
Gastos em Educação: mais recursos sem gestão?

Carlos Renato de Melo Castro* Geraldo da Silva e Souza[†]
Maria Eduarda Tannuri-Pianto [‡]

Julho, 2015

ANPEC: Área 5 - Economia do Setor Público

Resumo

Este trabalho insere-se em uma linha de pesquisa da Economia da Educação que, segundo a classificação de Blaug (1992), preocupa-se em investigar aspectos econômicos dos sistemas educativos. Entre os temas tratados, nesta abordagem, está a análise de eficiência na alocação de recursos via funções de produção e funções custos. Mais especificamente, modelou-se uma função custo para o ensino fundamental brasileiro tendo os municípios brasileiros como unidades produtivas. Metodologicamente, destaca-se a utilização da Forma Flexível de Fourier como alternativa para transpor os vieses normalmente apresentados na utilização das formas flexíveis locais, como a Translog. Os resultados indicam que, tudo mais constante, mesmo gastos da ordem de 10% do PIB não seriam suficientes para alcançar a proficiência mínima para 100% dos alunos. Observou-se que municípios com mais renda, menos urbanos, com menos desigualdade de renda e com maiores taxas de analfabetismo apresentam maiores exigências de gastos e maiores níveis de ineficiência. No que tange às variáveis que estão sob a gestão educacional do município, destaca-se o papel significativo do número de alunos por turma e da carga horária diária. Por fim, obteve-se uma ineficiência média da ordem de 14,7% que é bastante explicada pela desigualdade de renda e pela taxa de analfabetismo.

Palavras-Chave: Teoria da Firma, Educação, Forma Flexível de Fourier, Eficiência

Abstract

This work is part of a line of Education Economics Research which, according to classification of Blaug (1992), it is concerned with investigating economic aspects of education systems. Among the topics covered in this approach is the efficiency analysis in the allocation of resources through production functions and cost functions. More specifically, modeled to a cost function for the Brazilian elementary school with the municipalities as productive units. Methodologically, there is the use of the Flexible Fourier Form as an alternative to overcome the biases usually presented in the use of local flexible forms such as Translog. The results indicate that, all else constant, even spending the 10 % of the GDP would not be sufficient to meet the minimum proficiency for 100% of students. It was observed that municipalities with more income, less urban, less income inequality and higher illiteracy rates have higher requirements spending and higher levels of inefficiency. The variables that are under the educational administration of the municipality point to a significant role in the number of students per class and the daily workload. Finally, we obtained an average inefficiency of the order of 14.7 % that is quite explained by income inequality and the illiteracy rate.

Keywords: Firm Theory, Education, Fourier Flexible Form, Efficiency

JEL Classification: D22, H52, I20, C14

*Secretaria do Tesouro Nacional, MF

[†]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA

[‡]Departamento de Economia, Universidade de Brasília

1 Introdução

O crescimento significativo da oferta de bens públicos em educação ocorrido no passado recente e aquele que se projeta para o Brasil justificam a discussão acerca da estrutura econômica subjacente a tal oferta. Questões alocativas e de eficiência são fundamentais para que as políticas impliquem nos retornos esperados.

O gasto por aluno da educação básica no Brasil mais que dobrou em termos reais de 2005 a 2011 e as metas constantes no novo Plano Nacional de Educação vislumbram passar do nível de 6,1% do PIB em 2011 para 10% no próximo decênio.

Quando comparamos em valores absolutos, o gasto público por aluno no Brasil, apesar de ter avançado significativamente nos últimos anos, ainda está bastante aquém da média dos países da OCDE. Em 2010, a média da OCDE era de US\$ 8.382, enquanto o Brasil gastava US\$ 2.964. De fato, o alcance dos patamares de gastos por aluno da ordem de US\$ 8.000 depende naturalmente também do crescimento da renda do país.

Neste contexto, algumas questões naturais surgem, na medida que ampliaremos o volume de recursos aplicados. Qual é a relação existente no caso brasileiro entre o gasto e a performance dos estudantes? Quais são as variáveis que têm mais impacto na estrutura de gastos do Brasil e quais são seus efeitos sobre o resultado do processo educativo? Onde há mais ineficiência na gestão dos recursos?

Nesta linha, pretende-se colaborar com a análise de como funciona a estrutura do gasto em educação no Brasil, através da tentativa de estimar uma função custo para o setor. Com isso, podemos prospectar, por exemplo, se gastos da ordem de 10% do PIB seriam suficientes para alcançar níveis adequados de proficiência.

Em termos metodológicos, utilizamos a técnica de fronteira estocástica considerando uma forma flexível de Fourier para a função custo, onde as firmas seriam os municípios brasileiros. Incluímos preços para trabalho, capital e custeio e consideramos o percentual de alunos proficientes como produto da firma. Adicionalmente acrescentamos covariáveis relacionadas ao ambiente familiar do aluno e ao ambiente escolar e municipal que tipicamente são consideradas nestes estudos. Desta forma, temos como estimar quanto custa elevar a performance dos estudantes brasileiros, como comparar a influência de diversas variáveis sobre o nível de gastos e discutir questões de eficiência.

Os resultados indicam que, na estrutura atual, o alcance da proficiência dos alunos implicariam em um gasto por aluno 277% superior. Isto indicaria que, tudo mais constante, a elevação de gasto de 6% para 10% do PIB não seria suficiente para alcançar a proficiência de todos os alunos brasileiros. Ainda analisando a relação entre custo e produto, observamos que estamos em uma região de deseconomias de escala. Ao comparar variáveis, concluímos a importância das variáveis carga-horária diária e alunos por turma, como instrumentos importantes para racionalização na utilização de recursos. Constatamos que os municípios mais eficientes apresentam piores indicadores de renda e gasto por aluno inferior. De onde inferimos a necessidade de focalização na alocação de recursos para que não haja desperdício e de aprimoramento na gestão para elevação dos níveis de eficiência.

Na sequência, apresentamos a literatura relacionada e o modelo que tenta adaptar os pressupostos da teoria da firma ao contexto de provisão de bens públicos educacionais. A estratégia empírica é abordada amplamente na seção seguinte que inclui a discussão acerca das formas flexíveis locais e globais. Aqui será apresentada a forma flexível de Fourier e a especificação final do estudo. A seção 5 apresenta a estatística descritiva dos dados e as proxies utilizadas para as variáveis

consideradas na função custo a ser estimada. Com isso, é possível apresentar a amplitude da base de dados com a qual se trabalhou, detalhando aqueles municípios que ficaram de fora do escopo deste estudo. Por fim, apresentam-se os resultados obtidos e são discutidas as principais perguntas da pesquisa.

2 Literatura

Este trabalho insere-se em uma linha de pesquisa da Economia da Educação que, segundo a classificação de Blaug (1992), preocupa-se em investigar aspectos econômicos dos sistemas educativos. Segundo Waltenberg (2006), o instrumental de análise de um sistema educativo seria mais microeconômico e microeconométrico. Entre os temas tratados, nesta abordagem, está a análise de eficiência na alocação de recursos via funções de produção e funções custos. Ou seja, busca-se mobilizar o ferramental da teoria da firma para que seja possível encontrar a fronteira de possibilidades de produção e assim desenhar políticas. Nesta linha, observa-se um grande número de estudos realizados a partir da publicação do trabalho pioneiro de Coleman et al. (1966) entre os quais se destaca a meta-análise realizada por Hanushek (1997).

