesorregião do estado do Paraná - 2019



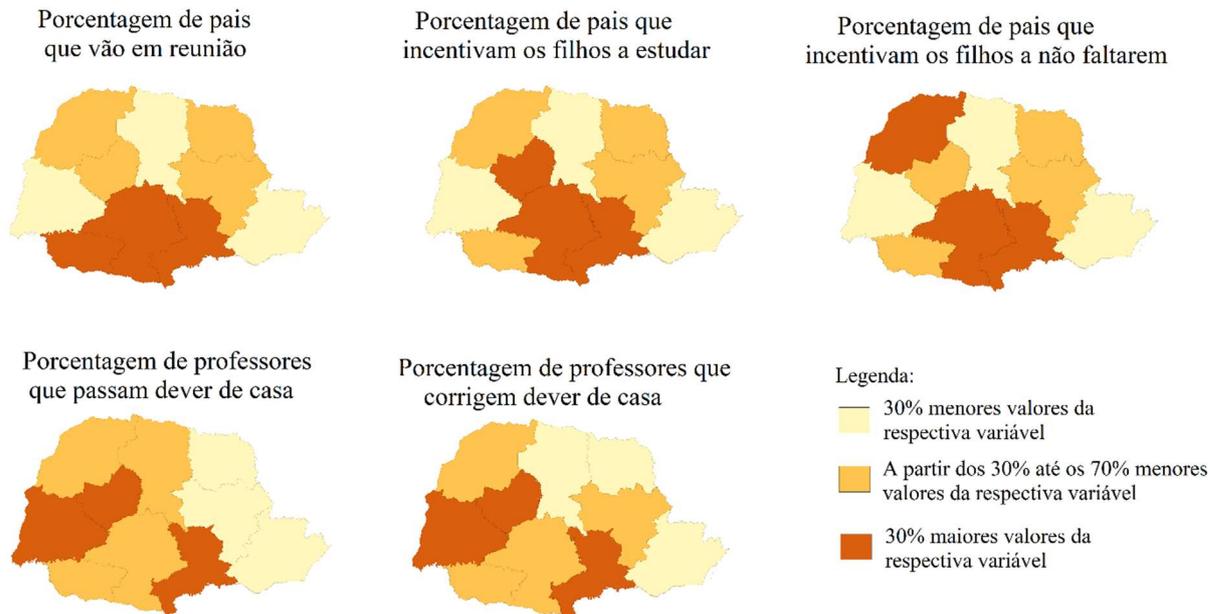
Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: quanto mais escura a cor, maior é a média do índice de eficiência.

Destaca-se a mesorregião Sudeste Paranaense, que na análise dos escores de infraestrutura escolar, realizada no Artigo 1, mostrou-se entre as mais deficitárias e suas escolas foram, em média, as mais eficientes entre as mesorregiões, no ano de 2019. No trabalho de Delgado (2008), mesorregiões de Minas Gerais menos favorecidas socioeconomicamente também se destacaram por apresentarem bons resultados de eficiência.

Com o propósito de verificar características que podem ter influenciado os resultados mesorregionais de eficiência, a Figura 3 apresenta a porcentagem de algumas variáveis de gestão escolar por mesorregião do estado do Paraná, para o ano de 2019, construídas a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Figura 3 - Variáveis de gestão escolar por mesorregião do estado do Paraná – 2019



Fonte: resultados da pesquisa.

Observa-se que a mesorregião Sudeste Paranaense, a qual as escolas foram, em média, as mais eficientes entre as mesorregiões, no ano de 2019, conforme a Figura 2, esteve entre as mesorregiões com maiores percentuais em todas as variáveis de gestão apresentadas na Figura 3. Além disso, verifica-se que as mesorregiões mais ao centro e sul do estado tenderam a estar entre aquelas com maiores percentagens na maioria das variáveis. Outro resultado a se destacar foi que as mesorregiões do leste apresentaram menores percentagens de professores que passaram dever de casa. Esses resultados podem ter influenciado os indicadores de eficiência apresentados nos parágrafos anteriores, nos quais as mesorregiões mais ao centro e sul do estado tenderam a ser mais eficientes e as mesorregiões do leste tenderam a ser menos eficientes. Dessa forma, esses resultados sugerem algumas variáveis de gestão que podem impactar os níveis de eficiência.

5 Considerações Finais

Tendo em vista a relevância de se buscar a eficiência na alocação dos recursos, averiguou-se quão (in)eficientes foram as escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019. Foram utilizados os microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Censo Escolar. Empregou-se, como metodologia, a Análise Envoltória de Dados. Como insumos, foram utilizados escores de infraestrutura escolar, escores de nível socioeconômico do aluno, porcentagem de professores com curso superior e a escolaridade do diretor. Como produto, foram utilizadas as notas obtidas no exame do SAEB.

A eficiência média das escolas públicas do Paraná em 2017 foi de 0,8256 e em 2019 foi de 0,8279, considerando que o índice varia entre 0 e 1. Para se tornarem eficientes, as escolas teriam que aumentar, em média, cerca de 18% da sua respectiva nota nos exames, mantendo os insumos inalterados. O percentual de escolas eficientes (índice igual a 1) diminuiu no período em análise, 5,67% em 2017 e 2,59% em 2019. A maioria das escolas apresentaram ineficiência fraca, tanto em 2017 (54,08%) como em 2019 (60,73%). Além disso, a minoria das escolas apresentou ineficiência forte para os dois anos em análise, 0,07% em 2017 e 0,05% em 2019.

Outro resultado foi de que, em média, as escolas rurais foram mais eficientes do que as escolas urbanas, nos dois anos em análise. Entre as dependências administrativas, as escolas federais foram, em média, as mais eficientes, seguidas das escolas estaduais e das escolas municipais, tanto em 2017 como em 2019. Além disso, as mesorregiões mais ao centro e sul do estado tenderam a apresentar maiores médias de eficiência e as mesorregiões do leste tenderam a ser menos eficientes.

Ademais, verificou-se indícios de que variáveis como os pais dos alunos comparecerem às reuniões, incentivarem os filhos a estudar e a não faltarem às aulas e o professor passar e corrigir o dever de casa, podem ter influenciado os resultados de eficiência. Assim, gestores escolares podem discutir junto aos pais dos alunos sobre a importância dessas variáveis. Além disso, tais características podem ser objetos dos formuladores de políticas públicas para promover a elevação da eficiência educacional, sobretudo, nos seguimentos escolares e nas regiões que se mostraram menos eficientes. Ressalta-se que não foi objetivo desse artigo verificar a relação entre essas variáveis e a eficiência escolar, assim, no Artigo 3 realizou-se tal análise.

Referências

ALVES, M. T. G.; XAVIER, F. P. Indicadores multidimensionais para avaliação da infraestrutura escolar: o ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa**, v. 48, p. 708-746, 2018.

ALVES JÚNIOR, J. A. **Avaliação de eficiência na aplicação de recursos educacionais em presença de condicionantes exógenos e efeitos aleatórios: uma abordagem em três estágios**. 2010. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ANDRADE, D.; SANTOS, V. M. Alguns fatores determinantes da qualidade de ensino de matemática das escolas públicas do município de Maringá-PR. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 3, n. 5, 2015.

ARAÚJO JÚNIOR, J. N.; JUSTO, W. R.; ROCHA, R. M. GOMES, S. M. F. P. O. Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 3, p. 61-73, 2016.

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, F. C.; FUCHIGAMI, H. Y. **Análise envoltória de dados - teoria e aplicações**. 1 ed. Itumbiara, ULBRA, 2018.

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.

BELLONI, J. Â. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BLACKBURN, V.; BRENNAN, S.; RUGGIERO, J. **Nonparametric Estimation of Educational Production and Costs Using Data Envelopment Analysis**. Springer, 2014.

BOHRER, É.; COMUNELO, A. L.; GODARTH, K. A. L. Eficiência do Gasto Público na Educação: O caso do Sudoeste do Paraná, Brasil. **CAP Accounting and Management**, v. 7, n. 7, p. 209-222, 2013.

BRASIL. Lei das diretrizes e bases da educação nacional - Lei nº 9.394 de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em fev. 2021.

CARVALHO, L. D. B.; SOUSA, M. C. S. Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões nordeste e sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 44, n. 4, p. 649-684, 2014.

CAVALCANTE, G. T. **Análise do desempenho organizacional de agências bancárias: aplicando DEA a indicadores do BSC**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica, 2009.

CEPECON - Centro de Pesquisas Econômicas e Aplicadas. **Avaliação da qualidade do ensino nas escolas municipais de Foz do Iguaçu**. Texto para discussão, 2018.

CHAMBERS, R. G. **Applied production analysis: a dual approach**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, 2(6), 429-444, 1978.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references**. Springer Science & Business Media, 2006.

CORDERO-FERRERA, J. M.; PEDRAJA-CHAPARRO, F.; SALINAS-JIMÉNEZ, J. Measuring efficiency in education: an analysis of different approaches for incorporating non-discretionary inputs. **Applied Economics**, London, v. 40, n. 10, p. 1323-1339, 2008.

COSTA, F. M. **O Modelo de Samejima no estudo da relação NSE× Desempenho Via Teoria da Resposta ao Item**. 2010. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

DELGADO, V. M. S. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais: considerações acerca da qualidade a partir da análise dos dados do SICA e do SIMAVE. **Rio de Janeiro: BNDES**, 2008.

DIAS, H. L.; CAGNINI, W.; CAMARGO, S. R. Análise da eficiência dos gastos públicos com educação nos municípios do Sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 21., 2014, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABC, 2014. p. 1-16.

DINIZ, J. A. **Eficiência das transferências intergovernamentais para a educação fundamental de municípios brasileiros**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

DUARTE, M. R. T.; GOMES, C. A. T.; GOTELIB, L. G. O. Condições de Infraestrutura das Escolas Brasileiras: Uma Escola Pobre para os Pobres? **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 27, n. 70, p. 2, 2019.

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. M.; SILVA, S. J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Revista de administração pública**, v. 42, n. 1, p. 155-177, 2008.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Pesquisa operacional para cursos de administração, contabilidade e economia**. Elsevier Brasil, 2012.

FRAGA, É. **Gasto com educação no Brasil é semelhante ao de países desenvolvidos; falhas são por gestão**. Folha de São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/06/1303780-aprendendo-a-gastar.shtml>. Acesso em: 29 jan. 2021.

GALVÃO, F. V. **Gastos com educação e desempenho escolar: uma análise no nível da escola**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

GOMES, C. S. **Eficiência dos sistemas municipais de educação no estado de São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

GRESELE, W. D.; KRUKOSKI, F. A. Eficiência dos gastos municipais em educação no Paraná. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 4, p. 56-74, 2018.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman, 2009.

HANUSHEK, E. A.; LUQUE, J. A. Efficiency and equity in schools around the world. **Economics of Education Review**. v. 22, p. 481-502, 2003.

HANUSHEK, E. A. What matters for student achievement: Updating Coleman on the influence of families and schools. **Education Next**, v. 16, n. 2, p. 18-27, 2016.

HOFFMANN, R. **Análise estatística de relações lineares e não lineares**. Piracicaba, ESALQ-USP, 2016.

