

# ESTUDO SOBRE UM RANKING MUNICIPAL DE EFICIÊNCIA ESCOLAR EM MINAS GERAIS\*

Victor Maia Senna Delgado  
CEDEPLAR/UFMG

**RESUMO** Este artigo propõe uma nova forma de avaliar a educação pública, utilizando o método de análise envoltória de dados o Data Envelopment Analysis (DEA) e empregando uma ampla base de provas disponibilizada pelo Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) e o Censo Educacional MEC/INEP 2003. O resultado é um ranking que enumera as cidades mineiras com respeito à eficiência educacional ofertada nos municípios e permite concluir sobre as direções para a melhoria da eficiência educacional das escolas públicas de Minas Gerais. Além disso, o trabalho caminha em linha com outros estudos paralelos sobre a avaliação do desempenho escolar, mas ressalta aspectos geralmente não abordados pelas demais pesquisas. Dentre os resultados, temos que escolas localizadas nas mesoregiões do estado onde há mais abundância de recursos educacionais possuem chance maior de serem mais eficientes e prestarem um ensino de maior qualidade. Porém, existem bons exemplos de desempenho em regiões mais carentes. Em termos gerais, os resultados do produto educacional do estado podem melhorar bastante se um maior nível de eficiência para as escolas estaduais for alcançado.

**Código JEL:** I21, C14, C24, D61, R15.

**Palavras-chave:** Eficiência-Técnica, Ensino Básico, DEA-bootstrap, Proficiência e Infra-Estrutura escolar.

**ABSTRACT** This paper proposes a new way to evaluate the Brazilian public primary education by the two-stage Data Envelopment Analysis, furthermore, employs a large data base of math and language exams offered by Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) and Brazilian Educational Census of Education Ministry 2003 (MEC/INEP). The result is a ranking that classifies the Minas Gerais cities according to their educational efficiency. This enables take the conclusion about the directions to improve the public educational efficiency at Minas Gerais. This paper walk in a straight line with the international literature that evaluates educational fulfilment of primary schools, and spotlights another not mentioned aspects. Best located schools, where the educational inputs are better, are more efficient in probability. However, there are some good examples of efficient schools emerging from poor regions and, in general terms, all stated educational results can improve considerably if the schools get to improve their efficiency.

**Key-words:** *Technical-Efficiency, Elementary School, DEA-bootstrap, Proficiency, Infrastructure.*

---

\* Artigo recebido em novembro/2007 e aceito em fevereiro/2008.

# 1. Introdução

A análise de eficiência em instituições, especialmente as públicas, tem assumido papel importante na literatura econômica. Do mesmo modo, ocorre recentemente no Brasil uma retomada da pauta educacional, questões sobre o desempenho dos alunos dentro das escolas e sobre o importante papel que essa instituição presta à sociedade são novamente levantadas, procurando enfatizar quais são as novas formas de se quantificar o problema e quais são os caminhos a serem tomados. Uma educação deficiente não se presta para desenvolver a cidadania da população, tampouco contribui para o enriquecimento e distribuição de renda em favor das parcelas menos favorecidas. É estabelecido que a educação fundamental e média possuem o potencial de aumentar a produtividade do trabalho, e que são políticas que redistribuem renda. O sistema escolar ideal fornece iguais condições para todos<sup>1</sup>.

Paralelo ao tema da educação, a avaliação de gastos e políticas públicas no âmbito municipal tem recebido particular atenção em artigos recentes. A partir da constituição de 1988 e com o estabelecimento da Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF 2000 fica reconhecida em lei a importância de uma autonomia e, ao mesmo tempo, de uma autogestão e controle orçamentário dos vários entes da federação. A partir do marco estabelecido pela LRF tornou-se importante identificar como os gastos públicos podem ser realizados economizando recursos, quais as melhores práticas de gestão e administração das contas públicas.

Sob essa perspectiva, novas formas de medição aplicadas às áreas-fim do governo, como saúde, educação, segurança e infra-estrutura, são bem vindas e ajudam a entender melhor o quadro da eficiência dos gastos públicos. Este artigo enfoca a questão sobre o ângulo de se medir a eficiência na educação pública das escolas de ensino básico do estado de Minas Gerais dentro das cidades, ressaltando os insumos que contribuem para a melhoria dos resultados de aprendizado dos alunos. O principal resultado é um *ranking* que enumera as cidades mineiras com respeito à eficiência educacional ofertada pelo governo estadual nos municípios. O método empregado para construir o *ranking* municipal de eficiência é o *Data Envelopment Analysis* (DEA), método de análise envoltória que busca construir uma fronteira de eficiência técnica para a produção. Os insumos e produtos foram construídos a partir de uma ampla base de provas disponibilizada pelo Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) e demais informações do Censo Educacional MEC/INEP e do Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD – João Pinheiro), ano 2003, disponíveis para todas as escolas estaduais dos municípios mineiros.