Não encontramos estudos para o contexto brasileiro que estimasse efetivamente uma função custo nos moldes próximos ao da teoria da firma. Avaliamos que a dificuldade com *proxies* para os preços seria uma das razões para tal escassez. Naturalmente, a dualidade existente entre funções de produção e funções custo nos permitem gerar inferências equivalentes. No entanto, destacamos que, com o objetivo também de discutir eficiência, a função custo nos permite tratar de uma eficiência econômica que engloba aspectos técnicos e alocativos. Em geral, nos modelos de eficiência estocástica, a função custo nos permite avaliar eficiência econômica na presença de outputs múltiplos. Intuitivamente nos parece mais natural considerar nossa variável resposta como uma proxy de um construto agregando outputs múltiplos do que determinante do modelo de produção. Por fim, a ausência de tais estudos nos motiva a esta tentativa.

Não obstante, dentro desta linha de pesquisa, Machado et al. (2008) analisou os determinantes do desempenho de alunos em escolas públicas estaduais mineiras. Menezes Filho et al. (2009) estudou a relação entre gastos e o desempenho educacional de municípios brasileiros. Com o objetivo de medir a qualidade das escolas brasileiras, Curi and Souza (2012) modelou a relação entre o desempenho dos alunos e características das escolas, dos alunos e outras. Considerando municípios goianos, Rosano-Peña et al. (2012) analisou eficiência dos gastos públicos em educação através de modelos de análise envoltória dos dados (DEA). Machado and Gonzaga (2007) analisou o impacto dos fatores familiares sobre a defasagem idade-série para as crianças brasileiras. Com um painel de dados de 1998 a 2005, Soares and Sátyro (2008) concluiu que os insumos escolares têm impacto significativo sobre a taxa de distorção série-idade. Carvalho (2012) aplicou um modelo de DEA em três estágios e conclui que, mesmo desconsiderando os fatores ambientais e aleatórios, ainda persistem problemas de gestão nas escolas urbanas das regiões Nordeste e Sudeste brasileiras. Rocha et al. (2013) conclui, através de um modelo de DEA, que os recursos municipais seriam suficientes para alcançar metas do IDEB em 2021 dado o alto nível de desperdício apresentado pelo modelo.

Com isso, buscamos estudos que tentaram modelar uma função custo para sistemas educativos fora do contexto brasileiro. Com o objetivo de estudar economias de escala, Duncombe et al. (1995) estimou uma função custo para os distritos escolares de Nova Iorque e Tao (2005), para escolas públicas de Taipei em Taiwan. Considerando um painel de escolas do ensino médio de Nova Iorque, Stiefel et al. (2009) comparou os custos de diversos tipos de organizações escolares. Ajustando uma fronteira estocástica para função custo na forma translog, Gronberg et al. (2012)

mostrou que as escolas *charters* geram os mesmos resultados a custos inferiores. Duncombe and Yinger (2005) estimou o custo adicional que os distritos escolares têm com alunos em desvantagem (baixa renda, baixo rendimento, etc.). Uma análise de meta-regressão com base em estudos que estimam função custo é feita por Colegrave and Giles (2008). Como estudos correlacionados destacamos: Burnell (1991) que estudou o impacto da fragmentação dos distritos escolares sobre o gastos, Afonso and St Aubyn (2006) que analisou a eficiência na provisão de educação secundária em 25 países e Thompson (2011) que estimou funções custo para avaliar o efeito da privatização do serviço de transporte escolar.

Observa-se que aspectos metodológicos diversos surgem na discussão da tecnologia da produção educacional. Uma delas é a destacada por Figlio (1999) acerca das formas funcionais das funções de produção ou de custo utilizadas nestes estudos. Sobre estes, destacam-se os aspectos relacionados às formas funcionais do tipo Translog. Segundo Gallant (1981) há dois métodos frequentemente utilizados em aplicações que buscam aproximar funções de produção: aproximações por séries de Taylor e por séries de Fourier. O trabalho com formas funcionais flexíveis tem utilizado principalmente expansões em Taylor como mecanismo de aproximação. Destaque-se que o teorema de Taylor só se aplica localmente. A aplicabilidade local da aproximação basta para traduzir proposições da teoria da demanda em restrições sobre os parâmetros do sistema orçamentário aproximado. Contudo, o teorema de Taylor falha na compreensão do comportamento estatístico das estimativas dos parâmetros bem como nos testes relacionados. White (1980) apresentou a fundamentação dessas críticas. Em função deste problema é que métodos de regressão estatística, segundo Gallant (1981) e Elbadawi et al. (1983) devem essencialmente expandir a função verdadeira em uma série de Fourier geral e não em uma série de Taylor. A forma de Fourier possui uma propriedade de flexibilidade global: ela pode aproximar assintoticamente qualquer função contínua, no sentido da norma de Sobolev. Ela permite inclusive testar a forma translog, que faz parte da sua especificação. Gallant (1982) discutiu os detalhes da utilização da forma de Fourier na estimação de funções custo. E principalmente com base nesse estudo, Chalfant (1984) comparou a utilização da forma de Fourier à forma Box-Cox generalizada, dentro do contexto da agricultura americana.

Com isso, utilizamos neste trabalho a forma flexível de Fourier para estimar a função custo do ensino fundamental público ofertado pelos municípios brasileiros que serão as nossas unidades produtivas. Com base em Kumbhakar and Lovell (2003) e Coelli et al. (2005) estimamos fronteiras estocásticas assim como em Huang and Wang (2004) para realizarmos análises de eficiência.

3 O Modelo Base

O modelo de produção educacional utilizado neste trabalho está baseado principalmente em Duncombe et al. (1995). Nesta linha, propõe-se algumas adaptações à teoria geral da produção, considerando que trata-se de provisão de serviços públicos, no caso, educação. Em princípio, o processo de produção em uma escola, distrito escolar ou município poderia ser modelado com uma função de produção do tipo:

$$G = f(L, K, T), \quad (1)$$

onde L representaria a força de trabalho (professores e outros), K , o capital, e T os outros insumos de custeio da firma.

Entre as referidas adaptações, destaque-se a importante discussão acerca do produto e do ambiente no caso de serviços públicos. Como medir produtos que representem quantidade de atividades de qualidade equivalentes? A entrega de uma hora-aula em um dado contexto pode

ter qualidade completamente distinta se ocorresse em outra situação. Surge assim a distinção entre serviços diretamente produzidos e aquilo que é de interesse primário do cidadão consumidor. Conforme destacado por Bradford et al. (1969), quando o cidadão vota em um orçamento de segurança pública, por exemplo, ele não está interessado em avaliar se há 10 ou 15 viaturas de polícia, a sua utilidade é afetada principalmente pelo grau de segurança na sua comunidade. De fato, simplificadamente, teríamos:

$$U = U(S, Z) \quad (2)$$

onde Z representa o nível de provisão de outros bens públicos e dos bens privados e

$$S = h(G, E) \quad (3)$$

é obtido pela função h que indica o grau de satisfação do cidadão consumidor com os serviços diretamente produzidos, G , no ambiente E .

Como se observa em grande número de estudos no âmbito educacional, a abordagem em linha com Bradford et al. (1969) é de se medir o produto da escola em termos do desempenho dos alunos em testes padronizados. Este seria um dos interesses primários de quem usufrui do serviço.

