



TESOURO NACIONAL

# Textos para Discussão

É possível atingir as metas para a educação sem aumentar os gastos? Uma análise para os municípios brasileiros.

Fabiana Rocha  
Janete Duarte  
Sérgio Ricardo de Brito Gadelha  
Plínio Portela de Oliveira  
Luis Felipe Vital Nunes Pereira

TD Nº 15  
2013

**MINISTRO DA FAZENDA**

Guido Mantega

**SECRETÁRIO-EXECUTIVO**

Nelson Barbosa

**SECRETÁRIO DO TESOURO NACIONAL**

Arno Hugo Augustin Filho

**SUBSECRETÁRIOS DO TESOURO NACIONAL**

Líscio Fábio de Brasil Camargo

Gilvan da Silva Dantas

Paulo Fontoura Valle

Cleber Ubiratan de Oliveira

Marcus Pereira Aucélio

Eduardo Coutinho Guerra

**CONSELHO EDITORIAL**

Fabiana Magalhães Almeida Rodopoulos - Coordenadora

Luis Felipe Vital Nunes Pereira - Assistente Editorial

Eduardo Coutinho Guerra

Jose Franco Medeiros de Moraes

Líscio Fábio de Brasil Camargo

Marcelo Pereira Amorim

Mário Augusto Gouvea de Almeida

Selene Peres Peres Nunes

**SUPLENTE**

Bergy Bezerra

Janete Duarte

José Eduardo Pimentel de Godoy Júnior

Leandro Giacomazzo

Lena Oliveira de Carvalho

Rosilene Oliveira de Souza

Viviane Aparecida da Silva

A Série de Textos para Discussão do Tesouro Nacional destina-se à publicação de artigos técnico-científicos, com permissão de acesso aberto e gratuito por meio do sítio da Secretaria na internet, admitindo-se também a divulgação impressa destinada a centros de pesquisas, bibliotecas e universidades do país. As opiniões expressas nesses trabalhos são exclusivamente dos autores e não refletem, necessariamente, a visão da Secretaria do Tesouro Nacional ou do Ministério da Fazenda.

Ficha Catalográfica

## Sumário

1. Introdução .....	5
2. Revisão da literatura .....	7
3. Implementação empírica .....	9
3.1 Questões relevantes.....	9
3.2 Dados e metodologia.....	9
4. Resultados .....	12
5. Conclusões .....	17
6. Referências.....	18

## É possível atingir as metas para a educação sem aumentar os gastos? Uma análise para os municípios brasileiros.

Fabiana Rocha <sup>(a)</sup>

Janete Duarte <sup>(b)</sup>

Sérgio Ricardo de Brito Gadelha <sup>(b)</sup>

Plínio Portela de Oliveira <sup>(b)</sup>

Luis Felipe Vital Nunes Pereira <sup>(b)</sup>

**Resumo:** O objetivo deste artigo é avaliar se os recursos que os municípios destinam à educação são suficientes para atingir as metas fixadas para o IDEB em 2021. Para tanto, são usadas funções distância direcionais (*directional distance functions*) em que se especifica apenas a proporção na qual os insumos discricionários podem ser reduzidos. Assume-se que a escolaridade é um insumo fixo no curto prazo, tendo este controle somente sobre seus gastos em educação. Depois de medir o desperdício de recursos, resolve-se um problema de programação linear semelhante ao do DEA cujo resultado é o gasto mínimo necessário para um município atingir a sua meta do IDEB. Os resultados indicam que o desperdício de recursos é expressivo. Para o conjunto dos municípios, o desperdício representa 47,3% e 40,1% do total dos gastos efetivamente realizados quando são assumidas as hipóteses de retornos constantes e variáveis de escala, respectivamente. O gasto efetivamente realizado é muito maior do que o gasto mínimo necessário para atingir as metas. Mesmo quando são feitas simulações a partir do estabelecimento de metas mais duras, fica claro que a restrição não é a escassez de recursos.

**Palavras-Chave:** Análise Envoltória de Dados, Eficiência Direcional, Gasto Público, Educação.

**Abstract:** The purpose of this paper is to evaluate if the resources that municipalities devote to education are sufficient to guarantee that the targets established for 2021 can be reached. In order to do so we use directional distance functions that determine only the proportion by which discretionary inputs should be reduced. We assume that education is a fixed input in the short run, and that the municipalities have control only over the amount of spending on education. After measuring the waste of resources, we solve a linear programming problem similar to DEA which result is the minimum amount of spending required to achieve the target. The results indicate that the amount of resources wasted is expressive. For all the municipalities as a whole the waste represents 47,3% and 40,1% of expenditures in education when we assume constant returns to scale and variables returns to scale, respectively. The effective spending is much higher than the minimum required to achieved the target. Even when we assume more strict targets, we still conclude that the problem is not the scarcity of resources.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, Directional Efficiency, Public Spending, Education JEL Classification: C14, H52, I28, R15

<sup>(a)</sup> Universidade de São Paulo (FEA/USP). E-mail: frocha@usp.br

<sup>(b)</sup> Analistas de Finanças e Controle da Secretaria do Tesouro Nacional. Coordenação-Geral de Estudos Econômico-Fiscais/ Gerência de Estudos Econômico-Fiscais (Cesef/Geefi). Esplanada dos Ministérios, Bloco P, Anexo A, Ala B, 1º andar, sala 134. Brasília-DF. CEP.: 70.048-900. Fone: (61) 3412-2203. Email para contato: luiz.n.pereira@fazenda.gov.br

As opiniões expressas nesse trabalho são de exclusiva responsabilidade dos autores, não expressando, necessariamente, a opinião da Secretaria do Tesouro Nacional.

## 1. Introdução

O redesenho do sistema federativo realizado após a redemocratização do país teve como grandes beneficiários os municípios, que ao mesmo tempo em que passaram a ser responsabilizados por mais gastos puderam contar com mais recursos. No caso da educação, o artigo 211, parágrafo 2º da Constituição de 1988 definiu como responsabilidade obrigatória dos municípios a atuação prioritária no ensino fundamental e na educação infantil, dando início ao processo que ficou conhecido como municipalização do ensino.

