

idp

idn

MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

**PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR E
QUALIDADE:** DA EDUCAÇÃO NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

ALLAN CARLO VIÉGAS SERRA

Brasília-DF, 2022

ALLAN CARLO VIÉGAS SERRA

**PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR E
QUALIDADE: DA EDUCAÇÃO NOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador

Professor Doutor Carlos Eduardo Gasparini

Brasília-DF 2022

ALLAN CARLO VIÉGAS SERRA

PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR E QUALIDADE: DA EDUCAÇÃO NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 26 / 05 / 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini - Orientador

Prof. Dr. Leonardo Monteiro Monasterio

Prof. Dr. Ângelo do Nascimento Nogueira

S487p Serra, Allan Carlo Viégas
Programa nacional de alimentação escolar e qualidade: da educação nos municípios brasileiros / Allan Carlo Viégas Serra. – Brasília: IDP, 2022.

46 p.
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Mestrado em Economia, Brasília, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini.

1. Análise de envoltória de dados. 2. Produtividade. 3. Gasto público. I. Título.
CDD: 341.35

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa



RESUMO

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é um programa do governo federal que oferece merenda a alunos matriculados em escolas públicas. Aliado a outros fatores, como infraestrutura, viabiliza a inclusão, o desenvolvimento educacional, biológico e cognitivo do estudante. Este estudo teve como objetivo verificar a efetividade dos municípios brasileiros no provimento de serviços educacionais, bem como avaliar o impacto do PNAE nesse contexto, analisando o período entre 2011 e 2017. A pesquisa utilizou uma abordagem não-paramétrica, a Análise de Envoltória de Dados – DEA, em dois estágios. No primeiro estágio, buscou-se a construção dos índices de produtividade, realizando avaliação da efetividade do ensino fundamental nos municípios. No segundo estágio, o Índice obtido no primeiro estágio, foi avaliado em função dos repasses *per capita* do PNAE e variáveis socioeconômicas que podem impactar na educação, utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). No comparativo entre os anos de 2011 e 2017, verificou-se que houve melhora na efetividade em educação naqueles municípios brasileiros com média populacional acima de 20 mil habitantes. Com base na análise econométrica, verificou-se que, em média, a cada 1% a mais de recursos aplicados do PNAE, tem-se um aumento do índice de produtividade em 0,35%, refletindo, assim, seu impacto na melhoria da prestação dos serviços públicos em educação municipal.

Palavras-chave: Análise de Envoltória de Dados (DEA); Produtividade; Efetividade; PNAE; Ensino fundamental; Gasto Público.

ABSTRACT

The National School Food Program (PNAE) is a federal government program that offers school lunches to students enrolled in public schools. Allied to other factors, such as infrastructure, it enables inclusion, educational, biological and cognitive development of the student. This study aimed to verify the effectiveness of Brazilian municipalities in providing educational services, as well as evaluating the impact of the PNAE in this context, analyzing the period between 2011 and 2017. The research used a non-parametric approach, Data Envelopment Analysis – DEA, in two stages. In the first stage, productivity indices were sought, studying the effectiveness of Brazilian elementary education in the municipalities. In the second, the index obtained in the first stage was evaluated in terms of per capita transfers from the PNAE and environmental variables that may impact education, using the Ordinary Least Squares (Ordinary Least Squares). In the comparison between the years 2011 and 2017, it was found that there was an improvement in education effectiveness in those Brazilian municipalities with an average of citizens above 20 million inhabitants. Based on the econometric analysis, it was found that, on average, for every 1% more PNAE resources applied, there is an increase in the productivity index by 0.35%, thus reflecting its impact on improving municipal public services in education.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA); Productivity; effectiveness; PNAE; Elementary education; Public Expenditure.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1

Variáveis utilizadas nesse estudo

.....22

Tabela 2

Análise de Efetividade VRS – Faixa Populacional

.....25

Tabela 3

Análise de Efetividade VRS – Regiões e Estados

.....26

Tabela 4

Rendimentos locais de escala – por faixa populacional

.....28

Tabela 5

Índice de Malmquist – por Faixa Populacional

.....30

Tabela 6

Índice de Malmquist – por Regiões / Estados

.....32

Tabela 6

Estimação de Mínimos Quadrados Ordinários – MQO

.....34

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 3 | METODOLOGIA | 16 |
| 4 | APRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS | 20 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5.1 | Primeiro estágio..... | 25 |
| 5.2 | Segundo estágio..... | 33 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 36 |
| | REFERÊNCIAS | 39 |



1

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é reconhecido, atualmente, como um dos maiores programas de alimentação escolar do mundo¹. Presta atendimento universalizado aos alunos matriculados em todos os níveis da educação básica² em escolas públicas brasileiras (PEDRAZA *et al.*, 2018).

O PNAE tem como objetivo atender alunos de todos os níveis da educação básica que estejam matriculados em escolas públicas, filantrópicas ou entidades comunitárias vinculadas ao poder público. Em 2009, o PNAE passou a abranger escolas localizadas em áreas quilombolas e indígenas. Para ter acesso ao benefício do PNAE, as escolas precisam estar cadastradas no Censo Escolar, que é realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019).

Desde 1998, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) é o responsável pela gerência e execução do PNAE. Estados e Municípios recebem o repasse financeiro do Governo Federal, de

¹ A ideia de ofertar alimentação escolar no Brasil surgiu na década de 40, a partir de uma proposta feita pelo Instituto de Nutrição ao Governo Federal, mas não pode ser concretizada por falta de recursos financeiros. Na década seguinte, foi construído o Plano Nacional de Alimentação e Nutrição: Conjuntura Alimentar e o Problema da Nutrição no Brasil. Assim, pela primeira vez foi estruturado um programa público de merenda escolar de âmbito nacional (FNDE, [S.d.]). Ao longo dos anos esse Programa foi sofrendo várias alterações de nomenclaturas e, em 1979, passou a se denominar Programa Nacional de Alimentação Escolar. No ano de 1988, com a promulgação da Constituição Federal, no art. 208, foi assegurado o direito à alimentação escolar aos alunos em todas as etapas da educação básica por meio de programa suplementar de alimentação escolar (FNDE, [S.d.]). Desde a sua criação até o ano de 1993, esse programa era executado de forma centralizada, porém, a partir da Lei nº 8.913, de 12/07/1994, foi possível iniciar o processo de descentralização, com o envolvimento de Secretarias Estaduais de Educação e municípios. A consolidação da descentralização ocorreu com a Medida Provisória no 2.178, de 28/06/2001.

² A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) divide a Educação Básica nas seguintes etapas: infantil; fundamental e médio. A educação infantil atende crianças de 0 a 5 anos de idade e a educação fundamental atende às crianças de 06 a 14 anos de idade. Essa fase é dividida em anos Iniciais, com cinco anos de duração, em regra para estudantes de 06 a 10 anos de idade; e Anos Finais, com quatro anos de duração, para os de 11 a 14 anos. A última etapa da Educação Básica é o Ensino Médio, que, em geral, atende alunos até a idade média de 17 anos (BRASIL, 1996). Neste estudo o público-alvo será o ensino fundamental.

caráter suplementar, efetuado em dez parcelas mensais que correspondem a 200 dias letivos de alimentação, em conformidade com o número de estudantes matriculados em cada rede de ensino. O valor repassado³ varia de acordo com a etapa escolar e a modalidade de ensino e é realizado com base no Censo Escolar do ano anterior ao repasse (FNDE, [S.d.])⁴.

O PNAE é um programa que apresenta grande relevância social, pois viabiliza a inclusão, o desenvolvimento educacional, biológico e cognitivo que podem ser prejudicados quando o indivíduo não apresenta condições de se alimentar de forma adequada. Além disso, o investimento em educação é um dos que mais contribui para a promoção do crescimento, pois leva a um aumento do nível do capital humano, que é uma das principais fontes de crescimento econômico a longo prazo (ZOGHBI *et al.*, 2009).