Como discutido anteriormente, essa linha de pesquisa tem em Hanushek (1979) e seus trabalhos posteriores uma importante referência em termos da discussão acerca da função de produção para o caso educacional. Segundo Duncombe et al. (1995), entre os fatores ambientais normalmente apontados na literatura (Hanushek (1997)), destacam-se os fatores físicos (P), o background familiar (F) e as características dos estudantes (ST). Ou seja,

$$E = g(P, F, ST). \quad (4)$$

Substituindo (1) e (4) em (3) obtemos a função de produção adaptada, que é a base para gerar a nossa função custo:

$$S = h(G, g(P, F, ST)) \quad (5)$$

Na teoria da produção, a função de produção padrão (1) pode ser resolvida de modo a gerar a função de custo implícita, onde W são os preços:

$$TC = c(G, W) \quad (6)$$

Especificamente, ao resolvermos a equação (5) para G e substituirmos em (6), obtemos a função custo modificada:

$$TC = c(h^{-1}(S, g(P, F, ST)), W) \quad (7)$$

A equação (7) nos dá uma forma adaptada onde agregam-se resultados educacionais, variáveis ambientais e preços em uma análise de produção pública.

3.1 As Variáveis

As variáveis utilizadas neste estudo e que comporão a função custo modelada conforme (7) estão descritas em detalhes na seção 5. De fato, além das variáveis de preços (trabalho, capital e custeio), buscamos variáveis ambientais para o caso brasileiro que retratassem o que é observado na literatura. Relativamente aos fatores físicos, incluímos a variável que informa a quantidade

de alunos por turma. Quanto ao background familiar, consideramos a infraestrutura da casa do aluno, a participação dos pais na vida escolar e a escolaridade dos pais. Acrescentamos ainda as variáveis carga-horária diária dos alunos e escolaridade dos docentes, pois estão diretamente relacionadas à gestão educacional do município e têm impacto significativo sobre o custo. Por fim, acrescentamos variáveis que tentam retratar o ambiente socio-econômico do município: coeficiente de Gini, taxa de urbanização, taxa de analfabetismo e renda domiciliar per capita. Não encontramos variáveis proxies para a variável ST , que reflete a existência de estudantes em condições especiais (aprendizagem, necessidades especiais ou outras).

Destacamos que a unidade produtiva escolhida neste estudo é o município. A disponibilidade de dados foi um dos fatores fundamentais nesta escolha.

4 A Estratégia Empírica

4.1 Forma Flexível de Fourier

Conforme descrito por Gallant (1982), para determinar se uma indústria exhibe retornos constantes de escala, se a função de produção é homotética, ou se os insumos são separáveis, uma abordagem comum é especificar uma função custo, estimar os parâmetros usando dados tais como preços e quantidades de insumos e então testar as restrições paramétricas correspondentes a retornos constantes, a tecnologia homotética ou a separabilidade. As chamadas formas funcionais em linha com a Diewert flexibilidade (flexibilidade local) não contornam este problema.

Segundo White (1980), os coeficientes das formas flexíveis locais seriam corretamente interpretados como estimativas consistentes e não viesadas das derivadas da função verdadeira somente em casos especiais. Ou a função utilizada para aproximar seria da forma da função verdadeira, ou os termos de ordem superior não seriam correlacionados com os termos lineares e quadráticos incluídos. Ele conclui afirmando que a hipótese de regressores ortogonais é "pouco confortável para os economistas práticos". Como os polinômios de ordem superior em x são variáveis omitidas na interpretação da aproximação por Taylor, as estimativas resultantes não podem ser consideradas ótimas em qualquer sentido aceito como aproximação local. A menos que a forma funcional possa ser considerada como verdadeira, qualquer teste estatístico não pode ser considerado como teste da hipótese de interesse. A rejeição pode ser devido à rejeição da forma funcional em vez da proposição econômica que está sendo testada.

É neste contexto que Gallant (1981) apresenta a forma flexível de Fourier (FFF). Com ela teríamos como construir testes estatísticos não-viesados. Estaríamos certos de que é a proposição econômica que está sendo testada e não algum erro de especificação devido à forma funcional utilizada na aproximação da função custo verdadeira.

A FFF que garante a ausência de viés citada anteriormente têm como forma geral a expressão:

$$g_k(x|\theta) = u_0 + b'x + \frac{1}{2}x'Cx + \sum_{\alpha=1}^A \{u_{0\alpha} + 2 \sum_{j=1}^J [u_{j\alpha} \cos(j\lambda k'_\alpha x) - v_{j\alpha} \sin(j\lambda k'_\alpha x)]\} \quad (8)$$

O ponto inicial para a especificação é a definição do número de parâmetros a ser utilizado na FFF. Elbadawi et al. (1983) discute tal ponto e indica que os resultados assintóticos são obtidos fazendo o número de parâmetros depender do tamanho amostral. Chalfant and Gallant (1985), Eastwood and Gallant (1991), Mitchell and Onvural (1996) e Huang and Wang (2004) têm sugerido que

o número de parâmetros a ser estimado, em um contexto de uma função custo na FFF, seja o número de observações elevado a dois-terços.

Considerando o conjunto de dados do presente estudo que soma 4.600 observações, teríamos que ter no máximo 277 parâmetros na forma. Por outro lado, ao observarmos a FFF descrita em (8), concluímos que ela possui $1 + N + 1 + A(1 + 2J)$ parâmetros. Dado que consideramos três tipos de preços, temos $N = 3$ e considerando os multi-índices elementares gerados pelo procedimento descrito em Gallant (1982) (e computado pela rotina apresentada por MONAHAN (MONAHAN)) temos as seguintes possibilidades para $|k|$ e J :

Table 1: N° de Parâmetros

$ k $	A	J	N° de Parâmetros
3	56	1	173
3	56	2	285
4	305	1	920

Fonte: elaboração do autor

Portanto, tais possibilidades nos levaram então a decidir pelos seguintes valores $|k| = 3$ e $J = 1$, dado que temos que ter menos de 277 parâmetros na forma funcional.

Adicionalmente, ao considerar as restrições impostas pelo teorema principal apresentado por Gallant (1982), chegamos à forma da nossa fff:

$$y = g(\mathbf{l}, v) = f_1(\mathbf{l}, v) + f_2(\mathbf{l}, v) \quad (9)$$

onde

$$f_1(\mathbf{l}, v) = b_0 + b_1 l_1 + b_2 l_2 + b_3 l_3 + b_4 v + c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2 + c_3 l_3^2 + c_4 v^2 + c_5 l_1 l_2 + c_6 l_1 l_3 + c_7 l_2 l_3 + c_8 l_1 v + c_9 l_2 v + c_{10} l_3 v$$

com:

$$l_i = \ln(p_i), v = \ln(u)$$

onde:

p_1 : preço do trabalho

p_2 : preço do capital

p_3 : preço do custeio

u : output

e

$$f_2(\mathbf{l}, v) = -v_1 \sin(\lambda v) - v_2 \sin(\lambda(l_1 - l_3)) - v_3 \sin(\lambda(l_2 - l_3)) - v_4 \sin(\lambda(l_1 - l_2)) - v_5 \sin(\lambda(l_2 - l_3 + v)) - v_6 \sin(\lambda(l_1 - l_2 + v)) - v_7 \sin(\lambda(l_1 - l_3 + v)) - v_8 \sin(\lambda(l_2 - l_3 - v)) - v_9 \sin(\lambda(l_1 - l_2 - v)) - v_{10} \sin(\lambda(l_1 - l_3 - v)) + u_1 \cos(\lambda v) + u_2 \cos(\lambda(l_1 - l_3)) + u_3 \cos(\lambda(l_2 - l_3)) + u_4 \cos(\lambda(l_1 - l_2)) + u_5 \cos(\lambda(l_2 - l_3 + v)) + u_6 \cos(\lambda(l_1 - l_2 + v)) + u_7 \cos(\lambda(l_1 - l_3 + v)) + u_8 \cos(\lambda(l_2 - l_3 - v)) + u_9 \cos(\lambda(l_1 - l_2 - v)) + u_{10} \cos(\lambda(l_1 - l_3 - v))$$

4.2 Fronteira Estocástica

A forma funcional (9) é estimada finalmente através da técnica de fronteira estocástica. Os modelos de fronteira estocástica foram introduzidos por Aigner et al. (1977) e Meeusen and Van den Broeck (1977) e Kumbhakar and Lovell (2003) apresenta uma boa revisão da metodologia.

