

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Miriã Lima Paiva

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS INSUMOS ESCOLARES NO ENSINO
FUNDAMENTAL PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

Governador Valadares - MG

2018

Miriã Lima Paiva

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS INSUMOS ESCOLARES NO ENSINO
FUNDAMENTAL PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicada da Universidade Federal de Juiz de Fora, campus Governador Valadares, como requisito parcial à conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Neves Luz

Co-orientador: Prof. Dr. Thiago Costa Soares

Governador Valadares - MG

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática
da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pela autora

Paiva, Miriã.

Análise da eficiência técnica dos insumos escolares no ensino fundamental para os municípios brasileiros / Miriã Paiva – 2018.

47 p.

Orientador: Leonardo Neves Luz

Co-orientador: Thiago Costa Soares

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2018.

1. Eficiência técnica. 2. Educação. 3. Fronteira Estocástica.

I. Luz, Leonardo Neves, orient. Soares, Thiago Costa, co-orient.

II. Análise da eficiência técnica dos insumos escolares no ensino fundamental para os municípios brasileiros.

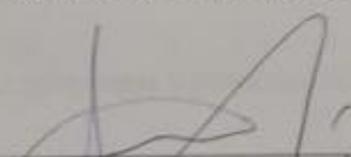
Miriã Lima Paiva

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS INSUMOS ESCOLARES NO ENSINO
FUNDAMENTAL PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

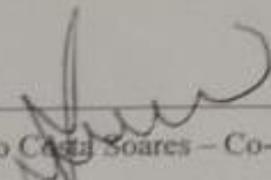
Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicada da Universidade Federal de Juiz de Fora, campus Governador Valadares, como requisito parcial à conclusão do curso.

Aprovada em 03 de julho de 2018

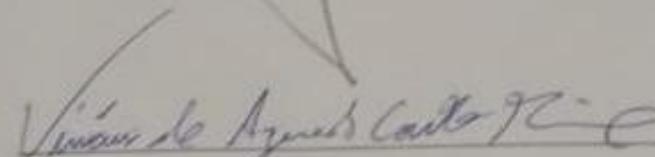
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Leonardo Neves Luz - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Thiago Costa Soares - Co-orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Vinicius de Azevedo Couto Firme
Universidade Federal de Juiz de Fora

Governador Valadares - MG

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus por guiar minha vida e colocar no meu caminho pessoas extraordinárias.

À minha mãe, Nádia, e ao meu pai, Geraldo, pela educação e pelo suporte financeiro e psicológico incondicionais.

Aos meus irmãos, Ismael e Rafael, que sempre depositam grande confiança em mim e me motivam a ter grandes sonhos.

À Sueli, Magda, Orlandi e ao Silas por terem me acolhido com amor e carinho nesta cidade.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Leonardo Neves Luz, que me auxiliou plenamente na construção desta pesquisa, agradeço pela paciência, pela confiança, pelos ensinamentos e conselhos valiosos transmitidos durante os quatros anos que estive na UFJF-GV.

Ao meu co-orientador, o Prof. Dr. Thiago Costa Soares, pela ajuda na execução deste trabalho, pelos conselhos e incentivos.

Ao Prof. Dr. Vinícius de Azevedo Couto Firme, pela disposição em contribuir com a pesquisa compondo a banca examinadora.

À Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Governador Valadares, pelos conhecimentos agregados a minha vida.

Ao departamento de Economia, por apresentar e despertar minha paixão pelas as teorias e ideias econômicas.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos e colegas que tornaram esta jornada mais enriquecedora e divertida.

RESUMO

Este estudo tem por objetivo construir um conjunto de indicadores de eficiência técnica dos insumos escolares das escolas públicas municipais brasileiras. A abordagem econométrica foi baseada em um modelo de fronteira estocástica. Com base no teste de Língua Portuguesa da Prova Brasil para os anos de 2009 e 2011, estimou-se uma função de produção educacional, regredindo as médias das notas em português contra um conjunto de insumos de controle direto da escola, obtido através dos questionários aplicados aos diretores e professores das escolas. Como trata-se de um método de análise relativa, os resultados revelam que as escolas possuem níveis de eficiências semelhantes, com pontuação média acima de 90%. Além disso, a variância total estimada indicou que cerca de 75% da variabilidade do desempenho médio das escolas no teste de português é explicada por fatores extracurriculares.

Palavras-chave: Eficiência técnica, Educação, Fronteira Estocástica

ABSTRACT

This study is aimed to construct a set of indicators of technical efficiency of the school supplies of the Brazilian municipal public schools. The econometric approach is based on a Stochastic Frontier model. Based on the Portuguese test of the Prova Brasil for the years 2009 and 2011, an educational production function was estimated regressing the average *scores* in Portuguese test against a set of inputs of direct control of the school, obtained through the questionnaires applied to the directors and teachers of the schools. The results reveal that the schools are efficient in the allocation of inputs controlled by them, with scores above 90%. In addition, the estimated total variance indicated that about 75% of the variability of the average performance of the schools in the Portuguese test is explained by extracurricular factors.

Key-words: Technical Efficiency, Education, Stochastic Frontier

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Resumos dos trabalhos dedicados à construção de indicadores de eficiência para dados educacionais brasileiros.....	16
Quadro 2: Variáveis componentes dos índices utilizados na estimação de fronteiras estocásticas	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos índices utilizados na estimação de fronteiras estocásticas	26
Tabela 2: Resultados da estimação de fronteiras estocásticas	28
Tabela 3: Indicadores de eficiência	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3. ESTRATÉGIA EMPÍRICA	17
2.1 METODOLOGIA.....	17
2.2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO	19
2.3 DADOS	21
2.4 ANÁLISE DESCRITIVA	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	34
ANEXOS	40

1. INTRODUÇÃO

O mercado, de acordo com Giambiagi e Além (2016), apresenta falhas que demandam intervenção dos governos para obtenção de resultados em termos sociais. De acordo com Tresch (2008), essas falhas podem se manifestar sob a forma de bens públicos, monopólios naturais, mercados incompletos, assimetria da informação e externalidades. As externalidades podem ser negativas ou positivas. No caso da externalidade positiva, um agente afeta beneficentemente o outro, sem que isso seja refletido nas transações de mercado¹. Na presença de externalidade positiva, a quantidade de equilíbrio competitivo será inferior a quantidade socialmente eficiente e, portanto, se faz necessária a atuação do governo como agente ofertante neste mercado.

Um exemplo de um bem que produz externalidade positiva é a educação. Isto pois, de acordo com Friedman (1955), a educação de um indivíduo pode produzir benefícios particulares (*e.g.*, aumento salarial) e promover uma sociedade mais estável e democrática. Este efeito é conhecido por “efeito vizinhança”. Há também o efeito transbordamento descrito por Hanushek (2002), que se refere a uma circunstância onde uma pessoa de maior grau educacional desenvolve uma técnica e esta técnica é copiada por aqueles com níveis educacionais inferiores.

As externalidades produzidas pela educação foram objeto de um importante conjunto de estudos empíricos (*e.g.* WEIR e KNGIHT, 2004; MORETTI, 2004; BLAU e KHAN, 2005). Weir e Knight (2004), atestaram o efeito transbordamento associado a educação na atividade rural da Etiópia. Os autores verificaram que famílias mais educadas adotam precocemente as inovações tecnológicas agrícolas, ao passo que as famílias menos educadas tendem a reproduzir esse procedimento.

O efeito produzido pela educação sobre os rendimentos futuros dos indivíduos, por sua vez, é fortemente atestado na literatura. Romer (1990) relacionou maior estoque de capital humano às taxas maiores de crescimento econômico de uma nação, tendo por *proxy* para desempenho econômico a renda *per capita*. O autor concluiu que a formação do capital humano, associada à liberdade de comércio internacional, produziu um aumento sem precedentes na renda *per capita* no século passado em países desenvolvidos, ao passo que as economias em desenvolvimento experimentaram baixo crescimento econômico, associado a baixos níveis de capital humano.

Por sua vez, Moretti (2004), em estudo para dados dos EUA, inferiu que, em média, um aumento de um ponto percentual de graduados em nível superior aumenta os salários daqueles

¹ Ver Nicholson e Snyder (2012)

que tem Ensino Fundamental completo em 1,9%, os salários daqueles com ensino médio completo em 1,6%, e os salários dos graduados em 0,4%.

Resultados convergentes foram encontrados para dados brasileiros. Langoni (1973) atribuiu a variável educação grande importância na composição da renda, de maneira que, a educação explica uma parte significativa da desigualdade de renda. Felício e Fernandes (2005) apontam, a partir dos resultados de Barros e Mendonça (1996), que a desigualdade salarial se reduziria entre 35% e 50% se fossem eliminados os diferenciais de renda por nível educacional, apresentando efeitos mais importantes sobre a iniquidade salarial do que a eliminação dos diferenciais de renda determinados por componentes como gênero, cor, atividade, dentre outros (FELÍCIO e FERNANDES, 2005).

Contudo, esses efeitos indiretos (externalidade positiva) da educação podem não ser automaticamente incorporados aos mecanismos de mercado (TRESCH, 2008). Dessa forma, a atuação governamental na oferta de educação se faz necessária. A provisão pública de bens privados tem sua relevância fundamentada em uma literatura, que identifica que os governos devem prover alguns tipos de benefícios privados à população para fins de distribuição de renda e eficiência alocativa de recursos (*e.g.* BESLEY e COATE, 1991; IRELAND, 1990; BESLEY, 1989). O governo, enquanto ofertante do bem educação, deve prover esforços para aumentar a quantidade de anos cursados por parte dos indivíduos em prol de melhor desenvolver o capital humano do país.

A medida mais comumente utilizada para mensurar o bem educação são os anos totais de curso dos indivíduos em sistemas regulares educacionais. Lim e Tang (2008) afirmam que o tratamento da escolarização enquanto principal medida para o capital humano, conforme a abordagem proposta por Mincer (1974), é justificado pela escolarização média estar altamente correlacionada ao nível de renda e, conseqüentemente, a distribuição desta escolaridade determina a distribuição da renda, o comportamento verificado entre nível de renda e sua distribuição.

Entretanto, a literatura aponta que a qualidade educacional é uma melhor medida para capturar o desenvolvimento educacional do que o tempo de escolarização (*e.g.* TODD e WOLPIN, 2003), bem como um melhor preditor para a formação de capital humano do que medidas de quantidade educacional (*e.g.* BARRO, 2001). Desde o trabalho pioneiro de Coleman (1966), resultados em exames de proficiência parametrizados aplicados em estudantes são adotados como medidas de qualidade educacional para estudos que identifiquem os determinantes da qualidade e desigualdade na educação.