Assim como outros programas existentes no âmbito do Governo Federal, o PNAE precisa passar por análises sistemáticas para que os gestores tenham condições de avaliar a adequação do uso do recurso a ele destinado, bem como o retorno desse investimento. Este estudo teve como objetivo verificar a efetividade dos municípios brasileiros no provimento de serviços educacionais, bem como avaliar o impacto do PNAE na qualidade da educação. A ênfase recai sobre os municípios brasileiros tendo em vista o previsto no artigo 30, inciso VI, da Constituição Federal de 1988 (CF/88), que atribui aos municípios a competência de manter, com a cooperação técnica e financeira da União e dos Estados, programas de educação infantil e de ensino fundamental⁵.

³ Em relação ao valor repassado, 30% devem ser, necessariamente, investidos na compra direta de produtos oriundos da agricultura familiar. Essa determinação consta da Lei nº 11.947/2009 e se trata de uma medida que objetiva o desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades das localidades próximas às escolas, além de respeitar as especificidades nutricionais, culturais e alimentares dos cardápios de cada região (CASAGRANDE; CANCELIER; BELING, 2021; MACHADO *et al.*, 2021).

⁴ Estar no censo escolar é condição necessária, mas não suficiente para o recebimento dos recursos. Além desse critério, os entes devem: constituir o CAE – Conselho de Alimentação Escolar; prestar de contas dos recursos recebidos para a execução do PNAE e; não cometerem irregularidades.

⁵ O art. 212 da CF/88, por sua vez, determina que os municípios, assim como os Estados e o Distrito Federal, devem aplicar no mínimo 25% dos impostos na manutenção e desenvolvimento do ensino (GALVÃO, 2021). Dessa forma, cada município, além dos valores recebidos pelo governo federal, deve investir na educação local com base nas suas receitas, o que pode resultar em grandes diferenças nos valores disponibilizados para gastos com educação entre os municípios brasileiros.

A tese a ser avaliada é a de que quanto maior o valor repassado pelo PNAE para um determinado município, melhor será sua efetividade nos que se refere à prestação de serviços em educação. Apesar do PNAE ser voltado para o ensino Básico, o foco da análise foi concentrado no ensino fundamental, em virtude de haver ampla oferta na maior parte dos municípios brasileiros, o que não acontece necessariamente com a Educação Infantil.

Para avaliação do rendimento escolar, foram utilizadas as notas do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), pois permitem avaliar a qualidade do ensino oferecido aos alunos. O uso desses indicadores, que estão associados aos *impactos* (qualidade) da educação sobre a sociedade, é o que nos permite falar em avaliação de “efetividade”, em lugar de “eficiência”, já esta última estaria baseada em variáveis afeitas diretamente à produção, ou seja, relacionadas às saídas do processo produtivo educacional em si, como o número de concluintes ou de horas aula ministradas. A delimitação temporal escolhida compreendeu os anos de 2011 e 2017, considerando o período de aplicação das provas, as quais ocorrem a cada dois anos.

O estudo avança em relação à literatura por partir da análise da efetividade dos *municípios* brasileiros no provimento de serviços educacionais com abrangência *nacional* e intervalo *temporal*, bem como por avaliar o *impacto do PNAE* na qualidade dos serviços prestados. O trabalho está organizado em seis seções, incluindo esta introdução. Na próxima seção, apresenta-se a revisão de literatura, seguida pelo detalhamento da metodologia e da base de dados. Na quinta seção são apresentados e discutidos os resultados e, finalmente, a última parte resume as principais conclusões e as considerações finais do trabalho.



?

2

REVISÃO DE LITERATURA

A avaliação sistemática de um programa governamental, em linhas gerais, deve servir para balizar as tomadas de decisões dos gestores a respeito dos aspectos que podem ser melhorados e modificados, com vistas a oferecer sempre o que há de melhor à população. No âmbito da educação, vários países possuem sistemas nacionais de avaliação de ensino. Na América Latina, mais de 19 países adotam sistemas de avaliação nacional do ensino, além de um crescente número deles participarem de sistemas internacionais de avaliação, como o Pisa⁶ e o TIMMS⁷ (CASTRO, 2009).

O Brasil conta com sistemas de avaliação do ensino em suas variadas etapas. A educação básica brasileira tem sido avaliada pelo SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), que é definido como um conjunto de avaliações que permite mensurar a qualidade da educação ofertada aos estudantes. O resultado dessa avaliação é um indicativo da qualidade do ensino ofertado às crianças brasileiras e serve como base para elaboração e monitoramento de políticas educacionais com base nos resultados apurados a cada dois anos (BRASIL, [S.d.])⁸.

É possível verificar que estudos acerca da avaliação da qualidade, eficácia e aplicação de recursos no ensino brasileiro são feitos rotineiramente. Além da avaliação do ensino, dos atores e agentes envolvidos no processo, faz-se necessária uma avaliação dos programas que viabilizam a operacionalização da educação brasileira, em suas

⁶ O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) é um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O Pisa oferece informações sobre o desempenho dos estudantes na faixa etária dos 15 anos (BRASIL, [S.d.]).

⁷ O TIMMS (*Trend in International Mathematics and Science Study*) é uma pesquisa mundial que verifica as tendências em matemática e o desempenho científico do ensino fundamental, visando a melhoria educacional e estimulando a reforma curricular (UNESCO, [S.d.]).

⁸ O ensino médio brasileiro também passa por avaliações sistemáticas. Nesse caso, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que tem sido utilizado como porta de entrada em várias Instituições de Ensino Superior. Essas, por sua vez, também passam por processo de avaliação sistemática, no caso, o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENAD), que avalia a qualidade do ensino superior no país (BRASIL, [S.d.]; CASTRO, 2009).

diversas etapas. Esses programas precisam demonstrar o cumprimento de metas e se revelarem efetivos, sob o ponto de vista de utilização de recursos públicos (CARDOSO; MARINHO; FAÇANHA, 2002).

Uma das formas de analisar a eficiência ou a efetividade de um serviço público como a educação é por meio da abordagem Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*). Estudos precursores nessa área são os de Charnes, Cooper & Rhodes (1978 e 1981), Bessent *et al.* (1982, 1984) e Färe, Grosskopf & Weber (1989).

A metodologia de DEA, que também foi utilizada no presente estudo, já foi aplicada em inúmeros outros trabalhos que analisaram a eficiência de programas relacionados à educação. Marinho, Resende & Façanha (1997) e Façanha e Marinho (2001) foram pioneiros em estudos no Brasil.

Gasparini e Ramos (2003) realizaram um trabalho para analisar a efetividade e a eficiência na provisão de serviços no ensino médio brasileiro, considerando fatores socioeconômicos. A abordagem metodológica utilizada foi a DEA em dois estágios (GASPARINI; RAMOS, 2003).

Dantas, Costa e Silva (2015) fizeram um estudo que mensurou o grau de eficiência na alocação de recursos do FUNDEB em educação fundamental nos municípios do Rio Grande do Norte. Os autores utilizaram o DEA com retornos variáveis de escala para estimar a eficiência dos gastos públicos através da supereficiência.

Galvão (2021) realizou um estudo DEA com retornos variáveis de escala com objetivo de identificar o nível de eficiência dos municípios do Estado de Sergipe na promoção de bons níveis de educação, relacionando à utilização dos recursos financeiros concedidos⁹.

No que se refere a estudos acerca da análise de eficiência do PNAE, nos últimos anos, a maior parte deles enfatizou as questões relacionadas à eficiência alimentar e nutricional (CALASANS; SANTOS, 2015; ROCHA *et al.*, 2018). Já em relação à eficiência dos gastos

⁹ Não se pretende trazer uma lista exaustiva dos trabalhos nessa área, que são muitos, mas apenas apontar alguns exemplos que servem de referência mais direta à análise realizada. Uma lista mais ampla de autores pode ser vista, por exemplo, em (GALVÃO, 2021; SÁ, 2021).

relacionados ao programa, são poucos os estudos disponíveis na literatura e, em geral, as pesquisas ficam restritas a municípios de uma determinada região e não trazem para a reflexão como os valores gastos com o PNAE podem estar relacionados ao melhor aproveitamento escolar.

Nesse sentido, Gomes (2015) realizou um estudo no qual verificou a relação entre a merenda escolar e o desempenho das escolas públicas brasileiras. Os resultados das estimações de impacto do PNAE sobre o desempenho da escola não foram conclusivos para a maioria das variáveis testadas. No que diz respeito ao desempenho da escola em testes de proficiência, segundo o referido estudo, não parece existir correlação entre a *performance* da instituição de ensino e o estado nutricional do aluno (GOMES; CAVALCANTI; MAGALHÃES, 2015).

