

Eficiência dos Gastos dos Municípios Brasileiros no Ensino Fundamental: uma Análise Orientada pela Qualidade da Educação

Luiz Alberto D'Ávila de Araújo
Tarcio Lopes da Silva

OBJETIVO

- Avaliar os gastos da rede pública municipal brasileira no ensino fundamental, em 2017, considerando **5.295 municípios**.
 - Incluir o máximo dos 5.570 municípios brasileiros, excluídos 276 municípios por ausência de informações ou por ser *outlier*.
 - *Outliers* foram municípios com gasto por aluno inferior a R\$ 2.926,56 por ano (valor mínimo do Fundeb no ano 2017).
- Verificar se a alocação de recursos públicos na educação ocorre de forma eficiente, **orientada pela qualidade da educação**.
- Estimar fronteiras de produção por meio dos **métodos DEA, FDH, DEAC, DEAC Env e ordem m** para trazer maior robustez aos resultados.

MOTIVAÇÃO

Constituição
Federal de 1988

FUNDEB

Qualidade da educação poderia ser melhor com gastos atuais?

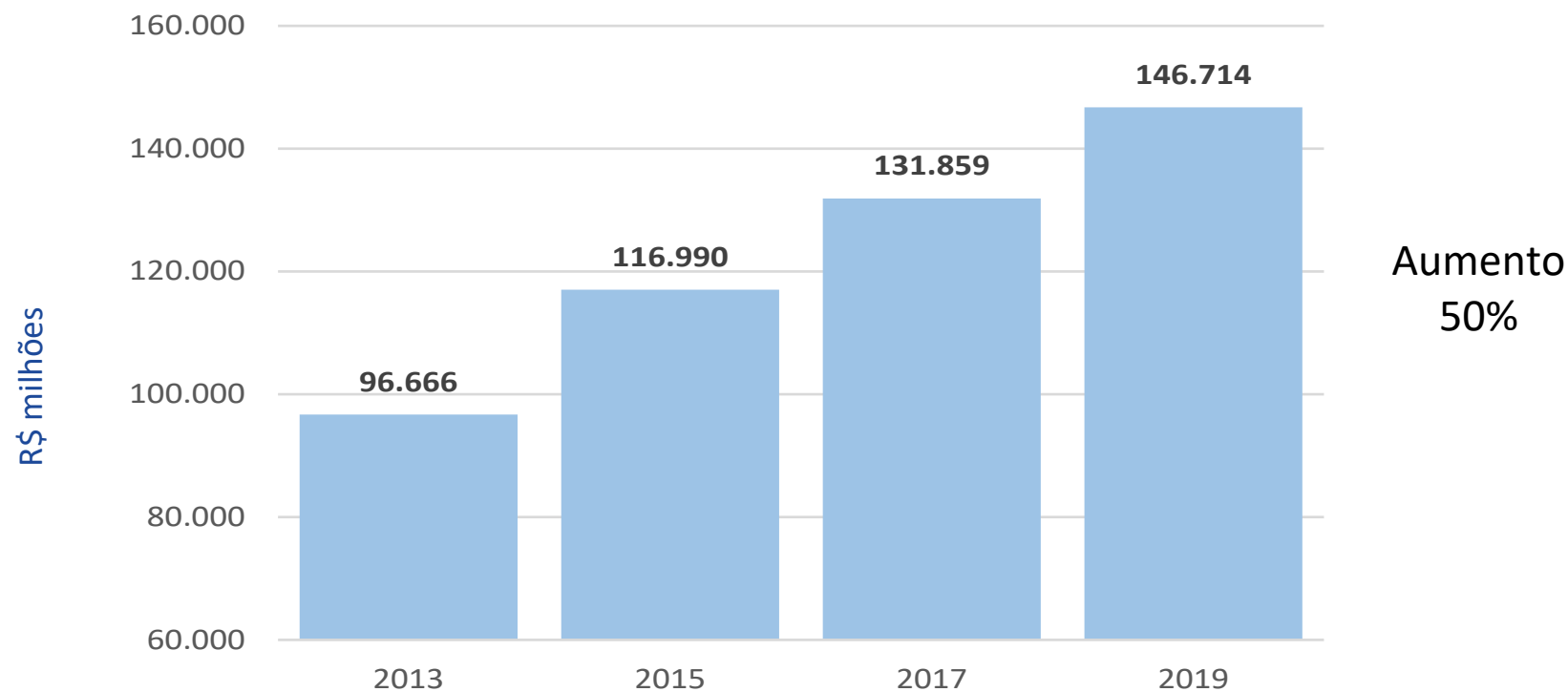
Aumentar os gastos melhora a qualidade da educação?