Os resultados encontrados neste artigo consentem concluir sobre algumas direções para melhoria da eficiência educacional das escolas públicas de Minas Gerais. O trabalho caminha em linha com outros estudos paralelos sobre a avaliação do desempenho escolar, no entanto, ressaltam-se

---

<sup>1</sup> Barros et alii (2001).

outros aspectos geralmente não abordados pelas demais pesquisas. Dentre os resultados, temos que escolas localizadas nas mesoregiões do estado onde há mais abundância de recursos educacionais possuem chance maior de serem mais eficientes e prestarem um ensino de maior qualidade. Porém, existem bons exemplos de desempenho em regiões mais carentes. São identificados dois modos de produção alternativos: um de grande escala, onde operam os maiores municípios do Estado, e outro de pequena escala onde se situam a maioria dos pequenos municípios mineiros. Em termos gerais, os resultados do produto educacional do estado podem melhorar bastante se um maior nível de eficiência para as escolas estaduais for alcançado.

## 2. Panorama da Educação Mineira e Revisão da Literatura de Eficiência Aplicada às Escolas

No último Censo do IBGE, de 2000, Minas Gerais apresentava 853 municípios autônomos, sendo que todos os municípios do estado possuem, ao menos, uma escola municipal ou estadual. A esfera administrativa municipal constitui-se da maioria das escolas do ensino fundamental. No ensino médio, as escolas estaduais são a maior parcela, enquanto que a participação municipal se reduz para apenas 3%. A divisão das mesoregiões do estado a serem enfatizadas nesse trabalho está apresentada no mapa 1 abaixo.

Mapa 1  
Mapa Geopolítico das Mesoregiões de Minas Gerais.



Fonte: Mapa Geopolítico de Minas Gerais – IGA/CETEC – 1994.

O Ensino Básico brasileiro é dividido em ensino fundamental e médio. O nível fundamental abrange os alunos de 6 a 14 anos em escala seriada de nove etapas ou na forma de ciclos de ensino que divide a formação em três ciclos que abordam as matérias das séries divididas de três em três<sup>2</sup>. O ensino médio destina-se a alunos na idade regular de 15 a 19 anos, aplicado em três séries. Dentro das 13.336 escolas públicas de Minas Gerais, o ensino fundamental é primordialmente fornecido pela esfera municipal, 69% das escolas, enquanto que o ensino médio fica a cargo do ensino estadual quase 95% das escolas públicas de ensino médio.

Observa-se que o ensino no Brasil é predominantemente público. Somando as escolas estaduais, federais e municipais, cerca de 80% das escolas do ensino fundamental são de competência estatal. No ensino médio, a parcela continua a ser significativa, cerca de 70%, perdendo um pouco da participação para as escolas particulares, muito embora esse dado apenas reflita que o abandono escolar é maior dentre as crianças provenientes de famílias mais pobres. Por conta do abandono, há menos alunos demandando escolas públicas no ensino médio e, por consequência, menor a participação das escolas públicas nesse nível. Esse dado reflete, por alto, o tamanho da desigualdade educacional no Brasil, revelando diferenças na distribuição ao acesso<sup>3</sup>.

As características de uma boa educação devem necessariamente passar pela qualidade dos docentes. No Brasil, as séries do ensino fundamental são as que mais sofrem com a ausência de professores formados no ensino superior, no primeiro ciclo (aqui denominado pela 1ª até a 4ª série), apenas 53% dos professores concluíram o curso superior. Já no ensino médio, a proporção é de 95% dos professores com capacitação no nível superior. Minas Gerais segue de perto esses números, a Secretaria Estadual de Educação investe na capacitação dos professores para melhorar o quadro do ensino, no entanto, diversas outras medidas são necessárias para incrementar a relação professor/aluno de forma eficaz. Uma delas se encontra na melhoria da infraestrutura das escolas (Soares et ali, 2002).

---

2 Pela nova Lei Nº 11.274, 6 de fevereiro de 2006, foi acrescida mais uma série ao antigo 1º grau. A primeira série incorporou alunos de 6 a 7 anos do antigo terceiro ano do jardim primário. A 5ª série atual corresponde à antiga 4ª série, a 6ª à antiga 5ª e assim por diante. O correspondente ao 2º grau insere, desse modo, da 6ª até a 9ª série. O 1º ciclo equivale às 1ª e 3ª séries, o 2º as 4ª a 6ª e o 3º ciclo, 7ª a 9ª. A forma de progressão por ciclos não necessariamente se dá por forma seriada, a escola possui liberdade para estabelecer a ordem de progressão mais adequada ao seu método de ensino. No entanto, dado o caráter recente da medida e o período de adaptação previsto até 2010, continuaremos a tratar o ensino fundamental da forma anterior, com apenas oito anos.

3 FONTE: INEP/MEC <http://www.edudatabrasil.inep.gov.br/>. Um interessante estudo que pode ser realizado para medir a desigualdade educacional pode levar em conta a distribuição de matrículas entre escolas públicas e particulares. Além de serem em menor número, as escolas privadas, possuem turmas em geral menores. O ponto de que as escolas particulares provêm melhor ensino é controverso, porém, se de fato o ensino nas escolas particulares for melhor, essa distribuição de menos alunos no ensino particular evidencia uma perpetuação das desigualdades no que tange à educação. O ensino das escolas federais é melhor do que o das demais escolas, porém, são escolas de natureza diversa e sua participação no universo de alunos é ínfima, sendo que é até possível perguntar se a distribuição das desigualdades educacionais dentro dessas escolas não chega a ser regressiva.