4.3 Especificação final

Temos a especificação final considerando o modelo exponencial (modelo melhor ajustado segundo o "Critério de Informação de Akaike (AIC)") para a ineficiência técnica e os respectivos valores encontrados para os parâmetros:

$$y = g(\mathbf{l}, v, \mathbf{z}) = f_1(\mathbf{l}, v) + f_2(\mathbf{l}, v) + h(\mathbf{z}) + \mu + v \quad (10)$$

onde f_1 corresponde à parte Translog da forma flexível de Fourier, f_2 contém os termos trigonométricos característicos da Fourier, h é a combinação linear das covariáveis consideradas, μ é o erro idiossincrático e v é o termo que caracteriza a ineficiência técnica do sistema produtivo. Destaque-se que y é o log do custo.

Mais especificamente, temos:

$$h(\mathbf{z}) = b_0 + b_1z_1 + b_2z_2 + \dots + b_7z_7$$

onde:

$z_1 = \ln(\text{indicador de escolaridade dos docentes})$
 $z_2 = \ln(\text{indicador de carga horária diária dos alunos})$
 $z_3 = \ln(\text{indicador de número de alunos por turma})$
 $z_4 = \ln(\text{indicador de infraestrutura da casa do aluno})$
 $z_5 = \ln(\text{indicador de participação dos pais na vida escolar})$
 $z_6 = \ln(\text{indicador de escolaridade do pai})$
 $z_7 = \ln(\text{indicador de escolaridade da mãe})$

Ao estimar a função (9) através de uma fronteira estocástica ajustada para função custo, assumimos que:

$$\mu \sim N(0, \sigma)$$

$$v \sim \text{Exp}(\lambda)$$

onde

$$\text{var}(v) = \left(\frac{1}{\lambda}\right)^2 = \exp(a_0 + a_8z_8 + a_9z_9 + \dots + a_{11}z_{11}) \quad (11)$$

e

$z_8 = \ln(\text{renda domiciliar per capita})$

$z_9 = \ln(\text{índice de Gini})$

$z_{10} = \ln(\text{taxa de urbanização})$

$z_{11} = \ln(\text{taxa de analfabetismo})$

4.4 Análise Fatorial e Indicadores

Para finalizar a seção relativa à metodologia, apresentamos a técnica que utilizamos para construir três indicadores: o de capital físico das escolas do município, da infraestrutura média da casa das famílias dos alunos do município e da participação dos pais na vida escolar dos alunos.

Para termos uma proxy para o preço de capital foi necessário construir um indicador de quantidade de capital presente nas escolas de cada município. O Censo Escolar da Educação Básica disponibiliza uma série de informações relacionadas à infraestrutura física de cada escola. Especificamente utilizamos informações relacionadas à existência de sala diretor, sala de professores, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de atendimento especializado, quadra de esporte, cozinha, biblioteca, sala de leitura, parque, berçário, sanitário fora da escola, sanitário dentro da escola, sanitário PNE, tv, vídeo, dvd, parabólica, copiadora, retro, impressora, computadores, internet e banda larga. Sendo cada uma dessas variáveis uma dummy para cada escola, geramos para cada município a mesma quantidade de variáveis no nível do município, sendo que esta representa a soma sobre todas as escolas. Por exemplo:

$$tv_{mun} = \sum_{esc} tv_{esc} \quad (12)$$

A metodologia empregada para construção de tal indicador consiste basicamente da aplicação de uma análise fatorial sobre os ranks destas variáveis de modo a agregá-las em apenas um indicador. A utilização dos ranks, na linha de Conover and Conover (1980), permite retirar as eventuais diferenças de dimensão entre as variáveis tornando-as comparáveis. Desta forma, a cada município foi associado um rank para cada variável que representa a sua posição em termos da infraestrutura de capital presente em suas escolas

$$rtv_{mun} = rank_{entre \ os \ municipios}(tv) \quad (13)$$

Tendo uma variável rank para cada um daqueles itens de capital citado anteriormente (tv, sala do diretor, dvd, etc), aplicamos então uma análise fatorial para construir enfim um índice unidimensional.

No estudo em tela, utilizamos apenas um fator para agregar todas as variáveis de infraestrutura escolar do município, gerando assim o nosso indicador de quantidade de capital do município.

De maneira idêntica, geramos um indicador para retratar infraestrutura média da casa das famílias dos alunos do município e outro para medir o nível de participação dos pais na vida escolar dos alunos. Ambas foram consideradas variáveis ambientais importantes neste contexto. Para a primeira, agregamos informações relativas à presença de tv, radio, dvd, geladeira, freezer, máquina de lavar, computador e de outras facilidades ou bens da família tais como carro, quarto, banheiro dentro da casa. Para a segunda, consideramos informações constantes da Prova Brasil acerca da

atuação dos pais no incentivo à execução das tarefas de casa, à leitura, a não faltar às aulas, além da participação em reuniões escolares.

5 Dados

Descrevemos, nesta seção, as variáveis que estarão presentes na função custo a ser estimada. A fonte dos dados e algumas estatísticas básicas são apresentadas. Definimos o universo do estudo e analisamos, por fim, a parcela de municípios ausentes da base final. Importante ressaltar que este estudo tem como escopo o ensino fundamental ofertado pelas escolas públicas municipais e o município é a nossa "unidade produtiva".

O Censo Escolar de 2011 informa que há 16.557.341 matrículas de ensino fundamental na rede municipal. Isto considerando a base mais desagregada disponibilizada pelo INEP/MEC, que apresenta os dados no nível da matrícula¹. Obtivemos 5.548 municípios com matrículas de ensino fundamental na rede municipal. Isto significa que há no Brasil 15 municípios cujos alunos do ensino fundamental são atendidos apenas pela rede estadual. A menor rede é a do município paulista de Santana da Ponte Pensa (10 matrículas) e a maior é a do município do Rio de Janeiro (539.214 matrículas).

O Ministério da Educação (MEC) através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) coleta informações referentes aos orçamentos de educação dos entes federados. Estes dados estão no Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação (SIOPE). Especificamente, utilizou-se a despesa paga por município na subfunção "Ensino Fundamental" como proxy para o custo. Obteve-se também a segregação da despesa por grupos de despesa, a saber: Pessoal, Outras Despesas Correntes (Custeio) e Investimento.

Construímos uma proxy para o preço do trabalho combinando dados da despesa com pessoal, obtidos no SIOPE, com os dados de funcionários presentes no Censo Escolar, que é realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). A razão entre a despesa municipal com pessoal na subfunção 'Ensino Fundamental' e a quantidade de funcionários das escolas municipais é o que consideramos como salário anual pago aos profissionais do ensino fundamental das redes municipais no Brasil. A menor remuneração foi registrada no município de Bujaru no Pará e a maior, no município de Porto Alegre.

Observando que o custeio representa uma parcela significativa da estrutura de custo em tela, foi imprescindível a inserção de uma proxy para seu preço. De maneira análoga ao preço de pessoal, consideramos as informações de gasto obtidas no SIOPE². Como proxy para a variável de quantidade, utilizamos o número de salas de aula presentes nas escolas municipais, dado este retirado do Censo Escolar.