- **financiamento e universalização** da educação relevantes para **melhoria educacional**.
 - regime de colaboração dos sistemas de ensino.
 - União com função redistributiva mediante assistência técnica e financeira.
 - municípios atuam prioritariamente no ensino fundamental e na educação infantil.
 - estados e o Distrito Federal atuam prioritariamente no ensino fundamental e médio.
 - educação básica é obrigatória e gratuita de 4 a 17 anos.
-
- Fundo que assegura o financiamento da educação básica.
 - **Novo Fundeb = 23% ante os 10% atuais.**

MOTIVAÇÃO

GASTOS – FINBRA

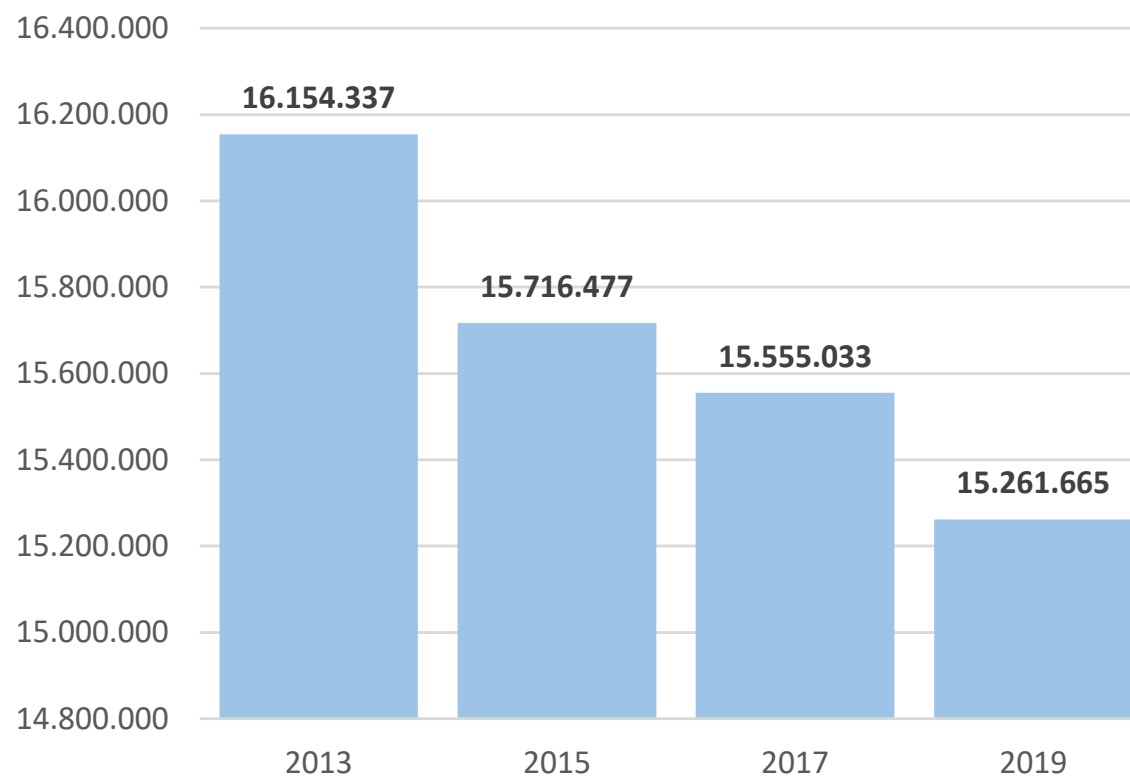
- Gastos = despesas liquidadas extraídas dos Demonstrativos de Contas Anuais do Finanças do Brasil (Finbra) do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi), para as subfunções Educação Básica, Educação Infantil e Ensino Fundamental de todos os municípios brasileiros, no ano de 2017.



MOTIVAÇÃO

QUANTIDADE ALUNOS

- valores do Finbra foram divididos pelo número de alunos matriculados no ensino fundamental (DEPADM=MUNICÍPIO), obtidos nos microdados do Censo Escolar da Educação Básica de 2017 constantes na tabela MATRICULA.



Queda
5%

MOTIVAÇÃO

Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024

- **Meta 2 → Brasil universalizou atendimento** escolar de 6 a 14 anos, 98,1% população.
- **Meta 7 → Ideb não foi atingido** para os anos finais (4,7 em 2017).

PISA 2018

- **Qualidade educação no Brasil praticamente inalterada**, período em que os recursos destinados aumentaram de forma significativa.

DESTAQUES

- **Recursos educação pública brasileira tem crescimento em termos reais**, mas a **qualidade educacional** (testes de desempenho dos alunos) **não tem melhorado**.
- Indicativo da necessidade de **entender aspectos a serem superados e os exemplos a serem seguidos**.

DEFINIDO QUALIDADE DA EDUCAÇÃO

UNESCO (2004)

- dois princípios: (a) o desenvolvimento cognitivo dos alunos e (b) a promoção de valores e atitudes de cidadania e de desenvolvimento criativo e emocional.
- primeiro é o objetivo de qualquer sistema educacional e sua mensuração ocorre por intermédio de testes de desempenho.
- segundo dificulta a comparação internacional por ser de difícil mensuração.

ARTIGOS SEMINAIS

- Barro (1991) e Mankiw, Romer e Weil (1992) destacaram os efeitos positivos da **quantidade** de educação para o sucesso econômico, mensurados pela taxa de **matrícula escolar** e **anos de escolaridade**.

NOVAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

- Hanushek e Kimko (2000), Pritchett (2001) e Hanushek e Woessmann (2012), conforme explicado em Altinok et al (2018) e World Bank (2017).
- Não é quantidade, mas a **qualidade** do sistema educacional que leva ao crescimento econômico (usual **testes de desempenho** dos alunos).
- Não é somente estar na escola e sim o que a escola oferece ao aprendizado.