HORNICK, C. A. **Identificação e análise dos possíveis fatores que influenciaram os resultados elevados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) apresentado por duas escolas públicas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2012.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados da Aneb e da Anresc 2017a**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados da Aneb e da Anresc 2019a**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Censo da Educação Básica 2017b**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INEP-INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Censo da Educação Básica 2019b**. Brasília: Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

LEMOS, J. J. S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LUZ, L. S. Os determinantes do desempenho escolar: a estratificação educacional e o efeito valor adicionado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambú. **Anais [...]**. Caxambú: ABEP, 2006. p. 1-20.

MACÊDO, F. F. R. R.; KLOEPPPEL, N. R.; JUNIOR, M. M. R.; SCARPIN, J. E. Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 19., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: ABC, 2012. p. 1-16.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. 3 ed. Trad. de Allan Vidigal Hastings. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MARIANO, E. B. **Sistematização e comparação de técnicas, modelos e perspectivas não-paramétricas de análise de eficiência produtiva**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L. Curso de análise de envoltória de dados. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável**, Gramado -RS, 2005.

MENEZES-FILHO, N. A. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. Instituto Futuro Brasil, Ibmecc-SP e FEA-USP, 2007.

MORAES, V. M. **Análise da eficiência em educação fundamental das municipalidades mediante a elaboração de uma tipologia de municípios**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, G. R.; LIMA, A. F. R.; JÚNIOR, S. B. F.; ROSA, T. M. Avaliação de eficiência das escolas públicas de ensino médio em Goiás: uma análise de dois estágios. **Economia Aplicada**, v. 21, n. 2, p. 163, 2017.

OLIVEIRA, M. R.; LAROS, J. A. Construtos mensurados no censo escolar 2002-ensino fundamental. **REICE - Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 5, n. 2, p. 217-231, 2007.

PIERI, R. G.; SANTOS, A. A. Uma Proposta para o Índice de Infraestrutura Escolar e o Índice de Formação de Professores. Textos para discussão, **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**, n. 38, p. 1-44, 2014.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. Tradução de E. Prado, T. Guimarães. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

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.

SCHIEFELBEIN, E.; SIMMONS, J. Os determinantes do desempenho escolar: uma revisão de pesquisas nos países em desenvolvimento. **Cadernos de pesquisa**, n. 35, p. 53-71, 2013.

SILVA, A. A. P.; FERREIRA, M. A. M.; BRAGA, M. J.; ABRANTES, L. A. Eficiência na Alocação de Recursos Públicos Destinados à Educação, Saúde e Habitação em Municípios Mineiros. **Contabilidade, Gestão e Governança**, v. 15, n. 1, p. 96 – 114, 2012.

SOARES, C. M. **Escolas municipais urbanas e “rurais”: uma análise sobre a infraestrutura escolar na microrregião de Itapetininga/SP (2012 e 2018)**. 2020. Monografia (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

SOARES NETO, J. J.; JESUS, G. R.; KARINO, C. A.; ANDRADE, D. F. Uma escala para medir a infraestrutura escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 24, n. 54, p. 78-99, 2013.

TONE, K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. **European journal of operational research**, v. 130, n. 3, p. 498-509, 2001.

TORRES, S. E. **A eficiência das escolas públicas da rede soteropolitana: considerações a partir da Análise Envoltória de Dados (DEA)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

WEHRENS, R. **Chemometrics with R: multivariate data analysis in the natural sciences and life sciences**. Springer Science & Business Media, 2011.

WILL, A. R. **Eficiência dos estados brasileiros nos gastos com educação: um estudo comparativo de recursos utilizados e resultados alcançados**. 2014. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ZOGHBI, A. C. P.; MATOS, E. H. C. D.; ROCHA, F. F.; ARVATE, P. R. Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 39, n. 4, p. 785-809, 2009.

Apêndices

Apêndice A – construção dos escores de infraestrutura escolar e de nível socioeconômico do aluno

Para a escolha das variáveis a serem utilizadas na construção dos escores de infraestrutura escolar e de nível socioeconômico do aluno utilizou-se da literatura da área. No caso dos escores de infraestrutura escolar, os trabalhos verificados foram Alves e Xavier (2018), Duarte, Gomes e Gotelíb (2019), Oliveira e Laros (2007), Pieri e Santos (2014), Soares (2020) e Soares Neto et al. (2013). Para os escores de nível socioeconômico do aluno¹², os trabalhos verificados foram CEPECON (2018), Diniz (2012), Moraes (2018), Oliveira et al. (2017) e Torres (2013). Com base nesses trabalhos, selecionou-se variáveis disponíveis nos microdados do Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), dos anos de 2017 e 2019. As variáveis utilizadas constam nas Tabelas 6 e 7.

¹² O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) disponibiliza o Indicador de Nível Socioeconômico (INSE), com o intuito de verificar o perfil socioeconômico dos alunos atendidos pelas respectivas escolas. No presente trabalho, optou-se por não utilizar o INSE, pois o mesmo é calculado para o Brasil e poderia haver perda de variabilidade ao ser utilizado somente o recorte para o estado do Paraná. Além disso, neste trabalho, os escores devem ser construídos de forma a serem comparáveis também entre os anos em análise, para o uso na construção do índice de (in)eficiência.

Para a construção dos escores, foi utilizada a análise fatorial¹³. Primeiramente, foram realizados testes para verificar a adequação da aplicação dessa técnica. Calculou-se a Medida de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*) para cada variável. Todas as variáveis se mostraram com valores do MSA adequados para aplicação da Análise Fatorial - maiores que 0,5, de acordo com Hair et al. (2009). Os valores da MSA se encontram nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - variáveis utilizadas na construção dos escores de infraestrutura escolar e as respectivas Medidas de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*)

Enunciado	Alternativas e codificação		MSA
Abastecimento de água	Sim(1)	Não(0)	0,52
Abastecimento de energia elétrica	Sim(1)	Não(0)	0,82
Esgoto sanitário	Sim(1)	Não(0)	0,64
Auditório	Sim(1)	Não(0)	0,80
Banheiro	Sim(1)	Não(0)	0,68
Biblioteca	Sim(1)	Não(0)	0,87
Cozinha	Sim(1)	Não(0)	0,57
Dispensa	Sim(1)	Não(0)	0,76
Dormitório de Aluno	Sim(1)	Não(0)	0,54
Dormitório de professor	Sim(1)	Não(0)	0,56
Laboratório de ciências	Sim(1)	Não(0)	0,86
Laboratório de informática	Sim(1)	Não(0)	0,86
Quadra de esportes	Sim(1)	Não(0)	0,88
Refeitório	Sim(1)	Não(0)	0,66
Sala de Leitura	Sim(1)	Não(0)	0,53
Sala de professores	Sim(1)	Não(0)	0,90
Sala de secretaria	Sim(1)	Não(0)	0,89
Computador	Sim(1)	Não(0)	0,73
DVD/Blu-ray	Sim(1)	Não(0)	0,66
Aparelho de som	Sim(1)	Não(0)	0,85
Televisão	Sim(1)	Não(0)	0,80
Projeter Multimídia (Datashow)	Sim(1)	Não(0)	0,91
Internet	Sim(1)	Não(0)	0,75

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 7 - variáveis utilizadas na construção dos escores de nível socioeconômico do aluno e as respectivas Medidas de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*)

Enunciado	Alternativas e codificação				MSA
Na sua casa tem televisão em cores?	Nenhum(0)	Um(1)	Dois(2)	Três ou mais(3)	0,80
Na sua casa tem geladeira?	Nenhum(0)	Um(1)	Dois(2)	Três ou mais(3)	0,79
Na sua casa tem carro?	Nenhum(0)	Um(1)	Dois(2)	Três ou mais(3)	0,79
Na sua casa tem computador?	Nenhum(0)	Um(1)	Dois(2)	Três ou mais(3)	0,77
Na sua casa tem banheiro?	Nenhum(0)	Um(1)	Dois(2)	Três ou mais(3)	0,74
Na sua casa tem quartos para dormir?	Nenhum(0)	Um(1)	Dois(2)	Três ou mais(3)	0,77

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: havia um número considerável de alunos que responderam “não sei” sobre a escolaridade da mãe e do pai, além das observações vazias. Optou-se por não considerar tais variáveis para evitar perda considerável de observações.

¹³ A metodologia de análise fatorial pode ser encontrada em Hair et al. (2009), Hoffmann (2016) e Wehrens (2011).

O valor obtido para o teste de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) para as variáveis de infraestrutura escolar foi de 0,8261, enquanto para as variáveis de nível socioeconômico do aluno o valor foi de 0,7724. Segundo Hair et al. (2009) e Fávero et al. (2009), esses valores indicam que a Análise Fatorial é adequada para ser aplicada aos dados (maior que 0,5). Além disso, pela significância do teste de esfericidade de Bartlett ($<0,01$), pôde-se rejeitar a hipótese nula de que a matriz de correlação é igual à matriz identidade, para ambos os casos, indicando que a Análise Fatorial é adequada aos dados.

Portanto, aplicou-se a Análise Fatorial, obtendo os autovalores para os fatores de infraestrutura escolar e de nível socioeconômico dos alunos, descritos nas Tabela 8 e 9, respectivamente. Utilizando o critério de Kaiser (autovalores maiores que 1), manteve-se os 8 primeiros fatores para o caso da infraestrutura escolar e, para o caso do nível socioeconômico dos alunos, o primeiro fator.

Tabela 8 - autovalores dos fatores de infraestrutura escolar

Fator	Autovalor	% da variância	% da variância acumulada
1	3,86	16,77	16,77
2	1,96	8,53	25,30
3	1,36	5,93	31,23
4	1,20	5,24	36,47
5	1,13	4,92	41,39
6	1,08	4,71	46,10
7	1,03	4,48	50,58
8	1,01	4,37	54,95
9	0,98	4,27	59,22
10	0,93	4,04	63,26
11	0,89	3,85	67,12
12	0,85	3,70	70,82
13	0,83	3,62	74,45
14	0,79	3,42	77,87
15	0,74	3,23	81,09
16	0,69	2,99	84,08
17	0,64	2,80	86,88
18	0,62	2,72	89,60
19	0,57	2,48	92,07
20	0,57	2,46	94,53
21	0,47	2,02	96,56
22	0,45	1,95	98,51
23	0,34	1,49	100,00

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 9 - autovalores dos fatores socioeconômicos do aluno

Fator	Autovalor	% de variância	% da variância acumulada
1	2,24	37,29	37,29
2	0,87	14,52	51,81
3	0,85	14,10	65,91
4	0,75	12,52	78,43
5	0,69	11,52	89,95
6	0,60	10,05	100,00

Fonte: resultados da pesquisa.

Para a análise dos oito fatores mantidos para a infraestrutura escolar, foi utilizada a rotação Varimax. A Tabela 10 apresenta os fatores, as variáveis e as cargas fatoriais rotacionadas. A interpretação das variáveis em termos de cargas fatoriais - maiores que 0,5, conforme Hair et al. (2009) - foi utilizada para inserir o nome de cada fator.