Apesar dos avanços em relação à maior cobertura no ensino fundamental, os problemas persistem, o país apresenta uma grande disparidade regional para a educação. A região Sudeste, da qual o estado de Minas Gerais faz parte, possui melhores indicadores do que a média nacional, enquanto que o Norte e Nordeste apresentam-se, sempre, com os piores indicadores. Para o ensino médio, o quadro é mais grave<sup>4</sup>.

O longo caminho a ser percorrido pelo ensino básico nacional e o atraso do país no quesito educacional ficam ainda mais evidentes quando se leva em conta que os exames internacionais e a confrontação no mercado de trabalho mostram que a formação do nosso estudante está aquém do previsto quando o comparamos com os de outros países em desenvolvimento. As evidências apontam que a qualidade da educação brasileira é menor em relação aos países desenvolvidos e em desenvolvimento. O impacto de uma menor qualidade sugere que um ano de estudo no ensino fundamental brasileiro corresponde a um tempo menor de formação nos outros países. Outro motivo é a ineficiência do sistema educacional, já que se gasta cerca de 4,5% do PIB e os resultados, ainda assim, são decepcionantes<sup>5</sup>.

Para alcançar melhores resultados para a educação do país é necessário considerar que as cidades e seu entorno são de particular importância para formação educacional das crianças e adolescentes. Mesmo que se considerem as políticas de mobilização nacional para educação e sua coordenação, também importante, a nível estadual, as ações para o desenvolvimento educacional implementadas por municípios como o Bolsa-Escola, adotado por iniciativa das administrações das cidades de Campinas e Brasília (Resende e Oliveira, 2006), além de outras iniciativas das prefeituras, como o recente Programa Escola Integrada da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, são políticas que têm recebido destaque como ações de efetivo impacto positivo<sup>6</sup>.

Iniciativas dentro das cidades e municípios, que estão mais próximos do ambiente escolar específico de cada região possuem maiores chances de propor um quadro real de mudança a fim de alterar a realidade educacional do país. Dentro desta visão, é igualmente importante avaliar como estão os municípios comparados uns aos outros, procurando uma forma ou método de identificar o que funciona melhor e o que vai mal em cada um deles.

Para avaliação de eficiência escolar municipal alguns trabalhos se destacam. Sampaio de Sousa e Ramos (1999) se concentram na eficiência dos gastos públicos municipais em geral, incluindo a educação. Faria e Januzzi (2006) analisam a eficiência de gastos na área de educação e saúde dos municípios do Rio de Janeiro. Na literatura norte-americana se encontra

---

4 MEC/INEP e IBGE, 2000.

5 PISA. Gasto referente à todos os níveis educacionais para o ano de 2002, segundo dados do “Education at Glance 2006” da OCDE: <http://www.oecd.org>. Os gastos do Brasil estão no mesmo patamar que países de desenvolvimento semelhante e até um pouco maior como Austrália, 4,3%, Chile, 3,5%, Irlanda 4,1%, Rússia, 3,7%.

6 O Projeto Escola Integrada de Belo Horizonte (2007) foi implementado ano passado e ainda não teve oportunidade de ser avaliado. Quanto à bolsa-escola, ver as avaliações de Resende et al (2006) e Rocha (2005).

a avaliação, não municipal, mas distrital, já que é o principal esquema de organização da escola pública naquele país. É obrigatório enfatizar o artigo pioneiro de Charnes, Cooper e Rhodes (1981), criadores do método DEA. Charnes et al (1981) realizaram uma das primeiras aplicações de eficiência por escolas distritais, os autores lançam mão do método para analisar a eficiência das escolas presentes no programa *follow through*. Fare Grosskopf e Weber (1989) e McCarty Yaisawargn (1993) realizam extensões importantes para o método, utilizando bases do estado do Missouri e Nova Jérsei, respectivamente.

Ainda no plano internacional dois trabalhos recentes de aplicação da DEA à eficiência da educação se destacam: Wilson (2005) e Afonso e Aubyn (2005). Neste caso a eficiência escolar é computada entre países. Os autores utilizam dados de proficiência do PISA.

No plano mais geral, temos a avaliação de eficiência estadual do ensino médio de Gasparini e Ramos (2003). Utilizando dados do SAEB para o nível dos estados da federação, os autores concluem pela importância dos recursos sócio-econômicos na determinação da eficiência e identificam, na análise de primeiro estágio, os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia e o Distrito Federal como os mais eficientes. Quando se consideram demais variáveis socioeconômicas, os estados do Sudeste não apresentam bom desempenho, caindo no *ranking*. Ainda no Brasil, temos Marinho, Resende e Façanha (1997) e Façanha e Marinho (1999, 2003), aplicados às instituições Federais de Ensino Superior brasileiro.

### 3. Método para Construção do Ranking Municipal

Este artigo utiliza o conhecido método da *Data Envelopment Analysis* de dois estágios para construir um *ranking* de eficiência municipal. Os fundamentos da DEA foram desenvolvidos por Farrel (1957) e posteriormente adaptados por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) ao cálculo de programação linear empregado na atualidade. Os modelos de medição de eficiência utilizando a DEA ganharam novo fôlego a partir da segunda metade da década de 90 e, principalmente, nos anos 2000, com as incorporações de Gibels et al. (1999), Kneip et al. (2003) e Simar e Wilson (1998, 2002 e 2007).