O que foi observado inicialmente, contudo, foi muito cuidado no cumprimento desta orientação, em grande parte porque outros projetos de transferência de responsabilidade de gastos para os municípios apresentaram falhas, muitas delas decorrentes da falta de recursos.

O impulso decisivo para o processo de municipalização da rede pública de ensino fundamental só acontece, então, com a implementação do FUNDEF (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério) em janeiro de 1998.

A Constituição de 1988 determinava que os municípios deveriam gastar obrigatoriamente 25% de suas receitas (impostos e transferências) em educação. Com a adoção do FUNDEF, os municípios passam a transferir 15% de suas receitas para o Fundo (que também conta com recursos transferidos pelos estados e o Governo Federal), sendo os recursos posteriormente redistribuídos entre os municípios em proporção direta ao número de estudantes matriculados no ensino fundamental em cada localidade.

A regra de redistribuição de recursos adotada pelo FUNDEF, com base no número de alunos matriculados foi um forte incentivo para os municípios levarem adiante a descentralização prevista na Constituição porque garantiu os recursos para tanto. Ao associar a disponibilidade de recursos ao número de alunos e não mais à capacidade financeira do município, em última instância induziu os municípios a incentivarem as crianças a freqüentarem a escola.

Assim, o total de matrículas de alunos da 1ª a 4ª série na rede municipal passa de 52,7% em 1997 para 75% em 2005. Considerando as matrículas da 5ª a 8ª série, esse aumento foi ainda maior: de 22,1% em 1997 para 41% em 2005. Em 1991, havia cerca de 16,7 milhões de alunos nas escolas estaduais e 8,7 milhões nas municipais. Em 2007, esses números passam para R\$ 11,3 milhões e R\$ 17,6 milhões nas escolas estaduais e municipais, respectivamente (Inep).

As transferências federais no âmbito do FUNDEF tinham claramente um caráter equalizador. Com isso, os municípios mais ricos e que, portanto, gastavam mais por aluno antes do FUNDEF perderam recursos transferindo-os para compor o Fundo. Para se ter uma idéia, ainda que a nível estadual, as transferências que dentro de cada estado somam zero, favoreceram nitidamente os governos municipais em todas as regiões, exceto a região Sudeste. Segundo Menezes-Filho e Pazello (2007), em 1998, os governos dos estados da região Nordeste contribuíram com R\$ 1.810,6 milhões de reais para o FUNDEF e receberam do mesmo fundo R\$ 1.203,2 milhões de reais de volta. Neste mesmo ano, os governos municipais do Nordeste contribuíram com R\$ 966,1 milhões para o FUNDEF e receberam R\$ 1.573,8 milhões de reais de volta.

Não há dúvida de que, em média, o total de recursos para educação em mãos dos governos municipais aumentou. Mais ainda, mudou também o padrão de distribuição dos recursos entre estados e municípios e entre municípios do mesmo estado. Até 2002, os municípios recebiam menos recursos do fundo do que os estados, passando a ocorrer o contrário a partir de então (MENDES, MIRANDA e COSSIO, 2008).

Existe ampla evidência internacional de que a relação entre mais recursos para o sistema educacional e desempenho dos estudantes é fraca ou inexistente (HANUSHEK e KIMKO, 2000; HANUSHEK e LUQUE, 2003). Para o Brasil, Amaral e Menezes-Filho (2008) também concluem que o efeito dos gastos sobre o desempenho escolar, medido pelos resultados na Prova Brasil 2005, é muito pequeno e na maioria das especificações adotadas, estatisticamente insignificante. Entretanto, esses resultados se baseiam na especificação e estimação de modelos lineares para a relação entre a qualidade da educação e seus determinantes.

O presente trabalho se distancia desta literatura no sentido de que a preocupação não é com a média, mas com as melhores práticas. Foram utilizadas funções distância medidas a insumo (*input distance functions*), mas ao invés de todos os insumos serem reduzidos proporcionalmente, utilizou-se funções distância direcionais (*directional distance functions*).

O produto é mensurado pelos resultados do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) que combina informações sobre o desempenho em testes padronizados e sobre o fluxo escolar. Como insumos são utilizados os gastos dos municípios em educação fundamental e a escolaridade das mães. Assumimos que a escolaridade das mães é um insumo fixo no curto prazo e que está fora do poder discricionário imediato do município e, então, buscamos avaliar somente melhoras na dimensão discricionária (controlável) que são os gastos. Em outras palavras, assumimos que é possível reduzir proporcionalmente os gastos sem usar mais do insumo fixo (escolaridade das mães) e sem produzir uma quantidade menor de produto.

O objetivo deste artigo é medir a distância de cada município em relação à fronteira de produção de educação. A função excesso ou distância direcional resultante indica o número de vezes que o gasto em educação foi feito a mais do que o necessário para produzir o resultado obtido no IDEB. Um excesso grande reflete, em última instância, desperdício e ineficiência.

O IDEB, contudo, está associado a metas de longo prazo. Visa atingir índices de educação comparáveis aos dos países da OCDE, os melhores colocados no mundo em termos de qualidade educacional.

Assim, além de calcular o desperdício de recursos, resolvemos um problema de programação linear semelhante ao do DEA cujo resultado é o gasto mínimo necessário para um município atingir a sua meta do IDEB. Da comparação entre o que o município deveria gastar em educação se fosse eficiente (o gasto efetivo menos o desperdício de gasto calculado com função distância direcional) e do gasto mínimo necessário para atingir a meta é possível determinar se os municípios precisam de mais recursos.

O artigo está organizado em cinco seções, além desta introdução. Na segunda seção apresentamos uma breve revisão da literatura internacional e nacional que avalia a eficiência dos gastos em educação. Na terceira seção discutimos a metodologia proposta para avaliar se uma melhor gerência dos recursos é suficiente para que os municípios atinjam suas metas de qualidade de educação. Na quarta seção discutimos os principais resultados. Na quinta seção resumimos as principais conclusões.