Os testes de proficiência capturam um leque de habilidades que, de acordo com Cunha *et al.* (2006), são diversas e responsáveis por grande parte da variação das realizações entre os indivíduos e grupos socioeconômicos. As habilidades são basicamente divididas em duas categorias, as chamadas habilidades cognitivas (*e.g.* raciocínio lógico, memória) e as não-cognitivas (*e.g.* motivação, autorregulação, persistência). A utilização de medidas que capturem habilidades puramente cognitivas (*e.g.* teste de Quociente de Inteligência, doravante QI) não são apropriadas como preditores para formação de capital humano por negligenciarem, ou capturarem apenas indiretamente, as habilidades não-cognitivas. De acordo com Hansen *et al.* (2004), níveis altos de habilidades não-cognitivas, mesmo que não afetem o QI, promovem o desenvolvimento de comportamentos virtuosos que atuam no sentido de aumentar o desempenho em exames padronizados, seja diretamente, através da promoção, *e.g.*, de maior dedicação ou ambição, seja indiretamente, por meio de um aumento da escolarização. Desta forma, resultados em testes de proficiência, altamente sensíveis às habilidades não-cognitivas, são melhores preditores das realizações futuras do que testes de QI e outras medidas de habilidades cognitivas puras (LUZ, 2014).

Empiricamente, Behrman e Birdsall (1983) incorporaram o efeito da qualidade na estimação dos retornos da educação para o Brasil, com o objetivo de verificar seu impacto, em comparação ao efeito produzido pelos anos totais de estudo dos indivíduos. Os autores utilizaram por arcabouço teórico a Equação de Mincer incorporando a variável qualidade educacional. A partir de dados do Censo 1970, as Equações de Mincer foram estimadas por MQO. Os resultados encontrados indicaram que o retorno da qualidade é significativamente superior ao retorno da quantidade.

Os determinantes da qualidade educacional são, então, objeto de interesse para a formulação de políticas que possam melhorar o desenvolvimento educacional dos indivíduos. Os resultados de Coleman (1966) indicaram que o efeito-escola², que traduz o comportamento da oferta educacional por parte dos governos, é pouco significativo no desempenho do aluno, em relação ao *background* familiar.

Nas últimas décadas, porém, o interesse pelo efeito-escola vem aumentando, de modo que uma série de estudos tem voltado a atenção aos efeitos gerados pelo ambiente escolar e corpo docente sobre a qualidade da educação (*e.g.* HECKMAN, LAYNE-FARRAR e TODD, 1996; GREENWALD, HEDGES e LANE, 1996; GOLDHABER e BREWER, 2007;

² Couri (2010) define efeito-escola como o “valor agregado” pela escola aos estudantes (COURI, 2010, p.451).

HANUSHEK e RAYMOND, 2004; RIVKIN, HANUSHEK e KAIN, 2005; CLOTFELTER *et al.*, 2007).

De acordo com Felício e Fernandes (2005), a atenção dada ao estudo do efeito-escola se justifica, notadamente, pela escola constituir-se no *locus* principal de atuação do poder público na forma de políticas educacionais. Um mecanismo utilizado pelos governos para afetar o desempenho educacional é política fiscal direcionada a oferta educacional, por meio dos gastos públicos em educação. Os investimentos financiam os insumos escolares e espera-se que seu eventual aumento produza impactos positivos na performance do discente. Todavia, de acordo com Hanushek (1996), o maior volume de gastos não implica, necessariamente, em melhor desempenho, conforme pode ser verificado em trabalhos empíricos que apontam uma não significância da relação entre gastos e qualidade educacionais em níveis internacional (*e.g.* HANUSHEK e LUQUE, 2003; WALBERG, 2006) e brasileiro (*e.g.* AMARAL e MENEZES-FILHO, 2008; HADDAD, FREGUGLIA e FIGUEIREDO, 2017).

Com base no exposto, a eficiência dos gastos em educação pela ótica da oferta educacional torna-se uma alternativa para entender como os governos podem melhorar os resultados educacionais dos indivíduos. A quantificação do desempenho das escolas em relação aos seus recursos constitui-se importante elemento para analisar o elo entre a gestão pública, a qualidade e a equidade educacionais. Lovell (2000) e Kalirajan e Shand (1999) descrevem que medidas quantitativas de eficiência da provisão em educação permitem identificar boas práticas e subsidiar melhorias na condução das políticas educacionais.

Nesse sentido, Indicadores de eficiência técnica podem representar um papel importante para auxiliar políticas educacionais (KALIRAJAN; SHAND, 1999). Os estudos voltados a construção de indicadores de eficiência educacionais, no Brasil, têm se concentrado na análise da eficiência dos gastos em educação (*e.g.* DELGADO e MACHADO, 2007; SAMPAIO e GUIMARÃES, 2009; ZOGHBI *et al.*, 2011; ROSANO-PEÑA *et al.*, 2012). Entretanto, a análise de eficiência técnica dos insumos escolares nunca foi considerada em estudos brasileiros voltados a construção de indicadores de eficiência.

De acordo com Nicholson e Snyder (2012), *eficiência técnica* refere-se à produção de uma quantidade determinada de produto, utilizando-se o mínimo de insumos. Alternativamente, à definição de uma tecnologia maximizadora para melhor aproveitamento de um conjunto de insumos (NICHOLSON E SNYDER, 2012). Economicamente, trata-se, tão somente, da eficiência de uma função-produção sem a determinação de um vetor de preços. Em termos educacionais, pode-se depreender eficiência técnica como os resultados educacionais – notadamente, *scores* obtidos por estudantes em exames de proficiência – obtidos da interação

de insumos ofertados pela escola, ou de controle direto da administração pública municipal. A tecnologia que transforma os insumos e produtos advém do arcabouço teórico provido pela análise da *função-produção educacional* (TODD e WOLPIN, 2007).

Posto que assume-se a escola como relevante para produção de resultados educacionais e a inexistência de trabalhos para dados brasileiros que considerem a eficiência técnica dos insumos educacionais para explicar a qualidade da oferta educacional, este trabalho buscou construir indicadores de eficiência técnica das escolas municipais brasileiras, tendo por medida de qualidade os resultados médios das escolas públicas municipais no exame de Língua Portuguesa da Prova Brasil, para os anos de 2009 e 2011. Trata-se de trabalho pioneiro na mensuração do efeito gerado pelos insumos escolares no desempenho dos estudantes, assumindo a escola como uma unidade técnica ofertante do bem educação. Para tanto utilizou-se, por estratégia empírica, modelos de *Stochastic Frontier Analysis* (Análise de Fronteira Estocástica).

Este trabalho está dividido em cinco sessões além desta introdução: a segunda seção apresenta uma revisão de literatura empírica sobre trabalhos cujo objetivo foi a construção de indicadores de eficiência; a terceira seção apresenta a estratégia empírica; na quarta seção são discutidos os resultados; e, por fim, as considerações finais são apresentadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Posto que a literatura tem apontado, conforme exposição anterior, que o volume total de gastos possui pouco impacto sobre a qualidade educacional ofertada, Hanushek (1989) destaca que os governos devem considerar a eficiência destes gastos, de modo que gastos ineficientes não promovem melhoria no ensino.

Afonso e Aubyn (2005) analisaram os determinantes da eficiência nos gastos com saúde e educação, sob diferentes métodos, para os países da OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Os autores utilizaram uma abordagem *Data Envelopment Analysis* (DEA) e *Free Disposal Hull* (FDH) com o objetivo de comparar os resultados obtidos. Os dados foram extraídos da base *Education at a Glance* OECD do ano de 2003, e da OECD Health Data, também, de 2003. Neste estudo, os dois métodos indicaram que países ineficientes poderiam alcançar melhores desempenhos na educação e na saúde mantendo o volume de recursos.

Gupta e Verhoeven (2001) compararam a eficiência com gastos na educação e saúde de 37 países africanos com países da Ásia e do Hemisfério Ocidental. Para tanto foi usado FDH com dados retirados do Fundo Monetário Internacional (FMI) e do Banco Mundial referentes ao período 1984-1995. O estudo indicou que os países africanos são mais ineficientes em relação aos demais países analisados. Porém, houve melhora na eficiência nos países da África no período.

Estudos desta natureza para dados brasileiros ainda não são abundantes. O Quadro 1 apresenta o resumo dos principais resultados encontrados. Sousa e Ramos (1999) verificaram a eficiência dos recursos públicos no Nordeste e Sudeste brasileiro, numa análise de economias de escala entre custos e serviços municipais. Para tanto, usou-se FDH, DEA com retornos constantes e DEA com retornos crescentes e decrescentes. Os dados foram obtidos no banco da Secretaria do Tesouro Nacional (STN), Coordenadoria Geral do Seec/INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) e Ministério da Educação e Cultura (MEC) para o ano de 1991. O principal resultado encontrado foi que a descentralização da gestão pública não gera eficiência. O crescimento no número de municípios pequenos, implica em custos médios mais elevados. Assim, estes municípios não aferem os benefícios das economias de escala.

Delgado e Machado (2007) estudaram a relação entre disponibilidade de recursos financeiros e eficiência na alocação dos mesmos, para os Ensinos Fundamental e Médio da rede estadual de Minas Gerais. Os autores utilizaram uma abordagem DEA não-paramétrica e uma

estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), onde o índice de eficiência é a variável dependente e as variáveis do ambiente escolar são as explicativas. As bases de dados foram a Simave, o Sica e o Censo Educacional do Ministério de Educação e Cultura/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (MEC/IBGE) de 2002 e 2003. Os resultados apontaram que escolas mais eficientes são aquelas com maior qualidade e com custos, em relação as outras escolas, menores. Além disso, infere-se que a infraestrutura desempenha papel importante na melhoria da qualidade e a presença de computadores beneficia a eficiência, enquanto laboratorial de ciências, videotecas, e até bibliotecas não tem o mesmo efeito. As regiões com maiores índices de eficiência é a região Metropolitana e Campo das Vertentes. Das regiões mais pobres, Jequitinhonha e Norte de Minas possuem resultados de destaque uma vez que seus orçamentos são mais limitados.

Sampaio e Guimarães (2009) examinaram a diferença de eficiência da rede pública e privada no Brasil por meio de DEA e sua decomposição. Os dados utilizados foram extraídos de uma base original formada por 56.723 indivíduos que prestaram vestibular para Universidade Federal de Pernambuco em 2005. Os autores constataram que a rede privada é significativamente mais eficiente que a pública.

Zoghbi *et al.* (2011) investigaram a eficiência relativa dos gastos públicos com o Ensino Fundamental nos municípios paulistas em 2005. A metodologia usada foi FDH e os dados foram obtidos da Prova Brasil e do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. O diferencial deste trabalho é a associação entre a eficiência por região administrativa, partido político, municipalização e população. O destaque na estimação é a relação encontrada entre eficiência e municipalização. Maior municipalização impacta positivamente a eficiência, indicando que rede de ensino mais municipalizada prioriza o desempenho médio.