Para se medir a eficiência, a construção teórica importante é a da **função de produção** ou **fronteira de eficiência**. A eficiência econômica é dada como a maneira de conseguir o produto máximo dado determinado volume de recursos. Ou então, estabelecida uma meta para o produto, como conseguiu-a dependendo os menores custos, trata-se então de atingir o máximo de uma fronteira. Para compreender este conceito é preciso antes distinguir os dois tipos diferentes de eficiência: a **eficiência técnica** e a **eficiência alocativa**. No caso de uma firma, a eficiência técnica ocorre quando, dada uma certa carga de insumos e uma certa tecnologia, o produto máximo é alcançado, isso equivale a dizer que a firma está “sobre” a Fronteira de Possibilidades de

Produção. A eficiência alocativa leva em consideração a relação de preços, uma firma possui eficiência alocativa quando sua produtividade marginal se iguala à relação de preço de seus produtos (ou insumos)<sup>7</sup>.

O procedimento utilizado pela DEA para a estimação de uma fronteira de eficiência é computacional, faz uso da programação matemática linear. A programação linear mantém o paradigma da otimização, no entanto, não requer que todas as restrições sejam simultânea e estritamente satisfeitas para a construção do índice. Este método de cálculo confere uma vantagem para a Análise Envoltória de Dados, a programação linear permite que ao menos uma das restrições esteja “folgada”, ou seja, ao contrário dos métodos paramétricos, o procedimento do cálculo da DEA concede DMU’s eficientes, mas não só as estritamente eficientes.

A abordagem moderna da DEA define um **conjunto de possibilidades de produção P**:

$$P = \left\{ (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \mid \mathbf{x} \text{ pode produzir } \mathbf{y} \right\}, P \subset \Re^{S+M} \quad (1)$$

Onde  $\mathbf{x}$  e  $\mathbf{y}$  fazem parte de dois conjuntos de vetores de variáveis observadas que são independentes e identicamente distribuídas (*iid*). Em nosso caso,  $\mathbf{x}$  é o vetor de *inputs*  $\mathbf{x}_{iM} = (\mathbf{x}_{i1}, \dots, \mathbf{x}_{iM})$ , o subscrito ‘i’ identifica a unidade de análise, são  $i = 1, 2, \dots, N$  observações e o subscrito ‘M’, o número de *inputs* diferentes,  $M = 1, 2, \dots, M$  *inputs*;  $\mathbf{y}$  é o vetor de *outputs*,  $\mathbf{y}_{iS} = (\mathbf{y}_{i1}, \dots, \mathbf{y}_{iS})$  e ‘S’ identifica o número de *outputs*,  $S = 1, 2, \dots, S$ . Dessa forma, temos que P define a tecnologia educacional e a partir desta tecnologia obtemos a função de produção estabelecida de acordo com o **gráfico 1** e que pode ser traduzida como  $\mathbf{y} = f(\mathbf{x}_i)$ .

O conjunto de variáveis observadas é definido como  $L_N = \{(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i, \mathbf{z}_i, \mathbf{d}_i)\}$  onde além de ‘ $\mathbf{x}$ ’ e ‘ $\mathbf{y}$ ’, temos os vetores com as variáveis socioeconômicas,  $\mathbf{z}_i$ , e o vetor das variáveis de *dotação*,  $\mathbf{d}_i$ . De P surge um processo gerador de dados que delimita uma **fronteira de eficiência** a ser captada pela DEA ou pelo método de fronteiras estocásticas<sup>8</sup>. O método não paramétrico da DEA estabelece que a fronteira seja construída somente com os pontos que atingiram o máximo de produto (*outputs*) dado determinado nível de insumos (*inputs*) ou com o mínimo de inputs para dado nível de *outputs*. Ou seja, a fronteira é delimitada pela melhor prática no esquema de produção em voga. A construção de tal fronteira exige um método de programação linear que trabalha com o seguinte processo:

$$\delta_i = \delta_i(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i | P) \equiv \max \left\{ \delta_i \mid (\mathbf{x}_i, \delta_i \mathbf{y}_i) \in P, \delta_i < 0 \right\} \quad (2)$$

7 Neste trabalho aborda-se apenas a eficiência técnica, sem detalhes sobre a precificação dos insumos e produtos escolares. A literatura de mensuração da eficiência técnica costuma usar o termo DMU, do inglês – Decision Maker Units – para especificar as unidades de gerenciamento.

8 O método de fronteiras estocásticas é um procedimento paramétrico para a obtenção da fronteira de eficiência, ver Coelli et al (1997). Na linguagem estatística, todos os dados que observamos na realidade possuem por trás um invisível processo gerador de dados (*Data Generating Process* – DGP, do inglês). Portanto, o DGP é um processo gerador de dados conhecido como a distribuição uniforme, normal, exponencial e os demais processos.