De maneira similar aos preços anteriores, construiu-se um preço para o capital através da razão entre o gasto com investimento (SIOPE) e um indicador de quantidade de capital. Tal indicador foi construído a partir de uma série de informações acerca da infraestrutura escolar conforme descrito na respectiva seção de metodologia.

A Prova Brasil é a fonte de dados para construção da variável que consideramos como output do processo produtivo na nossa função custo. A Prova Brasil é "uma avaliação censitária envolvendo os alunos da 4ª série/5º ano e 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas das

¹Utilizamos os códigos 4 a 11, 14 a 21 e 41 da variável FK COD ETAPA ENSINO para caracterizar o aluno do ensino fundamental

²Considerou-se a diferença entre o gasto total e a soma do gasto de pessoal com o gasto em investimento

redes municipais, estaduais e federal, com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas públicas. Participam desta avaliação as escolas que possuem, no mínimo, 20 alunos matriculados nas séries/anos avaliados, sendo os resultados disponibilizados por escola e por ente federativo" (INEP/MEC). Consideramos especificamente o desempenho na prova de Matemática dos alunos do 5º e 9º anos nas redes municipais. A rigor, a nossa variável final tenta expressar, por município, o percentual de alunos que atingiu um dado patamar de desempenho³. Em busca da referência do que seria este nível ideal de desempenho, adotamos os números apresentados pelo movimento "Todos pela Educação". Tal referência vem sendo utilizado pela sociedade em geral a cada divulgação dos dados da Prova Brasil.

Além das variáveis típicas de uma função custo (custo, preços e output), consideramos variáveis ambientais que impactam o processo produtivo por afetar o ambiente em que é realizado. São elas: carga horária diária média (Censo Escolar/INEP), percentual de professores com curso superior (Censo Escolar/INEP), Taxa de Analfabetismo (Censo 2010/IBGE), Renda Domiciliar Per Capita (Censo 2010/IBGE), Índice de Gini (Censo 2010/IBGE), Taxa de Urbanização (Censo 2010/IBGE) e indicadores que retratam o a infraestrutura física da residência do aluno e a participação dos pais na vida escolar dele a partir dos dados da Prova Brasil.

Table 2: Matrículas

variável	mínimo	1º quartil	média	mediana	3º quartil	máximo	desvio padrão
matrículas	10	465	2.984	1.128	2.867	539.214	11.472
despesa	1.625,12	3.542,00	5.359,05	4.782,71	6.445,88	32.694,57	2.528,56
Preço do Trabalho	2.841,69	12.460,85	15.872,31	15.251,70	18.487,91	61.378,76	5.246,09
Preço do Custeio	0	28.738,24	48.195,34	41.356,07	58.891,38	831.239,30	32.387,43
Preço do Capital	0,0006	1,35	8,71	4,24	9,67	700,61	19,47
Output - % alunos proficientes	0	10,5	28,1	28,1	24,4	41,7	100
Matrículas por turma	4,5	17,8	20,5	20,6	23,2	36,5	4,1
Carga Horária Diária	3,6	4,0	4,3	4,2	4,4	9,3	0,5
% Profºs Ensino Superior	0,0	67,6	77,7	84,7	94,1	100,0	21,2
Taxa Analfabetismo	0,9	7,6	15,6	12,6	23,7	47,1	9,8
Renda Domiciliar per capita	95,59	109,40	488,32	463,68	644,35	2.008,98	239,29
Índice de Gini	0,28	0,46	0,50	0,50	0,54	0,80	0,06
Taxa de Urbanização	17,9	49,0	65,6	67,0	83,8	100,0	21,6
Infraestrutura da Casa	454,37	1.770,98	2.626,17	2.665,74	3.487,44	4.749,79	979,82
Participação dos Pais	39,33	1.439,66	2.621,67	2.683,07	3.820,18	5.141,05	1.393,21

Fonte: elaboração do autor

Com isso, agregamos as informações por município para todas essas variáveis e chegamos a informações consistentes para 4.600 municípios. Portanto, o nosso estudo terá como universo esta parcela da rede pública municipal brasileira que atua no Ensino Fundamental. Há portanto 965 municípios ausentes no nosso estudo, representando portanto 17,3% dos 5.565 existentes no país. Eles representam 5,95% da população brasileira e 3,12% da soma dos PIB Municipais do Brasil. Relativamente às matrículas, estamos deixando de fora do estudo cerca de 8,24% das matrículas de ensino fundamental da rede municipal do Brasil.

³Golebiewski (Golebiewski) evidencia a utilização dessa proxy como output em estudos similares

6 Resultados

Apresentamos, nesta seção, os principais resultados da função custo estimada ⁴ e as medidas de eficiência decorrentes do modelo de fronteira estocástica ajustado.

6.1 Elasticidades

Com o objetivo de avaliar o efeito marginal de cada um dos preços dos insumos e do produto no custo do processo produtivo, estimamos as elasticidades-preço e a elasticidade-produto da função custo, avaliadas na média de cada uma de suas variáveis (tabela 3). Todas mostraram-se significativas a 1%:

Table 3: Elasticidades - Preços e Produto

elasticidade	coeficiente	erro-padrão
trabalho	0,167	0,010
capital	0,012	0,003
custeio	0,356	0,008
produto	1,085	0,285

Fonte: elaboração do autor

De maneira similar, obtivemos os efeitos marginais de cada uma das variáveis ambientais, que também mostraram-se muito significativas, com exceção da taxa de urbanização (tabela 4):

Table 4: Elasticidades - Ambiente

elasticidade	coeficiente	erro-padrão
carga horária diária	0,369	0,032
alunos por turma	-0,761	0,014
coeficiente de Gini	-0,153	0,021
taxa de urbanização	-0,009	0,007
infraestrutura da casa do aluno	0,246	0,009
participação dos pais	0,060	0,004
escolaridade do pai	-0,017	0,004
escolaridade da mãe	-0,014	0,004
taxa de analfabetismo	0,034	0,008
escolaridade dos docentes	0,043	0,007
renda per capita	0,0002	0,0002

Fonte: elaboração do autor

Relativamente aos preços, os sinais estão de acordo com as expectativas de uma função custo.

⁴Os coeficientes do modelo 10 e 9 estão descritos no apêndice ??

A elasticidade-produto é coerente com o que se observa na realidade no que tange ao expressivo custo de se alterar o rendimento dos alunos na atual estrutura produtiva dos municípios brasileiros. Nesta realidade, para que os municípios alcançassem 100% dos alunos com o nível de proficiência proposto, por exemplo, teríamos que ter um custo-aluno 277% superior. Como a elasticidade é superior à unidade, concluímos que, na média, estamos trabalhando em uma região da curva de custo que apresenta deseconomia de escala.

Ao avaliar o ambiente em que o município está inserido observa-se que os municípios com menos desigualdade de renda e mais ricos têm custo-aluno maior.

Com respeito ao ambiente familiar do aluno, pais mais participativos e com maior infraestrutura em casa implicam em maiores gastos pelo município. Na direção contrária, pais com maior escolaridade gerariam menor custo-aluno.

Por fim, as variáveis que estão no âmbito da gestão educacional do município apresentaram sinais coerentes com a expectativa usual. Municípios com maior carga-horária diária, com menos alunos por turma e com maior escolaridade dos seus docentes implicam em maior custo-aluno. Neste ponto, destacam-se as magnitudes das elasticidades das variáveis "alunos por turma" e "carga horária diária". Por exemplo, podemos afirmar que aumentar a carga-horária média de 4,3 horas para 7 horas (mínimo da educação integral) implicaria em um aumento de 23% no custo. E considerando que a atual média de alunos por turma é de 20,5, obteríamos uma redução da ordem de 35% no custo, se essa média fosse levada para 30 alunos por turma.