Silva e Almeida (2012) analisaram os gastos dos municípios do Rio Grande do Norte no ano de 2005. Foram usadas duas fronteiras de produção educacionais, através da DEA e FDH com dados extraídos da FUNDEF (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério), Ministério da Educação (MEC), Ministério da Cultura e Prova Brasil. Os autores detectaram que ganhos em eficiência podem resultar em redução da taxa de reprovação e abandono escolar nas escolas públicas. Assim, eficiência interfere na qualidade do ensino.

Rosano-Peña *et al.* (2012) analisaram a eficiência dos gastos dos municípios goianos. Para examinar a eficiência no período 2005-2009, foi utilizado da DEA pela fronteira invertida. Ademais, foi realizada uma avaliação georreferenciada. Os resultados indicaram um grau de ineficiência global de 67,44% que estão associados a ineficiência de escala, o impacto do

entorno não controlável, e a ineficiência na gestão. Ademais, viu-se que grande diferença entre os níveis de eficiência entre os municípios, logo, uma melhor integração entre eles pode promover a difusão dos modelos de gestão eficiente.

Portanto, observa-se que a existência de trabalhos que se dedicaram na eficiência dos gastos. Entretanto, não foi realizado um estudo que elaborasse um indicador de eficiência técnica dos insumos escolares. Neste sentido, o presente trabalho contribui na literatura.

Quadro 1: Resumos dos trabalhos dedicados à construção de indicadores de eficiência para dados educacionais brasileiros

Autor(es)	Objetivo	Banco de Dados	Período	Método	Principais resultados
Sousa e Ramos (1999)	Verificar a eficiência dos recursos públicos no Nordeste e Sudeste brasileiros	STN, INEP e MEC	1991	FDH, DEA e DEA-V	A descentralização da gestão pública não gera eficiência. Municípios não aferem os benefícios das economias de escala.
Delgado e Machado (2007)	Estudar a relação entre disponibilidade de recursos financeiros e eficiência alocativa para os Ensinos Fundamental e Médio da rede estadual de Minas Gerais	Simave, o Sicave o Censo Educacional (MEC/IBGE)	2002-2003	DEA e MQO	A infraestrutura desempenha papel importante na melhoria da qualidade.
Sampaio e Guimarães (2009)	Examinar a diferença de eficiência da rede pública e privada no Brasil	Universidade Federal de Pernambuco	2005	DEA e sua decomposição	A rede privada é significativamente mais eficiente que a pública
Zoghbi <i>et al</i> (2011)	Investigar a eficiência relativa dos gastos públicos com o Ensino Fundamental nos municípios paulistas	Prova Brasil e do Índice Desenvolvimento da Educação Básica	2005	FDH	Maior municipalização impacta positivamente a eficiência
Silva e Almeida (2012)	Analisar os gastos educacionais dos municípios do Rio Grande do Norte	FUNDEF, MEC, Ministério da Cultura e Prova Brasil	2005	DEA e FDH	Ganhos em eficiência podem resultar em redução da taxa de reprovação e abandono escolar nas escolas públicas.
Rosano-Peña <i>et al.</i> (2012)	Avaliar a eficiência dos gastos dos municípios goianos em educação	FIRJAN, SIOPE e Prova Brasil	2005-2009	DEA	Importante grau de ineficiência na gestão, que afeta o desempenho dos alunos.

Fonte: Elaboração própria

3. ESTRATÉGIA EMPIRÍCA

2.1 METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho foi construir um conjunto de indicadores de eficiência técnica das escolas públicas municipais brasileiras, relativa a qualidade educacional ofertada, tendo por medida de qualidade as notas médias das escolas obtidas pelos alunos da 5ª. série do Ensino Fundamental em Língua Portuguesa na Prova Brasil, para os anos de 2009 e 2011. Buscou-se, assim, identificar como a interação de um conjunto de *inputs* em nível escolar produzem um resultado final para a qualidade do ensino ofertado pelos municípios brasileiros.

A literatura tem utilizado um conjunto de técnicas para medir eficiências técnica e alocativa para agentes econômicos. A abordagem de análise de fronteira, *i.e.*, aquela que assume que existe um limite de eficiência, sendo a medida de eficiência de um agente medida pela distância estimada ou calculada dos resultados de um agente em relação à fronteira supracitada, tem se destacado, em especial suas principais manifestações, a saber, as técnicas de *Data Envelopment Analysis* (DEA) e *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). A primeira afigura-se um método determinístico não-paramétrico, ao passo que a última é uma técnica paramétrica.

A abordagem DEA foi desenvolvida originalmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Assume-se uma função de produção com diferentes insumos e um produto, com retornos constantes à escala³. Por meio de técnica de programação linear, obtém-se o indicador de eficiência por meio da maximização da eficiência do produto para cada observação, sujeita à restrição de que as medidas de eficiência de cada observação sejam menores ou iguais à unidade, de modo a se obter uma eficiência relativa de cada observação como a razão entre a soma ponderada do produto e a soma ponderada dos insumos.

A abordagem de fronteiras estocásticas, introduzida por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Van de Broeck (1977), assume uma função objetivo conhecida *a priori*. É assumido, ainda, uma hipótese adicional que impõe a especificação arbitrária da distribuição da função densidade de probabilidade tanto do termo de erro aleatório, quanto do componente de ineficiência técnica. Este métodos, possibilita avaliações relativas da eficiência de cada indivíduo (escolas) em relação ao conjunto da amostra.

A fronteira estocástica, conforme pode ser verificado pela Equação 1, considera os insumos (w) e seus parâmetros (β), um ruído estatístico, $v \sim N(0, \sigma_v^2)$, e a ineficiência técnica, $u \sim N(0, \sigma_u^2)$, para explicar o nível produto (y).

³ Banker, Charnes e Cooper (1984) estenderam a análise incorporando retornos variáveis à escala.

$$y = f(w, \beta) \cdot \exp(v - u) \quad (1)$$

Diferentemente do DEA, neste método é possível verificar a importância de cada fator separadamente através do β estimado e não é necessário que as funções apresentem retornos constantes de escala. Para dados em corte cruzado, a estimação dos parâmetros da função objetivo é, comumente, obtida através de um estimador de máxima verossimilhança. A função log-verossimilhança pode ser escrita conforme a Equação 2.

$$\ln y_i = \beta_0 + f(w_i, \beta_k) + v - u \quad (2)$$

Em que i refere-se ao número de indivíduo, e k ao número de variáveis.

De acordo com Kumbhakar e Lovell (2000), a abordagem SFA apresenta vantagens em relação a estimações por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) por permitir a estimação decomposta entre um componente de eficiência e um de ineficiência. Esta propriedade implica que a variação do produto não explicada pela variabilidade dos insumos pode advir de ineficiência técnica, não apenas atribuída a choques aleatórios. Assim, sob a inexistência de ineficiência, a abordagem MQO seria mais adequada, posto que assumiria que os agentes econômicos são plenamente eficientes. Entretanto, sob a hipótese de ineficiência de alguma observação, a abordagem SFA permitiria que fosse atribuída parte da variação do produto ao componente de ineficiência estimado.

Quando comparadas as abordagens paramétrica e não-paramétrica, tem-se que a última constrói a fronteira de eficiência a partir dos próprios dados (ZHOGBI *et al.*, 2011). Por consequência, um indicador de eficiência reflete apenas a eficiência de uma observação em relação a outro componente da amostra. Assim, a presença de *outliers* podem afetar a forma funcional da fronteira de eficiência calculada, produzindo resultados distorcidos dos coeficientes de eficiência. A abordagem SFA, por sua vez, por se caracterizar em um método estocástico tendo por parâmetro de tendência central o resultado médio das observações, apresenta coeficientes de eficiência menos sensíveis a valores discrepantes.

A principal desvantagem da abordagem SFA é a necessidade de se fazer uma escolha arbitrária da distribuição da eficiência. Muito embora haja distribuições flexíveis que não impõem restrições sobre a média da ineficiência, esta pode sofrer alterações de acordo com a distribuição escolhida. Entretanto, há evidências de que a posição relativa das unidades tomadoras de decisão no ranking de eficiências não é muito sensível à forma distributiva assumida para as unidades tomadoras de decisão (GREENE, 1990).

Com base no exposto, neste estudo, optou-se pela adoção de uma abordagem de fronteiras estocásticas. Para além das vantagens já citadas em relação à sensibilidade ante valores discrepantes, a abordagem paramétrica, de acordo com Moreira e Fonseca (2005), é

preferível em caso de grandes amostras, posto que há, nesses casos, presença de ruído estocástico, e quando a forma funcional da função objetivo é conhecida. Neste estudo, a função-produção adotada é assumida conhecida e linear, em consonância com a abordagem da *função-produção educacional contemporânea* definida por Todd e Wolpin (2007), a ser apresentada na subseção seguinte.

2.2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um indicador de eficiência técnica das escolas públicas municipais brasileiras tendo por base os insumos de controle direto da escola ou da administração municipal. Para tanto, foi utilizado uma abordagem de fronteiras estocásticas cuja função objetivo foi especificada com base no modelo teórico da função-produção educacional proposta por Todd e Wolpin (2003). Este modelo considera, por meio de uma forma funcional conhecida, os resultados dos alunos em testes de proficiência como função de insumos relacionados às características individuais dos discentes, de suas famílias, professores e escolas.

Todd e Wolpin (2003) apresentaram um modelo geral para a função-produção educacional, considerando as características dos bancos de dados utilizados nos modelos empíricos. Considerando os dados disponibilizados pela Prova Brasil, a especificação adotada foi a chamada *especificação contemporânea* (TODD e WOLPIN, 2003, p. 16). De acordo com os autores, esta especificação relaciona os insumos e produto da função-produção por meio de medidas contemporâneas, ou seja, os argumentos da função encontram-se na mesma unidade temporal da variável dependente, de modo que o desempenho cognitivo dos estudantes é uma função dos insumos educacionais daquele exato momento.

Todd e Wolpin (2003) definem as hipóteses de identificação para a estimação da função-produção educacional contemporânea como se segue:

- 1) Os insumos são invariantes no tempo, tal que os determinantes contemporâneos do desempenho acadêmico dos estudantes representem toda a história de seu desenvolvimento cognitivo, ou a proficiência depende apenas de insumos contemporâneos;
- 2) As características cognitivas inatas dos indivíduos são não correlacionadas aos insumos contemporâneos.

Esta abordagem, então, ao considerar os pressupostos acima expostos, propõe que as variações nos insumos em diferentes períodos da vida do indivíduo se compensam, tal que

valores mais baixos detectados nos períodos mais remotos da vida dos estudantes podem ser compensados por magnitudes mais elevadas dos insumos, posteriormente. Tal característica assume que os insumos são substitutos perfeitos, dada a escolha intertemporal da alocação dos fatores no ciclo de vida da criança (BECKER e TOMES, 1976)⁴.