Aires (2016) avaliou a eficiência do PNAE em relação ao desempenho escolar dos alunos do ensino fundamental. Foi realizada uma análise DEA com objetivo de verificar se o PNAE foi eficiente na redução da taxa de abandono e aumento do IDEB. A autora concluiu que os municípios do Nordeste se apresentaram mais eficientes e os municípios da região Sudeste e Sul prevaleceram nos intervalos de menor eficiência (AIRES, 2016).



3

3

METODOLOGIA

O presente estudo utiliza uma abordagem não-paramétrica, a Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA). A metodologia DEA é uma técnica de programação linear que passou a ser mais difundida na área de avaliação de eficiência a partir da década de 70 (CASADO, 2007). Foi desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), sendo atualmente abordagem consagrada na literatura no que concerne à construção de indicadores, sobretudo de eficiência (DE ALMEIDA, A.; GASPARINI, 2011). Diferentemente de outras medidas baseadas em econometria, não é voltada para uma tendência central, mas para o estabelecimento de fronteiras de eficiência por meio da comparação do desempenho dos grupos tomadores de decisões (*decision making units* - DMU).

O problema de otimização do DEA, para cada DMU analisada, pode ser expresso da seguinte forma (LINS *et al.*, 2007; PINTO; CORONEL, 2020):

$$\frac{\sum_j u_j Y_{jk}}{\sum_i v_i X_{ik}} = \frac{u Y_k}{v X_k} \quad (1)$$

Na equação acima, \mathbf{u} e \mathbf{v} são pesos ou multiplicadores e, por convenção, geram índice de eficiência entre 0 e 1. A fórmula acima é fracionária (não linear) e gera múltiplas soluções. Charnes e Cooper (1962) apresentaram uma transformação desse modelo que gera versão equivalente linearizada e com solução única (CHARNES; COOPER, 1962). Assim, a metodologia DEA permite estabelecer fronteiras de eficiência através da comparação de desempenho entre as DMU's analisadas, apontando aquelas que podem servir como referências às demais.

Para analisar o impacto do PNAE na educação municipal brasileira, a estimação foi realizada em dois estágios. No primeiro foram construídos índices de efetividade a partir de versões do DEA, o que permitiu avaliar os rendimentos locais de escala (constante, crescente e decrescente). Além do cálculo desses indicadores, foi utilizado o índice de produtividade de *Malmquist* calculado por DEA, o qual

avaliou a evolução da produtividade, possibilitando a sua decomposição entre ganhos de eficiência e de tecnologia (DE ALMEIDA; GASPARINI, 2014).

A análise DEA no primeiro estágio foi orientada para produtos, realizando uma avaliação de efetividade na provisão de serviços educacionais nos anos de 2011 e 2017. Foram utilizadas variáveis de entrada (*inputs*) relacionadas à infraestrutura escolar e ao quantitativo de docentes envolvidos no nível de ensino em questão. Como variável de saída (*outcome*¹⁰), foi usada a nota do SAEB como *proxy* para qualidade da educação na comparação de desempenho das DMU`s. Para a realização da análise, foi utilizado o software *Rstudio*.

Como os índices alcançados pela aplicação de DEA são muito sensíveis à presença de *outliers*, foi necessária a utilização de técnicas de detecção e exclusão de *outliers*. A detecção foi feita através do método *Jackstrap*, que consiste numa combinação das técnicas de amostragem de *Jackknife* e o *Bootstrap* (SOUSA; STOŠIĆ, 2005).

Utilizou-se 3 métodos de análise para o cálculo da efetividade: CRS (Constante); VRS (Variável) e DRS (Decrescente). Embora a análise a ser apresentada tenha como foco o VRS¹¹, optou-se por fazer essas três análises para fins de comparação e avaliação dos rendimentos locais de escala (FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1994). Em seguida foi obtido o Índice de produtividade de *Malmquist*, que passou ao segundo estágio como variável a ser explicada.

Na segunda etapa, foi usada uma abordagem econométrica para avaliar o impacto da variável de interesse, o repasse *per capita* do PNAE, levando em consideração fatores socioeconômicos que afetam a educação, conforme estudo realizado por Gasparini e Ramos (2003). Procurou-se nesse momento verificar a significância estatística das variáveis explicativas. A análise foi feita utilizando o Método dos

¹⁰ Os *outputs* são bens e serviços produzidos pelas entidades. *Outcomes* são os impactos causados na sociedade resultantes dos *outputs*. Esta distinção conceitual é importante, pois direciona a avaliação proposta neste estudo para uma análise de *efetividade* (impactos educacionais), no lugar de uma direcionada à eficiência, que levaria em conta os *outputs* (obtidos diretamente do processo produtivo).

¹¹ A metodologia DEA de Retornos Variáveis de Escala (VRS) é muito utilizada em estudos do setor educacional e encontrada, por exemplo, nos seguintes trabalhos: (DANTAS; COSTA; SILVA, 2015; DE ALMEIDA; GASPARINI, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2018; SCHERER, G.; BESEN, F. G.; ARAÚJO, T. V.; SERAFIM JR, 2019; SILVA FILHO *et al.*, 2016; SILVA; ALMEIDA, 2012).

Mínimos Quadrados Ordinários¹² e foram utilizadas: a variável a ser explicada, expressa pelo Índice de *Malmquist*; a variável de interesse, o repasse *per capita* do PNAE; e as variáveis ambientais que podem impactar na educação.

Esse modelo econométrico tem como pressuposto básico que os erros são homocedásticos, ou seja, não mudam conforme a dimensão da variável. Contudo, como esse trabalho utiliza uma base de dados em *cross-section*, foi realizado o teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan e feita uma nova estimação robusta para a heterocedasticidade, por meio da Matriz de Variância e Covariância de White. Além disso, optou-se por realizar estimativas utilizando especificações alternativas, mais precisamente os modelos Linear (aditivo) e Cobb-Douglas (multiplicativo)¹³.

¹² O método dos mínimos quadrados ordinários é uma abordagem consagrada na literatura. No caso da abordagem DEA em dois estágios, quando os escores de eficiência são usados como variável a ser explicada, é comum o uso do modelo Tobit, por ter o termo de erro censurado, já que os índices de eficiência variam entre 0 e 1. No presente caso isso não é necessário, dado que foi usado como variável dependente o índice de Malmquist, que não apresenta truncamento nem à esquerda nem à direita. Além disso, também não se observa nesse caso a correlação entre os escores (o índice de Malmquist é obtido por média geométrica entre os escores de cada período), eliminando a necessidade de correções (ver por exemplo, SIMAR; WILSON, 2007).

¹³ Outras especificações poderiam ter sido testadas, como a *translog* ou a *quadrática*. Como tal exercício agregaria pouco aos objetivos do estudo, optou-se por fazer apenas as abordagens mais tradicionalmente utilizadas.



4

APRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS

As informações utilizadas neste trabalho foram retiradas das bases de dados do INEP (Microdados SAEB, Estatística Censo Escolar, Sinopses Estatísticas), IBGE (SIDRA), DATASUS, Tesouro Gerencial e Sistema Integrado de Gestão Financeira - SIGEF. Foi escolhido o período de 2011 a 2017, pois possibilitou uma análise mais detalhada da evolução da qualidade da educação ao longo do tempo. Importante mencionar que os dados coletados são referentes aos anos de 2011 e 2017, considerando que as avaliações do SAEB ocorrem a cada dois anos. Destaca-se, ainda, que essa coleta se encerrou em 2017, devido ser o dado mais recente do PIB municipal¹⁴, disponível na base de dados do IBGE à época da coleta de dados do presente estudo.

As variáveis de *input* utilizadas no 1º estágio da DEA foram: acesso à internet; acesso a computadores; acesso à biblioteca e número de docentes do ensino fundamental da rede pública por município, conforme descrição na tabela 1. Essas variáveis foram escolhidas por se tratar de aspectos que conferem melhor infraestrutura às escolas, bem como os professores, principal insumo educacional.