Como manteve-se um fator no caso do nível socioeconômico dos alunos, não houve rotação das cargas fatoriais. A Tabela 11 apresenta o fator, as variáveis e as cargas fatoriais. Observa-se que todas as variáveis foram influentes em termos de cargas fatoriais - maiores que 0,5, conforme Hair et al. (2009).

Tabela 10 - cargas fatoriais (rotacionadas) dos fatores de infraestrutura escolar

Variáveis	Fatores							
	1- Atividades extra classe	2- Estrutura adm	3- Aparelhamento eletrônico	4- Estruturas de apoio	5- Alimentação/higiene	6- Dormitório	7- Água/energia	8- Esgoto
Laboratório de informática	0,78	0,10	0,08	-0,07	-0,04	-0,03	0,00	0,01
Biblioteca	0,75	0,16	0,03	-0,07	0,05	0,03	-0,02	-0,04
Quadra de esportes	0,74	0,16	0,03	-0,04	0,01	-0,05	0,00	0,05
Laboratório de ciências	0,71	-0,06	0,03	0,09	0,03	0,05	0,04	-0,05
Projet. Mult. (Datashow)	0,52	0,38	0,08	-0,04	-0,03	-0,11	-0,01	0,10
Internet	0,11	0,79	0,21	0,02	-0,04	0,00	0,08	0,00
Computador	0,02	0,76	0,27	0,00	-0,03	0,01	0,09	-0,02
Sala de professores	0,36	0,57	-0,03	0,14	0,08	-0,01	0,00	0,03
Sala de secretaria	0,43	0,51	-0,07	0,12	0,16	0,01	-0,02	-0,01
DVD/Blu-ray	0,00	-0,07	0,79	0,01	-0,01	-0,03	0,00	0,01
Televisão	0,07	0,19	0,69	0,01	0,03	0,04	0,07	-0,06
Aparelho de som	0,08	0,23	0,57	0,05	0,03	-0,02	-0,03	0,07
Sala de Leitura	-0,02	0,05	-0,03	0,64	-0,14	-0,06	-0,01	0,16
Refeitório	-0,22	0,17	0,09	0,61	0,17	0,03	-0,01	-0,14
Auditório	0,41	-0,15	0,07	0,54	-0,02	0,16	0,07	-0,03
Cozinha	-0,02	-0,04	0,03	-0,05	0,73	-0,01	-0,02	-0,11
Banheiro	0,04	-0,01	-0,01	-0,06	0,58	-0,01	0,09	0,20
Despensa	0,05	0,23	0,05	0,35	0,50	0,03	-0,05	-0,07
Dormitório de professor	0,01	-0,05	0,00	-0,07	0,03	0,75	0,00	0,11
Dormitório de Aluno	-0,03	0,05	-0,02	0,10	-0,03	0,74	0,00	-0,10
Abastecim. de água	0,03	-0,04	-0,07	0,06	-0,05	-0,04	0,79	0,01
Abastecim. de energ. elétr.	-0,01	0,15	0,11	-0,06	0,10	0,03	0,65	-0,02
Esgoto sanitário	-0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	-0,01	0,93

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 11 - cargas fatoriais do fator socioeconômicos do aluno

Variável	Fator
	1-Nível Socioeconômico
Na sua casa tem televisão em cores?	0,61
Na sua casa tem geladeira?	0,52
Na sua casa tem carro?	0,63
Na sua casa tem computador?	0,61
Na sua casa tem banheiro?	0,72
Na sua casa tem quartos para dormir?	0,56

Fonte: resultados da pesquisa.

Realizada a análise das cargas fatoriais, foram calculados os escores de cada escola e de cada aluno. Os escores obtidos da Análise Fatorial possuem média 0 e desvio padrão 1, podendo apresentar valores negativos. Para facilitar a interpretação dos escores, utilizou-se, a exemplo de Lemos (2001), a seguinte fórmula para transformar os escores em uma escala de 0 a 1:

$$EF_{ij} = (E_{ij} - E_{j_min}) / (E_{j_max} - E_{j_min})$$

onde:

EF_{ij} é o escore final da i – ésima observação no j – ésimo fator;

E_{ij} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) da i – ésima observação no j – ésimo fator;

E_{j_min} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) mínimo observado no j – ésimo fator; e

E_{j_max} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) máximo observado no j – ésimo fator.

Posteriormente, foi calculada a média do escore socioeconômico do aluno para cada escola. As Tabelas 12 e 13 apresentam as análises descritivas dos escores de infraestrutura escolar e de nível socioeconômico dos alunos, respectivamente.

Tabela 12 - análise descritiva dos escores de infraestrutura escolar

Fator	Observações		Média			Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	2017	2019	2017	2019	Variaç.	2017	2019	2017	2019	2017	2019
1-Atividades extra classe	7348	7369	0,4181	0,4140	-1,00%	0,2227	0,2252	0,0067	0	0,9737	1
2-Estrutura adm.	7348	7369	0,6619	0,6823	3,08%	0,1102	0,1031	0,0623	0	1	0,9759
3-Aparelhamento eletrônico	7348	7369	0,5807	0,5553	-4,37%	0,1198	0,1253	0,0306	0	1	0,9532
4-Estruturas de apoio	7348	7369	0,4201	0,4344	3,40%	0,1133	0,1145	0	0,0239	1	0,9468
5-Alimentação/higiene	7348	7369	0,8130	0,8255	1,53%	0,0775	0,0514	0	0,1203	1	0,9671
6-Dormitório	7348	7369	0,0612	0,0622	1,60%	0,0454	0,0447	0,0054	0	1	0,9930
7-Água/energia	7348	7369	0,9830	0,9829	-0,01%	0,0205	0,0215	0,4107	0	1	0,9986
8-Esgoto	7348	7369	0,8595	0,8620	0,29%	0,0489	0,0391	0	0,0277	1	0,9955

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 13 - análise descritiva dos escores de nível socioeconômico (NSE) do aluno e do escore médio calculado para cada escola

Score	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
NSE do aluno no ano 2017	257194	0,4979	0,1350	0	1
NSE do aluno no ano 2019	271739	0,5051	0,1375	0	1
NSE do aluno médio por escola no ano 2017	4986	0,4861	0,0480	0,2993	0,7147
NSE do aluno médio por escola no ano 2019	4821	0,4943	0,0441	0,3247	0,6829

Fonte: resultados da pesquisa.

Artigo 3 - Fatores associados à (in)eficiência das escolas públicas do Paraná: um estudo a partir da Regressão Quantílica

Resumo: Haja vista a importância da gestão dos recursos públicos de forma eficiente, o presente trabalho buscou verificar possíveis fatores associados à (in)eficiência das escolas públicas do Paraná. Utilizou-se dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Censo Escolar e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), referentes aos anos de 2017 e 2019. Aplicou-se a regressão quantílica para verificar possíveis fatores associados à (in)eficiência. Entre os resultados, constatou-se que o percentual de pais que vão em reunião afeta positivamente a eficiência das escolas. As escolas com menores níveis de eficiência foram prejudicadas à medida que apresentavam maiores proporções de alunos que trabalhavam fora. Entretanto, escolas com maiores níveis de eficiência não são afetadas por esse aspecto. O fato de o aluno realizar o dever, por si só, não foi significativo para afetar a eficiência das escolas, sendo importante, também, o professor corrigir o dever de casa. As escolas mais ineficientes foram impactadas pelo analfabetismo da população do município. Entretanto, escolas eficientes não são afetadas por esse aspecto. Além disso, as escolas com níveis mais altos de eficiência conseguem tratar as questões adversas que a disparidade econômica trás para os alunos.

1 Introdução

A preocupação com a eficiência vem ganhando destaque na formulação das políticas públicas voltadas a educação (Torres, 2013), ao passo que os estudos sobre eficiência evidenciam a relevância da gestão como fator determinante para a alocação eficiente dos recursos públicos nessa área.

Nesse sentido, alguns autores mencionam a relevância de se utilizar os recursos públicos em educação de forma eficiente, enfatizando a questão da gestão. Hanushek (2016) cita que a forma com que se gasta em educação é mais importante do que quanto se gasta. Menezes-Filho (2007) analisou os determinantes do desempenho escolar para o Brasil. O autor cita que a forma de alocação dos recursos parece ser mais importante para explicar os resultados obtidos do que a quantidade de recursos. O ex-presidente do Banco Central, Affonso Celso Pastore, adverte que “o dinheiro para educação é importante, mas não adianta dobrar os investimentos e não melhorar a gestão dos recursos” (FRAGA, 2013). Entre os recursos na área educacional, pode-se citar a infraestrutura escolar e a formação dos professores e diretores. Assim, é importante verificar como esses recursos estão sendo geridos.

Nos últimos anos, pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de avaliar a eficiência na área educacional¹⁴. A maioria destes estudos utiliza os municípios como unidade de análise. Macêdo et al. (2012) encontraram uma eficiência média dos municípios do Paraná de 0,85

¹⁴ O Quadro 1 do apêndice A apresenta uma síntese de trabalhos sobre essa temática.

(considerando que o índice varia entre 0 e 1). Diniz (2012) calculou uma eficiência média dos municípios brasileiros de 0,80. No trabalho de Savian e Bezerra (2013), a eficiência média dos municípios do Paraná foi de 0,75, em 2005, e 0,74, em 2009. Oliveira et al. (2017) encontraram uma eficiência média de 0,36 para as escolas de Goiás. Os resultados obtidos por autores como Zoghbi et al. (2009), Carvalho e Sousa (2014) e Begnini e Tosta (2017), corroboram a necessidade de melhorar a gestão dos recursos.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2017a), o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)¹⁵ da rede pública brasileira, em 2017, foi de 5,5 nos anos iniciais do ensino fundamental, 4,4 nos anos finais e 3,5 no ensino médio. Para esse mesmo ano, os valores do IDEB para o estado do Paraná foram de 6,3 nos anos iniciais, 4,7 nos anos finais e 3,7 no ensino médio, apresentando, portanto, valores superiores aos do país.

Em 2019, dentre os estados brasileiros, o Paraná figurou em segundo lugar entre os maiores valores do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos iniciais do ensino fundamental, em terceiro lugar (juntamente com Goiás) nos anos finais do ensino fundamental e em terceiro lugar (juntamente com Pernambuco) no ensino médio (INEP, 2019a). Apesar do Paraná apresentar um dos melhores níveis do indicador educacional, Kametani (2017) atenta para a discrepância do IDEB dentro do estado. Revelando a necessidade de maior atenção dos formuladores de políticas públicas para os municípios que apresentam desempenho inferior.

Tendo em vista essas características apresentadas pelo Paraná, e o fato de que a minoria dos trabalhos presentes na literatura trata sobre variáveis de gestão escolar, o presente artigo busca verificar possíveis fatores associados a uma maior ou menor (in)eficiência das escolas públicas paranaenses. Assim, gestores escolares e formuladores de políticas públicas podem utilizar tais informações para melhorar o uso dos recursos e elevar os níveis de eficiência.

Seguindo a sugestão de Zoghbi et al. (2009), ao invés do município, o presente trabalho utilizou a escola como unidade de análise. Para obter os resultados e verificar os possíveis fatores associados ao índice de (in)eficiência, foi empregada a regressão quantílica. Os dados utilizados foram obtidos do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), do Censo Escolar e do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), referentes aos anos de 2017 e 2019.