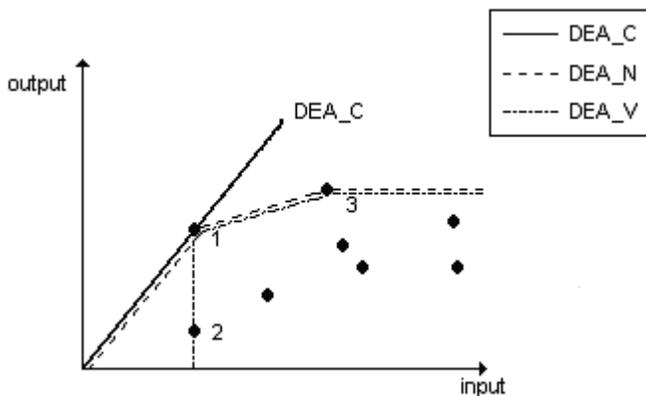
$$D) = \left\{ (x_i, y_i) \mid \delta_i y_i \leq \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i, x_j \geq \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i, \lambda \in \mathfrak{R}^n, y \in \mathfrak{R}^s, x_i \in \mathfrak{R}^m \right\} \quad (3)$$

A equação (2) revela um procedimento de maximização onde  $\delta_i$  é o **índice de eficiência-Sheppard**, medido de 0 a 1, sendo a unidade o indicador de eficiência máxima, situação onde a observação está sobre a fronteira<sup>9</sup>. A eficiência pode recair sobre os insumos no que é chamada de *input-oriented*,  $\theta_i x_i$ , ou sobre os produtos, *output-oriented*,  $\delta_i y_i$ , forma que foi exposta acima.

A equação (3) reúne as restrições para a maximização presente em (2). Há alguns novos elementos na equação (3), pois ao definirmos a fronteira de produção precisamos estabelecer duas propriedades microeconômicas. A primeira é a de retornos constantes de escala, indicada por 'C', e a segunda é a livre disponibilidade de insumos (*Free Disposal*), 'D'. O  $\lambda_i$  é um vetor de intensidade,  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N) \in \mathfrak{R}_+^N$ , os  $\lambda$ 's denotam os pesos que possibilitam a construção de uma fronteira convexa, outro pressuposto microeconômico, o da possibilidade de combinação convexa de fatores.

Assim, por meio de programação linear, é possível construir as fronteiras de eficiência representadas no gráfico 1 abaixo. Cada uma das fronteiras indicadas se assenta em um tipo de rendimentos escala e na livre disponibilidade de insumos e convexidade de fatores. A partir de alterações na equação de restrição (3) é possível obter dois outros índices além do de rendimentos constantes (DEA-C): o índice de rendimentos não-crescentes, DEA-N, e o índice de rendimentos variáveis, DEA-V. Observamos que o envelope da DEA-V é o mais maleável, envolve os dados a uma distância menor do que as outras duas medidas.

Gráfico 1  
Construção das Fronteiras de Eficiência DEA.



<sup>9</sup> Este artigo usa, por conveniência, o **Sheppard-eficiência** orientação do produto. A adoção do **Sheppard-eficiência** em output-oriented baseia-se no fato de que nessa forma de medição podemos comparar o índice de eficiência a uma medida de capacidade que varia de 0 a 100%. Dessa forma, uma observação eficiente ( $\delta_i = 1$ ) está produzindo 100% da sua capacidade presumida. Observe que, por ser a sua inversa, para obtermos o mesmo efeito de interpretação com input-oriented, teríamos de usar o **Farrel-eficiência**.

A fronteira DEA-V possui ao menos um ponto em comum com a fronteira DEA-C, como o ponto 1 exemplificado no gráfico 1 acima. Isso indica que, quando  $\theta_{iDEA-V} = \theta_{iDEA-C}$ , tem-se rendimentos constantes de escala (RCE). Se não são iguais, cabe verificar duas outras possibilidades: se  $\theta_{iDEA-V} = \theta_{iDEA-N}$ , variável e não crescente, o que indica rendimentos decrescentes de escala (RDE); ou se  $\theta_{iDEA-V} \neq \theta_{iDEA-C} \neq \theta_{iDEA-N}$ , caso onde resta apenas a possibilidade de retornos crescentes (RCC).

A vantagem do modelo DEA não-paramétrico é sua flexibilidade, tal modelo assume poucas hipóteses sobre o comportamento dos dados e por isso não implica nenhuma forma funcional *a priori* para a fronteira de educação. Capta a melhor prática existente da organização produtiva e fornece um *benchmark* para as instituições analisadas. Está bem fundamentado teoricamente, com base apenas nos axiomas mais fracos da teoria microeconômica, e pode aplicar mais de um produto ao mesmo tempo em uma estimação.

Os avanços recentes no método de análise envoltória seguem os trabalhos de Gibels et al (1999), Kneip et al (2003) e Simar e Wilson (1998, 2002 e 2007). A principal preocupação desses trabalhos é perseguir a distribuição assintótica dos estimadores não paramétricos da DEA. Porém, a não parametricidade, faz dessa tarefa uma missão mais difícil. O meio procurado por Simar e Wilson (1998) para solucionar essa questão foi incorporar o método de inferência do *bootstrap* à estimação da fronteira.

O *bootstrap* é uma maneira de aproximar assintoticamente a distribuição dos estimadores. A partir da técnica proposta é possível obter uma série de estimativas mais confiáveis para os índices de eficiência, assim como construir intervalos de confiança, impossíveis de serem obtidos sem a nova técnica. A idéia de se realizar o *bootstrap* é obter várias fronteiras “virtuais” a partir da distribuição dada pelo *Data Generating Process* (DGP) inicial, ou seja, a partir de uma amostragem *smoth-bootstrap*, tentar inferir o comportamento da distribuição de cada uma das DMU’s, obtendo várias fronteiras virtuais, sendo que umas são mais prováveis do que outras.