Já as variáveis de *outcome* foram compostas pelas notas do SAEB de Língua Portuguesa e Matemática. O cálculo dessa nota serviu de *proxy* e foi realizado a partir da soma das *médias* de Português e Matemática de cada ano avaliado, multiplicado pela quantidade de matrículas de alunos da rede pública¹⁵. Essas informações foram escolhidas por permitirem o acompanhamento da qualidade da educação, com base na evolução das notas dos alunos do ensino fundamental ao longo dos anos de sua aplicação.

No segundo estágio, foram utilizadas as seguintes variáveis de controle: PIB *per capita*; taxa de mortalidade infantil; e o índice de escolaridade médio da população de cada município. Em consonância

¹⁴ Seria mais apropriado usar a renda domiciliar *per capita*, para evitar distorções devido à concentração produtiva em certas municipalidades. No entanto, essa variável não está disponível para os municípios com a periodicidade requerida neste estudo.

¹⁵ A multiplicação das médias pelo número de matrículas tem por objetivo recompor a “escala de produção” municipal para os *outcomes*, já que todos os *inputs* foram utilizados considerando o nível de utilização e não a média ou os valores *per capita*.

com estudos de Hanusek (1979 e 1986), esses dados foram escolhidos em virtude de constituírem fatores que podem influenciar indiretamente o nível de aprendizagem dos alunos e, com isso, diminuir possíveis vieses de análise (HANUSHEK, 1979, 1986). As variáveis de controle foram consideradas apenas para o ano de 2011, como forma de verificar o impacto das condições iniciais dessas variáveis sobre a evolução da produtividade educacional do período, medida nos termos do índice de *Malmquist*.

Como variável de interesse, foi utilizado o valor *per capita* repassado pelo PNAE a cada município ao longo dos anos de 2011 a 2017. Vale ressaltar que todos esses valores foram considerados a valores constantes de 2017.

A amostra inicial foi composta pelo universo dos 5.570 municípios brasileiros. Na análise do 1º estágio, alguns municípios foram excluídos por apresentarem informações incompletas acerca dos *inputs* e/ou dos *outputs* nos anos avaliados. Além disso, após o processo de detecção e exclusão de *outliers*, restaram 4974 municípios para a construção dos índices de efetividade.

A tabela 1 traz um resumo esquematizado das etapas e variáveis que foram exploradas neste estudo.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas nesse estudo

| Etapas | | Variáveis | | Acrônimo | Descrição |
|-----------|---------|-----------|-------------------------------|-------------------|--|
| 1º ETAP A | INPUTS | x 1 | INFRAESTRUTURA INTERNET | INTERNET_ESCOLA | Número de escolas com acesso à internet para o ensino fundamental |
| | | x 2 | INFRAESTRUTURA COMPUTADOR | CPU_ESCOLA | Número de escolas com acesso a computadores para o ensino fundamental |
| | | x 3 | INFRAESTRUTURA BIBLIOTECA | BIBLIOTECA_ESCOLA | Número de escolas com acesso à biblioteca |
| | | x 4 | DOCENTES | DOCENTES_MUNIC | Quantidade de Docentes do ensino público fundamental por Município |
| | OUTCOME | y 1 | NOTA SAEB (POR e MAT) - 5 ANO | SAEB_5 | Soma da nota das provas de Matemática e Português realizada no 5º ano, multiplicada pela quantidade de alunos no ensino fundamental do |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------------|--------|---|---------------------|--|
| | | | | | município |
| | | y 2 | NOTA SAEB (POR e MAT) - 9 ANO | SAEB_9 | Nota da Soma da nota das provas de Matemática e Português realizada no 9º ano, multiplicada pela quantidade de alunos no ensino fundamental do município |
| | VARIÁVEL A SER EXPLICA DA | m 1 | ÍNDICE DE MALMQUI ST | MALMQUIST | Índice de <i>Malmquist</i> construído na 1º etapa |
| 2º ET AP A | VARIÁVEL CONTR OLE | z 1 | PIB PER CAPITA | PIB_MUNIC | PIB <i>per capita</i> por Município |
| | | z 2 | TAXA DE MORTALID ADE INFANTIL | ÓBITO_MUNI C | Taxa de Mortalidade de crianças com idade até 1 ano por Município |
| | | z 3 | ÍNDICE DE ESCOLARI DADE | ÍND_ESCOL_ MUNIC | Indicador % de jovens e adultos com 18 anos ou mais com o fundamental completo. |
| | VARIÁVEL INTERES SE | j 1 | REPASSES PNAE PER CAPITA | PNAE_VALO R | Valor repassado pelo PNAE aos Municípios |

Fonte: Elaborado pelo autor



5

5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados será realizada em três partes. Primeiro, será mostrado o índice de efetividade por regiões e por faixa populacional, bem como os rendimentos de escala por faixa populacional. No segundo momento, a análise recairá sobre o Índice de *Malmquist* por faixa populacional, estados e regiões. Por fim, será apresentada a avaliação dos resultados do 2º estágio da pesquisa. Destaca-se, ainda, que os dados apresentados no primeiro e segundo momento foram calculados pela média ponderada pela população, como forma de levar em conta a dimensão municipal, ou seja, o impacto do tamanho do município sobre a amostra.

5.1 PRIMEIRO ESTÁGIO

No primeiro estágio da pesquisa, os dados de infraestrutura escolar e docentes foram relacionados com as notas do SAEB, considerando uma tecnologia com retornos variáveis de escala (VRS).

Tabela 2 – Análise de Efetividade VRS – Faixa Populacional

| Faixa_Populacional | Municípios | | Efetividade VRS | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|
| | Qtd | % | vrs11 | vrs17 | variação 17-11 |
| Até 5.000 hab | 891 | 17,91% | 0,6568 | 0,6403 | -0,0165 |
| De 5.000 até 10.000 hab | 1102 | 22,16% | 0,6776 | 0,6587 | -0,0190 |
| De 10.000 até 20.000 hab | 1279 | 25,71% | 0,6975 | 0,6727 | -0,0249 |
| De 20.000 até 50.000 hab | 1064 | 21,39% | 0,7220 | 0,7329 | 0,0109 |
| De 50.000 até 100.000 hab | 343 | 6,90% | 0,7649 | 0,7975 | 0,0326 |
| De 100.000 até 500.000 hab | 257 | 5,17% | 0,8212 | 0,8679 | 0,0467 |
| Acima de 500.000 hab | 38 | 0,76% | 0,8964 | 0,9483 | 0,0519 |
| Total Geral | 4974 | 100,00 % | - | - | - |
| Média Geral | - | - | 0,7995 | 0,8296 | 0,0301 |

Na Tabela 2, estão apresentados resultados por faixa populacional. Preliminarmente, percebe-se que houve uma tímida melhora na efetividade média dos municípios brasileiros, com acréscimo de 0,0301 pontos, ao analisar a variação entre 2011 e 2017. Essa variação positiva deve-se às faixas com mais de 20 mil habitantes, que apresentaram resultados positivos, como, por exemplo, nos municípios com mais de 500 mil habitantes. Nota-se, entretanto, que as faixas com municípios até 20 mil habitantes apresentaram redução na *performance*. Importante destacar que as faixas abaixo de 20 mil habitantes concentram a maioria dos municípios brasileiros, em torno de 65,78% dos municípios avaliados.

Outra característica importante observada na Tabela 2 é que há uma estrutura nitidamente crescente dos índices de efetividade à medida que aumenta a dimensão populacional, o que se repete em ambos os anos avaliados. Assim, nota-se que os municípios menores não apenas revelam-se menos efetivos em todo o período, como também pioraram de situação no intervalo analisado.

Na Tabela 3 os resultados estão apresentados por regiões e estados. Observa-se que a região que mais avançou foi a Centro-Oeste (CO), seguida pelo Sudeste (SE) e Nordeste (NE), com variações de 0,0585; 0,0445 e 0,0381, respectivamente, entre os anos de 2011 e 2017. De modo contrário, a região Norte (NO) e Sul (SU) apresentaram redução da efetividade média nesse mesmo período.