## 2. Revisão da literatura

Dado que educação é um processo que combina vários insumos (habilidades dos alunos, características das escolas, fatores institucionais, dinheiro investido no setor, etc.) para “produzir” as competências dos alunos, o que a literatura faz é definir uma estrutura insumo/produto para avaliar quão bem diferentes unidades tomadoras de decisão se desempenham relativamente umas às outras. Para tanto é usado o conceito de eficiência que “padroniza” os resultados (produtos) pelos insumos empregados no processo.

A primeira tentativa sistematizada de avaliar a eficiência dos gastos em educação pode ser atribuída a Clements (2002) que comparou o desempenho relativo dos países da OCDE na provisão de serviços educacionais.

Gupta, Verhoeven e Tiongson (2002) analisaram a relação entre gasto e desempenho educacional para uma amostra de 38 países africanos e também para uma amostra de 85 países africanos, asiáticos e do hemisfério ocidental durante o período 1984-1995. Por meio de uma análise de regressão inicial, obtiveram evidência sugerindo não somente que existe uma relação entre gasto do governo em educação e indicadores de desempenho de educação, mas também que o nível de desenvolvimento econômico tem um impacto sobre os indicadores de produto. Desta forma, diferenças no desenvolvimento econômico deveriam ser levadas em conta na análise da eficiência do gasto do governo. Isto é efeito dividindo-se os países entre aqueles de renda baixa e aqueles de renda alta (acima de US\$ 4.500 *per capita* durante o período 1988-91). A separação da amostra em grupos de países com rendas distintas permite evitar consideravelmente o impacto nos resultados de diferenças no desenvolvimento econômico na análise de eficiência.

Afonso e St. Aubyn (2005) também avaliam a eficiência do gasto em educação para uma amostra de países da OCDE. Um dos diferenciais deste trabalho é o uso tanto de insumos físicos (razão professor por aluno e horas por ano passadas na escola) quanto de insumos financeiros (gastos), uma vez que um país pode ser eficiente do ponto de vista técnico, mas parecer ineficiente se os insumos que utiliza são caros. De fato, os resultados são diferentes. Quando são usados os insumos físicos ao invés dos gastos como insumo, a Suécia e a Finlândia aparecem como eficientes como seria esperado.

Afonso e St. Aubyn (2006) avaliam a eficiência do gasto em educação em 25 países, a maioria da OCDE, a partir da combinação de duas vertentes distintas da literatura: a de eficiência de gastos públicos e a de função de produção de educação que procura avaliar os determinantes da qualidade educacional a partir de regressões *cross-country*.

Esta junção é feita através da adoção de uma abordagem em dois estágios. No primeiro estágio é estimado o escore de eficiência de produto de cada país, incorporando somente insumos discricionários, ou seja, aqueles cujas quantidades podem ser modificadas de acordo com os desejos dos países. São utilizadas duas medidas de insumo: i) o tempo total de aula (horas por ano) em instituições públicas para alunos de 12 a 14 anos; ii) o número de professores por aluno na educação secundária em instituições públicas e privadas na educação secundária.

Diferenças socioeconômicas (inclusive riqueza das famílias e educação dos pais), contudo, podem desempenhar um papel relevante em determinar a heterogeneidade entre países e influenciar os resultados. É preciso, então, levar em conta também a presença de variáveis ou fatores ambientais, também conhecidos como insumos não discricionários. Diante disso, num segundo estágio, esses escores de eficiência são utilizados como variáveis dependentes numa análise de regressão. A evidência

empírica obtida indica que as variáveis de *background* familiar identificadas pelos autores da vertente da função de produção de educação são de fato altamente correlacionadas com a ineficiência, ou seja, representam variáveis ambientais significantes. Elas são, contudo, de natureza fundamentalmente diferente das variáveis de insumo, uma vez que seus valores não podem mudar num período de tempo curto (AFONSO e ST. AUBYN, 2006).

Herrera e Pang (2005) também utilizam uma abordagem em dois estágios para avaliar a eficiência dos gastos em educação de 140 países. Uma observação interessante feita pelos autores é a de que em termos de orientação de política é importante diferenciar entre o nível tecnicamente eficiente e o nível de gasto ótimo ou desejável. Pode ser que ainda seja necessário que um país aumente o seu gasto público, mesmo que ele seja identificado como eficiente, se ele quer atingir uma meta estabelecida para um indicador educacional. Este é o caso, por exemplo, de países com níveis de gasto muito baixos e baixos indicadores de desempenho, que se localizam próximo da origem da fronteira eficiente. O fundamental então é que os países ao expandirem suas escalas de operação o façam ao longo da fronteira eficiente.

Gimenez, Prior e Thieme (2007) calculam escores de eficiência para o sistema educacional de 31 países. Também observam que a decisão de incluir países muito heterogêneos na amostra (OCDE e países em desenvolvimento) torna a comparação muito difícil. Quando são considerados somente os países em desenvolvimento os fatores ambientais aparecem como essenciais para explicar as diferenças de eficiência entre esses países.

Sutherland *et al.* (2007) avançam em relação ao resto da literatura ao fazerem a análise tanto a nível de países quanto a nível de escolas. Esta última permite avaliar em que medida a ineficiência varia dentro de cada país e ajuda a identificar como a eficiência varia entre diferentes tipos de escola (pequenas e grandes; públicas e privadas). Alguns resultantes obtidos são particularmente interessantes. Primeiro é o de que as diferenças nas estimativas de eficiência não são muito grandes para os diferentes tipos e tamanhos de escola. A escola pública mediana na amostra é somente um pouco menos eficiente do que a escola privada mediana dependente do governo e do que a escola privada mediana independente do governo. Segundo é o de que existem diferenças significantes nas estimativas de eficiência dentro de certos países. Por exemplo, embora Japão e Irlanda sejam países onde o nível mediano de ineficiência é baixo, há mais heterogeneidade na eficiência quando são comparadas as escolas no primeiro do que no segundo.

Seguindo a literatura internacional alguns trabalhos também foram feitos para o Brasil. Brunet *et al.* (2006) buscam relacionar a utilização dos recursos dos Estados brasileiros e do Distrito Federal à oferta de produtos e serviços (eficiência) e aos resultados obtidos (efetividade).