6.2 Eficiência

Os municípios têm um custo de ineficiência médio da ordem de 14,7%. Considerando o gasto municipal no ensino fundamental em 2011, isto corresponderia a cerca de R\$ 8,9 bilhões. O destaque de eficiência é o município de Morpará na Bahia e o da ineficiência, Xavantina em Santa Catarina. A eliminação desta ineficiência poderia aumentar a proficiência média em 23%. Tal resultado apresenta-se inferior ao obtido, por exemplo, por Rocha et al. (2013), que foi superior a 40% e por Rosano-Peña et al. (2012), superior a 60% ⁵.

A tabela 5 explicita a relação da ineficiência com as variáveis que a parametrizaram. Nitidamente observamos que há uma relação direta com maiores níveis de renda, de igualdade de renda e de analfabetismo.

Table 5: Coeficientes do Termo de Ineficiência

Variável	Coeficiente	Erro-Padrão
renda	0,003	0,0003
gini	-2,572	0,360
tx urb	-0,151	0,126
tx analf	0,579	0,135
cons	-9,386	0,672

Fonte: elaboração do autor

Apresentamos, a seguir, as características dos 30 mais eficientes (tabela 6) e dos 30 menos eficientes (tabela 7). Além disso, comparamos as médias das ineficiências, considerando os 100 municípios menos eficientes com os 100 mais eficientes (tabela 8).

⁵Estes dois estudos utilizaram metodologia distinta: Análise Envoltória de Dados

Table 6: Os 30 Municípios mais eficientes

Município	Custo	Prof.	Esc. Doc.	Carg Hor.	Turn	Renda	Gini	Tx. Urb.	Infr Casa	Part Pais	Esc. Me	Esc. Pai	Tx. Analf	Num Alun	Inef.
Unio - PI	2,864	3.6	40.4	4.4	9.3	229.01	0.52	49.2	1,158	1,130	818	805	28.0	6300	1.022
Nova Cana - BA	3,015	12.1	37.1	3.9	8.0	244.81	0.48	41.0	2,072	332	1611	1,081	31.3	2777	1.023
Maus - AM	2,347	9.4	43.9	4.2	17.5	238.10	0.65	49.5	1,857	2,323	2992	3,673	9.4	10417	1.024
Colniza - MT	3,776	15.3	35.5	3.9	11.7	403.85	0.59	56.8	2,657	112	263	642	10.2	4080	1.025
Barra da Estiva - BA	3,249	21.2	68.6	4.0	11.8	266.34	0.546	49.1	1,887	1,208	859	1,423	15.3	3622	1.025
Anori - AM	2,468	23.9	51.1	4.0	17.8	226.78	0.60	61.3	1,645	2,600	1712	1,426	17.0	1798	1.026
Lagoa do Piauí - PI	4,179	4.2	57.5	4.2	8.8	242.12	0.47	43.3	1,353	2,106	3995	3,504	26.6	741	1.027
Santana do Acara - CE	1,988	12.9	94.9	4.0	19.2	214.08	0.69	51.3	592	3,514	514	512	27.0	5702	1.027
So Jos do Cerrito - SC	7,444	23.4	93.7	4.0	4.5	368.29	0.47	26.9	3,008	3,384	1758	2,701	12.7	643	1.028
Beruri - AM	2,384	56.0	38.4	4.0	19.1	189.46	0.66	50.2	1,621	867	591	1,984	27.1	4161	1.028
Gararu - SE	3,157	4.9	79.7	4.4	9.7	225.64	0.62	24.8	927	1,801	1177	853	29.9	1564	1.029
Buriti dos Montes - PI	2,866	32.3	84.4	4.3	13.2	211.61	0.57	30.4	1,522	4,818	5006	4,686	29.2	1397	1.029
Ipu - CE	2,017	12.4	74.6	4.0	21.2	295.10	0.56	63.5	1,374	2,754	742	725	27.6	6493	1.030
Careiro - AM	3,102	12.0	90.5	4.0	18.4	192.03	0.67	28.8	2,055	181	230	442	13.6	5122	1.030
Vera Mendes - PI	3,919	1.9	69.1	3.9	8.8	172.40	0.58	32.4	1,698	155	142	90	43.7	820	1.031
Amatur - AM	2,177	2.3	95.5	4.2	18.1	153.52	0.67	52.4	1,513	856	1534	3,436	25.2	1705	1.031
Paranapu - SP	5,776	58.5	88.9	5.0	20.4	666.85	0.45	89.0	3,110	811	2297	3,603	9.8	265	1.031
Nova Bandeirantes - MT	4,729	19.6	67.5	4.0	9.8	583.71	0.64	34.9	2,237	1,144	1699	2,018	7.3	1532	1.032
Jaguaquara - BA	2,295	13.7	55.4	4.1	20.7	292.29	0.51	76.2	1,708	2,013	1627	1,644	27.3	7291	1.032
Itapiranga - AM	2,748	10.1	94.7	3.9	16.0	319.98	0.67	78.6	1,903	3,896	4156	5,044	6.7	1187	1.032
Monte Alegre de Gois - GO	4,273	36.4	45.8	4.3	9.5	313.81	0.61	40.9	2,415	780	1979	3,649	24.0	762	1.032
Bujaru - PA	1,625	7.0	38.9	4.0	20.7	167.93	0.54	31.5	1,617	208	436	734	14.8	4811	1.032
So Joo do Triunfo - PR	3,882	35.8	97.8	4.0	15.2	460.84	0.50	29.5	2,391	4,040	1469	1,049	6.6	1303	1.033
Belm de So Francisco - PE	3,726	14.8	42.8	4.4	9.0	347.18	0.63	62.1	1,725	2,334	4454	2,436	20.0	2632	1.033
Breves - PA	2,165	11.6	68.1	4.3	25.9	206.39	0.58	50.1	1,835	1,268	2432	3,198	25.8	28250	1.033
Salitre - CE	3,463	11.6	86.6	3.9	16.8	176.47	0.49	40.5	983	3,310	2187	1,608	39.3	3847	1.033
Roteiro - AL	3,266	3.1	96.3	4.1	28.5	198.27	0.47	87.6	2,172	108	60	125	37.2	1624	1.033
Anajs - PA	2,338	4.1	60.4	4.0	19.8	186.20	0.62	38.3	1,474	630	925	1,103	31.2	8441	1.033
Atalaia do Norte - AM	2,941	21.4	14	4.0	23.9	157.45	0.66	45.5	2,338	4,537	779	1,622	38.6	2546	1.033
Pauini - AM	2,365	6.2	54.5	4.0	19.2	213.82	0.73	51.0	1,441	2,150	903	3,296	31.1	2682	1.033