Tabela 3 – Análise de Efetividade VRS – Regiões e Estados

| Região / UF | Municípios | | Efetividade VRS | | |
|-------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| | Qtd | % | vrs11 | vrs17 | variação 17-11 |
| CO | 415 | 8,34% | 0,7873 | 0,8458 | 0,0585 |
| GO | 217 | 4,36% | 0,7819 | 0,8922 | 0,1103 |
| MS | 72 | 1,45% | 0,8597 | 0,8536 | -0,0061 |
| MT | 126 | 2,53% | 0,7396 | 0,7447 | 0,0051 |
| NE | 1656 | 33,29% | 0,7708 | 0,8088 | 0,0381 |
| AL | 97 | 1,95% | 0,8748 | 0,9071 | 0,0323 |
| BA | 394 | 7,92% | 0,7864 | 0,7769 | -0,0095 |
| CE | 180 | 3,62% | 0,8618 | 0,8559 | -0,0059 |
| MA | 200 | 4,02% | 0,7966 | 0,7765 | -0,0202 |
| PB | 196 | 3,94% | 0,6530 | 0,7175 | 0,0645 |
| PE | 174 | 3,50% | 0,7281 | 0,8780 | 0,1498 |
| PI | 190 | 3,82% | 0,6810 | 0,7371 | 0,0562 |
| RN | 152 | 3,06% | 0,6691 | 0,7869 | 0,1177 |

| | | | | | |
|--------------------|-------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| SE | 73 | 1,47% | 0,7238 | 0,7873 | 0,0635 |
| NO | 389 | 7,82% | 0,8648 | 0,8130 | -0,0518 |
| AC | 21 | 0,42% | 0,9067 | 0,9311 | 0,0244 |
| AM | 55 | 1,11% | 0,8524 | 0,6949 | -0,1575 |
| AP | 11 | 0,22% | 0,8752 | 0,7870 | -0,0882 |
| PA | 118 | 2,37% | 0,8975 | 0,8413 | -0,0563 |
| RO | 50 | 1,01% | 0,8774 | 0,9369 | 0,0595 |
| RR | 11 | 0,22% | 0,8539 | 0,8681 | 0,0143 |
| TO | 123 | 2,47% | 0,7445 | 0,8051 | 0,0606 |
| SE | 1586 | 31,89% | 0,8197 | 0,8642 | 0,0445 |
| ES | 77 | 1,55% | 0,7611 | 0,7927 | 0,0315 |
| MG | 806 | 16,20% | 0,7675 | 0,7662 | -0,0013 |
| RJ | 88 | 1,77% | 0,7818 | 0,8185 | 0,0367 |
| SP | 615 | 12,36% | 0,8623 | 0,9321 | 0,0698 |
| SU | 928 | 18,66% | 0,7668 | 0,7662 | -0,0006 |
| PR | 368 | 7,40% | 0,7815 | 0,7622 | -0,0193 |
| RS | 299 | 6,01% | 0,7548 | 0,7559 | 0,0011 |
| SC | 261 | 5,25% | 0,7618 | 0,7875 | 0,0258 |
| Total Geral | 4974 | 100,00% | 0,7995 | 0,8296 | 0,0301 |

Outro ponto importante é que a quantidade de municípios por regiões não se mostrou como um fator determinante para que haja melhoria ou piora da média de efetividade. As regiões que mais concentram municípios, Nordeste e Sudeste (33,29% e 31,89%, respectivamente), possuem variações médias inferiores à região Centro-Oeste, a qual possui 8,34% de municípios analisados e apresentou maior variação positiva da média para o período.

Ao analisar a variação média dos Estados, algumas UF's se destacaram positivamente, apresentando as maiores médias de crescimento, são elas: PE (0,1498) e RN (0,1177) no Nordeste e GO (0,1103) no Centro-Oeste. No que se refere às variações negativas, a região Norte teve destaque com os resultados na seguinte ordem: AM (-0,1575), AP (-0,0882) e PA (-0,0563), seguida pela região Nordeste, onde MA (-0,0202), BA (-0,0095) e CE (-0,0059) tiveram os piores resultados nessa questão.

Ainda na Tabela 3, percebe-se que a heterogeneidade dos municípios brasileiros se reflete também no agrupamento por Estados. Amapá e Roraima, os quais fazem parte da mesma região, tiveram a mesma quantidade de municípios avaliados, 11, mas revelaram variações médias bem diferentes. Embora partam de níveis

semelhantes em 2011, enquanto o primeiro apresentou redução de 0,0882, o segundo obteve melhora de 0,0143.

No que diz respeito aos resultados obtidos na análise de efetividade média por Estados em 2017, verifica-se que a quantidade de municípios por UF's não parece ser determinante para a obtenção de média elevada. Por exemplo, Rondônia, com apenas 50 municípios avaliados, obteve média de 0,9369, resultado bastante semelhante ao Estado de São Paulo, com 615 municípios avaliados que obteve média de 0,9321.

Ainda no primeiro estágio da pesquisa, a Tabela 4 apresenta os resultados dos rendimentos de escala por faixa populacional. Nota-se que houve uma importante mudança quanto aos rendimentos de escala entre os anos de 2011 e 2017. Inicialmente, é possível observar que houve no período diminuição na participação relativa de municípios com rendimentos decrescentes de escala (ou seja, municípios grandes, com maior escala de produção), que passaram de 47,9% para 34,6% da amostra. A redução é também observada nas unidades com retornos constantes de escala, que caíram de 2,5% para 2%.

Tabela 4 - Rendimentos locais de escala – por faixa populacional

| Faixa Populacional | Total Geral QTD Municípios | | Crescente | | Decrescente | | Constante | |
|----------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| | | | 2011 | 2017 | 2011 | 2017 | 2011 | 2017 |
| Até 5.000 hab | 891 | 17,9% | 88,3 % | 93,2% | 8,8% | 5,6% | 2,9% | 1,2% |
| De 5.000 até 10.000 hab | 1102 | 22,2% | 79,4 % | 88,5 % | 18,1% | 10,0% | 2,5% | 1,5% |
| De 10.000 até 20.000 hab | 1279 | 25,7% | 48,0 % | 70,8 % | 48,9 % | 27,0 % | 3,1% | 2,3% |
| De 20.000 até 50.000 hab | 1064 | 21,4% | 15,3% | 37,6% | 82,6 % | 60,6 % | 2,1% | 1,8% |
| De 50.000 até 100.000 hab | 343 | 6,9% | 2,0% | 8,7% | 94,8 % | 87,5% | 3,2% | 3,8% |
| De 100.000 até 500.000 hab | 257 | 5,2% | 4,3% | 3,9% | 95,7% | 94,2 % | 0,0% | 1,9% |
| Acima de 500.000 hab | 38 | 0,8% | 15,8% | 13,2% | 84,2 % | 78,9 % | 0,0% | 7,9% |
| Total Geral | 4974 | 100,0 % | 49,5 % | 63,4 % | 47,9 % | 34,6 % | 2,5% | 2,0% |

Por outro lado, municipalidades com rendimentos crescentes de escala (ou seja, municípios pequenos, com escala de produção diminuta) aumentaram sua participação no intervalo de 49,5% para

63,4% da amostra. Esse movimento revela que houve uma importante redução da escala média de produção municipal no tocante à provisão de serviços educacionais, ou seja, houve diminuição do porte municipal (escala produtiva) quanto à prestação desses serviços.

Em contraponto à constatação acima, do ponto de vista tecnológico, observa-se ter acontecido um aumento da *escala ótima* de produção no período. Esse fenômeno pode ser identificado anotando-se que, em 2011, as faixas de população até 10 mil habitantes concentravam majoritariamente os rendimentos crescentes de escala. A faixa entre **10 mil e 20 mil habitantes** possuía mais ou menos a mesma proporção de municípios com rendimentos crescentes (48%) e decrescentes de escala (48,9%) revelando situar-se nesse intervalo populacional o ponto de inflexão entre as duas categorias, ou seja, a escala eficiente de produção. Já as faixas populacionais acima de 20 mil habitantes detinham principalmente os municípios com retornos decrescentes de escala.

Considerando-se agora o ano de 2017, observa-se que a concentração dos rendimentos crescentes de escala avança para a faixa com até 20 mil habitantes, que passa a exibir 70,8% de seus municípios com esse tipo de retornos de escala. O ponto de inflexão e a escala ótima, portanto, revelam se situar, em 2017, na faixa entre **20 mil e 50 mil habitantes**, já que a partir daí as faixas populacionais seguintes passam a concentrar os rendimentos decrescentes de escala. Esse movimento demonstra um avanço relevante da escala ótima de produção.