A obtenção do índice DEA de eficiência escolar para os municípios constitui-se o primeiro estágio de estimação deste trabalho. O segundo estágio consiste em regredir esse índice de eficiência através de uma regressão truncada, onde  $\delta_i$  é a variável endógena e as informações de infra-estrutura e demais condições dos municípios, apresentadas na seção seguinte, são as variáveis exógenas.

$$\delta_i = \beta \mathbf{z}_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

O  $\beta$  é um vetor de parâmetros empregado para captar a influência de  $\mathbf{z}_i$  sobre o índice estimado e  $\mathbf{z}_i$  são as características socioeconômicas que distinguem a educação neste município. O modelo proposto neste trabalho faz parte de um estudo presente em Delgado e Machado (2007) e incorpora esses avanços recentes da pesquisa de estimação de fronteiras não paramétricas. Incorpora

também tratamentos de inferência posterior dos determinantes dos índices<sup>10</sup>. No primeiro estágio, cada DMU será um município, as informações de *output* serão as provas e números de matrículas no ensino médio estadual. Para os *inputs* serão utilizadas variáveis de custo-aluno estadual dentro de cada município, porcentagens de professores com curso superior, número de escolas, infra-estrutura média das escolas do município, além de algumas outras informações que serão detalhadas na próxima seção.

## 4. Fonte de Dados e Tratamento das Variáveis

O emprego de dados educacionais sobre o desempenho e custo por aluno em Minas Gerais é um dos pontos relevantes deste artigo. Nesse estudo, estão combinadas quatro fontes de dados. Os dados do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) permitem a abordagem de aspectos ligados à qualidade do ensino. A base do Sistema Informacional Custo Aluno (SICA), por sua vez, permite tratar de aspectos associados à eficiência. O Censo Educacional do MEC/IBGE possibilita construir variáveis de infra-estrutura e oferta de serviços educacionais. E os dados municipais do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) permitem controlar e medir as características de insumos municipais que podem afetar em sua produção educacional. Essas três bases visam compor as variáveis de “*outputs*”, “*inputs*” e “*background*” presentes nos modelos. As bases disponíveis são de caráter censitário. Como o SICA é somente estadual a análise se restringe às escolas públicas do estado de nível médio. Dentro da fração estadual, as escolas de nível médio estão em menor número, porém, o alcance geográfico desse nível é maior. A base engloba 809 municípios que possuem ao menos uma escola estadual de nível médio (1435 escolas).

O SIMAVE é um sistema de avaliação que tem como base o PROEB – Programa de Avaliação da Rede Pública da Educação Básica. A cada ano, os alunos das turmas de 4ª e 8ª série da rede pública estadual, assim como os alunos do 3º ano do ensino médio, realizam provas em uma das disciplinas básicas do currículo. Dessa forma, em 2002, os estudantes fizeram prova de Língua Portuguesa e, em 2003, de Matemática. Para a análise municipal foi utilizada a média destes exames, captando a proficiência média do município.

A segunda fonte de dados é o SICA – Sistema Informacional Custo Aluno. O SICA fornece informações de gasto por aluno mensal através da coleta de informações sobre o financiamento dos vários níveis de ensino: Infantil, Fundamental e Médio. O sistema foi desenvolvido pela Superintendência de Planejamento da Secretaria do Estado de Minas Gerais em 1997 e faz parte do Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação – SIOPE<sup>11</sup>. O SICA reúne o gasto por aluno dentro das divisões dos chamados custos “**dentro**” e custos “**fora**” da escola. Os custos “dentro” são compostos em **diretos**, custos

---

10 O paper recente de Simar e Wilson (2007) trata dos cuidados para a estimação de dois estágios da DEA.

11 Sistema recém implementado pelo INEP: <http://www.siope.inep.gov.br/apresentacao.do>

com profissionais da educação e convênios, e **indiretos**, no qual entram os custos com o pessoal administrativo e as despesas gerais. Os custos “fora” são aqueles que não estão direcionados ao custeio do pessoal ativo e tampouco às despesas escolares. Neste trabalho utiliza-se apenas o custo dentro da escola somado para o total de escolas presentes no município disponíveis para o ano de 2005.

A terceira fonte de dados é o Censo Escolar INEP/MEC de 2003, a partir do qual se retirou a informação sobre o número de alunos matriculados, quantas escolas estaduais de ensino médio o município possui, qual o quadro docente com nível superior, informações sobre infra-estrutura das escolas e sobre seu aparelhamento. A quarta e última fonte, os dados do Atlas de Desenvolvimento Humano do PNUD, são das características gerais dos municípios, envolvem a população municipal, a proporção de alfabetizados (IBGE), o IDH e a renda *per capita* municipal<sup>12</sup>. A seguir explicamos em detalhes as variáveis e como elas entram no modelo, segue também o quadro 1 que resume os *outputs* e *inputs* do 1º estágio e variáveis utilizadas no 2º estágio.