O mesmo fazem Alves Júnior e Sousa (2011), mas utilizando uma metodologia em que os excessos de insumos obtidos no primeiro estágio são estimados usando uma fronteira estocástica, em que as variáveis exógenas são explicitamente levadas em conta a fim de “separar” os componentes de ineficiência que podem ser atribuídos ao ambiente em que operam os Estados, ao ruído estatístico e ao mau gerenciamento de recursos. O objetivo é controlar para as condições externas e outros fatores que possam favorecer ou prejudicar a atuação dos Estados. Finalmente, no terceiro estágio os insumos corrigidos (ou pseudo-insumos) são utilizados numa nova análise não paramétrica, possibilitando uma comparação efetiva uma vez que os Estados passam a ser avaliadas em igualdade de condições. O resultado da substituição dos insumos originais pelos insumos corrigidos deve representar exclusivamente o grau de eficiência, refletindo as competências estaduais em gerenciar os recursos empregados no processo produtivo de educação.

Fazendo a correção do excesso de consumo dos recursos, os resultados mudam bastante. Para o conjunto dos Estados o nível de eficiência aumenta para 0,81, o que representa um incremento de 4,4% frente à média de 0,77 encontrada no primeiro estágio. Considerando os Estados individualmente, o caso mais notável de mudança é do Rio de Janeiro, cujo escore de eficiência médio no emprego dos recursos no primeiro estágio era de 0,62, o que lhe conferia a posição de unidade mais ineficiente do grupo. Após a correção dos insumos promovida no segundo estágio, o Rio de Janeiro passa a figurar entre os mais eficientes, com escore médio no período ultrapassando 0,88. O Distrito Federal também tem sua eficiência aumentada, passando de 0,71 para 0,79. No outro extremo, tem-se o Estado de Roraima que no primeiro estágio se classificava com grau de eficiência dos mais altos (valor médio de 0,87 no período), passando no terceiro estágio a um dos mais ineficientes (escore de 0,75).

### 3. Implementação empírica

#### 3.1 Questões relevantes

Da revisão da literatura surgem alguns pontos que precisam ser levados seriamente em conta na avaliação empírica:

- a) A definição de produto na área de educação é complexa. É possível adotar uma definição mais estreita, onde o produto seria medido por indicadores quantitativos como matrículas, taxas de conclusão, etc., ou uma definição mais ampla baseada no impacto da educação sobre o bem estar ou sobre o crescimento econômico. Uma alternativa que vem sendo usada cada vez mais é adotar um resultado intermediário, medido por escores em exames padronizados, que pode ser visto como um dos elementos básicos na acumulação de capital humano. Com base nisso foi escolhido como produto o IDEB, que combina o resultado em testes padronizados e a taxa de aprovação.
- b) No que diz respeito aos insumos, a principal dificuldade é definir aqueles que não estão sob o controle dos educadores e a forma como contemplá-los na análise. A alternativa adotada aqui é incluir uma variável de *background* sócio-econômico do aluno diretamente na função de produção, como um insumo não discricionário, da mesma forma feita, por exemplo, por Sutherland *et al.* (2007).
- c) A literatura postula que as condições ambientais com as quais países, Estados e municípios operam tem um forte impacto sobre o desempenho. No caso dos municípios este fato deve ser ainda mais importante. Desta forma, é preciso levar em conta de alguma maneira que os diferentes governos locais se defrontam com condições sociais e econômicas diversas. Em outras palavras, os municípios lidam com diferentes oportunidades de produção, ou respondem fazendo escolhas a partir de diferentes conjuntos de combinações insumo-produto factíveis. Os conjuntos de tecnologia são diferentes simplesmente porque existem diferenças no estoque de capital físico e humano (número de computadores e qualificação dos professores), na infraestrutura econômica e outras características do ambiente em que a produção ocorre. Diante disso, é importante apresentar os resultados para agrupamentos diferentes de municípios.

#### 3.2 Dados e metodologia

Serão considerados como insumos, além dos gastos por aluno segundo o SIOPE, a escolaridade das mães (ou responsáveis) dos alunos de até 20 anos cursando ensino fundamental em escola pública

(melhor *proxy* disponível nos microdados do Censo 2010, já que não há a segregação dos alunos de escolas da rede pública municipal).

Como medida de produto, será utilizada o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Criado em 2005 para medir a qualidade do serviço público de educação básica, o IDEB retrata a taxa de aprovação e o rendimento dos alunos na Prova Brasil, que é aplicada ao final dos ciclos.

O interessante a respeito do IDEB é que ele vem acompanhado de metas a serem atingidas anualmente de tal forma que até em 2021 sejam alcançados níveis de educação comparáveis aos dos países desenvolvidos, o que fornece um objetivo claro em termos de produto.

Diante disso, uma questão que surge imediatamente é a de qual seria o gasto mínimo necessário para atingir as metas estabelecidas para o IDEB para cada um dos municípios. Se o gasto mínimo requerido para que as metas sejam atingidas é menor do que o gasto efetivamente realizado, isso pode indicar que o município não necessariamente precisa de mais recursos. Nesse caso é possível avaliar ainda o tamanho do desperdício realizado.

A metodologia adotada envolve assim dois passos. O primeiro consiste em calcular para cada um dos municípios o desperdício de recursos que está sendo feito. A diferença entre o gasto efetivamente realizado e o desperdício corresponde ao gasto que deveria ser realizado se o município fosse eficiente. Este gasto será denominado gasto eficiente. O segundo consiste em calcular para cada um dos municípios o gasto mínimo necessário para atingir suas metas. Finalmente, o gasto efetivamente realizado será comparado com o gasto mínimo necessário para atingir as metas. Se o primeiro é superior ao segundo o município não necessita de mais recursos.

Para calcular o desperdício de recursos na área de educação para cada um dos municípios utiliza-se a abordagem de funções distância direcionais. Nas medidas tradicionais de eficiência todos os insumos são reduzidos pelo mesmo fator, ou seja, todos os insumos são tratados como discricionários. Já na abordagem das funções distância direcionais é possível especificar quais insumos são discricionários, ou ainda a proporção na qual os insumos podem ser reduzidos.