A constatação de que houve diminuição da escala efetiva municipal, ao lado de uma evolução tecnológica que elevou a escala ótima de prestação de serviços educacionais, torna-se ainda mais relevante quando se relembra que foram justamente os municípios menores que não apenas se revelaram mais inefetivos, como também foram aqueles que pioraram de situação no período analisado. Essa piora, portanto, pode estar relacionada exatamente com a diminuição de escala das municipalidades menores¹⁶.

¹⁶ A diminuição da escala de produção municipal em educação para os municípios pequenos pode estar associada a um possível movimento pendular de estudantes entre cidades adjacentes em busca de centros maiores, com melhor infraestrutura escolar, fato não incomum no Brasil. O aprofundamento dessa questão, no entanto, está além do escopo da presente pesquisa.

Após a apresentação dos rendimentos de escala, foi realizado o cálculo e a decomposição entre ganhos de eficiência (*me*) e de tecnologia (*mt*) do Índice de *Malmquist* (*m*), o qual demonstra a evolução da produtividade de cada DMU. Quando esse índice é maior que 100%, significa que houve evolução na produtividade total. Se o valor for menor que 100%, revela uma involução de produtividade. O índice realiza a comparação entre dois períodos e utiliza a média geométrica, o que favorece a identificação da dinâmica de evolução da produtividade entre dois momentos distintos. Neste estudo, foi realizada a análise da evolução da produtividade entre 2011 e 2017, por faixa populacional, regiões e estados.

Na Tabela 5, os resultados do Índice de *Malmquist* estão apresentados por faixa populacional. Observa-se que tanto o índice de produtividade (*m*) quanto o índice de mudança de eficiência (*me*) crescem à medida que aumenta o tamanho da população. No entanto, os municípios com até 20 mil habitantes demonstram *redução* na produtividade total (*m*), cuja dinâmica mostra acompanhar a perda de eficiência (*me*) também verificada no período. Por outro lado, as faixas acima de 20 mil habitantes mostram *ganhos* (crescentes com a população) de produtividade (*m*), também associados aos ganhos de eficiência (*me*). Do ponto de vista tecnológico (*mt*), todas as faixas populacionais mostraram involução, o que se agrava ligeiramente para os municípios com mais de 500 mil habitantes.

Tabela 5 - Índice de Malmquist – por Faixa Populacional

| Faixa Populacional | Qtd Municípios | <i>m</i> | <i>me</i> | <i>mt</i> |
|----------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
| Até 5.000 hab | 891 | 97,3% | 97,9% | 99,7% |
| De 5.000 até 10.000 hab | 1102 | 96,5% | 96,9% | 99,9% |
| De 10.000 até 20.000 hab | 1279 | 96,5% | 97,1% | 99,7% |
| De 20.000 até 50.000 hab | 1064 | 101,7% | 102,2% | 99,7% |
| De 50.000 até 100.000 hab | 343 | 107,4% | 108,0% | 99,7% |
| De 100.000 até 500.000 hab | 257 | 117,8% | 120,0% | 98,5% |
| Acima de 500.000 hab | 38 | 126,9% | 134,2% | 94,9% |
| Total Geral | 4974 | 106,3% | 108,0% | 98,9% |

Nessa esteira, em termos de produtividade, depreende-se que quanto maior o município, maior foi o ganho. Isso pode ser demonstrado ao observarmos que existe um crescente aumento do

índice de produtividade à medida em que aumenta a quantidade de habitantes nas faixas populacionais. Entre os extremos, a faixa de municípios acima de 500 mil habitantes obteve uma elevação de sua produtividade em 26,9%, valor muito superior aos percentuais revelados nas faixas de 5 mil até 10 mil habitantes e 10 mil até 20 mil habitantes, que apresentaram declínio na produtividade, com o índice apontando queda de 3,5% ($96,50\% - 100\% = -3,5\%$) para as duas faixas. Pode-se inferir, portanto, que os grandes centros conseguiram apresentar melhor desempenho em termos de produtividade.

Para melhor compreensão do que fez os municípios maiores terem ganhos mais elevados de produtividade, foi realizada a decomposição do índice de *Malmquist* (mudança de eficiência e tecnologia). O resultado apresentado na Tabela 5 demonstra que a alteração de eficiência foi o componente que mais impactou nos resultados da produtividade. As faixas populacionais que apresentaram evolução positiva em *m* foram diretamente impactadas pela melhora na eficiência. O índice relacionado à eficiência, assim como o índice de *Malmquist*, obteve valores que indicam evolução a partir das faixas com população acima de 20 mil habitantes. O destaque foi na faixa populacional de acima de 500 mil habitantes, com percentual de 134,2% na mudança de eficiência, apesar da piora (94,9%) na mudança tecnológica.

Ao focalizar nos resultados do índice com mudanças de tecnologia, nota-se que houve uma involução, representando uma redução de produtividade em todas as faixas populacionais, mais evidenciada na faixa com população acima de 500 mil habitantes, apresentando o percentual de 94,9%. Importante destaque foi a involução não só na mudança de tecnologia (*mt*), mas também no próprio índice de produtividade e na mudança de eficiência (*me*) nas faixas populacionais que possuem municípios menores, abaixo de 20 mil habitantes, o que representa grande parte dos municípios brasileiros.

Nesse sentido, observa-se que, em termos de produtividade, os municípios com menos de 20 mil habitantes foram aqueles onde aconteceram pioras no desempenho. Essa constatação mostra-se coerente com a análise relacionada quanto aos rendimentos locais de escala, apresentados na Tabela 4, que revelaram que para melhor otimização dos recursos públicos, seria mais adequado ampliar a escala dos municípios que estão abaixo de 20 mil habitantes.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de produtividade do Índice de *Malmquist* por Regiões e Estados, por percentuais médios ponderados pela população. Preliminarmente, percebe-se que todas as regiões tiveram ganhos de produtividade ao longo do período, exceto a Norte.

Tabela 6 - Índice de Malmquist – por Regiões / Estados

| Regiões Estados | Qtd Municípios | <i>m</i> | <i>me</i> | <i>mt</i> |
|--------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| CO | 415 | 117,9% | 118,5% | 99,6% |
| GO | 217 | 131,7% | 131,5% | 100,4% |
| MS | 72 | 101,4% | 105,0% | 96,7% |
| MT | 126 | 103,2% | 102,9% | 100,3% |
| NE | 1656 | 114,7% | 116,7% | 98,4% |
| AL | 97 | 113,6% | 118,9% | 96,0% |
| BA | 394 | 104,1% | 105,9% | 98,6% |
| CE | 180 | 117,7% | 116,5% | 101,2% |
| MA | 200 | 98,7% | 103,4% | 95,6% |
| PB | 196 | 119,9% | 121,4% | 99,0% |
| PE | 174 | 133,6% | 135,4% | 98,7% |
| PI | 190 | 117,4% | 120,6% | 97,4% |
| RN | 152 | 124,0% | 124,0% | 100,1% |
| SE | 73 | 118,0% | 124,4% | 95,2% |
| NO | 389 | 99,0% | 99,0% | 100,0% |
| AC | 21 | 109,5% | 106,5% | 102,9% |
| AM | 55 | 97,1% | 96,0% | 100,9% |
| AP | 11 | 99,0% | 100,9% | 98,3% |
| PA | 118 | 89,8% | 90,7% | 99,0% |
| RO | 50 | 112,8% | 113,7% | 99,3% |
| RR | 11 | 110,6% | 108,2% | 102,2% |
| TO | 123 | 110,4% | 109,6% | 100,8% |
| SE | 1586 | 115,9% | 122,0% | 95,8% |
| ES | 77 | 110,9% | 110,8% | 100,3% |
| MG | 806 | 103,0% | 100,0% | 103,0% |
| RJ | 88 | 123,6% | 129,3% | 95,9% |
| SP | 615 | 119,8% | 130,7% | 91,9% |
| SU | 928 | 107,8% | 105,6% | 102,2% |
| PR | 368 | 106,4% | 102,4% | 103,9% |
| RS | 299 | 107,3% | 107,3% | 100,1% |
| SC | 261 | 110,6% | 108,1% | 102,4% |

Ao analisar a mudança de eficiência (*me*) e de tecnologia (*mt*) pelo agrupamento das regiões, percebe-se que as alterações de eficiência influenciaram positivamente a melhoria da produtividade média das regiões. Quanto às mudanças tecnológicas, no entanto,

apenas a região Sul apresentou evolução, com o Norte permanecendo estável.