A especificação da função-produção educacional segue a forma reduzida apresentada na Equação 3.

$$Y = f(X, S) \quad (3)$$

Em que Y é o vetor de score dos estudantes; X é o vetor de características dos alunos; S é o vetor de insumos escolares. Utilizou-se a forma reduzida, devido a incompatibilidade dos dados na forma acumulativa.

Como o propósito deste trabalho é criar um índice de eficiência técnica, optou-se pela forma reduzida da função de produção educacional que considera os resultados médios das escolas da amostra como função de um vetor de indicadores compostos por variáveis de controle direto da escola ou da administração municipal, conforme expresso na Equação 4.

$$Y_i = f(W_i) \quad (4)$$

Em que os subscritos i e t denotam, respectivamente, as escolas e os anos considerados na amostra. O vetor W é um índice criados com o objetivo de resumir as variáveis que estão sob o controle das escolas (insumos escolares). Estes índices foram criados como mostra a equação 5.

$$W_{i\rho} = \ln \sum_{\rho=1}^N 1 + Z_{i\rho} \quad (5)$$

Em que Z é o conjunto de variáveis que constitui cada indicador W , definidos na escola i para cada conjunto de variáveis ρ . Cada índice construído encontra-se apresentado no Quadro 2.

A fim de se obter o indicador de eficiência por meio da abordagem de fronteiras estocásticas, parte-se das Equações 1 e 4, de modo que o coeficiente β_{it} denota o nível de eficiência estimado pelo modelo descrito na Equação 6, descrita em termos logarítmicos.

$$\ln(Y_i) = f(W_i, \beta) + v_{it} - u_{it} \quad (6)$$

Em que Y_{it} é a função de produção educacional que denota a nota média escolar alcançada pela escola i no ano t , $i=1, \dots, n$ e $t=2009, 2011$; W_{it} é um vetor $w \times 1$ índices compostos por variáveis

⁴A forma funcional de uma função-produção sob a tecnologia de substitutos perfeitos para dois períodos de tempo pode ser escrita como de segue:

$$Y_{t+1} = f(\alpha Y_t + (1 - \alpha)Y_{t+1})$$

Em que Y_{t+1} é o componente e habilidades adquiridas no período final; Y_t representa as habilidades no período inicial; α é o multiplicador de habilidades em cada período. Desta forma, toda a habilidade adquirida estará condicionada ao último período de acréscimo.

de controle da escola ou município, conforme apresentado na Equação 5; β é um vector $1 \times w$ de parâmetros a estimar; v_i é o vetor de erros aleatórios com distribuição *iid*, $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$; u_i são variáveis aleatórias, $u_i \in [0, +\infty)$, distribuídas independentemente, tal que $u_i \sim N^+(\mu, \sigma_u^2)$, independentes v_i , e que representam a ineficiência técnica. Assim, há um termo de erro global, $e_i \equiv v_i + u_i$ decomposto entre o erro estocástico (v_i) e a distância em relação a fronteira de eficiência, ou ineficiência técnica (u_i). A observação a apresentar maior eficiência técnica apresentará $u_i = 0$.

2.3 DADOS

Para a construção do índice de eficiência técnica foram usados os dados da Prova Brasil dos anos 2009 e 2011. A escolha da Prova Brasil se justifica no fato de se tratar de uma base menos agregados e os anos usados dos anos se devem a similaridade das bases de dados de 2009 com 2011. As variáveis utilizadas, foram os resultados médios, por escola, dos alunos do 5º ano, na disciplina de língua portuguesa (variável dependente); e os insumos escolares (variável explicativa).

A Prova Brasil é uma avaliação aplicada a cada dois anos no Brasil sob a administração do Ministério da Educação. Ela avalia os alunos do 5º e 9º ano das escolas públicas. Esta prova teve início em 2005, quando avaliou os estudantes que pertenciam a turmas com 30 ou mais alunos das escolas urbanas. Desde de 2007, critério foi alterado, turmas com mínimo de 20 discentes e escolas rurais foram incluídas.

A metodologia utilizada nas avaliações é a Teoria da Resposta ao Item (TRI). Na TRI, as notas são proxies para capturar as habilidades dos estudantes através da quantidade de itens que foram respondidos corretamente. Nesta metodologia, as notas dos testes de Matemática e de Língua Portuguesa variam entre 0 e 500 pontos. Foram usados os resultados médios por escola, de alunos do 5º e 9º ano, nas avaliações de Língua Portuguesa. Este estudo considerou alunos apenas da 5ª série do Ensino Fundamental em função desta série corresponder, sem defasagens de série, aquela composta por alunos de, em média, 10 anos de idade. Esta idade corresponde aquela em que o cérebro apresenta maior maleabilidade, sejam na formação do QI (JENSEN, 1980; SHONKOFF e PHILLIPS, 2000), seja no desenvolvimento do córtex pré-frontal, responsável pelo desenvolvimento socioemocional (KNUDSEN, 2004; KNUDSEN *et al.*, 2006). Desta forma, alunos em idade mais remota tendem a ser mais sensíveis a aquisição de novos conhecimentos. Os insumos escolares usados foram selecionados a partir dos questionários referentes aos diretores e escolas (preenchidos pelo diretor) e ao corpo docente

(preenchido pelos professores). A amostra incluiu 7.765 escolas em 2009 e 10.350, em 2011. A partir das variáveis selecionadas foram construídos os índices definidos na Equação 5.

As variáveis componentes do vetor de índices de controle para insumos escolares contemplaram informações que configuram variáveis de controle direto da escola ou da administração municipal. As variáveis do vetor de insumos escolares podem ser divididas entre fatores escolares, do diretor e corpo docente. As variáveis estão apresentadas no Quadro 1.A, em anexo. No tocante às variáveis que definem o conjunto de atividades extracurriculares ofertadas pela escola e gestão pedagógica, Soares e Candian (2007) indicaram que os elementos internos à gestão escolar e projeto pedagógico promovem uma adequação das práticas escolares às necessidades dos alunos. Segundo as conclusões dos autores, uma vez controlados os efeitos socioeconômicos individuais dos estudantes, os resultados dos estudantes de diferentes escolas são responsivos às práticas escolares de cada unidade. Desta forma, foram definidos dois indicadores que capturam a presença de atividades extracurriculares e a caracterização da gestão pedagógica da escola. Em relação à estrutura pedagógica, a existência de projeto pedagógico sinaliza uma organização interna à escola em padronizar o sistema de ensino. A presença de conselhos escolar e de classe indicam uma organização pedagógica que inclua as famílias e a escola na definição de potencialidades e limitações na execução da política escolar e práticas pedagógicas. Foram, ainda, incluídas variáveis que indiquem a presença de atividades extracurriculares na grade escolar, a saber, programa de reforço e atividades extracurriculares esportiva e artística.

Para além das práticas pedagógicas, a infraestrutura escolar é um importante determinante do desempenho estudantil. Menezes-Filho (2007) aponta que o desempenho dos alunos é responsivo ao estado de conservação física da unidade escolar. No mesmo sentido, Soares (2003) afirma que os investimentos em infraestrutura possuem, no Brasil, um impacto ainda muito importante do aquele observado em países desenvolvidos, uma vez que é verificado um atraso no processo de formação básica do sistema escolar, tal que os gargalos de infraestrutura são ainda muito grandes no País. Foram incluídos, assim, três conjuntos de variáveis concernentes a infraestrutura física, pedagógica e presença de ativos escolares. Em relação à primeira, foram incluídas variáveis indicadoras da presença de telhado, paredes, piso, portas, janelas, banheiros, cozinha, instalações hidráulica e elétrica. Foram definidas variáveis que capturem a presença de infraestrutura utilizada para práticas escolares, indicando se a escola possui ou não biblioteca, quadra de esportes, laboratório de ciências, auditório, sala de música e sala de artes. Foi definida, ainda, uma gama de variáveis indicadoras da presença de ativos para funcionamento burocrático e operacional da escola, incluído computadores para uso dos

alunos, professores, internet para uso dos alunos, professores, computador administrativo, mídias para uso em sala de aula, mídias para lazer dos alunos, máquinas copiadora, impressora, retroprojetora e projetora, aparelhos de DVD, televisor, antena de televisor, e aparelho de som, além de linha telefônica própria. Em prol de capturar os efeitos produzidos pela disponibilização e utilização de biblioteca e livros, foram definidas variáveis indicadoras da chegada de livros encomendados no início do ano letivo, bem como se há falta de livros encomendados.

Em relação à estrutura de financiamento da escola, *proxy* para investimentos públicos em educação, um importante debate na literatura recente aponta a importância de sua consideração no modelo. Ainda que muitos estudos apontem uma não significância da relação entre gastos e qualidade educacionais em níveis internacional (*e.g.* HANUSHEK e LUQUE, 2003) e brasileiro (*e.g.* AMARAL e MENEZES-FILHO, 2008), os gastos municipais em educação apresentam um importante componente: a composição da política municipal de educação. Isto ocorre pelas características do financiamento do sistema educacional. O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que distribui o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) entre estados e municípios, com base no número de matrículas nos Ensinos Médio e Fundamental, para os estados, e nas matrículas em Ensinos Infantil e Fundamental, para os municípios, pode produzir desequilíbrios importantes na distribuição de recursos entre os municípios, desde o Fundef (DAVIES, 2006). De acordo com Davies (2006), o Fundeb em pouco acrescentou em termos de receitas, mas pode ter levado a um grande desnivelamento na distribuição, o que impacta profundamente na operacionalização das políticas municipais de ensino nos municípios. Para tanto, foram introduzidas variáveis indicadoras para verificar se a escola recebe financiamentos federal, estadual e municipal.

O indicador que captura as características do professor, foram selecionadas variáveis que permitam a definição de um perfil dos professores atuantes nas escolas. Protagonista para explicar o efeito das características docentes sobre o desempenho dos estudantes (HANUSHEK, 1986), a experiência do professor foi introduzida como proporção de professores com mais de cinco anos de experiência, tempo médio de docência que lastreia um melhor rendimento em sala (KANE, ROCKOFF e STAIGER, 2008). Este efeito é produzido, de acordo com Murnane e Phillips (1981), pela interação de dois efeitos: *learning by doing* e *selection effects*. O primeiro consiste no processo de aprendizado pelo exercício profissional, em que o professor melhora seu desempenho por tentativa e erro. O segundo, por sua vez, assume uma seleção produzida pelo tempo de trabalho: professores ruins tendem a abandonar

mais rapidamente a profissão, mantendo-se em atividade aqueles mais talentosos. No que se refere à renda aferida com a atividade docente, foi utilizado como *proxy* o percentual de professores cujos rendimentos apresentam-se superiores ao piso nacional salarial. Embora a variável apresente uma relação inconclusiva no que tange ao desempenho discente, Hanushek e Rivkin (2006) enfatizam a importância da avaliação do rendimento dos professores, como determinante de sua qualidade.