Nossa modelagem se baseia num processo produtivo com  $n$  produtos e  $m$  insumos, onde  $y \in \mathbb{R}_+^n$  é o vetor de quantidades dos produtos e  $x \in \mathbb{R}_+^m$  é o vetor de quantidades dos insumos. Uma atividade é expressa por  $(x, y) \in P \subset \mathbb{R}_+^m \times \mathbb{R}_+^n$  e contém a combinação de insumos e produtos de uma determinada DMU, no nosso caso um município. O conjunto formado por todas as atividades factíveis é denominado Conjunto de Possibilidades de Produção ( $T$ ).

Nós definimos  $d \in \mathbb{R}_+^m$  um vetor que determina uma direção arbitrária a partir da qual os insumos podem ser reduzidos. Por exemplo, no caso onde  $m = 3$ , o vetor  $d = (1, 0, 0)$  define a direção de  $x_1$  para reduzir os insumos, o que é entendido como apenas o insumo  $x_1$  sendo discricionário.

Dada uma atividade  $(x^0, y^0)$ , definimos a função distância direcional ou função excesso como:

$$e = e(x^0, y^0, T, d) = \max\{e \in \mathbb{R}_+ \mid (x^0 - ed, y^0) \in T\}$$

O excesso  $e(x^0, y^0, T, d)$  corresponde ao número de unidades da cesta de insumos, definida pelo vetor  $d$ , utilizado além do gasto eficiente para produzir  $y^0$ , de tal forma que a atividade resultante

pertença ao Conjunto de Possibilidades de Produção. Logo  $e$  pode ser interpretado como o desperdício de insumos. É importante notar que esta abordagem se diferencia da tradicional contração radial, pois contrai apenas os insumos discricionários.

A variante aditiva do DEA (RAY, 2004, p. 120; BOGETOFT e OTTO, 2011, p. 121)) pode ser utilizada para calcular  $e$  e consiste no seguinte problema linear:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{e, \lambda_1, \dots, \lambda_K} e \\ & \text{s. t. } x^0 - ed \geq \sum_{k=1}^K \lambda_k X^k \\ & \quad y^0 \leq \sum_{k=1}^K \lambda_k Y^k \\ & \quad \lambda \in \Lambda^k(\gamma) \end{aligned}$$

Onde  $\lambda \in \Lambda^k(\gamma)$  é uma restrição imposta sobre os pesos  $\lambda$ , que define os retornos de escala. No caso específico, temos:

$X^k$ : É uma matriz  $K \times 2$  de insumos, no nosso caso:  $X = (Gasto_j, Esc_j)_{j=1, \dots, K}$

$Y^k$ : É uma matriz  $K \times 1$  de produtos, no nosso caso:  $Y = (Ideb_j)_{j=1, \dots, K}$

$d$ : É o vetor direção. Nesse caso, como  $X = (Gasto, Esc)$ , para calcular o desperdício apenas no gasto (único insumo discricionário no curto-prazo), utiliza-se o vetor  $d = (1, 0)$ ;

O resultado de fornecerá o desperdício direcional para o gasto. Para efeitos de comparação será também usada a abordagem DEA tradicional.

A identificação do gasto mínimo necessário para se atingir a meta do IDEB para 2021 seria trivial se estivéssemos trabalhando com Fronteiras Estocásticas. As propriedades da função de produção (COELLI *et al.*, 2005, p. 12), em especial a monotonicidade, seriam suficientes para garantir a inversibilidade da função de produção<sup>1</sup>.

Nesse caso o gasto mínimo seria calculado como:

$$GastoMin_j = f^{-1}(MetaIdeb_j, \overline{esc}_j)$$

Onde  $f(\cdot, \overline{esc}_j): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  é a função de produção fixado o nível de escolaridade,  $f^{-1}(\cdot, \overline{esc}_j): \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}_+$  a sua função inversa e  $GastoMin_j$  o gasto mínimo necessário da DMU  $j$  para atingir a meta do IDEB.

<sup>1</sup> Aqui nos referimos ao conceito matemático de função inversa e não à inversão do processo produtivo.

Como estamos trabalhando com o DEA, foi necessário buscar um procedimento que permitisse calcular o gasto mínimo necessário para se atingir a meta do IDEB, fixada a escolaridade. O problema linear proposto assume a seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min}_{GastoMin_i, \lambda_1, \dots, \lambda_k} GastoMin_i \\
 & \text{s. t. } \sum_{j=1}^K \lambda_j Ideb_j \geq MetaIdeb_i \\
 & \quad \sum_{j=1}^K \lambda_j esc_j \leq esc_i \\
 & \quad \sum_{j=1}^K \lambda_j desp_j \leq GastoMin_i
 \end{aligned}$$

A solução deste problema linear resulta na atividade  $(GastoMin_i, Esc_j, MetaIdeb_j)$ . O valor  $GastoMin_i$  é o gasto mínimo requerido para que a meta do IDEB. No caso VRS inclui-se ainda a restrição  $\sum_{j=1}^K \lambda_j = 1$ . A prova de que esta atividade pertence ao Conjunto de Possibilidades de Produção se encontra no Anexo A.

#### 4. Resultados

Como ressaltado anteriormente, também serão apresentadas as eficiências técnicas calculadas usando-se a abordagem DEA tradicional para fins de comparação.

A Tabela 1 apresenta os escores estimados assumindo-se retornos constantes de escala.

**Tabela 1 - Estimativa das Eficiências Técnicas DEA (Retornos Constantes de Escala)**

	Quant. municípios	Média	Mínimo	Máximo
Até 50 mil habitantes	4.341	0,503	0,172	1,000
Mais de 50 mil e até 100 mil habitantes	312	0,567	0,297	1,000
Mais de 100 mil e até 500 mil habitantes	236	0,682	0,433	1,000
Mais de 500 mil habitantes	32	0,812	0,629	1,000

Nota: Elaboração dos autores.