DEFINIDO QUALIDADE DA EDUCAÇÃO

TESTES DE DESEMPENHO DE ALUNOS

- evidências da qualidade obtida com diversos testes de desempenho que permitem um comparativo entre países: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) e United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

PRINCIPAIS TESTES

- Trends in International Mathematics and Science Study (**TIMSS**), IEA, matemática e ciências, 4ª e 8ª séries, iniciado em 1995 e aplicou cinco avaliações.
- Progress in International Reading Literacy Study (**PIRLS**), IEA, leitura, 4ª série, iniciado em 2001 e apresentou outros resultados em 2006 e 2011.
- Programme for International Student Assessment (**PISA**), OCDE, leitura, matemática e ciência, 15 anos, iniciado em 2000 e apresenta resultados a cada três anos.

BRASIL

- Sistema de Avaliação da Educação Básica (**Saeb**), Inep, português e matemática, ensino fundamental e médio, iniciado em 1990 e apresenta resultados a cada 2 anos.

IDEB

- Anos Finais, onde é possível observa que em nível nacional, as metas do Ideb constantes do PNE não são atingidas desde 2013.

Brasil		
Ano	Observado	Meta
2005	3,5	
2007	3,8	3,5
2009	4,0	3,7
2011	4,1	3,9
2013	4,2	4,4
2015	4,5	4,7
2017	4,7	5,0
2019	4,9	5,2
2021		5,5

Máximo Ideb
2017 = 7,2 de 10

Destaque

- **fraca relação** entre alocação de recursos para educação e o desempenho escolar, como pode ser observado em Amaral e Menezes-Filho (2007).
- **expansão matrículas e gastos não leva, necessariamente, à aquisição conhecimento.**
- formuladores de política educacional e econômica **identificar correções necessárias para matrículas se traduzirem em frequência escolar e, esta última, em aprendizado.**

NOVO FUNDEB

PISA 2018

- União complementa os diversos Fundeb com, no mínimo, 23%, sendo 10% para estados e distrito federal que não atingirem o mínimo nacional do valor anual por aluno (VAAF), 10,5% para redes públicas municipal, estadual e distrital sempre que o valor anual total por aluno (VAAT) não atingir o mínimo nacional e **2,5%** para redes públicas que alcançarem evolução nos **indicadores de melhoria da aprendizagem**.
- 43% dos alunos obtiveram pontuação abaixo do nível mínimo de proficiência (Nível 2), enquanto na OCDE foi 13%.
- Qualidade da Educação é condição para melhorar as habilidades pessoais, reduzindo a pobreza e aumentando a produtividade e crescimento econômico.
- **Resultado preocupante no aspecto social** pela inclusão dos alunos na sociedade de forma plena, quanto no **aspecto econômico** com a formação do capital humano necessário para o crescimento econômico sustentável do país.

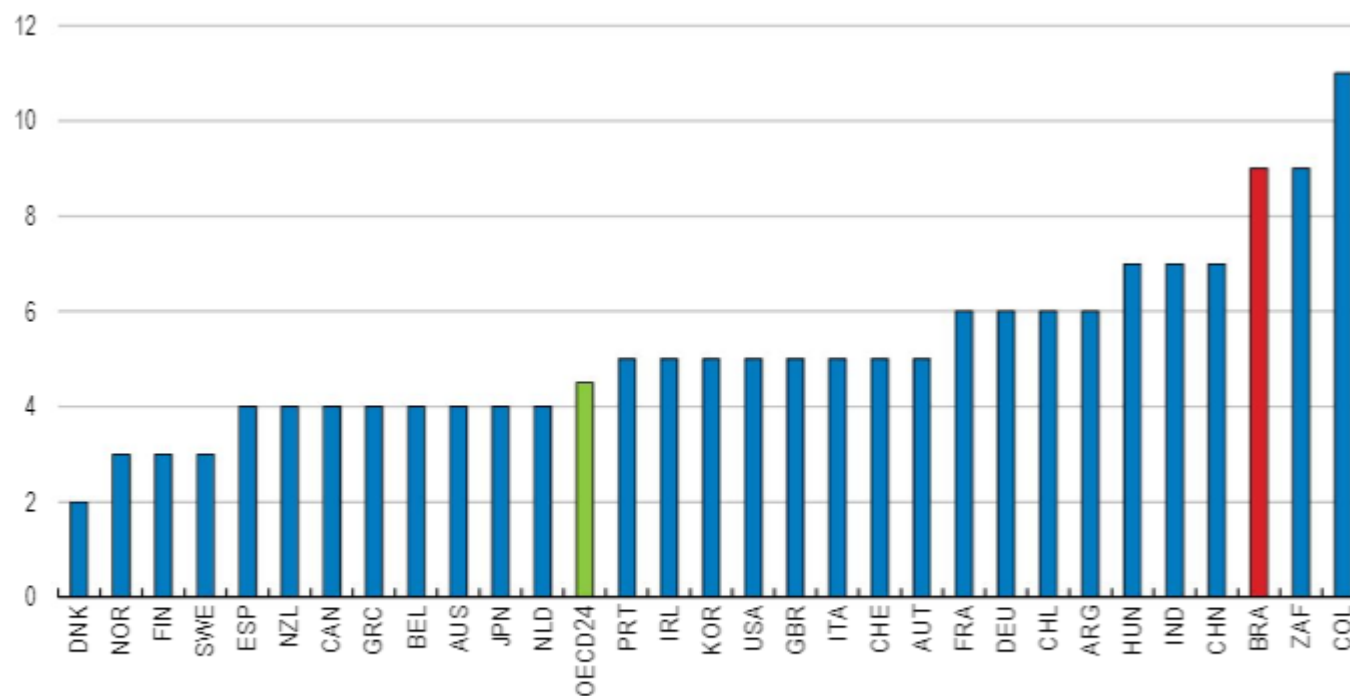
OCDE

Relatórios Econômicos

Brasil 2020

Acelerando Reformas

- Número esperado de gerações necessárias para que os descendentes de uma família de baixa renda atinjam a renda média.