Analogamente, foi definido um indicador para as características do diretor com base na crescente preocupação com o perfil do gestor da escola na explicação do desempenho escolar dos estudantes (*e.g.* HADDAD, FREGUGLIA e FIGUEIREDO, 2017; KANE, ROCKOFF e STAIGER, 2008). Foram consideradas variáveis que capturem a qualificação do diretor (se o diretor possui formação superior, se cursou algum curso de pós-graduação, se a forma de graduação foi presencial) e de experiência no exercício da função (tempo de direção, em anos).

Foi construído um indicador que capture as condições de infraestrutura de segurança das escolas, de modo a identificar se a escola pode-se definir por segura ou não. Posto que as habilidades são influenciadas pelos comportamentos dos indivíduos, e sabe-se a exposição às condições adversas de segurança prejudicam o desenvolvimento socioemocional (BLAIR e RAVER, 2012), foram definidas variáveis capazes de identificar a oferta de ativos de segurança por parte das escolas. A opção por variáveis que se limitam a presença de componentes de segurança interna do aparelho educacional, em detrimento de medidas tradicionais de exposição à violência (*e.g.* homicídios em 100 mil habitantes), deu-se pelas primeiras se afigurarem elementos de controle direto e exclusivo do agente ofertante de educação, não abarcando os demais determinantes da política de segurança pública.

Por fim, o último indicador a ser analisado foi construído a partir de variáveis que envolvam a política de formação das turmas. Foram definidas variáveis que capturem se os critérios utilizados para admissão de alunos e formação das turmas seguiram parâmetros de qualidade do discente ou homogeneidade das turmas. Card e Krueger (1996) afirmam que critérios de admissão e formação afetam o desempenho por explorar os *peer effects* presentes na formação das turmas. Os efeitos dos pares podem atuar em dois sentidos: *i*) bons alunos melhoram os resultados de alunos ruins; *ii*) alunos ruins pioram as notas dos bons alunos. De acordo com Cunha *et al.* (2006) o primeiro efeito tende a se sobressair sobre o segundo. Assim, definiu-se o indicador de formação das turmas com variáveis indicativas da política de admissão, distribuição de alunos e professores entre as turmas que indiquem critérios de homogeneidade e de alocação de professores experientes em turmas de rendimento mais fraco.

Quadro 2: Variáveis componentes dos índices utilizados na estimação de fronteiras estocásticas

Índices (v)	Variáveis
extra	reforço, extracur_esportes, extracur_artes.
financiamento	financ_fed, financ_est, financ_mun.
livros	chegada_livros, faltam_livros.
ativos	comp_alu, internet_alu, comp_prof, internet_prof, comp_adm, midias_edu, midias_lazer, copiadora, impressora, retroprojektor, projetor, dvd, tv, antena, linha_fone, aparelho_som.
infraped	biblioteca, quadra_esportes, laboratório, auditório, sala_musica, sala_artes.
infracisica	telhado, paredes, piso, portas, janelas, banheiros, cozinha, hidráulica, eletrica.
infrasegurança	segurança, controle_entradaesaida, entrada_estranhos, portoes_trancados, vigilancia_diurno, vigilancia_noturna, vigilancia_fds, protecao_incendio, trancas_salademidia.
gestaoped	reuniao_escolar, reuniao_classe, proj_ped.
diretor	esc_dir, forma_graduacao_dir, pos, exp_dir, tempo_direcao.
professor	horas_aula, salario, esc_prof, pos_prof, dedicacao_exclusiva, exp_prof, num_escolas, conteudos_desenv, prof_vinculo_estavel.
turmas	selecao_alunos, formacao_turmas, dist_prof.

Fonte: Elaboração própria.

2.4 ANÁLISE DESCRITIVA

Os índices formados pelas variáveis selecionadas têm suas estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 1. As descrições das variáveis encontram-se na Tabela 1.A, em anexo. O índice que apresentou maior média, para os dois anos, foi *ativos*. Isto pode ser justificado pelas elevadas médias de algumas variáveis que o compõe (televisão, DVD player, impressora, computador para administração e mídias educativas). Outro índice com alta média nesta amostra foi *infracisica*. O principal destaque a ser feito sobre este índice são os elevados

mínimos apresentados nos dois anos, que se deve às suas variáveis de formação serem referentes à existência de insumos tidos por básicos para todo aparelho público (telhado, paredes, piso, portas, janelas, banheiros, cozinha, sistema hidráulico e elétrico).

Nesta perspectiva, pode-se verificar que os índices compostos por variáveis de infraestrutura em geral apresentaram, assim, maiores valores. As médias calculadas para *infrafísica* e *infrasegurança*, apresentaram média, respectivamente, para 2009 e 2011, de 2,29 e 2,01, e 2,30 e 2,04.

A menor média foi aquela referente ao índice *turmas*, que aparentemente não sofreu alteração no período. O valor médio calculado indica que 41% das turmas nas escolas não foram formadas por critério admissional que utilizassem provas, tampouco foram orientadas com base na homogeneidade dos alunos ou alocação de professores mais experientes em turmas de aprendizagem mais lenta.

Em termos gerais, houve pouca variação no comportamento dos índices entre os dois anos de análise. A única variável a apresentar uma variação substancial foi *infraped*, que subiu de 0,86 para 1,33, indicando que muitas escolas componentes da amostra em 2011 possuíam biblioteca, sala de artes e de esportes, em relação aqueles componentes da amostra de 2011. O motivo de tal crescimento, entretanto, pode ter advindo das escolas selecionadas em 2011 possuírem mais ativos em relação às escolas de 2009 ou da disponibilização desses insumos, após 2009, para muitas escolas que compõe as duas amostras.

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos índices utilizados na estimação de fronteiras estocásticas

Índices	2009				2011			
	Média	Desvio Padrão	Min.	Máx.	Média	Desvio Padrão	Min.	Máx.
extra	1,10	0,35	0	1,39	1,21	0,29	0	1,39
financiamento	0,95	0,34	0	1,39	1,02	0,28	0	1,39
livros	0,84	0,25	0	1,10	0,84	0,27	0	1,10
ativos	2,44	0,38	0	2,83	2,44	0,26	0	2,83
infraped	0,86	0,52	0	1,95	1,33	0,54	0	1,95
infrafísica	2,29	0,03	1,79	2,30	2,30	0,03	1,95	2,30
infrasegurança	2,01	0,30	0	2,30	2,04	0,26	0	2,30
gestaoped	0,94	0,29	0	1,10	0,99	0,24	0	1,10
diretor	1,37	0,36	0	1,79	1,42	0,32	0	1,79
professor	1,64	0,22	0	2,20	1,75	0,18	0,69	2,20

turmas	0,41	0,39	0	1,39	0,41	0,39	0	1,39
---------------	------	------	---	------	------	------	---	------

Fonte: Elaboração própria por meio do *software* Stata 14.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi obter um indicador de eficiência técnica das escolas municipais brasileiras em termos de insumos escolares. Para tanto, foi utilizado um arcabouço de fronteiras estocásticas para dados oriundos da Prova Brasil para os anos de 2009 e 2011.

O modelo representado pela Equação 6 foi estimado por meio do Pacote Stata 14, por meio de um estimador de Máxima Verossimilhança. Foram considerados dois modelos estimados em duas etapas: o Modelo I, correspondente aos dados de 2009, e o Modelo II, que utilizou dados de 2011. Em ambos os casos, uma primeira estimação considerou todas os índices calculados por meio da Equação 6 (Modelos I.A e II.A). Posto que alguns desses índices apresentaram significância estatística, em níveis tradicionais, mas sinais estimados negativos, *i.e.*, opostos aos esperados, os modelos foram reestimados sendo retirados tais índices (Modelos I.B e II.B), sendo considerados estes para fins de análise dos resultados. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da estimação de fronteiras estocásticas

	Modelo I.A	Modelo I.B	Modelo II.A	Modelo II.B
constante	3,73*** (0,10)	4,04*** (0,08)	3,77*** (0,11)	3,89*** (0,08)
gestaoped	-0,29*** (0,06)		-0,12* (0,06)	
extra	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,01*** (0,00)	0,01** (0,00)
livros	0,00 (0,00)		-0,00 (0,00)	
financiamento	-0,01*** (0,00)		0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
ativos	0,07*** (0,00)	0,07*** (0,00)	0,13*** (0,00)	0,13*** (0,00)
infraped	0,03*** (0,00)	0,03*** (0,00)	0,01*** (0,00)	0,01*** (0,00)
infracfisica	0,31*** (0,03)	0,30*** (0,03)	0,34*** (0,04)	0,32*** (0,04)
diretor	0,03*** (0,00)	0,03*** (0,00)	0,03*** (0,00)	0,03*** (0,00)
professor	0,12*** (0,01)	0,12*** (0,01)	0,13*** (0,01)	0,14*** (0,01)
turmas	-0,01*** (0,00)		-0,02*** (0,00)	
gest_oped	0,51*** (0,10)	0,05*** (0,00)	0,22** (0,10)	0,03*** (0,01)
infraseguranca	-0,01* (0,00)		-0,02*** (0,00)	
sigma_v	0,09 (0,00)	0,09 (0,00)	0,09 (0,00)	0,08 (0,09)
sigma_u	0,06 (0,01)	0,07 (0,01)	0,07 (0,01)	0,07 (0,01)
sigma2	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)
Lambda	0,66 (0,01)	0,73 (0,01)	0,82 (0,01)	0,82 (0,01)
Prob > chi2	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob>=chibar2	0,2	0,01	0,00	0,00
N	7.698	7.765	10.304	10.350

Fonte: Elaboração própria por meio do *software* Stata 14.

Nota 1: Coeficiente significativo ao nível de: (*) 10%; (**) 5%; e (***) 1%.

Nota 2: Desvio padrão ()

A análise dos resultados iniciar-se-á pelos testes de diagnósticos para os dois modelos estimados. O Modelo I.B apresentou valor 2.810,95 para a estatística χ^2 , significativa em 1%. Analogamente, para o Modelo II.B, a estatística χ^2 , também significativa em 1%, atingiu 3.209,94. %. Em ambos os casos, há indícios que os modelos apresentam relevante poder explicativo.