Como é possível observar, a eficiência é crescente com o tamanho dos municípios. Assim, enquanto os municípios menores (até 50 mil habitantes) poderiam reduzir seus insumos em quase 50% e continuar tendo o mesmo resultado no IDEB, os municípios maiores (com mais de 500 mil habitantes) podem reduzir seus insumos em quase 20%.

De qualquer forma, o desperdício realizado pelos municípios maiores ainda é expressivo. A variância da ineficiência acompanha o comportamento da média. Entre os municípios menores, o mais ineficiente apresenta um escore de eficiência de somente 0,172, enquanto entre os municípios

maiores o mais ineficiente apresenta um escore de eficiência igual a 0,629. Esta grande dispersão na eficiência dos municípios pequenos leva a um escore médio menor do que o escore mais baixo dos municípios maiores. O escore médio de eficiência dos municípios com população até 50.000 habitantes é 0,503 e dos municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes é 0,567. O escore mínimo dos municípios maiores, por sua vez, é 0,629.

É importante chamar atenção para o fato de que os escores foram computados construindo-se fronteiras de eficiência separadas para cada agrupamento, refletindo a heterogeneidade nos escores dos municípios individualmente e as variações entre os agrupamentos. Desta forma, a comparação que é feita entre os grupos não é estritamente correta uma vez para isso seria necessário usar a abordagem de meta-fronteira que permite comparar as eficiências técnicas de municípios em diferentes grupos que podem não ter a mesma tecnologia (BATTESE e RAO, 2002; BATTESE, RAO e O'DONNELL, 2004).

A Tabela 2, por sua vez, apresenta os resultados da abordagem DEA tradicional, assumindo-se retornos variáveis de escala.

**Tabela 2 - Estimativas das Eficiências Técnicas DEA (Retornos Variáveis de Escala)**

	Quant. municípios	Média	Mínimo	Máximo
Até 50 mil habitantes	4341	0,564	0,196	1,000
Mais de 50 mil e até 100 mil habitantes	312	0,655	0,307	1,000
Mais de 100 mil e até 500 mil habitantes	236	0,719	0,447	1,000
Mais de 500 mil habitantes	32	0,868	0,675	1,000

Nota: Elaboração dos autores.

Os resultados assumem o mesmo padrão verificado quando foram assumidos retornos constantes de escala: os municípios maiores são, em média, mais eficientes, a variância dos escores de eficiência dos municípios menores é maior e os escores de eficiência dos municípios menores são menores do que o escore de eficiência mínimo dos municípios acima de 500.000 habitantes.

A Tabela 3 apresenta as estimativas do desperdício de recursos, ou seja, de quanto a mais gastam os municípios para produzir seus resultados em educação. O desperdício é calculado como a soma dos gastos de cada município naquele grupo multiplicado pelo complemento do escore de eficiência médio de cada um dos municípios. Por exemplo, se o escore de eficiência de um município é 0,8 e ele gasta R\$100, o desperdício é R\$20. Este cálculo é repetido para cada município e então agregado para formar o desperdício de recursos de cada grupo. O gasto eficiente corresponde a quanto o município deveria gastar para produzir a mesma quantidade de produto. No exemplo anterior seria R\$80, ou seja, é a diferença entre o gasto efetivamente realizado e o desperdício. Novamente o cálculo é feito para cada município que compõe aquele grupo e somado.

**Tabela 3 - Estimativas do Desperdício para o Gasto e Gasto Eficiente (DEA)**

	<b>Desperdício DEA - CRS</b>	<b>Gasto eficiente DEA - CRS</b>	<b>Desperdício DEA - VRS</b>	<b>Gasto eficiente DEA - VRS</b>
Até 50 mil habitantes	R\$ 10,668 bilhões	R\$ 11,467 bilhões	R\$ 9,108 bilhões	R\$ 12,965 bilhões
Mais de 50 mil e até 100 mil habitantes	R\$ 3,145 bilhões	R\$ 3,735 bilhões	R\$ 2,607 bilhões	R\$ 4,274 bilhões
Mais de 100 mil e até 500 mil habitantes	R\$ 5,217 bilhões	R\$ 8,389 bilhões	R\$ 4,773 bilhões	R\$ 8,833 bilhões
Mais de 500 mil habitantes	R\$ 3,425 bilhões	R\$ 8,759 bilhões	R\$ 3,019 bilhões	R\$ 9,165 bilhões
<b>Total</b>	<b>R\$ 22,455 bilhões</b>	<b>R\$ 32,350 bilhões</b>	<b>R\$ 19,506 bilhões</b>	<b>R\$ 35,237 bilhões</b>

Nota: Elaboração dos autores.

As Tabelas 4 e 5 apresentam o gasto efetivamente realizado, o gasto eficiente, as estimativas do desperdício obtidas usando-se a metodologia MEA, assim como o gasto mínimo necessário para atingir a meta. O resultado do MEA já fornece o desperdício direcional para o gasto, assumindo que a escolaridade não pode variar no curto prazo. Novamente o gasto eficiente corresponde ao gasto efetivo menos o desperdício. Os resultados são impressionantes. O desperdício dos municípios do grupo 1, do grupo 2, do grupo 3 e do grupo 4 representam 54,9%, 42,5%, 39,6% e 44,6% do total de gastos efetivamente realizados, respectivamente, quando assume-se retornos constantes de escala. No caso de retornos variáveis de escala o desperdício passa a ser uma proporção menor dos gastos efetivos, mas ainda assim o montante é expressivo: 46,2% para o grupo 1, 35,6% para o grupo 2, 36,2% para o grupo 3 e 35,7% para o grupo 4.

Para qualquer grupo, o gasto efetivamente realizado é muito superior ao gasto mínimo necessário para atingir a meta.