Nota: Estas estimativas estão baseadas em simulações e são ilustrativas. Baseiam-se na persistência das rendas (elasticidades) entre pais e filhos. A família de baixa renda é definida como o primeiro decil de renda, ou seja, os 10% mais pobres da população.
Fonte: Base de dados OECD Income Distribution Database, (OECD, 2018).

COMO AVALIAR EFICIÊNCIA

- Orientação pelo produto:
 - dado o nível de insumos, qual o produto possível?
- Métodos não paramétricos: não impõe forma funcional para fronteira de produção.
 - DEA.
 - FDH.
 - Estimador de Ordem – m .
 - DEA Corrigido.
- Segundo Estágio.
 - DEA corrigido com variável ambiental.

TIPOS DE VARIÁVEIS

- Produto:
 - Escore de **proficiência em língua portuguesa**.
 - Escore de **proficiência em matemática**.
 - Fonte: microdados SAEB.
- Insumo:
 - **Gastos por aluno**.
 - Despesas liquidadas das subfunções Educação Básica, Educação Infantil e Ensino Fundamental.
 - Número de alunos dependência administrativa municipal.
 - Fonte: Finbra e microdados censo escolar.
- Variável Ambiental:
 - Indicador de Nível Socioeconômico (Inse).
 - PIB per capita, alternativa ao Inse, apresentou resultados semelhantes, motivo pelo qual optou-se pelo Inse.

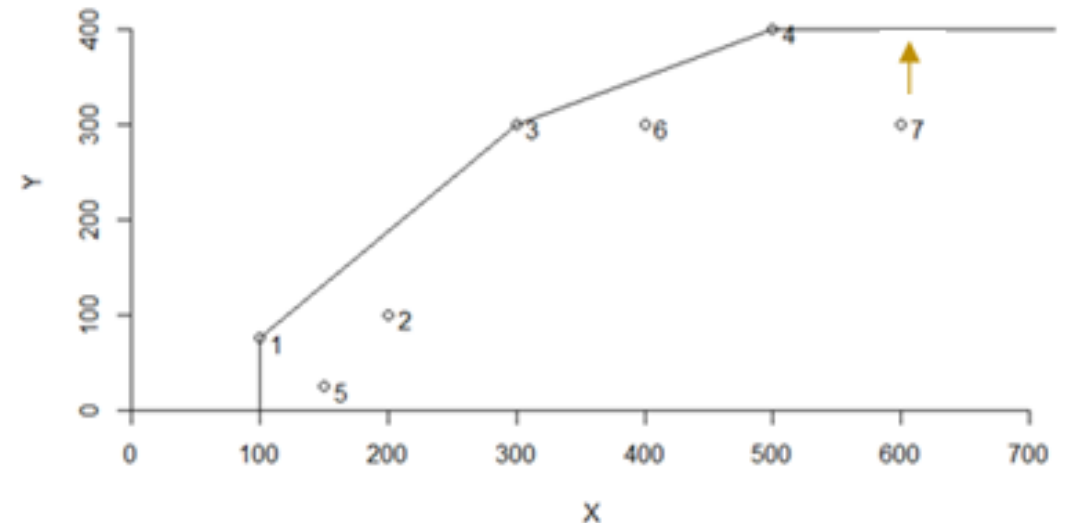
DEA – VRS

- **Banker, Charnes e Cooper (1984)** supõe que o conjunto de produção é convexo e propõe construir uma fronteira não paramétrica linearmente convexa sobre os dados.

$$\theta(x, y) = \left[\max_{\phi, \lambda} \left\{ \left\{ \phi: Y\lambda \geq \phi y, x \geq X\lambda, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, \lambda \geq 0 \right\} \right\} \right]^{-1}, i = 1, \dots, n$$

- 1 insumo e 1 produto.
- firmas 1 e 3 eficientes servem de referência para as firmas 2 e 5.
- firmas 3 e 4 eficientes servem de referência para a firma 6.
- índice de eficiência para a firma 2 será:

$$\begin{aligned} \theta_2 &= y_2 / (0,5 \times y_1 + 0,5 \times y_3) \\ &= 100 / (0,5 \times 75 + 0,5 \times 300) \\ &= 0,5333 \end{aligned}$$