Table 7: Os 30 municípios menos eficientes

Município	Custo	Prof.	Esc. Doc.	Carg Hor.	Turm	Renda	Gini	Tx. Urb.	Infr Casa	Part Pais	Esc. Me	Esc. Pai	Tx. Analf	Num Alun	Inef.
Xavantina - SC	24,591	21.6	70	4.0	11.1	967.36	0.47	27.0	3,374	4,374	1398	4,582	7.5	89	3.228
Ariranha do Iva - PR	18,429	50.0	100	4.0	17.8	420.31	0.41	36.9	2,187	4,779	4666	5,053	15.3	148	2.585
Maca - RJ	15,470	35.9	77.8	4.7	25.4	1,047.01	0.57	98.1	3,505	2,145	4325	4,246	4.1	23174	2.516
Jate - MS	32,695	5.3	83.3	4.5	17.3	687.26	0.61	46.6	3,047	3,824	3073	2,251	12.6	173	2.442
Campo Bonito - PR	13,801	40.7	100	4.1	18.5	577.25	0.488	58.5	3,381	3,726	3464	3,710	11.6	357	2.412
Itamb - PR	9,635	50.6	100	4.0	19.7	581.21	0.36	94.9	3,206	4,943	5008	4,265	12.8	359	2.390
Esperana Nova - PR	12,191	17.5	100	4.0	20.3	576.61	0.39	38.2	3,341	4,612	5112	4,989	12.1	122	2.263
So Domingos - SC	14,073	60.0	83.3	4.0	20.6	953.33	0.59	66.5	3,971	3,761	4942	3,938	9.2	268	2.256
Itutinga - MG	19,426	50.0	69.2	4.3	16.9	613.41	0.56	70.4	2,523	3,011	91	1,813	6.0	135	2.253
Tocantinópolis - TO	12,526	15.8	85.4	4.3	15.0	410.95	0.53	81.0	1,291	2,802	1525	921	15.7	539	2.247
Muitos Capes - RS	21,576	26.3	100	4.0	20.7	652.56	0.51	32.5	3,679	604	4056	4,635	5.8	124	2.192
Candiota - RS	21,250	0.0	100	4.0	16.3	628.54	0.52	29.6	3,608	357	3045	1,410	6.0	392	2.177
So Joo de Iracema - SP	16,279	60.7	75	9.0	19.6	557.06	0.37	81.6	2,971	4,256	3800	1,465	10.8	98	2.166
Nova Cana Paulista - SP	14,190	60.9	100	5.0	18.0	519.87	0.34	41.6	3,543	4,365	3768	3,778	11.6	90	2.161
Tigrinhos - SC	13,453	45.5	100	4.0	15.0	573.71	0.41	19.5	2,637	4,885	3960	4,736	9.2	120	2.149
Campinas - SP	11,822	27.4	92.1	4.6	27.7	1,320.21	0.58	98.3	3,848	2,076	4207	4,389	3.2	22470	2.143
Gov. Celso Ramos - SC	8,997	21.7	83	4.0	20.6	777.23	0.44	94.3	3,774	3,926	5080	5,020	7.0	596	2.126
Ipor - GO	9,144	7.5	100	4.4	20.4	746.24	0.52	91.3	2,817	2,474	3139	450	10.9	602	2.071
Lins - SP	14,262	41.2	81.5	5.0	23.9	898.97	0.46	98.8	3,777	2,127	1207	2,825	4.2	1387	2.035
Sebastianópolis do Sul - SP	28,273	66.7	100	5.3	15.9	837.93	0.43	77.4	4,359	4,209	4192	3,982	7.0	143	2.030
Nova Aliana do Iva - PR	15,582	54.2	90	4.2	21.0	527.17	0.34	72.7	4,389	4,707	5126	3,487	10.3	108	2.024
Presidente Epitácio - SP	9,912	33.8	91.5	4.8	23.2	664.83	0.49	93.3	3,009	3,809	2747	2,881	6.5	880	2.010
Dona Emma - SC	18,273	70.8	100	4.0	12.0	915.63	0.46	50.2	3,901	4,294	3704	3,487	4.3	72	2.006
Casa Branca - SP	12,731	33.3	87.5	8.9	20.9	700.14	0.51	81.8	3,223	4,491	5089	5,113	5.4	523	1.999
Guamar - RN	11,944	8.9	96.7	4.5	23.6	395.06	0.53	35.5	2,551	1,506	2582	3,016	24.1	2152	1.994
Barra Funda - RS	13,866	0.0	84.6	4.1	16.0	755.42	0.39	64.3	2,336	4,669	4666	5,109	5.5	144	1.961
Paulnia - SP	10,760	38.7	94	4.8	29.2	1,145.61	0.49	99.9	3,962	1,922	4705	4,932	3.2	8156	1.917
gua Doce - SC	7,978	42.9	94.7	4.0	24.8	715.20	0.54	49.3	3,867	978	3257	1,902	6.3	545	1.902
Santa Ceclia do Pavo - PR	8,263	35.7	96	4.2	22.8	544.87	0.48	83.8	3,427	3,478	5110	4,063	16.8	254	1.901
Mar de Espanha - MG	8,870	37.1	100	4.3	16.9	594.94	0.40	91.5	2,903	3,340	3363	3,571	8.6	254	1.895
Gabriel Monteiro - SP	11,568	85.7	100.0	5.0	18.3	710.33	0.37	83.3	3893	3900	4714	5046	7.4	146	1.887

Table 8: Ineficiência

	100 mais ineficientes	100 menos ineficientes
pib	846,124.00	321,209.00
populacao	55,153.50	51,254.50
custo	12,413.79	3,390.84
esc doc	87.77	64.35
ch	4.46	4.15
al turm	19.92	17.85
gini	0.48	0.56
tax urb	0.66	0.51
infra casa	3,289.68	1,927.46
part pais	3,168.33	1,913.13
esc mae	3,398.86	2,097.23
esc pai	3,323.57	2,060.55
tx analf	9.51	22.14
proficiencia	36.20	16.61

Observamos que, na média, os mais eficientes apresentam piores indicadores socioeconômicos e menor nível de proficiência. No entanto, o gasto por aluno é bastante inferior nestes, o que parece determinar uma menor ineficiência. Destaque-se ainda que os mais eficientes apresentam menor carga-horária diária, número de alunos por turma e escolaridade dos docentes.

7 Discussão

O modelo construído para estimar uma função custo para o ensino fundamental municipal no Brasil permite comparar o impacto dos preços dos diversos insumos, do produto e das covariáveis no custo-aluno e discutir questões de eficiência. Com isto, alguns direcionamentos de políticas podem ser levantados, considerando os aspectos de custo, resultados e eficiência estudados.

Neste sentido, as elasticidades-preço mostram que o preço do custeio ordinário têm aproximadamente o dobro do impacto do preço do trabalho e que o preço do capital tem um efeito bastante inferior aos anteriores, considerando as proxies construídas para eles. Uma das políticas mais debatidas em educação atualmente refere-se à necessidade de valorização do salário dos professores, razão porque, desde 2009, vigora o piso salarial nacional dos professores. Segundo os nossos resultados, o acréscimo de 1% no salário dos professores e funcionários implicaria em um aumento de 0,16% no custo-aluno.

Quando avaliamos a elasticidade-produto, observamos que, para alcançar 100% dos alunos com a performance mínima, segundo a definição utilizada neste estudo, o custo teria que ser 277% superior. Tal relação nos parece bastante coerente e, combinada com outras ações, permite traçar uma trajetória de crescimento da performance do estudante brasileiro. Considerando que o Plano Nacional de Educação prevê uma trajetória de gasto que sairá de 6 para 10% do PIB, concluímos que tal expansão deve ser combinada com redução das ineficiências e outras ações pois, senão, não alcançaremos o nível desejado de proficiência. Destacamos que estamos um ponto de deseconomias de escala.

Consideremos então os resultados obtidos para as variáveis que estão sob a gestão educacional do município. Eles estão entre os que mais podem subsidiar políticas no sentido de alterar a

relação entre custo e performance. Por exemplo, podemos afirmar que aumentar a carga-horária média diária de 4,3 horas para 7 horas implicaria em um aumento de 23% no custo. Tal acréscimo de carga horária nos faria alcançar a chamada educação integral e todas as suas externalidades positivas para a performance dos alunos. Por outro lado, a elevação da média de alunos por turma de 20,5 (atual) para 30 provocaria uma redução significativa de 38% no custo, por exemplo.