**Tabela 4 - Gasto Efetivo, Gasto Eficiente, Desperdício e Gasto Mínimo para Atingir a Meta (Retornos Constantes de Escala - CRS)**

	<b>Gasto Hoje</b>	<b>Gasto eficiente MEA - CRS</b>	<b>Desperdício MEA - CRS</b>	<b>Gasto mínimo para Meta</b>
Até 50 mil habitantes	R\$ 22,134 bilhões	R\$ 9,974 bilhões	R\$ 12,160 bilhões	R\$ 13,461 bilhões
Mais de 50 mil e até 100 mil habitantes	R\$ 6,880 bilhões	R\$ 3,958 bilhões	R\$ 2,922 bilhões	R\$ 4,307 bilhões
Mais de 100 mil e até 500 mil habitantes	R\$ 13,606 bilhões	R\$ 8,223 bilhões	R\$ 5,383 bilhões	R\$ 6,975 bilhões
Mais de 500 mil habitantes	R\$ 12,184 bilhões	R\$ 6,753 bilhões	R\$ 5,432 bilhões	R\$ 4,499 bilhões
<b>Total</b>	<b>R\$ 54,805 bilhões</b>	<b>R\$ 28,908 bilhões</b>	<b>R\$ 25,897 bilhões</b>	<b>R\$ 29,241 bilhões</b>

Nota: Elaboração dos autores.

**Tabela 5 - Gasto Efetivo, Gasto Eficiente, Desperdício e Gasto Mínimo para Atingir a Meta (Retornos Variáveis de Escala - VRS)**

	<b>Gasto Hoje</b>	<b>Gasto eficiente MEA - VRS</b>	<b>Desperdício MEA - VRS</b>	<b>Gasto mínimo</b>
Até 50 mil habitantes	R\$ 22,134 bilhões	R\$ 11,833 bilhões	R\$ 10,239 bilhões	R\$ 13,708 bilhões
Mais de 50 mil e até 100 mil habitantes	R\$ 6,880 bilhões	R\$ 4,432 bilhões	R\$ 2,448 bilhões	R\$ 4,419 bilhões
Mais de 100 mil e até 500 mil habitantes	R\$ 13,606 bilhões	R\$ 8,685 bilhões	R\$ 4,921 bilhões	R\$ 7,177 bilhões
Mais de 500 mil habitantes	R\$ 12,184 bilhões	R\$ 7,838 bilhões	R\$ 4,346 bilhões	R\$ 4,647 bilhões
<b>Total</b>	<b>R\$ 54,805 bilhões</b>	<b>R\$ 32,789 bilhões</b>	<b>R\$ 21,967 bilhões</b>	<b>R\$ 29,951 bilhões</b>

Nota: Elaboração dos autores.

A Tabela 6 mostra a diferença do desperdício estimado usando-se a abordagem DEA tradicional e o MEA. Na primeira coluna são apresentados os resultados para o modelo com retornos constantes de escala e na segunda coluna os resultados para o modelo com retornos variáveis de escala. Exceto para o grupo com população entre 50 mil e 100 mil habitantes, a diferença é negativa, indicando que o desperdício estimado com o MEA é maior do que aquele calculado usando-se o DEA.

**Tabela 6 - Diferença do Desperdício Estimado (DEA versus MEA)**

	<b>Retornos Constantes de Escala</b>	<b>Retornos Variáveis de Escala</b>
Até 50 mil habitantes	- R\$ 1,492 bilhão	- R\$ 1,131 bilhão
Mais de 50 mil e até 100 mil habitantes	R\$ 223 milhões	R\$ 159 milhões
Mais de 100 mil e até 500 mil habitantes	- R\$ 166 milhões	- R\$ 148 milhões
Mais de 500 mil habitantes	- R\$ 2,007 bilhões	- R\$ 1,327 bilhão
<b>Total</b>	<b>- R\$ 3,442 bilhões</b>	<b>- R\$ 2,447 bilhões</b>

Nota: Elaboração dos autores.

Finalmente, seria possível argumentar que não são necessários mais recursos porque as metas não são muito ambiciosas. Foram feitas então algumas simulações, onde as metas fixadas foram aumentadas em 2,5%, 5% e 7,5%. Os resultados para a totalidade dos municípios são apresentados na Tabela 7 e 8 para as hipóteses de retornos constantes e variáveis de escala e indicam que, ainda que as metas fossem mais estritas, os recursos hoje despendidos seriam muito mais do que suficientes do que o montante mínimo requerido para que estas metas mais duras fossem atingidas.

**Tabela 7 - Simulação com Metas mais Rigorosas - (Retornos Constantes de Escala - CRS).  
Em R\$ Bilhões.**

	<b>Municípios</b>	<b>Despesa Hoje</b>	<b>Gasto Meta CRS</b>
Gasto para Meta 2021	4955	54,805	29,241
Gasto para Meta 2021 + 2,5%	4955	54,805	30,096
Gasto para Meta 2021 + 5,0%	4955	54,805	30,962
Gasto para Meta 2021 + 7,5%	4954	54,801	31,836
Gasto para Meta 2021 + 10%	4951	54,782	32,693

Nota: Elaboração dos autores.

**Tabela 8 - Simulação com Metas mais Rigorosas - (Retornos Variáveis de Escala - VRS).  
Em R\$ Bilhões.**

	<b>Municípios</b>	<b>Despesa Hoje</b>	<b>Gasto Meta VRS</b>
Gasto para Meta 2021	4942	54,743	29,951
Gasto para Meta 2021 + 2,5%	4934	54,713	30,770
Gasto para Meta 2021 + 5,0%	4923	54,677	31,685
Gasto para Meta 2021 + 7,5%	4911	54,625	32,680
Gasto para Meta 2021 + 10%	4884	54,484	33,686

Nota: Elaboração dos autores.

## 5. Conclusões

O objetivo deste artigo é avaliar se os recursos que os municípios destinam à educação são suficientes para atingir as metas fixadas para a área em 2021. Para tanto, são usadas funções distância direcionais (*directional distance functions*) em que se especifica apenas a proporção na qual os insumos discricionários podem ser reduzidos, ao invés de ser feita uma redução proporcional em todos os insumos como é feito nas funções distância tradicionais.

Os gastos dos municípios em educação fundamental e a escolaridade das mães são utilizados como insumos, mas assumimos que a escolaridade das mães é um insumo fixo no curto prazo e que está fora do poder discricionário imediato do município. Diante disso, buscamos avaliar somente o impacto de melhoras na dimensão discricionária (controlável) que são os gastos.