O intervalo de confiança a 95% para σ_u^2 foi [0,05;0,09] e [0,06;0,09] para, respectivamente, os Modelos I.B e II.B, tendo o teste de razão de verossimilhança apontado que não há indícios para se rejeitar a hipótese nula de que $\sigma_u^2 = 0$, em 1% de significância, indicando que a variância do termo de ineficiência técnica é relevante para explicar a variabilidade das notas médias das escolas em língua portuguesa, havendo ineficiência técnica entre as observações, em ambos os modelos. Assim, pode-se concluir que não há evidências de que a adoção de uma abordagem em MQO seja preferível ao modelo de fronteiras estocásticas. Ademais, a significância de u_i indica a adequabilidade da especificação normal-truncada para o termo de erro.

O termo λ , razão entre a variância do erro idiossincrático e variância da ineficiência, apresentou valores de 0,73 e 0,82 para os Modelos I.B e II.B, respectivamente. Desta forma, a variância global é explicada pela variância idiossincrática em 73% para 2009 e 82% para 2011. O resultado encontra-se em consonância com a literatura, posto que variáveis concernentes ao *background* familiar, não modeladas, componentes do resíduo estocástico, tendem a representar entre 70% e 80% da explicação da variabilidade dos resultados em testes de proficiência para estudos nacionais e internacionais. Pode-se, assim, depreender que o efeito-escola responde entre 18% e 27% do comportamento do rendimento médio escolar em língua portuguesa.

A análise dos graus de ajustamento calculados corrobora o resultado acima descrito. A estimação da fronteira estocástica não provê diretamente o coeficiente de ajustamento. Entretanto, o grau de ajustamento, neste caso, proveria uma *proxy* para a proporção da variabilidade das notas em língua portuguesa atribuída a variação dos insumos escolares. Assim, pode-se interpretar o coeficiente como a parcela da variabilidade das notas explicada pela variabilidade dos *inputs* modelados, *i.e.*, aqueles de controle da escola, sendo a variação não explicada correspondente ao efeito do *background* familiar. Foi efetuado o cálculo do R2 como medida de ajustamento a partir do quadrado da correlação do preditor da nota média das escolas com a nota observada. O coeficiente calculado para a amostra de 2009 foi de 0,27, ao passo que para 2011 obteve-se 0,24. Por conseguinte, pode-se afirmar que 27% e 24% da variabilidade dos resultados nos exames de proficiência são atribuídos, respectivamente, as variabilidades dos insumos escolares em 2009 e 2011.

Em relação as estimativas dos coeficientes dos *inputs* selecionados, 6 dos 7 incluídos apresentaram significância estatística em 1%, com sinais estimados positivos para todas as estimativas, quando considerado o Modelo I.B. Apenas o índice referente a práticas de atividades extracurriculares apresentou coeficiente estatisticamente igual a zero. O coeficiente desta variável, por sua vez, apresentou significância em 1% para o Modelo II.B. De todos os índices que obtiveram coeficientes estatisticamente significativos, aquele que apresentou maior responsividade em relação a qualidade educacional foi a infraestrutura física, cuja elasticidade atingiu 0,30 no Modelo I.B e 0,32 para o Modelo II.B, indicando um aumento, respectivamente, de 30% e 32% na qualidade do ensino em língua portuguesa operado em uma melhora do indicador que infraestrutura física básica. Tal resultado é esperado, posto que a carência de estrutura mínima para funcionamento de uma unidade escolar (telhados, portas, piso, etc) representa uma adequabilidade acentuada de requisitos mínimos para boas práticas escolares, como atestam Amaral e Menezes-Filho (2007). Espera-se que escolas que não são capazes de oferecer acomodações mínimas para funcionários e alunos, não seja capaz de ofertar ensino adequado aos estudantes. O indicador que captura a posse de ativos físicos para funcionamento da escola apresentou coeficiente de elasticidade significativo na ordem de 7% (Modelo I.B) e 13% (Modelo II.B), ao passo que o indicador que captura infraestrutura pedagógica apresentou elasticidade significativa de 3% (Modelo I.A) e 1% (Modelo II.B). Os três indicadores atestam a sensibilidade dos resultados escolares a oferta de infraestrutura nas escolas, tanto em termos do funcionamento físico básico, quanto na oferta de ativos para práticas pedagógicas, em convergência com resultados comumente reportados na literatura (*e.g.* MENEZES-FILHO, 2009; SOARES e CANDIAN, 2007).

Dentre as demais elasticidades estatisticamente significativas estimadas no Modelo I.B, apenas aquele referente ao índice que captura as características do corpo docente apresentou valores superiores a 0,10. Os resultados indicaram que as notas médias obtidas pelas escolas respondem em 12% ao conjunto de características dos professores. A estimativa da mesma variável para o Modelo II.B apresentou magnitude de 14%. Tais resultados indicam que componentes como o empenho, escolaridade, rendimento e experiência dos docentes apresenta forte impacto sobre o desempenho dos estudantes, em consonância ao que tem sido apontado na literatura, afigurando-se entre os mais importantes entre aqueles concernentes ao efeito-escola (*e.g.* HANUSHEK e RIVKIN, 2006; RIVKIN, HANUSHEK e KAIN, 2005).

A política pedagógica adotada pelas escolas, que inclui a oferta de programas de reforço e conselhos de classe e escolar apresentaram indicador com elasticidade de 5% (Modelo I.A) e 3% (Modelo I.B). O indicador que captura as características do diretor da escola, por sua vez,

apresentou coeficientes de 3% para a elasticidade em ambos os modelos. Os resultados, novamente, encontram respaldo em estudos empíricos (e.g. FELÍCIO e FERNANDES, 2005; SOARES e CANDIAN, 2007).

Considerando a convergência dos resultados das estimativas dos índices construídos com o que se verifica na literatura, atestando a coerência das variáveis especificadas, e os diagnósticos para as variâncias dos erros global, idiossincrático e de ineficiência, o indicador global de eficiência foi construído a partir do termo de ineficiência estimado, sob forma [*eficiência* = 1 – *ineficiência*]. Os resultados encontram-se na Tabela 3.

Para 2009, pode-se verificar que a eficiência média das escolas foi 0,95, ao passo que para 2011, o indicador chegou a 0,94. Depreende-se que, em média, para 2009, as escolas extraem 95% dos resultados potenciais advindos dos insumos escolares, ao passo que, para 2011, tais resultados atingem, em média, 94% da potencialidade dos resultados. Quando considerados os valores mínimos e máximos, para ambos os modelos, a observação que obteve menor aproveitamento dos insumos atingiu 74%, enquanto aquela que se mostrou mais eficiente extraiu 98% dos benefícios dos insumos controlados pela escola ou administração municipal.

Importante considerar que os indicadores se mostraram são medidas relativas. Assim, a conclusão de haver eficiência nas escolas pode não estar correta, uma vez que, o exercício feito revela similaridade entre as eficiências das escolas da amostra.

Os valores médios calculados indicam que há importante efeito da eficiência da interação dos insumos escolares para explicar a variabilidade das notas. Em outras palavras, a absorção e compreensão do ensino em língua portuguesa se mostrou altamente responsiva a variância da eficiência técnica dos insumos escolares.

Os resultados obtidos para os indicadores de eficiência técnica média das escolas nas duas amostras, os valores encontrados para a variância global e de ineficiência, e o coeficiente de ajustamento, permitem, conjuntamente, concluir a preponderância do *background* familiar sobre o efeito escola para explicar os resultados dos alunos em exames de proficiência, conforme verificado pela literatura, e que as escolas, em média, apresentam eficiência satisfatória na aplicação dos insumos escolares para obtenção de resultados em termos de qualidade do ensino. Os valores elevados encontrados para os índices de eficiência indicam que na média, apesar de responder pela menor parte da variação do desempenho dos estudantes, as escolas da amostra mostraram-se apresentaram eficiências parecidas.

Uma vez que o escopo deste trabalho não incluiu a análise da eficiência dos investimentos no Ensino Fundamental, a conclusão acima não pode ser extrapolada para a política municipal de educação com um todo, estando restrita à eficiência oriunda da interação

dos recursos escolares disponíveis, físicos, pedagógicos e de gestão. Nesta perspectiva, a melhoria dos resultados educacionais no Ensino Fundamental municipal estaria atrelada a investimentos no lado da demanda, uma vez que a oferta apresentou resultados satisfatórios em termos de eficiência.

Tabela 3: Indicadores de eficiência

Indicador de eficiência	Média	Desvio Padrão	Min.	Máx.
2009	0,95	0,02	0,74	0,98
2011	0,94	0,02	0,74	0,98

Fonte: Elaboração própria por meio do *software* Stata 14.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo a construção de indicadores de eficiência técnica das escolas públicas municipais para alunos da 5ª. série do Ensino Fundamental. Por meio de uma abordagem de fronteiras estocásticas, foram estimados dois modelos para a função-produção educacional para os anos de 2009 e 2011, tendo por medida de qualidade (*output*) as notas médias obtidas pelos alunos em Língua Portuguesa. Os *inputs* foram definidos por índices compostos por variáveis de controle direto do lado da oferta educacional. Os dados advieram dos questionários da Prova Brasil para os dois anos definidos na análise.

Os resultados para os controles definidos pelos índices indicaram convergência com os resultados comumente encontrados na literatura. Ademias, a análise da variância do erro global indicou que, conforme verificado em trabalhos empíricos da área, o efeito produzido pelas variáveis escolares para explicar a variabilidade das notas dos alunos corresponde a cerca de 25% da variância total explicada, cabendo ao *background* familiar o maior poder explicativo para a formação de habilidades dos indivíduos.

Os indicadores de eficiência técnica obtidos, respectivamente, 0,94 e 0,95, para 2009 e 2011, indicaram grande eficiência técnica média das escolas no aproveitamento dos insumos escolares. Os resultados indicam que as escolas se mostraram eficientes, em termos globais, de modo que, conforme preconizado pela literatura, a melhoria dos resultados educacionais deve ter em investimentos no *status* socioeconômico das famílias seu principal foco de responsividade.

Este trabalho mostrou-se pioneiro por identificar a eficiência técnica das escolas, em detrimento das abordagens anteriores, que abordaram exclusivamente a eficiência dos investimentos fiscais sobre os resultados educacionais. Uma gama de novos estudos pode se desenvolver a partir deste estudo, abrindo campo para uma nova vertente de análise na literatura de eficiência técnica escolar. A ampliação para a análise das especificidades regionais, por meio do efeito-vizinhança, bem com o controle de efeitos espaciais presentes nos dados, se afigura uma preocupação imediata para novas abordagens sobre o tema. Ademais, o caráter ainda exploratório deste estudo não permitiu a inclusão da análise dos resultados em nível municipal, o que permitiria a expansão da análise de eficiência que acomodasse as políticas municipais não direcionadas diretamente às escolas, mas que contemplem o conjunto de ações públicas em nível municipal como um todo.

REFERÊNCIAS

AIGNER, D.; LOVELL, CA K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of econometrics**, v. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.