¹⁵ Conforme o INEP, o IDEB varia de 0 a 10.

O presente artigo está organizado em quatro seções, incluindo a introdução. Na seção 2 são apresentados os dados e a metodologia. Na sequência (seção 3), são apresentados os resultados e discussão. Por último, na seção 4, encontram-se as conclusões.

2 Dados e metodologia

2.1 Dados

Utilizou-se dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Censo Escolar e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), referentes aos anos de 2017 e 2019. Primeiramente, construiu-se escores de infraestrutura escolar e escores de nível socioeconômico do aluno.

Em seguida, os escores, juntamente com o percentual de professores com curso superior e a escolaridade do diretor foram utilizados, como insumos, no cálculo do índice de (in)eficiência. Como produto foram utilizadas as médias das notas de português e matemática.

Os resultados dos escores de infraestrutura escolar, de nível socioeconômico do aluno e do índice de (in)eficiência se encontram no apêndice B.

Construiu-se, a partir dos microdados do SAEB e Censo Escolar, variáveis relacionadas à gestão escolar. Essas variáveis foram inseridas em um modelo de regressão quantílica para verificar os possíveis fatores associados ao índice de (in)eficiência. Os dados foram empilhados e utilizada uma variável binária indicativa de ano.

2.2 Regressão Quantílica

A análise sobre os fatores associados à eficiência escolar, por vezes, é realizada a partir da regressão tobit - Júnior et al. (2016) e Gomes (2010), por exemplo. Entretanto, nesse contexto, também é importante verificar como as medidas de gestão escolar estão relacionadas aos diferentes níveis de eficiência. A regressão quantílica permite essa abordagem.

Segundo Hao e Naiman (2007), dadas as mudanças nas variáveis independentes, a regressão quantílica especifica mudanças no quantil condicional da variável dependente, permitindo analisar possíveis diferenças na associação entre as variáveis nos diferentes quantis da distribuição, como aponta Costa et al. (2015).

De acordo com Hao e Naiman (2007), a regressão quantílica pode ser indicada, também, para os casos em que a distribuição de frequência da variável dependente é assimétrica. Essa é uma das características que levaram trabalhos sobre fatores associados à eficiência a utilizarem a regressão quantílica - Costa et al. (2015), Araújo (2007), Campos (2011), Nascimento et al.

(2012), Barbosa et al. (2013) e Proite e Sousa (2004). Além disso, os quantis utilizados com mais frequência são 10%, 25%, 50%, 75% e 90%.

Considere um quantil de ordem τ , $0 < \tau < 1$. Além disso, Y é uma variável dependente como função das variáveis independentes da matriz X , com n observações. Pode-se encontrar $\hat{\beta}(\tau)$, um vetor de parâmetros estimados, por meio do seguinte problema de minimização da soma dos erros absolutos ponderados:

$$\min \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - x_i\beta) \quad (1)$$

Em que ρ_{τ} é a função *check* definida por $\rho_{\tau}(\epsilon) = \begin{cases} \tau\epsilon, & \text{se } \epsilon \geq 0 \\ (\tau - 1)\epsilon, & \text{se } \epsilon < 0 \end{cases}$ em que ϵ são os erros.

Barrodale e Roberts (1973) sugeriram um algoritmo para estimar os parâmetros do modelo de regressão quantílica. Tal algoritmo adapta o problema de minimização da soma dos erros absolutos ponderados, descrito acima, a um problema de programação linear (PPL). Esse PPL em específico utiliza o método de solução Simplex¹⁶. Mais detalhes sobre essa adaptação podem ser consultados em Santos (2012), Koenker (2005), Hao e Naiman (2007) e Cameron e Trivedi (2010).

Para verificar a diferença estatística entre os coeficientes de cada quantil, pode-se utilizar o teste de Wald. Segundo Hao e Naiman (2007), é possível testar a hipótese de igualdade entre pares de coeficientes, $\hat{\beta}_j^p$ e $\hat{\beta}_j^q$, de uma mesma variável, j , em dois quantis, p e q , diferentes:

$$\text{Estatística Wald} = \frac{(\hat{\beta}_j^p - \hat{\beta}_j^q)^2}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j^p - \hat{\beta}_j^q}^2} \quad (2)$$

A formulação do teste de igualdade entre múltiplos coeficientes de cada quantil também pode ser encontrada em Hao e Naiman (2007).

3 Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva das variáveis inseridas na regressão. Tais variáveis foram utilizadas com o intuito de captar a relação entre a gestão escolar e o índice de (in)eficiência. A média das variáveis *dummies* corresponde ao percentual da categoria em

¹⁶ Outros métodos de solução de problemas de programação linear podem ser verificados em Fávero e Belfiore (2012).

questão. Assim, 46,22% das escolas analisadas possuíam alguma atividade complementar¹⁷ em 2017 e 34,68% em 2019. Acerca das etapas de ensino, 75,63% ofertavam apenas o ensino fundamental (EF), 1,33% ofertavam apenas o ensino médio (EM) e 23,04% ofertavam as duas etapas em 2017; em 2019, esses percentuais foram de 77,95%, 3,9% e 18,15%, respectivamente.

Tabela 1 - análise descritiva das variáveis inseridas na regressão quantílica

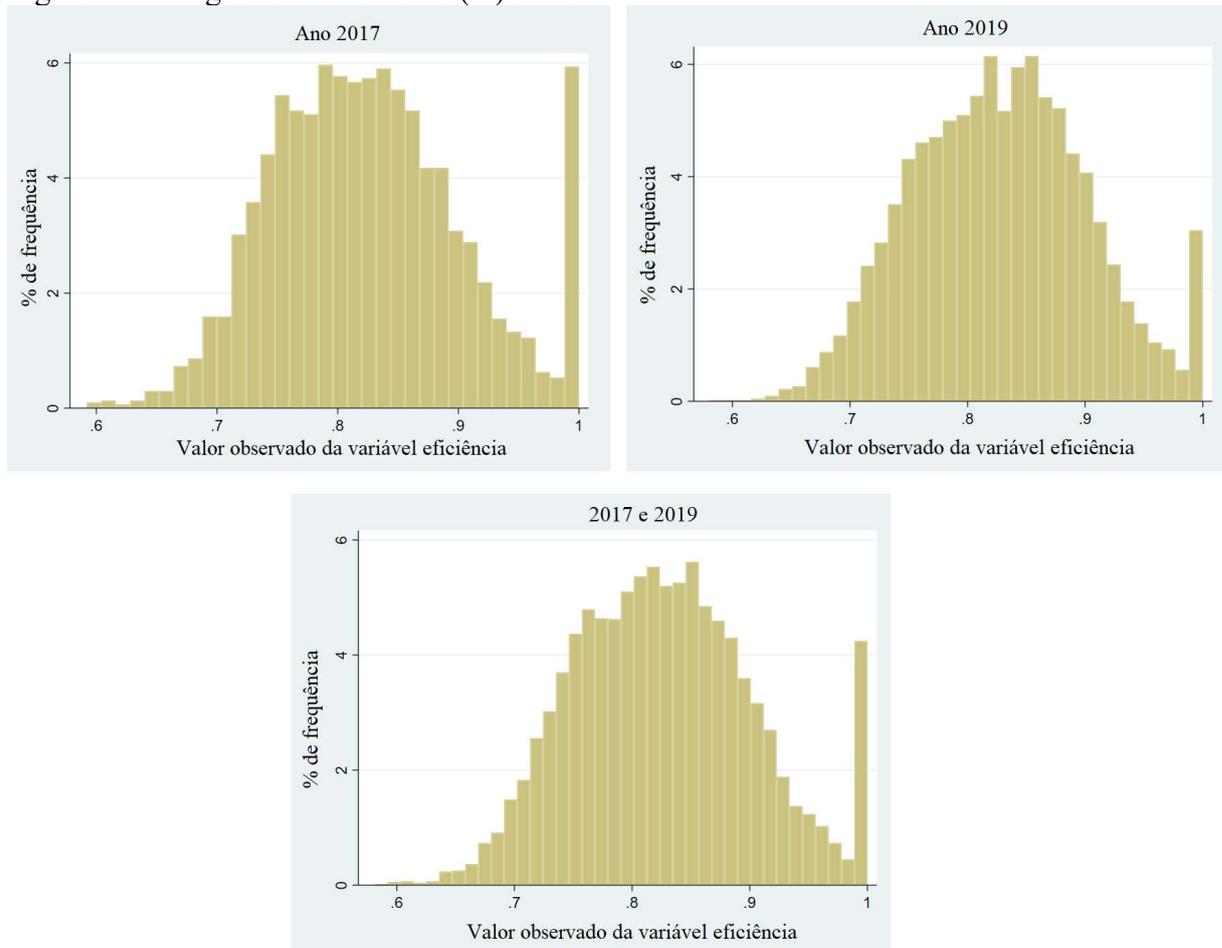
Variável	Obs.		Média		Desvio padrão		Mínimo		Máximo			
	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019		
Variáveis explicativas	% de pais que vão em reunião	2846	4018	0,5796	0,5523	0,1606	0,1662	0	0	1	1	
	% de pais que incentivam a não faltar	2846	4018	0,9781	0,9068	0,0354	0,0610	0,1667	0,3571	1	1	
	% de pais que conversam sobre o que aconteceu na escola	2846	4018	0,7735	0,3891	0,1108	0,1205	0,2353	0	1	1	
	% de alunos que trabalham fora	2846	4018	0,1182	0,2193	0,1006	0,1697	0	0	0,7000	1	
	% de professores que passam dever	2846	4018	0,8831	0,8960	0,2618	0,2336	0	0	1	1	
	% de professores que corrigem dever	2846	4018	0,9085	0,9239	0,2334	0,1999	0	0	1	1	
	Escola possui atividade complementar	2846	4018	0,4622	0,3468	0,4987	0,4760	0	0	1	1	
	Escola possui apenas Ensino Fundamental	2846	4018	0,7563	0,7795	0,4294	0,4146	0	0	1	1	
	Escola possui apenas Ensino Médio	2846	4018	0,0133	0,0390	0,1144	0,1937	0	0	1	1	
	Escola possui Ensino Fundam. e Médio	2846	4018	0,2304	0,1815	0,4212	0,3854	0	0	1	1	
	Municipal	2846	4018	0,6641	0,5915	0,4724	0,4916	0	0	1	1	
	Estadual	2846	4018	0,3346	0,4066	0,4719	0,4912	0	0	1	1	
	Federal	2846	4018	0,0013	0,0019	0,0364	0,0441	0	0	1	1	
	Rural	2846	4018	0,1456	0,1327	0,3527	0,3393	0	0	1	1	
	Urbana	2846	4018	0,8544	0,8673	0,3527	0,3393	0	0	1	1	
Analfáb. 18 anos ou mais no município	385	399	0,0767	0,0789	0,0405	0,0422	0,0132	0,0132	0,2123	0,2123		
Gini da mesorregião	10	10	0,4736	0,4732	0,0296	0,0293	0,4184	0,4184	0,5248	0,5248		
Variável explicada	Índice de (in)eficiência		2846	4018	0,8256	0,8279	0,0805	0,0753	0,5920	0,5809	1	1

Fonte: resultados da pesquisa a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Censo Escolar e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES).