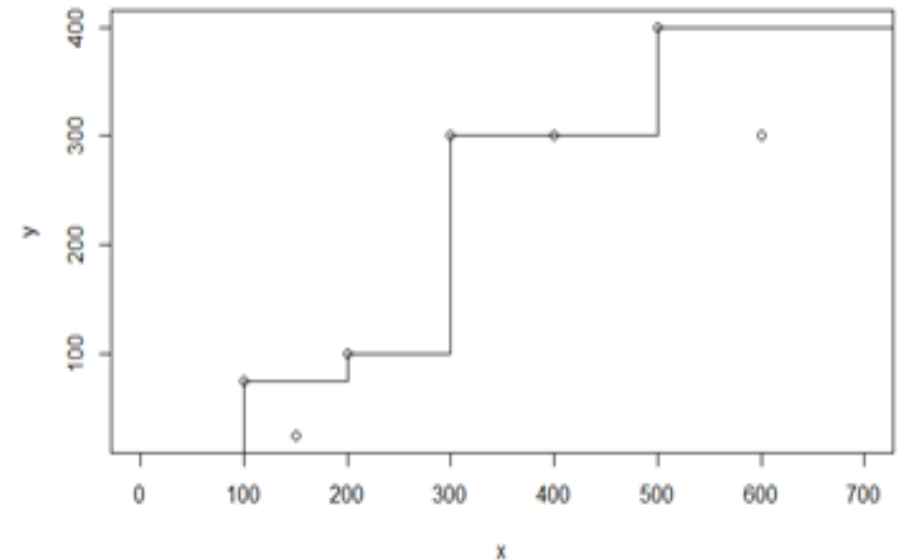


FDH

- Deprins, Simar e Tulkens (1984) **não impõe** restrição de **convexidade ao conjunto de produção**.

$$\hat{\theta}_{FDH}(\chi) = \left[\max_{i|x_0} \min_{j=1, \dots, p} \left(\frac{y_i^j}{y_0^j} \right) \right]^{-1}$$

- Mesmo dados DEA temos fronteira do estimador .
- Índices de eficiência obtidos pelo FDH são maiores ou iguais aos conseguidos por meio do DEA
- Algumas unidades são ineficientes pelo DEA em função da imposição de convexidade.



ESTIMADOR DE ORDEM M

- Uma das características dos **estimadores DEA e FDH** é sua **sensibilidade a valores extremos e *outliers***.
- **Cazals, Florens e Simar (2002)** propuseram método baseado na fronteira do **produto máximo esperado de ordem m** que não envolve todos os dados amostrais, não impõe restrição de convexidade ao conjunto de produção e **converge para o estimador FDH** quando m tende ao infinito.

DEA CORRIGIDO

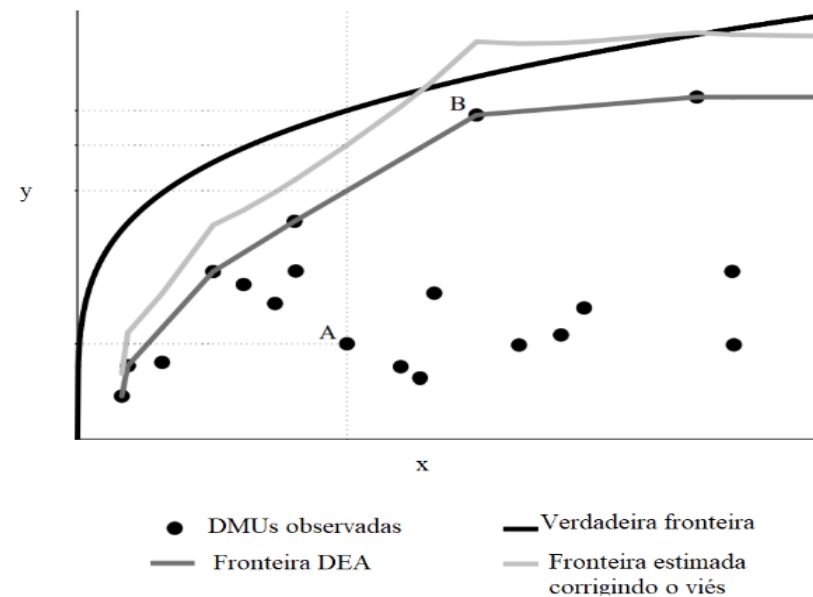
- Os conjuntos de produção estimados por meio do **DEA** e do **FDH** estão contidos no verdadeiro conjunto de produção, logo **índice de eficiência é viesado para cima**.
- **Simar e Wilson (1998)** especificaram procedimento *bootstrap* com objetivo de com base de **corrigir o viés do estimador DEA** e calcular intervalos de confiança para os escores de eficiência.
- O método *bootstrap* é baseado na ideia de repetidamente simular o processo gerador dos dados através de reamostragem e aplicar o estimador original a cada amostra simulada de modo que as estimativas resultantes imitem a distribuição amostral do estimador original.

DEA CORRIGIDO COM VARIÁVEL AMBIENTAL

- **Simar e Wilson (2007)** procedimento com três tipos de variáveis para uma amostra $i = 1, 2, \dots, N$, onde x_i é o vetor de insumos, y_i o vetor de produtos e z_i o vetor de variáveis ambientais.
- Para avaliar quais **fatores ambientais** afetam eficiência educacional.
- Procedimento tradicional:
 - Rodar equação de **segundo estágio** da eficiência obtida por meio do DEA/FDH contra fatores ambientais
$$\theta_i = z_i\beta + \varepsilon_i$$
 - Onde $\hat{\theta}_i$ representa eficiência estimada e z_i os fatores ambientais.
- Problemas:
 - Correlação entre os índices θ_i
 - Correlação entre ε_i e z_i

DEA CORRIGIDO COM VARIÁVEL AMBIENTAL

- Não existem erros aleatórios no DEA, logo índices de eficiência estão de alguma maneira correlacionados entre si. A superação desse problema ocorre com bootstrap, ao observar o comportamento da fronteira com base nos dados iniciais e por meio de sua provável distribuição, é possível obter estimadores consistentes, intervalos de confiança e, ainda, aplicar os testes de hipóteses. Ao estimar a fronteira várias vezes pretende-se eliminar a correlação nos θ_i , excluindo a parte aleatória do erro que tem o potencial de gerar ineficiência.