Ressalta-se, ainda, que alguns estados impactaram negativamente o índice de produtividade média das regiões Nordeste e Norte. Na primeira, o Maranhão foi o único estado a apresentar involução (98,7%) no índice de produtividade, mesmo demonstrando evolução (103,4%) nas alterações de eficiência. Já na segunda, os estados do Amapá, Amazonas e Pará, com 99,0%, 97,1% e 89,8%, respectivamente, influenciaram negativamente a produtividade média da região da qual fazem parte.

Ainda a respeito dos dados relacionados aos Estados apresentados na Tabela 6, nota-se que Pernambuco teve o maior índice de produtividade, com 133,63%, seguido de Goiás (131,70%), Rio Grande do Norte (123,95%) e Rio de Janeiro (123,69%), respectivamente. Com menor índice, o Estado do Pará teve 89,76%, seguido pelos estados do Amazonas (97,06%), Maranhão (98,68%) e Amapá (98,98%), respectivamente.

Importante destacar que nem todos os estados conseguiram refletir o desempenho positivo do Índice de *Malmquist* nos índices relacionados a mudanças de eficiência e de tecnologia. Dentre os principais estados que mantiveram percentuais de crescimento em todos os seguimentos, destacam-se Goiás, Rio Grande do Norte e Ceará. Em meio aos que apresentaram menores índices, o Amazonas, com 100,90%, foi o único que demonstrou avanço de tecnologia. De forma semelhante, percebe-se que apenas os Estados do Paraná (103,90%), Minas Gerais (103,01%) e Amazonas (100,90%) tiveram mudanças na tecnologia capazes de influenciar positivamente no índice de produtividade.

5.2 SEGUNDO ESTÁGIO

Partindo do índice de produtividade estimado na etapa anterior, o segundo estágio buscou verificar a importância estatística dos repasses do PNAE para a evolução da produtividade na prestação de serviços educacionais nos municípios brasileiros. Considerando que o repasse do PNAE, por si só, não conseguiria explicar a evolução da produtividade total dos municípios, outras variáveis explicativas, tal como sugerido na literatura especializada, foram utilizadas: o PIB *per*

capita, a taxa de mortalidade infantil e o índice de escolaridade médio da população de cada município.

O método utilizado para a estimação foi o dos Mínimos Quadrados Ordinários. Como esse modelo supõe erros homocedásticos, foi necessário a realização de teste de heterocedasticidade. Tanto para o modelo aditivo quanto para o multiplicativo, foi realizado o teste de Breusch-Pagan, por meio do qual foi confirmada a existência de heterocedasticidade. Em seguida, foi realizada nova estimação robusta para a heterocedasticidade, por meio da Matriz de Variância e Covariância de White.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da estimação nos modelos Aditivo e Multiplicativo (Cobb-Douglas). Como os resultados de ambos os modelos ficaram bastante semelhantes, a análise focará no modelo Multiplicativo, que mostrou melhor aderência aos dados (R^2 -ajustado de 17,28% frente a 16,57% do modelo aditivo). Inicialmente, esclarece-se que todos os coeficientes foram significativos, exceto para a taxa de mortalidade infantil, que foi excluída da análise no modelo Cobb-Douglas¹⁷.

Tabela 7 – Estimação de Mínimos Quadrados Ordinários - MQO

| Coeficientes | Modelo Aditivo (I) | | | | Modelo Multiplicativo (tipo Cobb-Douglas (I)) | | | |
|--------------------------|--------------------|---------------|---------|-------------|---|---------------|---------|-------------|
| | Estimativa | Desvio padrão | valor t | Pr(> t) | Estimativa | Desvio padrão | valor t | Pr(> t) |
| Intercepto | 6671,200000 | 121,720000 | 548,080 | 0,000000*** | 0,177916 | 0,056823 | 3,131 | 0,001750** |
| repass_e_percapita | 3,475300 | 0,636600 | 54,591 | 0,000050*** | 0,035445 | 0,004488 | 7,898 | 0,000000*** |
| indice_escolar | 7747,700000 | 253,660000 | 305,443 | 0,000000*** | 0,307464 | 0,011900 | 25,837 | 0,000000*** |
| pib_percapita_munic | -0,004131 | 0,001123 | -36,785 | 0,000237*** | -0,005821 | 0,004624 | -1,259 | 0,208150 |
| taxa_mortal_infantil (2) | -0,886610 | 1,102200 | -0,8044 | 0,421205 | - | - | - | - |

¹⁷ No caso do modelo aditivo, a variável não apresentou significância estatística. Já para o modelo Cobb-Douglas, não foi possível utilizá-la, já que apresentou valores zerados em algumas DMU's, o que impossibilita a linearização via transformação dos dados em Logaritmo Natural para a estimação por MQO.

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| | Desvio padrão residual: 0.1727 em 4969 graus de liberdade | Desvio padrão residual: 0.1684 em 4970 graus de liberdade | | |
| | Múltiplo R-quadrado: 0.1664, R-quadrado ajustado: 0.1657 | Múltiplo R-quadrado: 0.1728, R-quadrado ajustado: 0.1723 | | |
| | F-estatística: 247.9 em 4 e 4969 DF, p-valor: < 2.2e-16 | F-estatística: 346.2 on 3 and 4970 DF, p-valor: < 2.2e-16 | | |
| | (1) após correção da heterocedasticidade | | | |
| | (2) variável retirada da análise | | | |
| | Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 | | | |

Como se pode observar, o repasse do PNAE *per capita*, principal variável de interesse para o trabalho, mostrou-se significativo e com o sinal esperado, ou seja, é possível concluir que o programa tem um efeito positivo sobre a produtividade municipal, no tocante à prestação de serviços educacionais. Como os coeficientes estimados no modelo Cobb-Douglas podem ser lidos como elasticidades, é possível afirmar que, em média, a cada 1% a mais de recursos aplicados do PNAE, tem-se um aumento do índice de Malmquist em 0,35%, refletindo, assim, seu impacto na melhoria da produtividade dos municípios na prestação dos serviços públicos em educação.

No tocante à variável relativa ao nível de escolaridade municipal, assim como esperado pela literatura, foi possível encontrar um coeficiente positivo e estatisticamente significante. Sobre o resultado da variável *pib_per capita_municipal*, nota-se que, apesar de significante no modelo aditivo com sinal negativo (-0,0058206), o que pode parecer contraintuitivo quando comparado com a literatura, o mesmo resultado não se mostrou significativo quanto ao modelo Cobb-Douglas. Apesar desse resultado sugerir que as demais variáveis de controle já absorveram possíveis impactos decorrentes da renda (aqui aproximada pelo PIB *per capita*), este é um ponto que demanda maiores reflexões, mas cuja investigação está além do escopo do presente estudo.



6

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PNAE é um programa que possui uma ampla abrangência e assegura aos alunos das escolas públicas pelo menos uma refeição de alta densidade nutricional ao dia, o que confere a ele uma importância social amplamente reconhecida. No entanto, a oferta do alimento por si só não deve ser considerada como a única entrega desse programa. Neste estudo, o objetivo foi verificar a efetividade dos municípios brasileiros no provimento de serviços educacionais, bem como avaliar o impacto do PNAE nesse contexto, analisando o período entre 2011 e 2017.

A análise foi realizada em dois estágios. No primeiro, foram construídos índices de efetividade a partir de versões do DEA, bem como o índice de produtividade de *Malmquist*. No segundo estágio, buscou-se explicar o Índice de *Malmquist*, obtido no primeiro estágio, a partir dos repasses *per capita* do PNAE e outras variáveis socioeconômicas que influenciam na educação, utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Na análise da efetividade, nota-se que houve melhora na média dos municípios brasileiros, com acréscimo de 0,0301, entre 2011 e 2017. Esse aumento, no entanto, mostrou-se concentrado nos municípios com mais de 20 mil habitantes, já que aqueles com menor população apresentaram piora da *performance*. Além disso, observou-se uma estrutura nitidamente crescente quanto à efetividade municipal: quanto maior população local, tanto melhor o desempenho observado. Por outro lado, a quantidade de municípios, seja por faixa populacional, por UF ou por região não tem impacto relevante na média dos municípios.