A Figura 1 apresenta o histograma do índice de (in)eficiência. Observa-se que há assimetria na distribuição de frequência, motivando o uso da regressão quantílica, como apontado na seção de metodologia.

¹⁷ Segundo os microdados do SAEB e do Censo Escolar, as atividades complementares estão relacionadas à música, artes plásticas, cinema, artes cênicas, entre outras.

Figura 1 - histograma do índice de (in)eficiência



Fonte: resultados da pesquisa a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Censo Escolar e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES).

A Tabela 2 apresenta os resultados da regressão quantílica. O teste de Wald indica se os coeficientes são estatisticamente diferentes entre os quantis. O percentual de pais que vão em reunião afetou positivamente a eficiência das escolas, em todos os quantis.

A porcentagem de pais que incentivam os filhos a não faltarem à escola afeta positiva e significativamente os quantis mais baixos, perdendo significância no quantil q90. Isso pode indicar que escolas mais eficientes conseguem, de alguma maneira, compensar esse incentivo dos pais, porém, tal incentivo é importante para as escolas menos eficientes. Faria e Machado (2015), em estudo realizado com apoio da Fundação Lemann, Instituto Credit Suisse Hedging-Griffo e Itaú BBA, analisaram escolas que, apesar de condições desfavoráveis, apresentaram bons resultados educacionais. Tais escolas esforçavam-se para melhorar a relação entre aluno e professor, oferecendo um ambiente seguro e agradável que atraísse os alunos. Além disso, organizavam o ambiente de forma a estabelecer rotinas regulares e entravam em contato com a família do aluno diante de faltas injustificadas. Tais ações dessas escolas podem incentivar os alunos a não faltarem.

Tabela 2 - resultados da regressão quantílica

Variável explicada: eficiência	q10	q25	q50	q75	q90	Significância teste de Wald
% de pais que vão em reunião	0,0580*** (0,0064)	0,0531*** (0,0043)	0,0517*** (0,0043)	0,0569*** (0,0067)	0,0346*** (0,0104)	0,1995
% de pais que incentivam a não faltar	0,0678** (0,0277)	0,11556*** (0,0203)	0,1023*** (0,0182)	0,0684*** (0,0177)	0,0186 (0,0478)	0,1161
% de pais que conversam sobre o que aconteceu na escola	-0,0129 (0,0105)	-0,0089 (0,0080)	0,0007 (0,0086)	0,0161* (0,0096)	0,0611*** (0,0167)	0,0001
% de alunos que trabalham fora	-0,0132* (0,0068)	-0,0082 (0,0068)	-0,0038 (0,0061)	-0,0165* (0,0087)	0,0133 (0,0161)	0,2378
% de professores que passam dever	0,0012 (0,0057)	0,0052 (0,0069)	0,0011 (0,0081)	-0,0043 (0,0106)	0,0022 (0,0107)	0,7464
% de professores que corrigem dever	0,0181** (0,0073)	0,0148** (0,0061)	0,0122* (0,0074)	0,01567 (0,0117)	0,0117 (0,0133)	0,9226
Escola possui atividade complementar	-0,0049* (0,0030)	-0,0042** (0,0025)	0,0009 (0,0015)	0,0033 (0,0022)	-0,0018 (0,0051)	0,1134
Escola possui apenas Ensino Fundamental	-0,0237*** (0,0030)	-0,0187*** (0,003)	-0,0174*** (0,0022)	-0,0165*** (0,002)	-0,0131*** (0,0043)	0,1295
Escola possui apenas Ensino Médio	0,0389*** (0,0091)	0,0394*** (0,0073)	0,0405*** (0,008)	0,0394*** (0,0082)	0,0414*** (0,0147)	0,9993
Municipal	-0,0855*** (0,0031)	-0,0847*** (0,0032)	-0,0735*** (0,0024)	-0,0618*** (0,0031)	-0,0314*** (0,0072)	0,0000
Federal	0,1143*** (0,0137)	0,1069*** (0,0145)	0,0984*** (0,012)	0,0773*** (0,0107)	0,0442*** (0,0139)	0,0010
Rural	0,0149*** (0,0053)	0,0197*** (0,0048)	0,0389*** (0,0048)	0,05178*** (0,0052)	0,0763*** (0,0076)	0,0000
Analfab. 18 anos ou mais no município	-0,1590*** (0,0341)	-0,1027*** (0,0285)	-0,1022*** (0,0171)	-0,0401 (0,0337)	-0,0024 (0,049)	0,0006
Gini da mesorregião	-0,1290*** (0,0271)	-0,0935*** (0,0255)	-0,0859*** (0,0273)	-0,0784** (0,0313)	-0,1008 (0,0712)	0,6004
Ano 2019	0,0057 (0,0040)	0,0091** (0,0038)	0,0115*** (0,003)	0,0121*** (0,0031)	0,0059 (0,0075)	0,5440
Constante	0,7883*** (0,0228)	0,7452*** (0,0286)	0,7771*** (0,0241)	0,8250*** (0,0166)	0,8939*** (0,0544)	0,0401

Fonte: resultados da pesquisa a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Censo Escolar e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES).

Nota: número de observações em 2017 foi de 2846 e em 2019 foi de 4018. "Escola possui ensino fundamental e ensino médio" omitida. "Escola estadual" omitida. "Escola urbana" omitida. "Ano 2017" omitido. Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erro padrão entre parênteses. q10 = 1º décimo da distribuição, q25 = 1º quartil da distribuição, q50 = mediana, q75 = quantil que separa 75% dos dados e q90 = quantil que separa 90% dos dados. Teste de Wald testa H0: coeficientes entre os quantis são iguais.

A porcentagem de pais que conversam com os filhos sobre o que acontece na escola afetou positiva e significativamente a eficiência escolar somente nos quantis q75 e q90. Essa questão pode estar relacionada ao fato de que, geralmente, são os pais dos alunos que não se comportam bem que acabam conversando mais sobre o que acontece na escola. A significância nos quantis mais altos pode indicar que as escolas com maiores níveis de eficiência, dada a sua forma de agir, não se prejudicam, caso alguns alunos não se comportem bem. Salgado e Novi (2015) compararam escolas com características semelhantes, mas com desempenhos diferentes. Entre as práticas pedagógicas que os autores citam poder influenciar os resultados, estão as

regras claras e definidas, a busca pelo respeito aos professores e demais profissionais escolares e o comportamento disciplinado.

A porcentagem de alunos que trabalham fora de casa afetou negativamente a eficiência no quantil mais baixo (q10) e no quantil q75. No quantil mais alto (q90) não há o efeito negativo e significativo. Assim, as escolas com menores níveis de eficiência foram afetadas negativamente à medida que apresentavam maiores proporções de alunos que trabalhavam fora. Entretanto, escolas com maiores níveis de eficiência não são afetadas por esse aspecto. O trabalho de Faria e Machado (2015), referenciado nos parágrafos anteriores, cita que as escolas em destaque buscavam implementar regras com o intuito de garantir que o tempo das aulas seja aproveitado da melhor maneira. Além disso, tais escolas verificavam regularmente a situação do aluno de forma que, se necessário, aplicavam tratamentos individualizados. Esse conjunto de ações pode permitir que o aluno que trabalha fora de casa tenha melhor aproveitamento do tempo dentro da escola, podendo, ainda, contar com um possível tratamento diferenciado.

A porcentagem de alunos que fazem o dever de casa não apresentou significância. Já a porcentagem de alunos cujo professor corrige o dever, por sua vez, afetou positiva e significativamente a eficiência nos quantis q10, q25 e q50. Conforme teste de Wald, não houve diferença dos coeficientes entre os níveis de eficiência. Trabalhos na área educacional – Macedo (2004) e Schiefelbein e Simmons (2013), por exemplo – indicam que realizar o dever de casa afeta positivamente as notas dos alunos. Entretanto, só o fato de o aluno realizar o dever não foi significativo para afetar a eficiência das escolas, sendo importante, também, o professor corrigir o dever de casa. Faria e Guimarães (2015), analisando escolas que apresentavam características semelhantes, mas obtiveram resultados educacionais diferentes, constataram que, nas escolas com melhores desempenhos, os alunos tinham maior hábito de fazer o dever de casa e os professores de corrigir essas tarefas. O fato de corrigir o dever não ser significativo nos quantis q75 e q90 pode indicar que o ensino das escolas com os maiores níveis de eficiência tenha determinada qualidade na qual o aluno retenha o conhecimento independentemente da correção do dever. Ressalta-se que na análise da infraestrutura escolar, realizada no Artigo 1, uma das características com déficit foi atividades extra classe. Dessa forma, é importante se atentar a esse aspecto, haja vista a importância de se fazer o dever e corrigi-lo.

O fato de apresentar atividade complementar afeta negativamente a eficiência das escolas nos quantis mais baixos (q10 e q25) e o efeito deixa de ser significativo para os quantis mais altos. Ou seja, ofertar atividade complementar pode ser prejudicial para as escolas com níveis baixos de eficiência. Isso pode indicar a necessidade de, primeiramente, melhorar os aspectos básicos de funcionamento dessas escolas (questões relativas ao ensino das disciplinas

fundamentais) e, posteriormente, ofertar atividades complementares. Pelos resultados, escolas que possuem problemas na oferta das disciplinas fundamentais, pioram seus desempenhos, ao proporem atividades complementares. Uma vez que conseguem apresentar menos problemas na oferta dos componentes fundamentais, oferecer atividade complementar já não prejudica sua eficiência.

Em relação às etapas de ensino, escolas que ofertavam apenas EM e aquelas que ofertavam EF e EM tenderam a apresentar maiores índices de eficiência do que aquelas escolas que ofertavam somente o EF. Alunos do EM, por serem mais velhos do que alunos do EF, podem compreender melhor os possíveis benefícios da educação e, dessa forma, possibilitarem uma gestão mais fácil e, conseqüentemente, uma maior eficiência.

No que diz respeito à dependência administrativa, as escolas federais tenderam a apresentar maior eficiência, seguidas pelas escolas estaduais e municipais. Essa diferença apresentou uma tendência de diminuição para quantis maiores. Em questão de localização, as escolas rurais tenderam a apresentar maior eficiência do que as escolas urbanas. Além disso, essa diferença tendeu a aumentar para os quantis maiores.

Além da variável indicativa do ano, foram inseridas duas variáveis como controle, uma a nível municipal e outra a nível mesorregional. A taxa de analfabetismo de pessoas com 18 anos ou mais de idade no município afetou negativamente e significativamente a eficiência das escolas nos quantis mais baixos (q10, q25 e q50), deixando de ser significativa nos quantis mais altos (q75 e q90). Isso pode demonstrar que as escolas mais ineficientes são impactadas pelo analfabetismo da população do município. Entretanto, escolas eficientes não são afetadas por esse aspecto. Além disso, o impacto negativo do analfabetismo de pessoas com 18 anos ou mais de idade no município sobre a eficiência das escolas diminui à medida que se aumenta de quantil. Uma população mais analfabeta provavelmente tem menos recursos para auxiliar seus filhos nos assuntos escolares. As escolas em destaque no trabalho de Faria e Machado (2015), verificavam regularmente a situação do aluno e aplicavam tratamentos individualizados, se necessário. Essa ação pode suprimir a falta de um acompanhamento efetivo que os alunos apresentam por uma população com mais analfabetos.