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

AMARAL, L. F. Leite Estanislau; MENEZES-FILHO, N. A Relação entre gastos educacionais e desempenho escolar. In: **Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 36th Brazilian Economics Meeting]**. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics], 2008.

BARRO, R. Human capital and growth. **American economic review**, v. 91, n. 2, p. 12-17, 2001.

BARROS, R.; MENDONÇA, R. Os Determinantes da Desigualdade no Brasil. In: **A Economia Brasileira em Perspectiva**. Rio de Janeiro, IPEA, 1996.

BECKER, G. S.; TOMES, N. Child endowments and the quantity and quality of children. **Journal of political Economy**, v. 84, n. 4, Part 2, p. S143-S162, 1976.

BEHRMAN, J. R.; BIRDSALL, N. The quality of schooling: quantity alone is misleading. **The American Economic Review**, v. 73, n. 5, p. 928-946, 1983.

BESLEY, T. Publicly provided disaster insurance for health and the control of moral hazard. **Journal of Public Economics**, v. 39, n. 2, p. 141-156, 1989.

BESLEY, T.; COATE, S. Public provision of private goods and the redistribution of income. **The American Economic Review**, v. 81, n. 4, p. 979-984, 1991.

BLAIR, C.; RAVEN, C. C. Child development in the context of adversity: experiential canalization of brain and behavior. **American Psychologist**, v. 67, n. 4, p. 309, 2012.

BLAU, F. D.; KAHN, L. M. Do cognitive test scores explain higher US wage inequality?. **Review of Economics and Statistics**, v. 87, n. 1, p. 184-193, 2005.

CARD, D.; KRUEGER, A. **School resources and student outcomes: an overview of the literature and new evidence from North and South Carolina**. National Bureau of Economic Research, 1996.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CLOTFELTER, C. T.; LADD, H. F.; VIGDOR, J. L. Teacher credentials and student achievement: Longitudinal analysis with student fixed effects. **Economics of Education Review**, v. 26, n. 6, p. 673-682, 2007.

COLEMAN, J. et al. (1966). *Equality of Educational Opportunity*, Washington DC: Government Printing Office.

COURI, C. Nível socioeconômico e cor/raça em pesquisas sobre efeito-escola. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 21, n. 47, p. 449-472, 2010.

CUNHA, F., HECKMAN, J. J., LOCHNER, L., & MASTEROV, D. V. Interpreting the evidence on life cycle skill formation. **Handbook of the Economics of Education**, v. 1, p. 697-812, 2006.

DAVIES, Nicholas. Os Tribunais de Contas de São Paulo e sua avaliação dos gastos governamentais em educação. **EccoS Revista Científica**, v. 8, n. 1, 2006.

DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. Pesquisa e **Planejamento Econômico**, v. 37, n. 3, 2007.

FELICIO, F.; FERNANDES, R. Efeito da Qualidade da Escola Sobre o Desempenho Escolar: Uma Avaliação do Ensino Fundamental no Estado de São Paulo. **Encontro Nacional de Economia**. Anpec, 2005.

FRANCO, C.; ALVES, F.; BONAMINO, A. Qualidade do ensino fundamental: políticas, suas possibilidades, seus limites. **Educação & Sociedade**, v. 28, n. 100, 2007.

FRANCO, C.; CAZELLI, S. Alfabetismo científico: novos desafios no contexto da globalização. **Ensaio pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 2, p. 145-159, 2008.

FRIEDMAN, Milton. *The role of government in education*. 1955.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. C. Conceitos Básicos: Teoria das Finanças Públicas. In: GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. C. **Finanças Públicas: Teoria e prática no Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. Cap. 1. p. 56-90.

GREENE, W. H. A gamma-distributed stochastic frontier model. **Journal of econometrics**, v. 46, n. 1-2, p. 141-163, 1990.

GREENWALD, R.; HEDGES, L. V.; LAINE, R. D. The effect of school resources on student achievement. **Review of educational research**, v. 66, n. 3, p. 361-396, 1996.

GOLDHABER, D. D.; BREWER, D. J. Does teacher certification matter? High school teacher certification status and student achievement. **Educational evaluation and policy analysis**, v. 22, n. 2, p. 129-145, 2000.

GUPTA, S.; VERHOEVEN, M. The efficiency of government expenditure: experiences from Africa. **Journal of policy modeling**, v. 23, n. 4, p. 433-467, 2001.

HADDAD, M. A.; FREGUGLIA, R.; GOMES, C. Public Spending and Quality of Education in Brazil. **The Journal of Development Studies**, v. 53, n. 10, p. 1679-1696, 2017.

HANSEN, A. L., JOHNSEN, B. H., SOLLERS, J. J., STENVIK, K., & THAYER, J. F. Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. **European journal of applied physiology**, v. 93, n. 3, p. 263-272, 2004.

HANUSHEK, E. A. The economics of schooling: Production and efficiency in public schools. **Journal of economic literature**, v. 24, n. 3, p. 1141-1177, 1986.

HANUSHEK, E. A. The impact of differential expenditures on school performance. **Educational researcher**, v. 18, n. 4, p. 45-62, 1989.

HANUSHEK, E. A. School resources and student performance. **Does money matter? The effect of school resources on student achievement and adult success**, p. 43-73, 1996.

HANUSHEK, E. A. Publicly provided education. **Handbook of public economics**, v. 4, p. 2045-2141, 2002.

HANUSHEK, E. A.; LUQUE, J. A. Efficiency and equity in schools around the world. **Economics of education Review**, v. 22, n. 5, p. 481-502, 2003.

HANUSHEK, E. A.; RAYMOND, M. E. The effect of school accountability systems on the level and distribution of student achievement. **Journal of the European Economic Association**, v. 2, n. 2-3, p. 406-415, 2004.

HANUSHEK, E. A.; RIVKIN, S. G. **School quality and the black-white achievement gap**. National Bureau of Economic Research, 2006.

HECKMAN, J.; LAYNE-FARRAR, A.; TODD, P. Human capital pricing equations with an application to estimating the effect of schooling quality on earnings. **The Review of Economics and Statistics**, p. 562-610, 1996.

IRELAND, N. J. The mix of social and private provision of goods and services. **Journal of Public Economics**, v. 43, n. 2, p. 201-219, 1990.

JENSEN, A. R. Bias in mental testing. 1980.

KALIRAJAN, K. P.; SHAND, R. T. Frontier production functions and technical efficiency measures. **Journal of Economic surveys**, v. 13, n. 2, p. 149-172, 1999.

KANE, T. J.; ROCKOFF, J. E.; STAIGER, D. O. What does certification tell us about teacher effectiveness? Evidence from New York City. **Economics of Education review**, v. 27, n. 6, p. 615-631, 2008.

KNUDSEN, E. I. Sensitive periods in the development of the brain and behavior. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 16, n. 8, p. 1412-1425, 2004.

KNUDSEN, E. I. et al. Economic, neurobiological, and behavioral perspectives on building America's future workforce. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 27, p. 10155-10162, 2006.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, CA K. Stochastic production frontier. **Cambridge University Press. Kumbhakar, SC, & Sarkar, S.(2003). Deregulation, ownership and productivity growth in the banking industry: Evidence from India. Journal of Money Credit and Banking**, v. 35, n. 3, p. 403-424, 2000.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. K. **Stochastic frontier analysis**. Cambridge university press, 2003.

LANGONI, C. G. *Distribuição da renda e desenvolvimento econômico do Brasil: uma reafirmação*. 1973.

LIM, A. S. K.; TANG, K. K. Human capital inequality and the Kuznets curve. **The Developing Economies**, v. 46, n. 1, p. 26-51, 2008.

LUZ, L. N. **Dois ensaios sobre eficácia e equidade na educação**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International economic review**, p. 435-444, 1977.

MENEZES-FILHO, N. A. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. IFB, 2007.

MOREIRA, A. RB; FONSECA, T. CR. Comparando medidas de produtividade: DEA, fronteira de produção estocástica. 2005.

MORETTI, E. Workers' education, spillovers, and productivity: evidence from plant-level production functions. **American Economic Review**, v. 94, n. 3, p. 656-690, 2004.

MURNANE, R. J.; PHILLIPS, B. R. What do effective teachers of inner-city children have in common?. **Social Science Research**, v. 10, n. 1, p. 83-100, 1981.

MUNRO, A. The optimal public provision of private goods. **Journal of Public Economics**, v. 44, n. 2, p. 239-261, 1991.

NICHOLSON, W.; SNYDER, C. Market Failure: Externalities and Public Goods. In: NICHOLSON, W.; SNYDER, C. **MICROECONOMIC THEORY: BASIC PRINCIPLES AND EXTENSIONS**. 10. ed. Nashville: South-western, 2012. Cap. 19. p. 685-716. Nelson Education.

Shonkoff, J. P., Phillips, D. A., & National Research Council. *The developing brain*, 2000.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **Journal of political Economy**, v. 98, n. 5, Part 2, p. S71-S102, 1990.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; MARCIO, C. J. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. **Economia aplicada**, v. 16, n. 3, p. 421-443, 2012.

SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. **Economia Aplicada**, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009.

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**, n. 39, 2012.

SHAND, D. Return on knowledge. **Knowledge Management Magazine**, v. 2, p. 33-39, 1999.

SOARES, Magda. Alfabetização e letramento. 2003.

SOARES, J. F.; CANDIAN, J. F. O efeito da escola básica brasileira: as evidências do PISA e do SAEB. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 2, n. 4, 2007.

SOUSA, M. C. S.; RAMOS, F. S. Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do Nordeste e do Sudeste brasileiros. **Revista brasileira de economia**, v. 53, n. 4, p. 433-461, 1999.

TRESCH, R. W. Public Expenditure Theory and Policy: Externalities: Policy considerations. In: TRESCH, R. W. **Public sector economics**. New York: Palgrave Macmillan, 2008. Cap. 7. p. 121-142

TODD, P. E.; WOLPIN, K. I. On the specification and estimation of the production function for cognitive achievement. **The Economic Journal**, v. 113, n. 485, 2003.

TODD, P. E.; WOLPIN, K. I. The production of cognitive achievement in children: Home, school, and racial test score gaps. **Journal of Human capital**, v. 1, n. 1, p. 91-136, 2007.

WALBERG, H. J. Improving educational productivity. **The scientific basis of educational productivity**, p. 103, 2006.

WEIR, S.; KNIGHT, J. Externality effects of education: dynamics of the adoption and diffusion of an innovation in rural Ethiopia. **Economic development and cultural change**, v. 53, n. 1, p. 93-113, 2004.

ZOGHBI, A. C., MATTOS, E. M., ROCHA, F. R. R., & ARVATE, P. A. Uma análise da eficiência nos gastos em educação fundamental para os municípios paulistas. **Planejamento e políticas públicas**, n. 36, 2011.