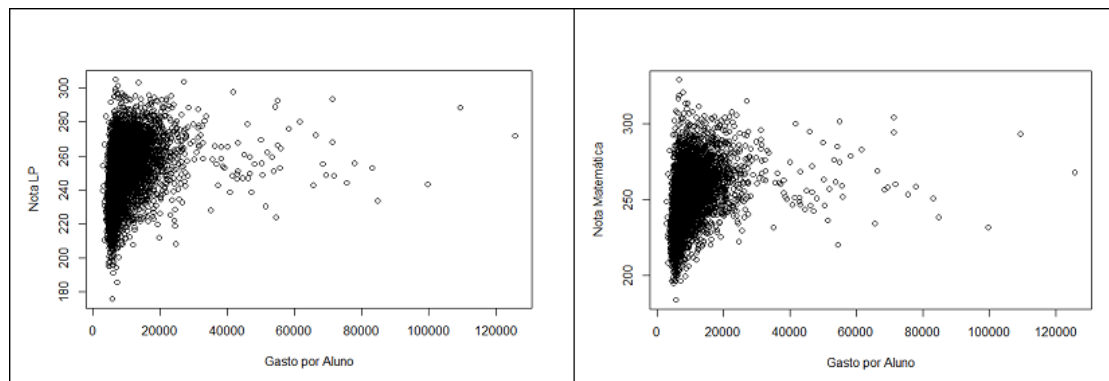
ANÁLISE DOS DADOS E CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

ANÁLISE DOS DADOS E CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

- maior dispersão em relação à variável utilizada como insumo (gasto por aluno) do que em relação aos produtos.

	Mínimo	Média	Mediana	Máximo
População de cada município	1.034	38.495	12.073	12.252.023
Gastos Municipais (R\$)	649.047	24.756.450	9.051.872	9.077.356.991
Gasto por aluno (R\$)	2.928	10.339	8.768	125.749
PIB per Capita (R\$)	3.285	22.035	16.613	344.847
Qtde alunos por município	14	2.869	1.074	479.898
Proficiência em Língua Portuguesa	175,71	251,10	252,90	304,82
Proficiência em Matemática	183,68	251,62	252,26	329,05
INSE	28,43	47,69	48,11	59,77

- relação gastos por aluno e os escores de proficiência em língua portuguesa e matemática do SAEB, potencial melhoria de eficiência e folga de insumos.



MUNICÍPIOS EFICIENTES E INEFICIENTES

- Os municípios considerados eficientes pelo FDH e DEA, em termos percentuais, representam apenas 0,19% e 0,06% dos municípios, respectivamente. Também é possível observar que a maior parte dos municípios, 62,02% no DEA e 64,66% no FDH, estão no intervalo de escore de eficiência entre 0,8 e 0,9.

Faixas de eficiência	DEA-VRS	%	FDH	%
Eficiente - $F = 1$	3	0,06	10	0,19
$0,9 < F = 1,0$	473	8,93	546	10,31
$0,8 < F = 0,9$	3284	62,02	3424	64,66
$0,7 < F = 0,8$	1478	27,91	1277	24,12
$0,6 < F = 0,7$	56	1,06	38	0,72
$0,5 < F = 0,6$	1	0,02	0	0,00
nr. Observações	5.295		5.295	

RESULTADOS

ESTATÍSTICAS DE EFICIÊNCIA

- A eficiência média e mediana estimadas em torno de 0,83 indicando que 50% municípios apresentaram índice de eficiência maior ou igual a 0,83. Esses valores considerados relativamente elevados são esperados visto que a eficiência foi mensurada com orientação pelo produto e a combinação da amplitude total dos escores de proficiência com os valores dos limites inferiores dos produtos impactou os resultados.

Estimador	Min.	P25	P50	Média	P75	Max.
DEA	0,5895	0,7923	0,8337	0,8298	0,8689	1
FDH	0,6078	0,8003	0,8390	0,8358	0,8727	1

RESULTADOS

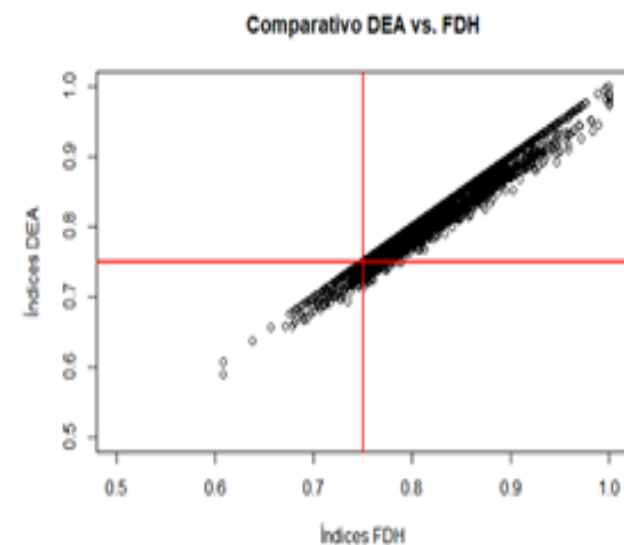
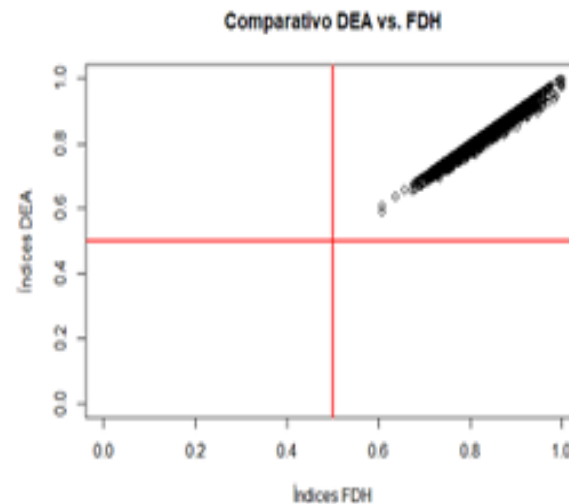
ESCORES EFICIÊNCIA E RANK DEA E FDH