O índice de Gini da mesorregião que a escola está inserida afetou negativamente a eficiência das escolas nos quantis q10, q25, q50 e q75, mas não foi significativo para afetar a eficiência das escolas do quantil mais alto (q90). Isso pode indicar que as escolas com níveis mais altos de eficiência conseguem tratar as questões adversas que a disparidade econômica trás para os alunos. Faria e Machado (2015) apontam que os professores das escolas em

destaque buscavam conhecer o contexto de vida dos alunos e evitar que as condições socioeconômicas prejudicassem o rendimento escolar.

4 Conclusões

Haja vista a importância da gestão dos recursos públicos de forma eficiente, o presente trabalho buscou verificar possíveis fatores associados a uma maior ou menor (in)eficiência das escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019. Dessa forma, gestores escolares e formuladores de políticas públicas podem utilizar tal informação para buscar melhorar o uso dos recursos e elevar os níveis de eficiência. Primeiramente, utilizou-se escores de infraestrutura escolar, nível socioeconômico do aluno, nível de escolaridade do professor e do diretor no cálculo do índice de (in)eficiência. Posteriormente, empregou-se a regressão quantílica para verificar possíveis fatores associados à (in)eficiência.

Constatou-se que o percentual de pais que vão em reunião afeta positivamente a eficiência das escolas em todos os quantis. Os resultados ainda indicam que as escolas mais eficientes conseguem compensar o incentivo dos pais, porém, tal incentivo é importante para as escolas menos eficientes.

Além disso, as escolas com maiores níveis de eficiência, dada a sua forma de agir, não se prejudicam, caso alguns alunos não se comportem bem. Outro resultado foi de que as escolas com menores níveis de eficiência foram afetadas negativamente à medida que apresentavam maiores proporções de alunos que trabalhavam fora. Entretanto, escolas com maiores níveis de eficiência não são afetadas por esse aspecto.

Somente o fato de o aluno realizar o dever não foi significativo para afetar a eficiência das escolas, sendo importante, também, o professor corrigir o dever de casa. Ofertar atividade complementar pode ser prejudicial para as escolas com níveis baixos de eficiência. Isso pode indicar a necessidade de, primeiramente, melhorar os aspectos básicos de funcionamento dessas escolas, em específico, e, posteriormente, ofertar atividades complementares.

Escolas que ofertavam apenas EM e aquelas que ofertavam EF e EM tenderam a apresentar maiores índices de eficiência do que aquelas escolas que ofertavam somente o EF. Alunos do EM, por serem mais velhos do que alunos do EF, podem compreender melhor os possíveis benefícios da educação e, dessa forma, possibilitarem uma gestão mais fácil e, conseqüentemente, uma maior eficiência.

As escolas mais ineficientes foram impactadas pelo analfabetismo da população do município. Entretanto, escolas eficientes não são afetadas por esse aspecto. Além disso, as

escolas com níveis mais altos de eficiência conseguem tratar as questões adversas que a disparidade econômica trás para os alunos.

Os resultados apresentados ajudam na compreensão dos fatores capazes de aumentar a eficiência escolar e levantam questões importantes para o desenvolvimento de políticas públicas educacionais no estado do Paraná. Diante dos resultados, sugere-se políticas públicas que estimulem a participação dos pais em reunião. Além dos pais incentivarem os filhos a irem às aulas, é importante, também, a escola se atentar às faltas injustificadas. Outra política relevante consiste em verificar se nas escolas existem regras claras e definidas que ajudam no comportamento dos alunos e no aproveitamento do tempo dentro da escola. Além disso, é fundamental reforçar, junto aos professores, a importância de passar e também corrigir o dever de casa. Além disso, conhecer o contexto de vida dos alunos se mostra conveniente para tratar as questões adversas que a disparidade econômica trás para os alunos.

Ademais, sugere-se trabalhos qualitativos, que verifiquem junto às escolas consideradas eficientes, bem como aquelas com menores índices de eficiência, características específicas que podem ter contribuído nos seus diferentes desempenhos.

Referências

ARAÚJO, P. L. C. P. **Eficiência tributária municipal em dois estágios: análise envoltória de dados (DEA) e regressão quantílica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BARBOSA, W. F.; SOUSA, E. P.; AMORIM, A. L.; CORONEL, D. A. Eficiência técnica da agropecuária nas microrregiões brasileiras e seus determinantes. **Ciência Rural**, v. 43, n. 11, p. 2115-2121, 2013.

BARRODALE, I.; ROBERTS, F. An improved Algorithm for Discrete L_1 Linear Approximation. **SIAM Journal on Numerical Analysis**, v. 10, n.5, p. 839-848, 1973.

BECKER, G. S. **Human Capital**. The Concise Encyclopedia of Economics. 2008. Library of Economics and Liberty. Disponível em: <<http://www.econlib.org/library/Enc/HumanCapital.html>>. Acesso em 23 dez. 2019.

BECKER, G. S. **Human Capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. Third Edition. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.

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.

BOHRER, É.; COMUNELLO, A. L.; GODARTH, K. A. L. Eficiência do Gasto Público na Educação: o caso do Sudoeste do Paraná, Brasil. **CAP Accounting and Management**, v. 7, n. 7, p. 209-222, 2013.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using stata**. College Station, TX: Stata press, 2010.

CAMPOS, S. A. C. **Eficiência econômica e ambiental da produção leiteira em Minas Gerais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) – Departamento de Economia e Gerenciamento do Agronegócio, Universidade Federal de Viçosa, 2011.

CARVALHO, L. D. B.; SOUSA, M. C. S. Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões nordeste e sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 44, n. 4, p. 649-684, 2014.

CAVALCANTE, G. T. **Análise do desempenho organizacional de agências bancárias: aplicando DEA a indicadores do BSC**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica, 2009.

COSTA, C. C. M.; FERREIRA, M. A. M.; BRAGA, M. J.; ABRANTES, L. A. Fatores associados à eficiência na alocação de recursos públicos à luz do modelo de regressão quantílica. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 5, p. 1319-1347, 2015.

DELGADO, V. M. S. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais: considerações acerca da qualidade a partir da análise dos dados do SICA e do SIMAVE. **Rio de Janeiro: BNDES**, 2008.

DIAS, H. L.; CAGNINI, W.; CAMARGO, S. R. Análise da eficiência dos gastos públicos com educação nos municípios do Sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 21., 2014, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABC, 2014. p. 1-16.

DINIZ, J. A. **Eficiência das transferências intergovernamentais para a educação fundamental de municípios brasileiros**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FARIA, E. M.; GUIMARÃES, R. R. M. Excelência com equidade: fatores escolares para o sucesso educacional em circunstâncias desfavoráveis. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 26, n. 61, p. 192-215, 2015.

FARIA, E. M.; MACHADO, L. M. M. (Org.). **Excelência com equidade: os desafios dos anos finais do Ensino Fundamental**. 2015. Realização: Fundação Lemann, Instituto Credit Suisse Hedging-Griffo e Itaú BBA. Disponível em: <<https://fundacaolemann.org.br/materiais/excelencia-com-equidade-anos-finais-do-ef>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Pesquisa operacional para cursos de administração, contabilidade e economia**. Elsevier Brasil, 2012.

FRAGA, É. **Gasto com educação no Brasil é semelhante ao de país desenvolvido; falhas são por gestão**. Folha de São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/06/1303780-aprendendo-a-gastar.shtml>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

FRIEDMAN, M. **Capitalismo e liberdade**. Rio de Janeiro: Arte Nova, 1977.

GOMES, C. S. **Eficiência dos sistemas municipais de educação no estado de São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

GRESELE, W. D.; KRUKOSKI, F. A. Eficiência dos gastos municipais em educação no Paraná. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 4, p. 56-74, 2018.

HANUSHEK, E. A. What matters for student achievement: Updating Coleman on the influence of families and schools. **Education Next**, v. 16, n. 2, p. 18-27, 2016.

HAO, L.; NAIMAN, D. Q. **Quantile Regression**. Sage, 2007.

JÚNIOR, J. N. A.; JUSTO, W. R.; ROCHA, R. M.; GOMES, S. M. F. P. O. Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 3, p. 61-73, 2016.

KAMETANI, M. Y. **Uma análise sob o índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB nos municípios do estado do Paraná**. 2017. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

KOENKER, R. **Quantile Regression**. Cambridge University Press. 2005.

MACÊDO, F. F. R. R.; KLOEPPEL, N. R.; JUNIOR, M. M. R.; SCARPIN, J. E. Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 19., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: ABC, 2012. p. 1-16.

MACEDO, G. A. Fatores Associados ao Rendimento Escolar de Alunos da 5ª série (2000) - uma abordagem do valor adicionado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 14., 2004, Caxambú. **Anais [...]**. Caxambú: ABEP, 2004. p. 1-27.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. 3 ed. Trad. de Allan Vidigal Hastings. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MARSHALL, A. **Princípios de economia: tratado introdutório**. Vol I. Tradução revista de Rômulo Almeida e Ottolmy Strauch. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MARX, K. **O Capital, Volume I e II**. Apresentação de Jacob Gorender; Coordenação e revisão de Paul Singer; Tradução de Regis Barbosa e Flávio R. Kothe; Editora Nova Cultural Ltda.; 1996, Círculo do Livro Ltda. Títulos originais: Value, Price and Profit; Das Kapital - Kritik der Politisch en konomie. Apresentação de autoria de Winston Fritsch.

MENEZES-FILHO, N. A. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. Instituto Futuro Brasil, Ibmecc-SP e FEA-USP, 2007.

NASCIMENTO, A. C. C.; LIMA, J. E.; BRAGA, J. M.; NASCIMENTO, M.; GOMES, A. P. Eficiência técnica da atividade leiteira em Minas Gerais: uma aplicação de regressão quantílica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 783-789, 2012.

OLIVEIRA, G. R.; LIMA, A. F. R.; JÚNIOR, S. B. F.; ROSA, T. M. Avaliação de eficiência das escolas públicas de ensino médio em Goiás: uma análise de dois estágios. **Economia Aplicada**, v. 21, n. 2, p. 163, 2017.

PROITE, A.; SOUSA, M. C. S. Eficiência técnica, economias de escala, estrutura da propriedade e tipo de gestão no sistema hospitalar brasileiro. **Encontro Nacional de Economia**, v. 32, 2004.

SALGADO, A. P.; NOVI, J. C. Proposta de práticas administrativo-pedagógicas que possam contribuir para o desempenho dos alunos de escolas municipais do ensino fundamental na Prova Brasil. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 23, p. 631-662, 2015.

SANTOS, B. R. **Modelos de regressão quantílica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 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.