Quadro 1  
Variáveis de *outputs* e *inputs* escolhidas para o  
1º estágio - escolas Estaduais do Ensino Médio

Produtos	Insumos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matemática (média mun)</li> <li>- Português (média mun)</li> <li>- Matrículas (média)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- População</li> <li>- Nº de Escolas no mun</li> <li>- Custo Aluno total</li> <li>- Professores com curso Superior</li> <li>- Infra-estrutura (média)</li> <li>- Rendapc</li> <li>- Alfabetizados</li> <li>- IDH</li> </ul>

Fonte: SIMAVE (2002 e 2003), SICA (2005), Censo Escolar MEC/INEP 2003.

As provas de Matemática e Português possuem uma matriz de referência que corresponde aos escores de competência a ser cumprido pelos alunos. Para o terceiro ano do ensino médio, a nota de matemática menor do que 300 pontos é considerada baixo rendimento (para português o valor é 250). Entre 300 e 375 é nível intermediário e acima de 375 o recomendável (em português os valores são 250 e 300 para intermediário e acima de 300 para satisfatório). Abaixo consideramos os municípios na questão da média de proficiência de suas escolas estaduais de 3º ano do ensino médio.

<sup>12</sup> A renda per capita é dada para o mês de Agosto do ano 2000. O número de alfabetizados é dado na proporção contrária do analfabetismo entre pessoas com mais de 15 anos.

Tabela 1  
Porcentagem de municípios de acordo com a classificação de rendimentos na proficiência.

3 <sup>o</sup> . ano:	Baixo	Intermediário	Recomendável
<b>Matemática</b>	92%	8%	0%
<b>Português</b>	5%	94%	1%

Fonte: SIMAVE, 2003 prova de matemática, pmat; 2002, prova de português, pport.

Observa-se que a maioria dos municípios mineiros se situa, na média, abaixo do rendimento intermediário em matemática. Apenas 8% conseguem atingir o nível intermediário. Para o caso da prova de português a situação é um pouco melhor, com a maioria dos municípios no intermediário.

O terceiro produto do modelo é o número de matrículas municipal. A questão que envolve sua inclusão é a seguinte: supondo dois municípios idênticos em todos os dados do modelo, média de matemática e português, infra-estrutura das escolas e população, será mais eficiente aquele que obtiver maior número de matrículas por escola, o município que conseguir levar mais crianças para escola. Do lado dos insumos constam a população, para controlar pelo tamanho. Número dos escolas estaduais presentes na municipalidade, o custo total com os alunos, a proporção de professores que possuem curso superior, a infra-estrutura das escolas, a renda *per capita* do município, pessoas acima da faixa etária de 15 anos que são alfabetizados e o índice de desenvolvimento humano.

Dentro da variável “condições de infra-estrutura das escolas”, há cinco variáveis *dummy* somadas: *sani\_den* – observa se o sanitário está dentro da escola; *ener\_pub* – capta se a escola é ligada a rede pública de energia elétrica; *agua\_pub* – verifica se a escola possui sistema de água da rede pública, *esg\_pub* – se a escola é ligada ao esgotamento da rede pública, *lixo\_col* – se o destino do lixo é coleta periódica da prefeitura<sup>13</sup>.

## 5. Resultados

Este artigo é denominado de “estudo” porque o modelo adotado se desenvolve em caráter exploratório. Como ressaltado na segunda seção, existem alguns trabalhos com a análise envoltória que desenvolvem a eficiência dos gastos e serviços municipais, Sampaio de Sousa e Ramos (1999, 2000) e Faria e Januzzi (2006), para citar apenas alguns trabalhos nacionais. Porém, pouco se enfatiza

13 Em Delgado (2007) a análise desenvolve também uma variável de aparelhamento escolar que capta a presença de televisores, biblioteca, computadores, laboratórios de informática e ciências. Porém há menos sentido em agregar esses dados por municípios.

a distribuição espacial da eficiência. A relação espacial é quesito importante para entender a configuração de eficiência entre as DMU's, ainda mais quando se leva em conta que há muitas observações e a análise caso a caso se torna mais difícil.

Tendo isso em vista, é importante pensar um modelo de eficiência escolar desenvolvido por município que leve em conta a existência de matrizes de produção diferentes entre municípios grandes e pequenos. Municípios muito populosos (acima de 200mil habitantes) constituem problema porque sua escala é muito maior que a de todos os outros. As metrópoles costumam atender uma série de municipalidades do seu entorno e, por isso, um índice de eficiência municipal necessita captar este efeito. Normalmente, o que ocorre é a não inclusão de municípios populosos na análise de eficiência, ou então, um método para correção de *outliers* como o desenvolvido por Sampaio de Sousa e Stosic (2005).

Para este estudo foi realizada a correção de *outliers* proposta por Sampaio de Souza e Stosic (2005), mas, além disso, aplicou-se um modelo de retornos variáveis de escala para as cidades onde o *bootstrap* para a construção do intervalo de confiança possuía retornos constantes. Isso possibilitou considerar em uma mesma fronteira os municípios de maior escala. Não é possível saber ao certo qual tipo de retorno de escala se aplica a uma função educacional para municípios, porém, é bem provável que os municípios maiores situem-se na parte de retornos variáveis de escala.