As elasticidades das variáveis do ambiente socioeconômico do município apresentaram resultados que indicam talvez maiores exigências de gastos nos municípios com mais renda, com menos desigualdade de renda e com mais analfabetos. Infelizmente, isso não parece estar acompanhado de mais eficiência. Tais características também foram observadas ao avaliar os municípios mais ineficientes. A ineficiência média observada de 14,7% pode não parecer muito grande, mas concluímos que ela está presente principalmente nos municípios mais ricos e com menos desigualdade de renda. Estes apresentam melhores resultados educacionais porém com custo-aluno muito alto. Observemos, por exemplo, que os municípios da região Nordeste aparecem como menos ineficientes, indicando que parece haver uma relação inversa entre renda e eficiência. Tal informação pode ser importante para focalização na alocação de novos recursos.

Desta forma, concluímos que, na estrutura atual, não parece ser possível alcançar a proficiência de todos os estudantes do ensino fundamental municipal brasileiro, mesmo com gastos da ordem de 10% do PIB. Entre vários outros aspectos, é fundamental combinar políticas que trabalhem com metas para variáveis adequadas (carga-horária, alunos por turma, por exemplo) com possíveis focalizações (municípios com piores indicadores de renda e igualdade de renda) na alocação dos novos recursos e aprimorando a gestão nos mais ineficientes. Isso poderia conduzir a uma elevação significativa da proficiência média dos estudantes. Ratifica-se, por fim, o senso comum de que maiores níveis de gastos sem o respectivo endereçamento dos problemas de eficiência e de gestão das variáveis adequadas implicaria em desperdício óbvio de recursos públicos.

References

- Afonso, A. and M. St Aubyn (2006). Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic modelling* 23(3), 476–491.
- Aigner, D., C. A. Lovell, and P. Schmidt (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics* 6(1), 21–37.
- Blaug, M. (1992). *The methodology of economics: Or, how economists explain*. Cambridge University Press.
- Bradford, D. F., R. A. Malt, and W. E. Oates (1969). The rising cost of local public services: some evidence and reflections. *National Tax Journal*, 185–202.
- Burnell, B. S. (1991). The effect of school district structure on education spending. *Public Choice* 69(3), 253–264.
- Carvalho, L. D. B. d. (2012). Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões nordeste e sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios.
- Chalfant, J. A. (1984). Comparison of alternative functional forms with application to agricultural input data. *American Journal of Agricultural Economics* 66(2), 216–220.
- Chalfant, J. A. and A. R. Gallant (1985). Estimating substitution elasticities with the fourier cost function: Some monte carlo results. *Journal of Econometrics* 28(2), 205–222.

-
- Coelli, T. J., D. S. P. Rao, C. J. O'Donnell, and G. E. Battese (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer.
- Colegrave, A. D. and M. J. Giles (2008). School cost functions: A meta-regression analysis. *Economics of Education Review* 27(6), 688–696.
- Coleman, J. S., E. Q. Campbell, C. J. Hobson, J. McPartland, A. M. Mood, F. D. Weinfeld, and R. York (1966). Equality of educational opportunity. *Washington, dc*.
- Conover, W. J. and W. Conover (1980). Practical nonparametric statistics.
- Curi, A. Z. and A. P. Souza (2012). Medindo a qualidade das escolas: Evidências para o brasil. *XL Encontro Nacional de Economia (Anpec)*. Salvador.
- Duncombe, W., J. Miner, and J. Ruggiero (1995). Potential cost savings from school district consolidation: A case study of new york. *Economics of Education Review* 14(3), 265–284.
- Duncombe, W. and J. Yinger (2005). How much more does a disadvantaged student cost? *Economics of Education Review* 24(5), 513–532.
- Eastwood, B. J. and A. R. Gallant (1991). Adaptive rules for seminonparametric estimators that achieve asymptotic normality. *Econometric Theory* 7(03), 307–340.
- Elbadawi, I., A. R. Gallant, and G. Souza (1983). An elasticity can be estimated consistently without a priori knowledge of functional form. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1731–1751.
- Figlio, D. N. (1999). Functional form and the estimated effects of school resources. *Economics of Education Review* 18(2), 241–252.
- Gallant, A. R. (1981). On the bias in flexible functional forms and an essentially unbiased form: the fourier flexible form. *Journal of Econometrics* 15(2), 211–245.
- Gallant, A. R. (1982). Unbiased determination of production technologies. *Journal of Econometrics* 20(2), 285–323.
- Golebiewski, J. A. The literature on education cost functions: An overview.
- Gronberg, T. J., D. W. Jansen, and L. L. Taylor (2012). The relative efficiency of charter schools: A cost frontier approach. *Economics of Education Review* 31(2), 302–317.
- Hanushek, E. A. (1979). Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. *Journal of human Resources* 14(3).
- Hanushek, E. A. (1997). Assessing the effects of school resources on student performance: An update. *Educational evaluation and policy analysis* 19(2), 141–164.
- Huang, T.-h. and M.-h. Wang (2004). Comparisons of economic inefficiency between output and input measures of technical inefficiency using the fourier flexible cost function. *Journal of Productivity Analysis* 22(1-2), 123–142.
- Kumbhakar, S. C. and C. K. Lovell (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge University Press.
- Machado, A. F., S. Moro, L. Martins, and J. Rios (2008). Qualidade do ensino em matemática: determinantes do desempenho de alunos em escolas públicas estaduais mineiras. *Revista da Anpec* 9(1).

-
- Machado, D. C. and G. Gonzaga (2007). O impacto dos fatores familiares sobre a defasagem idade-série de crianças no Brasil. *Revista Brasileira de Economia* 61(4), 449–476.
- Meeusen, W. and J. Van den Broeck (1977). Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error. *International economic review*, 435–444.
- Menezes Filho, N. A., L. F. L. E. Amaral, et al. (2009). A relação entre gastos educacionais e desempenho escolar. Technical report, Insper Working Paper, Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.
- Mitchell, K. and N. M. Onvural (1996). Economies of scale and scope at large commercial banks: Evidence from the fourier flexible functional form. *Journal of Money, Credit and Banking*, 178–199.
- MONAHAN, J. H. Enumeration of elementary t -multi-livices for multivariate fourier series.
- Rocha, F., J. Duarte, et al. (2013). É possível atingir as metas para educação sem aumentar os gastos? uma análise para os municípios brasileiros. Technical report, Textos para Discussão, Secretaria do Tesouro Nacional/MF.
- Rosano-Peña, C., P. H. M. Albuquerque, and C. J. Marcio (2012). A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. *Economia Aplicada* 16(3), 421–443.
- Soares, S. and N. Sátyro (2008). O impacto de infra-estrutura escolar na taxa de distorção idade-série das escolas brasileiras de ensino fundamental: 1998 a 2005. Technical report, Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Stiefel, L., A. E. Schwartz, P. Iatarola, and C. C. Chellman (2009). Mission matters: The cost of small high schools revisited. *Economics of Education Review* 28(5), 585–599.
- Tao, Hung-Lin e Yuan, M.-C. (2005). Optimal scale of a public elementary school with commuting costs: a case study of taipei county. *Economics of Education Review* 24(4), 407–416.
- Thompson, O. (2011). The estimated cost impact of privatizing student transportation in minnesota school districts. *Public Choice* 146(3-4), 319–339.
- Waltenberg, F. D. (2006). Teorias econômicas de oferta de educação: evolução. *Educação e Pesquisa* 32(1), 117–136.
- White, H. (1980). Using least squares to approximate unknown regression functions. *International Economic Review*, 149–170.