SCHIEFELBEIN, E.; SIMMONS, J. Os determinantes do desempenho escolar: uma revisão de pesquisas nos países em desenvolvimento. **Cadernos de pesquisa**, n. 35, p. 53-71, 2013.

SCHULTZ, T. W. **O Capital Humano: investimentos em educação e pesquisa**. Tradução de Marco Aurélio de Moura Matos. Rio de Janeiro: Zahar, 1973a.

SCHULTZ, T. W. **O valor econômico da educação**. 2ª ed. Tradução de P.S. Werneck. Rev. Técnica de C.A. Pajuaba. Rio de Janeiro: Zahar, 1973b.

SMITH, A.; **A Riqueza das Nações - Investigação sobre sua natureza e suas Causas**. Volume I e II; Ed. Nova Cultural, 1996, Círculo do Livro Ltda.; Título original: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations.

TORRES, S. E. **A eficiência das escolas públicas da rede soteropolitana: considerações a partir da Análise Envoltória de Dados (DEA)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

ZOGHBI, A. C. P.; MATOS, E. H. C. D.; ROCHA, F. F.; ARVATE, P. R. Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 39, n. 4, p. 785-809, 2009.

Apêndices

Apêndice A – Quadro síntese da revisão de literatura

Quadro 1 - síntese da revisão de literatura – trabalhos sobre eficiência na área educacional

Autor(es) (ano)	Objetivo(s)	Base(s) de dados	Metodologia(s)	Variáveis	Principais resultados
Delgado (2008)	Estimar a fronteira de eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais.	Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (Simave). Sistema Informacional de Custo Aluno (Sic) e Censo Escolar.	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Primeiro estágio: Insumos: custo-aluno, número de professores com 3º grau e licenciatura, número de salas, infraestrutura e aparelhamento. Produtos: notas de português, matemática e matrículas. Segundo estágio (regressão): índice de eficiência como variável explicada e as seguintes variáveis como explicativas: infraestrutura, aparelhamento e variáveis de <i>background</i> da família do aluno.	Escolas eficientes conseguem oferecer um ensino melhor a um custo menor. Na análise de regressão, influenciaram positivamente a eficiência: presença de computadores, o estímulo à leitura, a presença de livros em casa e a escolaridade da mãe. Porém, aparelhos de TV, parabólica, videocassete, videotecas, bibliotecas e laboratório de ciências não contribuíram para melhorar a eficiência. Na análise por mesorregião, Jequitinhonha e Norte de Minas, regiões menos desenvolvidas, destacaram-se por consumirem poucos recursos, mas obterem bons resultados.
Zoghbi et al. (2009)	Verificar o desempenho e a eficiência dos gastos em educação dos estados brasileiros, nos níveis fundamentais e médio.	Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Censo Escolar (INEP). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).	<i>Free Disposable Hull</i> (FDH).	Calculou-se dois modelos com insumos diferentes: 1º) gasto estadual em educação. 2º) indicador agregado construído a partir do número de professores por aluno, da média de horas-aula e da infraestrutura da escola. Produto (o mesmo no 1º e 2º modelo): índice de desempenho construído a partir da nota do SAEB, distorção idade-série, taxa de concluintes e da taxa de atendimento.	Os autores apontam que há um amplo espaço para melhorar a eficiência lançando mão de melhor gestão dos recursos. Estados com melhores desempenhos educacionais não são necessariamente os mais eficientes.
Gomes (2010)	Avaliar a eficiência dos sistemas municipais de educação, nas primeiras séries do ensino	Censo Educacional do Ministério da Educação e Cultura (MEC).	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Primeiro estágio: Insumos: gasto por aluno, laboratório de informática, biblioteca, percentual de professores com ensino superior, razão	Constatou-se que o principal problema está na escala incorreta de operação. Tal problema pode ser resolvido com a readequação no uso dos

	fundamental, para o estado de São Paulo.	Prova Brasil (INEP). Finanças do Brasil (Finbra).		alunos/funcionários e razão aluno/professores. Produtos: notas em matemática e português, número de matrículas e taxa de aprovação. Segundo estágio (regressão Tobit): Variável explicada: índices de eficiência obtidos no primeiro estágio. Variáveis explicativas: variáveis de aluno medidas em percentuais municipais, tais como: parcela de mães com nível de escolaridade igual ou superior a oitava série, parcela de alunos que possuem computador em casa, parcela de alunos que possuem mais de vinte livros em casa.	insumos, sem precisar aumentar as despesas. O percentual de alunos que nunca reprovou de ano foi o fator de maior impacto sobre a eficiência técnica. Fazer o dever de matemática e a escolaridade da mãe afetam positivamente a eficiência estimada no primeiro estágio.
Macêdo et al. (2012)	Analisar a eficiência dos recursos públicos em educação, nos municípios do Paraná.	Finanças do Brasil (Finbra). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Insumos: receita corrente, receita tributária, despesas diversas, despesas com educação. Produtos: número de matrículas, número de docentes e o número de escolas.	100 municípios, dos 367 analisados, foram eficientes (27,25%). A média de eficiência foi de 0,85. Municípios menores tendem a apresentar uma gestão mais eficiente.
Diniz (2012)	Estimar a eficiência dos gastos educacionais e verificar evidências de que as transferências condicionais desfavorecem a eficiência na aplicação de recursos. Trabalhou-se com dados referentes a 3.013 municípios brasileiros.	Sistema de Informação sobre o Orçamento Público em Educação (SIOPE). Secretaria do Tesouro Nacional (STN). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Federação das Indústrias do Estado do Rio de	Análise Envoltória de Dados em painel - DEA dinâmica DSBM (<i>Dinamic Slacks Based Model</i>).	Primeiro estágio: Insumo: gasto por aluno. Produtos: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do 5º e do 9º ano e número de matrículas. Agrupou-se variáveis não-controláveis pelo gestor em 4 grupos: i) características socioeconômicas; ii) background familiar; iii) atributos dos professores; e iv) capacidade inata dos alunos. Regrediu-se os 4 grupos para verificar quais, e como, estavam relacionadas aos índices de eficiência do primeiro estágio.	A média de eficiência foi de 0,80. Dos 3.013 municípios analisados, 251 foram eficientes (8,33%). Os municípios mais eficientes apresentaram maior custo por aluno, maiores índices de educação e mais alunos matriculados.

		Janeiro (FIRJAN).		Segundo estágio: Por fim, estimou-se, novamente, a DEA, adicionando as variáveis não-controláveis (exceto a variável relacionada a capacidade inata dos alunos, que não apresentou significância na regressão).	
Saviane e Bezerra (2013)	Avaliar a eficiência dos gastos públicos com a educação, nos municípios do estado do Paraná, nas séries iniciais do ensino fundamental.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda (STN).	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Insumos: despesa por aluno, número de escolas, relação aluno/professor e PIB per capita (não-discriminatória). Produto: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).	A média de eficiência foi de 0,75 em 2005 e de 0,74 em 2009. Em 2005, 4,20% dos municípios foram eficientes, enquanto, em 2009, esse percentual reduziu para 3,41%. Os autores citam que há necessidade de revisão do modo de alocação dos recursos públicos analisados.
Torres (2013)	Identificar as escolas da rede pública de Salvador-BA que aplicam as melhores estratégias de utilização dos insumos, na 4ª série do ensino fundamental.	Censo Escolar (INEP). Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB/INEP).	Análise Envoltória de Dados em Painel (DEA-Painel).	Insumos: variáveis relacionadas às características dos alunos (proporção de alunos que: possui computador em casa, cujas mães possuem pelo menos o ensino médio completo, que trabalha fora de casa), características dos docentes (proporção de professores com ensino superior completo, idade média/experiência dos professores), características dos diretores (se o diretor possuía curso superior, a existência ou não de um projeto pedagógico com participação de professores na elaboração), infraestrutura escolar (existência de quadra de esportes e biblioteca) e média de alunos por turma. Produtos: taxa de distorção idade-série, taxa de rendimento (aprovação) e nota padronizada da Prova Brasil.	49,7% das escolas foram eficientes em 2007, 29% em 2009 e 39,1% em 2011.

Bohrer, Comunelo e Godarth (2013)	Verificar a eficiência do gasto público com a educação, dos municípios do Sudoeste do Paraná.	Tesouro Nacional Brasileiro. Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB).	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Insumos: despesas públicas com a Educação Básica, número de matrículas e o custo-aluno. Produto: média das notas em português e matemática.	Somente 1 município foi eficiente, dentre os 42 analisados. A média de eficiência foi de 0,75. Os municípios com maiores custo-aluno não estão entre os mais eficientes; a exemplo dos municípios com maiores notas médias de desempenho dos alunos.
Carvalho e Sousa (2014).	Medir a eficiência técnica para as escolas públicas urbanas do Nordeste e Sudeste do Brasil.	Censo Escolar (INEP). Prova Brasil (INEP). (O ano analisado foi o de 2007. Analisou-se a 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental).	Análise Envoltória de Dados (DEA) em conjunto com a Análise das Fronteiras Estocásticas (SFA).	Primeiro estágio: Insumos: número de funcionários, taxa de distorção série-idade. Produtos: mediana das notas de matemática e o número de alunos. Segundo estágio (SFA): Utilizaram variáveis não-discricionárias (relacionadas à composição étnica e nível socioeconômico dos alunos e qualificação dos docentes) para ajustar os produtos de forma a compensar as unidades com fatores ambientais desfavorecidos. Terceiro estágio: estimaram a DEA com a mesma especificação do primeiro estágio, mas com os valores dos produtos ajustados.	O nível socioeconômico do aluno influi positivamente os níveis de eficiência. Os autores citam que, mesmo descontando os fatores ambientais, existe a necessidade de melhoria da gestão dos recursos.
Dias, Cagnini e Camargo (2014).	Identificar a eficiência na qual administradores públicos investem em educação fundamental, especificamente, nos municípios do Sudoeste do Paraná.	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES).	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Insumo: gastos em educação. Produtos: número de escolas, professores e alunos.	7 dos 42 municípios analisados foram eficientes em 2009 (16,66%). Já no ano de 2011 somente 3 dos 42 municípios foram eficientes (7,14%).
Júnior et al. (2016)	Estimar o nível de (in)eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste e verificar os possíveis	Censo escolar (INEP). Prova Brasil (INEP). Censo demográfico (IBGE).	Análise Envoltória de Dados (DEA). Regressão Tobit.	Construíram variáveis de insumo: i) infraestrutura (somatório das informações da escola se possuía sala de gestão, sala de professores, quadra de esportes, banheiro	11,54% das escolas foram eficientes nos anos iniciais e 3,2% nos anos finais. Escolas urbanas tenderam a ser mais eficientes que escolas rurais.