Depois de medir a distância de cada município em relação à fronteira de produção de educação, ou seja, o desperdício de recursos, resolvemos um problema de programação linear semelhante ao do DEA cujo resultado é o gasto mínimo necessário para um município atingir a sua meta do IDEB.

Os resultados indicam que o desperdício de recursos é expressivo para qualquer agrupamento de municípios definido pelo tamanho da população. Para o conjunto dos municípios o desperdício representa 47,3% e 40,1% do total dos gastos efetivamente realizados quando são assumidas as hipótese de retornos constantes e variáveis de escala, respectivamente.

O gasto efetivamente realizado é muito maior do que o gasto mínimo necessário para atingir as metas. Mesmo quando são feitas simulações a partir do estabelecimento de metas mais duras, fica claro que a restrição não é a escassez de recursos.

## 6. Referências

AFONSO, A.; ST. AUBYN, M. Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries, *Journal of Applied Economics*, VIII(2), p. 227-246, 2005.

\_\_\_\_\_. Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs, *Economic Modeling*, v. 23, n. 3, p. 476-491, 2006.

AMARAL, L. F. L. E.; MENEZES FILHO, N. A. A relação entre gastos e desempenho educacional. In XXXVI Encontro Nacional de Economia, 2008, Salvador - Bahia. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia, 2008.

ALVES JÚNIOR, J. A.; SOUSA, M. C. S. Eficiência na aplicação de recursos educacionais em presença de condicionantes exogenous e efeitos aleatórios: uma abordagem em três estágios. In 33º Encontro Brasileiro de Econometria, 2011, Foz do Iguaçu - Paraná. Anais do 33º Encontro Brasileiro de Econometria, 2011.

BATTESE, G. E.; RAO, D. S. P. Technology gap, efficiency, and a stochastic metafrontier function, *International Journal of Business and Economics*, v. 1, no. 2, p. 87-93, 2002.

BATTESE, G. E.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J. A metafrontier production function for estimation of technical efficiencies and technology gaps for firms operating under different technologies, *Journal of Productivity Analysis*, v. 21, p. 91-103, 2004.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. *Benchmarking with DEA, SFA and R*. New York: Springer, Verlag, 2011.

BRUNET, J.F.G. *et al. Estados comparados por funções do orçamento: uma avaliação da eficiência e efetividade dos gastos públicos estaduais*. Prêmio IPEA-Caixa, Menção Honrosa I, 2006.

CLEMENTS, B. How efficient is public spending in Europe? *European Review of Economics and Finance*, v. 1, p. 3-26, 2002.

COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. *An introduction to efficiency and productivity analysis, Second Edition*. New York: Springer Science + Business Media, 2005.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software, Second Edition*. New York: Springer Science + Business Media, 2007.

GIMENEZ, V.; PRIOR, D.; THIEME, C. Technical efficiency, managerial efficiency and objective setting in the educational system: an international comparison, *Journal of the Operational Research Society*, v. 58, p. 996-1007, 2007.

GUPTA, S.; VERHOEVEN, M.; TIONGSON, E. R. The effectiveness of government spending on education and health care in developing and transition economies, *European Journal of Political Economy*, v. 18, p. 717-737, 2002.

HANUSHEK, E.; KIMKO, D. Schooling, labor force quality, and economic growth. *American Economic Review*, v. 90, n. 5, p. 1184-1208, 2000.

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

HERRERA, S.; PANG, G. Efficiency of public spending in developing countries. Policy Research Working Paper 3645, The World Bank, 2005.

MENEZES-FILHO, N.; PAZELLO, E. Do teachers' wages matter for proficiency? Evidence from a funding reform in Brazil. *Economics of Education Review*, v. 26, p. 660-672, 2007.

MENDES, M.; MIRANDA, R. B.; COSSIO, F. Transferências intergovernamentais no Brasil: diagnostic e proposta de reforma. Consultoria Legislativa do Senado Federal, Texto para Discussão n. 40, abril, 2008.

RAY, S. C. Data Envelopment Analysis: Theory and techniques for economics and operations research. New York, NY: Cambridge University Press, 2004

SUTHERLAND, D.; PRICE, R.; JOUMARD, L. NICQ, C. Performance indicators for public spending efficiency in primary and secondary education, OECD Economics Department Working Paper n. 546, 2007.

## Apêndice:

**Proposição:** A atividade definida por  $(GastoMin_i, esc_i, Meta_i)$  pertence ao Conjunto de Possibilidades de Produção  $(T)$ .

Prova:

O Conjunto de Possibilidades de Produção  $(T)$  tem as seguintes propriedades (COOPER, SEIFORD e TONE, 2007, p. 42):

I - se  $(x, y) \in P$ , qualquer atividade semipositiva  $(\bar{x}, \bar{y})$  com  $\bar{x} \geq x$  e  $\bar{y} \leq y$  também pertence ao conjunto de possibilidades de produção. Ou seja, qualquer atividade com insumo que não seja menor que  $x$  e produto que não seja maior a  $y$  é factível.

II - Qualquer combinação linear semipositivas das atividades em  $P$  pertence a  $P$ . Ou seja,  $(\sum_j \lambda_j x_j, \sum_j \lambda_j y_j) \in P$  se  $(x_j, y_j) \in P$ , para todo  $j$ .

A partir da Propriedade II, dados  $(desp_j, esc_j, ideb_j) \in P$ , com  $j = 1 \dots N$ , temos que a atividade  $(\sum_j \lambda_j desp_j, \sum_j \lambda_j esc_j, \sum_j \lambda_j ideb_j)$  também pertence ao conjunto de possibilidades de produção.

Se  $GastoMin_i \geq \sum_j \lambda_j desp_j$ ,  $esc_i \geq \sum_j \lambda_j esc_j$  e  $MetaIdeb_i \leq \sum_j \lambda_j ideb_j$ , pela Propriedade I, a atividade  $(\theta_i \bar{gasto}, esc_i, Meta_i)$  também pertence ao conjunto de possibilidades de produção.

Como estas são restrições do modelo de programação linear, temos que  $(GastoMin_i, esc_i, Meta_i) \in T$ .