ANEXOS

Quadro 1.A: Descrição das variáveis utilizadas (continuação)

Nome da variável	Descrição	Métrica	Unidade de medida
reforc	A escola desenvolve ou não, regularmente, algum programa de apoio ou reforço de aprendizagem para os alunos	1 se desenvolve, 0 contrário caso	Binária
extracur_esportes	São ou não desenvolvidas regularmente com os alunos na escola atividades esportivas extracurriculares	1 se desenvolve, 0 contrário caso	Binária
extracur_artes	São ou não desenvolvidas regularmente com os alunos na escola atividades artísticas extracurriculares	1 se desenvolve, 0 contrário caso	Binária
financ_fed	Participação da escola em algum programa de financiamento do governo federal	1 se participa, 0 contrário caso	Binária
financ_est	Participação da escola em algum programa de financiamento do governo estadual	1 se participa, 0 contrário caso	Binária
financ_mun	Participação da escola em algum programa de financiamento do governo municipal	1 se participa, 0 contrário caso	Binária
chegada_livros	Os livros chegaram em tempo hábil para o início das aulas.	1 se chegam, 0 contrário caso	Binária
faltam_livros	faltaram livros para os alunos.	1 se chegam, 0 contrário caso	Binária
comp_alu	Há ou não computadores para uso dos alunos	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
internet_alu	Há ou não acesso à internet para uso dos alunos	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
comp_prof	Há ou não computadores para uso dos professores	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
internet_prof	Há ou não acesso à internet para uso dos professores	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
comp_adm	Há ou não computadores exclusivamente para uso administrativo	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
midias_edu	Há ou não fitas de vídeo ou DVD (educativas) na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
midias_lazer	Há ou não fitas de vídeo ou DVD (lazer) na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
copiadora	Há ou não máquina copiadora na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
impressora	Há ou não impressora na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
retroprojeter	Há ou não retroprojeter na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
projeter	Há ou não projetor de <i>slides</i> na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
dvd	Há ou não videocassete ou DVD na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
tv	Há ou não televisão na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
antena	Há ou não antena parabólica na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária

Quadro 1.A: Descrição das variáveis utilizadas (continuação)

Nome da variável	Descrição	Métrica	Unidade de medida
linha_fone	Há ou não linha telefônica na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
aparelho_som	Há ou não aparelho de som na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
biblioteca	Há ou não biblioteca na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
quadra_esportes	Há ou não quadra de esportes na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
laboratório	Há ou não laboratório na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
auditório	Há ou não auditório na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
sala_musica	Há ou não sala para atividades de música na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
sala_artes	Há ou não sala para atividades de artes plásticas na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
telhado	Há ou não telhado na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
paredes	Há ou não paredes na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
piso	Há ou não piso na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
portas	Há ou não portas na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
janelas	Há ou não janelas na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
banheiros	Há ou não banheiros na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
cozinha	Há ou não cozinha na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
hidráulica	Há ou não instalações hidráulicas na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
eletrica	Há ou não instalações elétricas na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
segurança	Há ou não estrutura que garanta a segurança dos alunos na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
controle_entradaesaida	Há ou não controle de entrada e saída de alunos na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
entrada_estranhos	Há ou não controle de entrada e saída de estranhos na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
portoes_trancados	Os portões externos ficam ou não trancados durante o horário de aula na escola	1 se sim, 0 contrário caso	Binária
vigilancia_diurno	Há ou não vigilância no período diurno na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
vigilancia_noturna	Há ou não vigilância no período noturno na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
vigilancia_fds	Há ou não vigilância nos feriados e fins de semana na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
protecao_incendio	Há ou não um sistema de proteção contra incêndio na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
trancas_salademia	Há ou não dispositivos para trancar os locais onde são guardados os equipamentos mais caros na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
reuniao_escolar	A escola participa ou não do conselho escolar	1 se participa, 0 contrário caso	Binária

Quadro 1.A: Descrição das variáveis utilizadas (continuação)

Nome da variável	Descrição	Métrica	Unidade de medida
reuniao_classe	Há ou não conselho de na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
proj_ped	Há ou não um projeto pedagógico na escola	1 se tem, 0 contrário caso	Binária
esc_dir	O diretor possui ou não curso superior	1 se possui, 0 contrário caso	Binária
forma_graduacao_dir	A forma de graduação do diretor foi ou não presencial	1 se sim, 0 contrário caso	Binária
pos_dir	O diretor possui ou não uma pós-graduação	1 se possui, 0 contrário caso	Binária
exp_dir	O diretor possui experiência igual ou maior que a de cinco anos exercendo tal função	1 se possui, 0 contrário caso	Binária
tempo_direcao	O tempo de direção é ou não igual ou superior a cinco anos na escola	1 se sim, 0 contrário caso	Binária
horas_aula	Ao todo, os professores ministram ou não menos que 25 horas-aula por semana	1 se sim, 0 contrário caso	Percentual de professores que ministram menos que 25 horas-aula por semana por escola
salario	O salário do professor é ou não acima do piso salarial	1 se sim, 0 contrário caso	Percentual de professores que por escola
esc_prof	O professor possui ou não curso superior	1 se possui, 0 contrário caso	Percentual de professores que possui curso superior por escola
pos_prof	O professor possui ou não uma pós-graduação	1 se possui, 0 contrário caso	Percentual de professores que possui pós-graduação por escola
dedicacao_exclusiva	O professor exerce outra atividade na área de educação, exceto como professor	1 se sim, 0 contrário caso	Percentual de professores que exercem outra atividade na área da educação por escola
exp_prof	O professor possui ou não experiência igual ou maior que a de cinco anos lecionando	1 se possui, 0 contrário caso	Percentual de professores que possuem experiência igual ou maior que cinco anos por escola
num_escolas	O professor trabalha apenas nesta escola ou não	1 se sim, 0 contrário caso	*Percentual de professores que trabalham apenas em uma escola por escola
conteudos_desenv	O professor desenvolveu ou não mais de 80% do conteúdo previsto no ano	1 se sim, 0 contrário caso	Percentual de professores que desenvolveram mais que 80% do conteúdo previsto no ano por escola

Quadro 1.A: Descrição das variáveis utilizadas (Conclusão)

Nome da variável	Descrição	Métrica	Unidade de medida
prof_vinculo_estavel	A proporção de professores com vinculo estável é ou não superior a 75%	1 se sim, 0 contrário caso	Binária
selecao_alunos	O critério de admissão de alunos na escola é ou não através de prova	1 se sim, 0 contrário caso	Binária
formacao_turmas	Na formação de turma, optou-se ou não pelo critério de homogeneidade entre alunos na escola	1 se sim, 0 contrário caso	Binária
dist_prof	Na distribuição dos professores, optou-se ou não por colocar professores mais experientes em turmas de aprendizagem mais lentas	1 se sim, 0 contrário caso	Binária

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1.A – Estatística Descritivas das variáveis (continuação)

Variáveis	2009		2011	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
reforço	0,77	0,42	0,80	0,40
extracur_esportes	0,72	0,45	0,81	0,39
extracur_artes	0,60	0,49	0,73	0,44
financ_fed	0,86	0,35	0,92	0,28
financ_est	0,16	0,37	0,18	0,39
financ_mun	0,68	0,46	0,72	0,45
chegada_livros	0,76	0,43	0,78	0,42
faltam_livros	0,59	0,49	0,63	0,48
comp_alu	0,53	0,50	0,77	0,42
internet_alu	0,36	0,48	0,73	0,45
comp_prof	0,62	0,49	0,92	0,27
internet_prof	0,49	0,50	0,63	0,48
comp_adm	0,81	0,39	0,50	0,50
midias_edu	0,89	0,32	0,94	0,25
midias_lazer	0,68	0,47	0,97	0,17
copiadora	0,55	0,50	0,83	0,37
impresora	0,85	0,36	0,74	0,44
retroprojektor	0,53	0,50	0,41	0,49
projektor	0,26	0,44	0,59	0,49
dvd	0,91	0,28	0,31	0,46
tv	0,95	0,22	0,90	0,30
antena	0,45	0,50	0,28	0,45
linha_fone	0,55	0,50	0,14	0,35
aparelho_som	0,88	0,33	0,09	0,29
biblioteca	0,62	0,49	0,44	0,50
quadra_esportes	0,46	0,50	0,73	0,44
laboratório	0,16	0,37	0,15	0,36
auditório	0,13	0,33	0,44	0,50
sala_musica	0,05	0,22	0,56	0,50
sala_artes	0,07	0,25	0,63	0,48

Tabela 1.A – Estatística Descritivas das variáveis (*Conclusão*)

Variáveis	2009		2011	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
telhado	0,99	0,10	1,00	0,04
paredes	1,00	0,05	1,00	0,02
piso	1,00	0,07	1,00	0,05
portas	0,99	0,08	0,99	0,08
janelas	0,94	0,24	0,95	0,22
banheiros	1,00	0,07	1,00	0,05
cozinha	0,99	0,11	0,99	0,09
hidráulica	0,98	0,15	0,98	0,12
eletrica	1,00	0,07	1,00	0,06
segurança	0,74	0,44	0,77	0,42
controle_entradaesaida	0,92	0,27	0,93	0,25
entrada_estranhos	0,89	0,31	0,91	0,28
portoes_trancados	0,79	0,41	0,84	0,37
vigilancia_diurno	0,56	0,50	0,59	0,49
vigilancia_noturna	0,65	0,48	0,68	0,47
vigilacia_fds	0,58	0,49	0,62	0,49
protecao_incendio	0,41	0,49	0,45	0,50
trancas_salademidia	0,78	0,41	0,84	0,36
reuniao_escolar	0,84	0,37	0,87	0,34
reuniao_classe	0,79	0,41	0,82	0,39
proj_ped	0,92	0,27	0,95	0,22
esc_dir	0,91	0,29	0,91	0,29
forma_graduacao_dir	0,78	0,42	0,78	0,41
pos	0,63	0,48	0,72	0,45
exp_dir	0,42	0,49	0,43	0,50
tempo_direcao	0,29	0,45	0,30	0,46
horas_aula	0,28	0,40	0,28	0,39
salario	0,37	0,43	0,67	0,43
esc_prof	0,78	0,36	0,84	0,32
pos_prof	0,45	0,43	0,59	0,42
dedicacao_exclusiva	0,33	0,39	0,33	0,39
exp_prof	0,83	0,32	0,87	0,28
num_escolas	0,65	0,39	0,64	0,39
conteudos_desenv	0,32	0,40	0,38	0,41
prof_vinculo_estavel	0,61	0,49	0,62	0,48
selecao_alunos	0,01	0,12	0,01	0,11
dist_prof	0,14	0,34	0,15	0,35
formacao_turmas	0,43	0,50	0,45	0,50

Fonte: Elaboração própria por meio do *software* Stata 14.