	determinantes de tal (in)eficiência.			<p>dentro da escola, parque infantil, laboratório, biblioteca, sala de leitura, auditório e área verde, salas ativas),</p> <p>ii)tecnologia (somatório das quantidades de TV, DVD, antena parabólica, copiadora, projetores multimídia, impressora, computador, acesso à internet), além dessas, os autores utilizaram as variáveis “formação docente inicial” e “formação docente final”.</p> <p>Produto: médias das notas de português e matemática.</p> <p>Regressão: as proporções de: crianças de 0 a 5 de anos de idade residente em domicílios com responsável analfabetos, crianças de 0 a 5 anos de idade que residem em domicílios com saneamento inadequado, de analfabeto com mais de 15 anos, de domicílios com saneamento inadequado; além da quantidade de alunos matriculados e se a escola é urbana ou rural.</p>	
Oliveira et al. (2017)	Verificar o nível de eficiência das escolas estaduais públicas de Goiás e estudar os condicionantes das eficiências.	Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esporte do Estado de Goiás (SEDUCE-GO). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).	Análise Envoltória de Dados (DEA). Regressão beta inflacionada.	<p>Insumos: gasto médio por aluno.</p> <p>Produtos: médias das notas em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Redação.</p> <p>Variáveis no estudo dos condicionantes da eficiência: escola urbana ou rural, indicador de nível socioeconômico, ensino em tempo</p>	<p>A eficiência média foi de 0,36. Das escolas analisadas, 2,3% foram eficientes.</p> <p>As escolas militares tenderam a ser mais eficientes. As escolas com ensino em tempo integral e com maior média de hora aula tenderam a ser mais ineficientes.</p>

				integral, se é gerida pela polícia militar, percentual de docentes com nível superior, alunos por turma, média de horas por aula diária, laboratórios de informática e de ciências e biblioteca.	
Begnini e Tosta (2017)	Avaliar a eficiência dos gastos com a educação fundamental, nos estados brasileiros.	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) Tesouro Nacional.	Análise Envoltória de Dados (DEA).	Insumo: índices de gastos no ensino fundamental estadual e de funções docentes no ensino fundamental estadual. Produto: índice de estabelecimentos do ensino fundamental, IDEB da 4ª e 8ª séries e taxa de aprovação do ensino fundamental da rede estadual.	25,92% dos estados brasileiros foram eficientes. Os autores enfatizam a necessidade de melhorias na gestão dos recursos empregados na educação.
Gresele e Krukoski (2018)	Avaliar a eficiência dos gastos públicos no ensino fundamental, para os municípios do estado do Paraná.	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI). Secretaria do Tesouro Nacional. Censo do Ensino Fundamental (INEP). Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb).	Análise Envoltória de Dados (DEA). Análise de correlações. Análise de agrupamentos. Testes de comparações de médias.	Insumos: gasto por aluno, docentes por alunos e escolas por alunos. Produto: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).	13 dos 389 municípios analisados foram eficientes (3,3%). A eficiência apresentou um relacionamento negativo e forte com investimentos e um relacionamento positivo fraco com o IDEB. Alguns municípios alcançaram melhores resultados utilizando menos recursos; outros municípios não conseguiram bons resultados utilizando significativa quantidade de recursos.

Fonte: elaboração própria a partir de revisão de literatura.

Apêndice B – Construção dos escores de infraestrutura escolar, do nível socioeconômico do aluno e do índice de (in)eficiência

Em termos de abordagem, por se destacar na aplicação de estimativas da eficiência, a metodologia usada foi a Análise Envoltória de Dados (DEA). Além disso, inseriu-se um indicador socioeconômico dos alunos atendidos pela respectiva escola com o propósito de relativizar os efeitos que o nível socioeconômico do aluno teria sobre o resultado escolar.

Dada a sensibilidade do modelo diante de um número relativamente grande de variáveis (Cavalcante, 2009), fez-se uso da análise fatorial para reduzir o número de variáveis a serem

inseridas na DEA. Inicialmente, mostra-se a construção dos escores pela análise fatorial e, posteriormente, são apresentados os resultados da DEA.

A partir de 23 variáveis que diziam respeito às escolas, obtidas nos microdados do Censo Escolar dos anos de 2017 e 2019, construiu-se escores de infraestrutura escolar, através da Análise Fatorial. Reduziu-se tais variáveis em 8 fatores/características escolares. A exemplo de Lemos (2001), utilizou-se a seguinte fórmula para transformar os escores em uma escala de 0 a 1:

$$EF_{ij} = (E_{ij} - E_{j_min}) / (E_{j_max} - E_{j_min})$$

em que:

EF_{ij} é o escore final da i – ésima observação no j – ésimo fator;

E_{ij} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) da i – ésima observação no j – ésimo fator;

E_{j_min} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) mínimo observado no j – ésimo fator; e

E_{j_max} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) máximo observado no j – ésimo fator.

A análise descritiva dos escores de infraestrutura escolar segue na tabela 3.

Tabela 3 - análise descritiva dos escores de infraestrutura escolar

Fator	Observações		Média			Desvio Padrão		Mínimo		Máximo	
	2017	2019	2017	2019	Variaç.	2017	2019	2017	2019	2017	2019
1-Atividades extra classe	7348	7369	0,4181	0,4140	-1,00%	0,2227	0,2252	0,0067	0	0,9737	1
2-Estrutura adm.	7348	7369	0,6619	0,6823	3,08%	0,1102	0,1031	0,0623	0	1	0,9759
3-Aparelhamento eletrônico	7348	7369	0,5807	0,5553	-4,37%	0,1198	0,1253	0,0306	0	1	0,9532
4-Estruturas de apoio	7348	7369	0,4201	0,4344	3,40%	0,1133	0,1145	0	0,0239	1	0,9468
5-Alimentação/higiene	7348	7369	0,8130	0,8255	1,53%	0,0775	0,0514	0	0,1203	1	0,9671
6-Dormitório	7348	7369	0,0612	0,0622	1,60%	0,0454	0,0447	0,0054	0	1	0,9930
7-Água/energia	7348	7369	0,9830	0,9829	-0,01%	0,0205	0,0215	0,4107	0	1	0,9986
8-Esgoto	7348	7369	0,8595	0,8620	0,29%	0,0489	0,0391	0	0,0277	1	0,9955

Fonte: resultados da pesquisa a partir dos microdados do Censo Escolar

Considerando 6 variáveis que diziam respeito aos alunos, obtidas nos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) dos anos de 2017 e 2019, construiu-se escores de nível socioeconômico do aluno, por meio da Análise Fatorial. Reduziu-se tais variáveis em 1 fator. Assim como os escores de infraestrutura escolar, os escores de níveis socioeconômicos dos alunos também foram transformados para apresentarem uma escala entre 0 e 1. Posteriormente, calculou-se a média para cada escola. A análise descritiva segue na tabela 4.

Tabela 4 - análise descritiva dos escores de nível socioeconômico do aluno e do escore médio calculado para cada escola

Escore	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
NSE do aluno no ano 2017	257194	0,4979	0,1350	0	1
NSE do aluno no ano 2019	271739	0,5051	0,1375	0	1
NSE do aluno médio por escola no ano 2017	4986	0,4861	0,0480	0,2993	0,7147
NSE do aluno médio por escola no ano 2019	4821	0,4943	0,0441	0,3247	0,6829

Fonte: resultados da pesquisa a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)

Os escores de infraestrutura escolar, o escore médio do nível socioeconômico do aluno, o percentual de professores com curso superior e a escolaridade do diretor foram utilizados, como insumos, na Análise Envoltória de Dados (DEA) para o cálculo do índice de (in)eficiência. Como produto foram utilizadas as médias das notas de português e matemática. A tabela 5 contém os resultados do índice de (in)eficiência.

Tabela 5 - resultados do índice de (in)eficiência e classificação segundo Savian e Bezerra (2013)

Índice de (In)eficiência	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Ano 2017	3016	0,8256	0,0805	0,5920	1
Ano 2019	4100	0,8279	0,0753	0,5809	1
Classificação	2017		2019		
Eficientes ($p = 1$)	171	5,67%	106	2,59%	
Ineficiência Fraca ($0,8 \leq p < 1$)	1631	54,08%	2490	60,73%	
Ineficiência Moderada ($0,6 \leq p < 0,8$)	1212	40,19%	1502	36,63%	
Ineficiência Forte ($p < 0,6$)	2	0,07%	2	0,05%	

Fonte: resultados da pesquisa a partir dos microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Censo Escolar.

Considerações Finais

Vários economistas e filósofos citam a relação positiva entre educação, crescimento e o desenvolvimento econômico. Além disso, a educação pública é ofertada mediante os impostos pagos pela sociedade, sendo importante averiguar a eficiência na aplicação desses recursos. Assim, buscou-se responder o seguinte problema de pesquisa: quão (in)eficientes foram as escolas públicas do Paraná, nos anos de 2017 e 2019? Quais fatores, possivelmente, estariam associados a uma maior ou menor (in)eficiência?

Com o propósito de responder essa problemática, foram elaborados três artigos. O primeiro artigo analisou a infraestrutura das escolas públicas do Paraná. No segundo artigo foi proposto um índice de (in)eficiência das escolas. Já no terceiro artigo, estimou-se um modelo de regressão quantílica com o objetivo de identificar os possíveis fatores associados ao índice de (in)eficiência.

Observou-se a existência de heterogeneidade nas estruturas escolares dentro do estado do Paraná. Assim, é importante políticas regionais que se atentem as especificidades de cada local. Para auxiliar nesse sentido, foi apresentada a situação de cada mesorregião no que diz respeito aos escores de infraestrutura.

Constatou-se ainda que as escolas públicas do Paraná com melhores infraestruturas tenderam a apresentar maiores médias nas notas do SAEB, em 2019. Fato importante para os formuladores de políticas públicas, pois através da infraestrutura escolar pode se influenciar os níveis de educação e, conforme a Teoria do Capital Humano, o crescimento econômico.

A eficiência média das escolas públicas do Paraná em 2017 foi de 0,8256 e em 2019 foi de 0,8279, considerando que o índice varia no intervalo de 0 a 1. Para se tornarem eficientes, as escolas teriam que aumentar, em média, cerca de 18% da sua respectiva nota nos exames, mantendo os insumos inalterados. O percentual de escolas eficientes (índice igual a 1) diminuiu no período em análise, 5,67% em 2017 e 2,59% em 2019.

Além disso, alguns resultados apresentados ajudam na compreensão dos fatores capazes de aumentar a eficiência escolar e levantam questões importantes para o desenvolvimento de políticas públicas educacionais no estado do Paraná. Sugere-se, por exemplo, políticas públicas ou ações dos dirigentes escolares que estimulem a participação dos pais em reuniões. Além dos pais incentivarem os filhos a irem às aulas, é importante, também, a escola se atentar às faltas injustificadas.

Outra ação recomendada é que os diretores das escolas busquem definir regras que ajudem no comportamento dos alunos e no aproveitamento do tempo dentro da escola, como,

por exemplo, deixar claro os limites de horário de chegada, de lanche, etc. Além disso, é fundamental reforçar, junto aos professores, a importância de passar e também corrigir o dever de casa.

Sugere-se, ainda, que os professores busquem conhecer o contexto de vida dos alunos e os façam sentir pertencentes ao ambiente escolar, uma vez que essa medida se mostra conveniente para tratar as questões adversas que a disparidade econômica acarreta aos estudantes.

Uma limitação do presente trabalho foi não apresentar informações qualitativas das escolas. Assim, sugere-se trabalhos que verifiquem junto às escolas consideradas eficientes, bem como aquelas com menores índices de eficiência, características específicas que podem ter contribuído nos seus diferentes desempenhos.