- 10 municípios foram classificados com eficiência igual a 1 pelo FDH. Observa-se que, entre esses 10, estão os 3 municípios classificados como eficientes pelo DEA. Além disso, outros 3 municípios (rank-dea: 6, 8 e 10) estão entre os 10 mais eficientes pelo DEA e pelo FDH.
- O município 1.003 foi referência para 3.770 municípios. Dos 3 municípios eficientes pelo DEA, dois estão entre aqueles que mais serviram de referência pelo FDH.

Mun.	DEA	Rank-DEA	FDH	Rank-FDH	Referência FDH
677	0,9851	8	1	1	68
934	0,9762	13	1	1	175
948	0,9726	18	1	1	27
991	0,9792	10	1	1	45
1003	1	1	1	1	3770
1434	0,9761	14	1	1	4
1524	0,9906	6	1	1	845
1598	0,9766	12	1	1	8
2768	1,0000	1	1	1	4
3783	1,0000	1	1	1	349

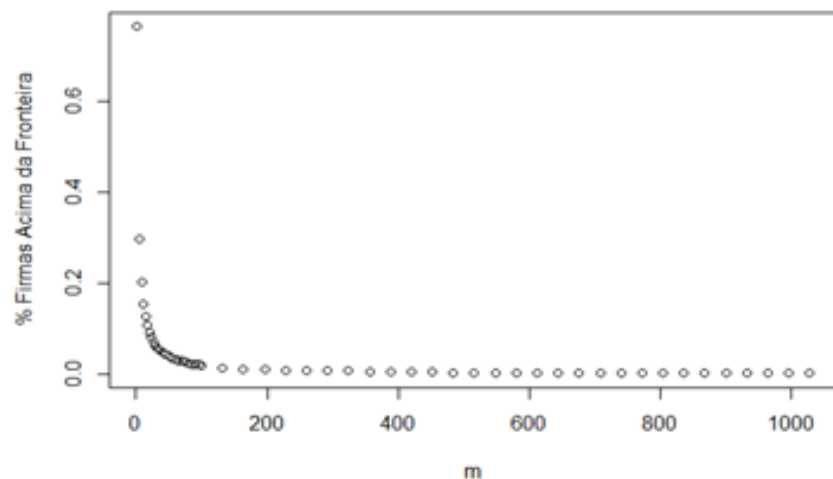
COMPARATIVO DEA E FDH

- Muitas observações no quadrante inferior direito implicaria que a restrição de convexidade afeta de forma considerável os resultados encontrados. No quadrante inferior esquerdo estão os municípios com baixos índices de eficiência pelos dois estimadores.
- DEA permite calcular estimativa de eficiência e existência de folga dos insumos, dos 5.295 municípios avaliados, 3.769 apresentaram folga de insumos, isto é, após atingir o produto da fronteira será possível reduzir o nível de gastos por aluno.



ESTIMADOR ORDEM M

- Fronteira considerada mais robusta a valores extremos e outliers e sem sofrer restrição de convexidade. Porcentagem de municípios acima da fronteira cai pouco para pequenos valores de m e começa a se estabilizar a partir de $m = 200$.
- 1% são declaradas super eficientes ($\theta > 1$) e 0,08% são eficientes com $m = 200$. Valor máximo para eficiência de ordem m (1,08) foi ligeiramente maior que 1, estatísticas bem próximas. Dados sinalizam que não há valores extremos com impactos consideráveis sobre as estimativas DEA e FDH.



Est.	$m=200$	%	FDH	%	DEA	%
Min.	0,63		0,61		0,59	
P25	0,83		0,80		0,79	
P50	0,88		0,84		0,83	
Média	0,87		0,84		0,83	
P75	0,91		0,87		0,87	
Max.	1,08		1		1	
$\theta = 1$	4	0,08%	10	0,19%	3	0,06%
$\theta > 1$	53	1,00%	-	-	-	-

DEAC e DEAC Env

- Resultados DEAC eficiência média em torno de 0,82, próxima observada DEA (0,83). As demais estatísticas também próximas. Coeficiente de correlação entre estimativas é igual a 0,98.
- Resultados DEA Env também ficaram próximos às estimativas do DEA e DEAC, com eficiência média em torno de 0,82 que está próxima ao DEA (0,83) e ao DEAC (0,82).
- Estimadores DEA, FDH, Ordem m, DEAC e DEAC Env apresentam indícios que índices de eficiência encontrados pelo DEA e FDH são robustos.