Ao se analisar os rendimentos locais de escala, foi possível constatar que houve diminuição da escala efetiva municipal, ao lado de uma evolução tecnológica que elevou a escala ótima de prestação de serviços educacionais. Assim, percebe-se que, justamente os municípios menores - que se revelaram mais inefetivos e que pioraram de situação no período analisado - foram aqueles que pioraram em termos de escala de produção.

Outro ponto desta pesquisa residiu na análise da evolução da produtividade dos municípios entre 2011 e 2017, demonstrada pelo Índice de *Malmquist*. Na média geral, houve melhora na produtividade dos municípios no período. Mais uma vez, notou-se que essa evolução ocorreu apenas nos municípios maiores, com os ganhos de produtividade acompanhando o tamanho crescente das populações.

No tocante ao impacto do PNAE na educação, além dos possíveis impactos sociais, foi possível constatar que o programa tem relevância do ponto de vista educacional e econômico para os municípios a partir das análises realizadas no presente estudo. Dito de outra forma, o programa demonstrou uma contribuição efetiva para a ampliação dos índices de produtividade municipal em educação, fato que impacta o potencial de crescimento econômico local.

Importante destacar que os achados deste estudo podem contribuir de forma relevante para melhorar o desenho e a focalização das políticas públicas educacionais em âmbito municipal. Sabe-se, entretanto, que o assunto é amplo e complexo. Assim, sugere-se possíveis desenvolvimentos futuros para expandir as discussões acerca do tema, como a inserção novas variáveis, novos recortes temporais, regionais ou geográficos, como por exemplo a utilização de classificações alternativas para o papel de cada municipalidade na rede (IBGE, 2017). Além disso, nesse mesmo sentido, é possível avaliar outros programas financiados pelo FNDE, como o Programa Nacional do Transporte Escolar e o Programa Dinheiro Direto na Escola.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AIRES, J. L. P. *Análise de eficiência dos municípios na aplicação dos recursos do PNAE no ensino fundamental*. 2016. 54 f. Universidade de Brasília, 2016. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/16177>>.

BRASIL. *INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira*. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br>>.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>.

CALASANS, F. V. M.; SANTOS, S. M. C. DOS. Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar: desenvolvimento de um protocolo de indicadores. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 20, n. 1, p. 24, 3 fev. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634620>>.

CARDOSO, L. C.; MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. *Avaliação de programas sociais (PNAE, PLANFOR, PROGER): eficiência relativa e esquemas de incentivo*. BRASÍLIA: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>.

CASAGRANDE, S.; CANCELIER, J.; BELING, H. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): Contribuição na alimentação saudável escolar e promoção da agricultura familiar. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 25835–25849, 2021.

CASTRO, M. H. G. Sistemas de avaliação da educação no brasil. *São Paulo Perspec.*, v. 23, n. 1, p. 5–18, 2009.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistics Quarterly*, v. 9, n. 3–4, p. 181–186, set. 1962. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/nav.3800090303>>.

DANTAS, F. C.; COSTA, E. M.; SILVA, J. L. M. Eficiência nos gastos públicos em educação fundamental nos municípios do Rio Grande do Norte. *Rev. Econ. NE*, v. 46, n. 1, p. 27–40, 2015.

DE ALMEIDA, A.; GASPARINI, C. Decentralization and Productivity of the Public Health Service in Brazil. *Journal of Economics and Development Studies*, v. 2, n. 4, p. 91–99, 2014.

DE ALMEIDA, A.; GASPARINI, C. Gastos públicos municipais e educação

fundamental na Paraíba: uma avaliação usando DEA. *Revista econômica do nordeste*, v. 42, p. 621–640, 2011.

FERREIRA, H. G. R.; ALVES, R. G.; MELLO, S. C. R. P. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): alimentação e aprendizagem. *Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro*, v. 22, n. 44, p. 90, 8 abr. 2019. Disponível em: <<http://lexcultccjf.trf2.jus.br/index.php/revistasjrj/article/view/150>>.

FNDE. *FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação*. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

GALVÃO, N. M. DOS S. Analysis of the efficiency of municipalities from the Brazilian State of Sergipe: a comparison of the results in Brazil's evaluation of its basic education system and investments on education. *REVISTA AMBIENTE CONTÁBIL - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - ISSN 2176-9036*, v. 13, n. 1, 2 jan. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/23628>>.

GASPARINI, C. E.; RAMOS, F. S. Efetividade e Eficiência no Ensino Médio Brasileiro. *Economia Aplicada*, v. 7, n. 2, p. 389–411, 2003.

GOMES, S. M. F. P. O.; CAVALCANTI, T.; MAGALHÃES, A. M. Qual a relação entre a merenda escolar e o desempenho de escolas públicas brasileiras? *REVISTA BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS*, v. 4, n. 1, p. 163–194, 2015.

HANUSHEK, E. A. Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production Functions. *The Journal of Human Resources*, v. 14, n. 3, p. 351, 1979. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/145575?origin=crossref>>.

HANUSHEK, E. A. The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools. *Journal of Economic Literature*, v. 24, n. 3, p. 1141–1177, 17 abr. 1986. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2725865>>.

IBGE, I. B. DE G. E. E. *Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2017.

LINS, M. E. et al. O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, n. 4, p. 985–998, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000400020&lng=pt&tlng=pt>.

MACHADO, J. *et al.* Análise do Programa Nacional de Alimentação Escolar e os problemas para a aquisição de produtos da agricultura familiar no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, p. 271–286, 2021.

PEDRAZA, D. F. *et al.* Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar: revisão da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, n. 5, p. 1551–1560, maio 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232018000501551&lng=pt&tlng=pt>.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Aplicação de modelos de eficiência e eficácia para a agropecuária brasileira: análise com um painel de dados. *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 119, n. 1, p. 040, 10 jul. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/10195>>.

ROCHA, N. P. *et al.* Analysis of the national school feeding program in the municipality of Viçosa, state of Minas Gerais. *Revista de Saúde Pública*, v. 52, p. 16, 26 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/143842>>.

RODRIGUES, T. *et al.* Estudo bibliométrico da produção científica: eficiência dos gastos públicos na educação. 2018.

SÁ, A. R. S. Eficiência técnica e heterogeneidade tecnológica dos gastos públicos em educação fundamental no Pernambuco: uma abordagem em dois estágios. *Rev. Econ. NE*, v. 52, n. 3, p. 33–61, 2021. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/1210>>.

SCHERER, G.; BESEN, F. G.; ARAÚJO, T. V.; SERAFIM JR, V. Análise da eficiência dos gastos com educação no ensino fundamental dos estados brasileiros, a partir da Análise Envoltória de Dados - DEA. *Revista ConTexto*, v. 19, n. 43, p. 27–43, 2019. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/ConTexto/article/view/73815>>.

SILVA FILHO, G. M. DA *et al.* Análise da Eficiência nos Gastos Públicos com Educação Fundamental nos Colégios Militares do Exército em 2014. *Revista Evidenciação Contábil & Finanças*, v. 4, n. 1, p. 50–64, 27 abr. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/recfin/article/view/27425/15276>>.

SILVA, J. L. M.; ALMEIDA, J. C. L. EFICIÊNCIA NO GASTO PÚBLICO COM EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE DOS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE. *Planejamento e Políticas Públicas - PPP*, v. 39, n. jul./dez. 2012,

p. 219–242, 2012. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/viewFile/320/280>>.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, v. 136, n. 1, p. 31–64, jan. 2007. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304407605001594>>.

SOUSA, M. D. C. S. DE; STOŠIĆ, B. Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Nonparametric Frontier Measurements for Outliers. *Journal of Productivity Analysis*, v. 24, n. 2, p. 157–181, out. 2005. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11123-005-4702-4>>.

UNESCO. *IBE - Internacional Bureau of Education*. Disponível em: <<http://www.ibe.unesco.org/>>.

ZOGHBI, A. C. P. *et al.* Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 39, n. 4, p. 785–809, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612009000400004&lng=pt&tlng=pt>.



idn

Bo
pro
cit
ref
Nos
são

idp

A ESCOLHA QUE
TRANSFORMA
O SEU CONHECIMENTO