Estimador	Min.	P25	P50	Média	P75	Max.
DEAL	0,5506	0,7720	0,8167	0,8111	0,8536	0,9864
DEAC	0,5668	0,7804	0,8239	0,8188	0,8597	0,9893
DEAH	0,5804	0,7914	0,8334	0,8292	0,8693	0,9994

Est.	Min.	P25	P50	Média	P75	Max.
DEAC	0,5668	0,7804	0,8239	0,8188	0,8597	0,9893
DEAC Env	0,5647	0,7806	0,8157	0,8251	0,8621	0,9930

DEA-VRS E FDH POR REGIÕES BRASILEIRAS

- DEA-VRS → NO e NE apresentaram menores índices de eficiência média e SUL apresentou maior índice de eficiência média. Todas regiões possuem municípios com elevados escores de eficiência.

Estatística	Brasil	NO	NE	SE	SUL	CO
Min.	0,5895	0,6691	0,5895	0,7108	0,6825	0,6781
P25	0,7923	0,7655	0,7596	0,8196	0,8318	0,8210
P50	0,8337	0,8029	0,7937	0,8488	0,8595	0,8506
Média	0,8298	0,8013	0,7968	0,8478	0,8581	0,8477
P75	0,8689	0,8352	0,8319	0,8770	0,8888	0,8784
Max.	1	0,9541	1	1	1	1

- FDH → resultados semelhantes ao DEA-VRS. Os 10 municípios eficientes FDH estão no NE, SE e SUL, os municípios 1003 e 1524 servem de referência para outros 3.770 e 845 municípios, respectivamente. Esses municípios estão no NE. O município 3787, referência para outros 349, está no SUL.

Estatística	Brasil	NO	NE	SE	SUL	CO
Min.	0,6078	0,6930	0,6078	0,7108	0,6825	0,6781
P25	0,8003	0,7771	0,7721	0,8217	0,8322	0,8219
P50	0,8390	0,8131	0,8072	0,8502	0,8596	0,8511
Média	0,8358	0,8120	0,8105	0,8497	0,8583	0,8487
P75	0,8727	0,8460	0,8477	0,8786	0,8890	0,8795
Max.	1	0,9590	1	1	1	0,9619

CONCLUSÕES

- eficiência dos gastos da rede pública municipal com educação até o final do ensino fundamental, considerando uma amostra de 5.295 municípios em 2017.
- modelos não paramétricos de programação linear adotados foram orientados pelo produto, para verificar se os municípios brasileiros, mantidos os gastos atuais, poderiam obter um nível melhor de proficiência, este considerado como conceito de qualidade da educação.
- apenas 0,19% e 0,06% dos municípios, respectivamente mensurados pelo DEA e FDH, são considerados eficientes, mas também é possível observar que 62,02% dos municípios, pelo DEA, e 64.66% pelo FDH, estão no intervalo de escore de eficiência entre 0,8 e 0,9 que indicam escores relativamente elevados
- 50% dos municípios apresentaram índice de eficiência maior ou igual a 0,82 pelo DEA e 0,83 pelo FDH, indicativo de que, em média, os municípios poderiam aumentar o nível de qualidade da educação mensurado pelo SAEB em, aproximadamente, 20%.
- 10 municípios classificados com eficiência igual a 1 pelo FDH, tem-se os 3 municípios classificados como eficientes pelo DEA. Destaca-se que o município 1.003 foi referência para outros 3.770 municípios e dos três municípios classificados como eficientes pelo DEA, dois estão entre aqueles que mais serviram de referência pelo FDH.

CONCLUSÕES

- estimador m apresenta indícios de que os resultados são robustos, com os dados sinalizando que não há valores extremos na amostra com impactos consideráveis sobre as estimativas DEA e FDH.
- Considerando que a correção do viés pelo método DEAC e DEAC Env, com a aplicação do segundo estágio, não apresentou resultados significativamente diferentes dos outros estimadores utilizados e, ainda, que a adoção do Inse e do PIB per capita como variáveis ambientais apresentaram resultados semelhantes, fica como sugestão de pesquisa futura a adoção de outras variáveis ambientais que possam trazer maior contribuição dos aspectos sociais e econômicos sobre o ensino fundamental no Brasil.
- análise regional indica NO e NE menores índices médios e SUL maior eficiência média, mas existem municípios com elevada eficiência em todas as regiões do país.
- município 1003 referência para 3.770, município 1524 para outros 845 municípios, ambos no NE. Assim como oito dos dez municípios eficientes pelo FDH estão no NE.
- **Municípios brasileiros podem aumentar qualidade da educação ao mesmo tempo que podem reduzir o custo da educação, com três municípios podendo servir de referência para melhoria da eficiência dos gastos públicos e da melhoria da qualidade da educação.**

Sugestão de próximos passos:

Quais fatores afetam a eficiência educacional?

O aumento de recursos com o Novo Fundeb vai promover a melhoria da qualidade da educação brasileira? Como contribuir com essa discussão para assegurar que a resposta será “SIM”?

Obrigado!

Luiz Alberto D'Ávila de Araújo

luiz.d.araujo@economia.gov.br / 61 98230 7478

Tarcio Lopes da Silva

tarcio.silva@df.senac.br