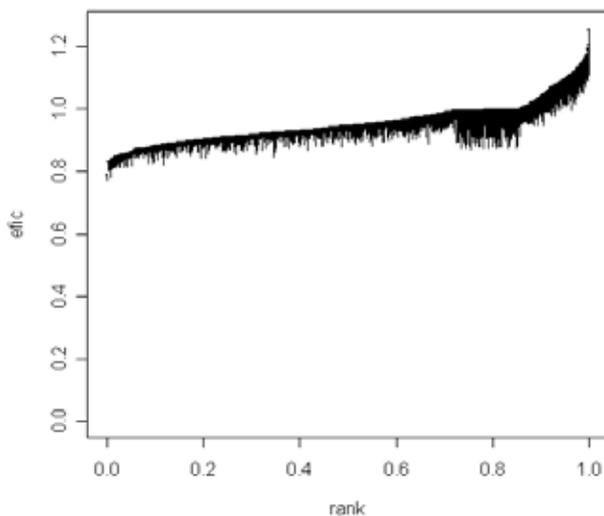
De fato, a análise da distribuição dos intervalos de confiança para os índices de eficiência sugere uma separação entre dois grupos de cidades. Os municípios, em conjunto, não rejeitam os retornos constantes de escala do teste de Banker (1993), porém, existem, entre eles, dois grupos nítidos. O primeiro e maior grupo é composto de municípios pequenos e médios de baixo desenvolvimento econômico, o segundo grupo é menor, mas formado pelos municípios mais populosos e mais desenvolvidos economicamente, dentre eles a capital, Belo Horizonte<sup>14</sup>.

O gráfico 2 a seguir fornece os intervalos de confiança nas pequenas barras verticais demonstradas e o eixo da abscissa é a posição de acordo com o limite superior desse intervalo de confiança. Observamos que os limites de eficiência crescem lentamente até alcançar os intervalos que estão em volta da eficiência  $\delta_i = 1$ . A partir dali, se nos deslocarmos um pouco mais para a direita nas posições do *rank*, observaremos uma ascensão vertiginosa dos intervalos, indicando um grupo diferente assinalado dentro da elipse vermelha.

---

14 Banker (1993) sugere dois testes de hipóteses baseados na distribuição assintótica dos estimadores. O primeiro teste baseia-se em uma distribuição exponencial para a eficiência, de maneira que, para verificar se dois grupos de índices de eficiência ( $m_1$  e  $m_2$ ). O segundo teste é para o caso de uma distribuição normal truncada.

Gráfico 2  
Construção gráfica dos intervalos de confiança rankeados e visualização do 2º grupo.



Fonte: Elaboração Própria.

O DEA-*bootstrap* consiste na aplicação dos algoritmos 1 e 2 do artigo de Simar e Wilson (1997, p. 40)<sup>15</sup>. Com esse modelo foi possível construir o ranking de eficiência para as cidades. Abaixo apresentamos a classificação dos 15 primeiros municípios mineiros de acordo com a DEA. O *ranking* mostra que os municípios mais desenvolvidos confirmam sua polarização também no aspecto educacional. As 15 cidades evidenciadas abaixo concentram cerca de 22% da população do estado e quase 40% da renda além dos maiores índices de desenvolvimento humano.

---

15 O principal programa utilizado para as análises aqui desenvolvidas foi o R-CRAN, <http://www.R-project.org>. Wilson (2005b) pacote para aplicação dos novos procedimentos bootstrap e demais recursos associados à análise de eficiência.

Tabela 2  
Ranking das cidades com escolas eficientes DEA.

Cidade	Meso	Escolas*	População	Rendapc	IDH	Custos
Nova Lima	Metropolitana	3	64.387	404,75	0,821	86,12
Belo Horizonte	Metropolitana	98	2.238.526	557,44	0,839	3116,76
Guaxupé	Sul/Sudeste	2	47.036	300,72	0,796	84,32
Uberlândia	Triângulo	21	501.214	389,32	0,830	847,46
Pará de Minas	Metropolitana	5	73.007	291,04	0,811	160,59
São João Del Rei	C. das Vertentes	6	78.616	277,29	0,816	265,99
Frutal	Triângulo	3	46.566	300,69	0,803	125,56
Pouso Alegre	Sul Sudoeste	7	106.776	391,12	0,826	337,34
Juiz de Fora	Zona da Mata	27	456.796	419,40	0,828	1000,45
Itaúna	Oeste de Minas	5	76.862	315,49	0,823	181,06
Piumhi	Oeste de Minas	2	28.783	337,11	0,800	111,13
Ouro Branco	Metropolitana	3	30.383	288,10	0,801	107,24
Lagoa Formosa	Triângulo	2	16.293	210,51	0,750	118,65
Itajuba	Sul/Sudoeste	4	84.135	353,35	0,815	159,05
Divinópolis	Oeste de Minas	15	183.962	327,64	0,831	575,26
<b>Total**</b>		189	4.033.342	344,26	0,812	7276,98
<b>Minas Gerais</b>		<b>1435</b>	<b>17.717.220</b>	<b>177,11</b>	<b>0,717</b>	<b>58206,83</b>

Fonte: Elaboração Própria. \*Total de escolas estaduais Ensino Médio. \*\* Rendapc e IDH estão dados na média. Ranking de eficiência: classificação dada pelo limite superior do intervalo de confiança DEA-bootstrap.

Tabela 3  
Ranking do IDH-E para Cidades de Minas Gerais.

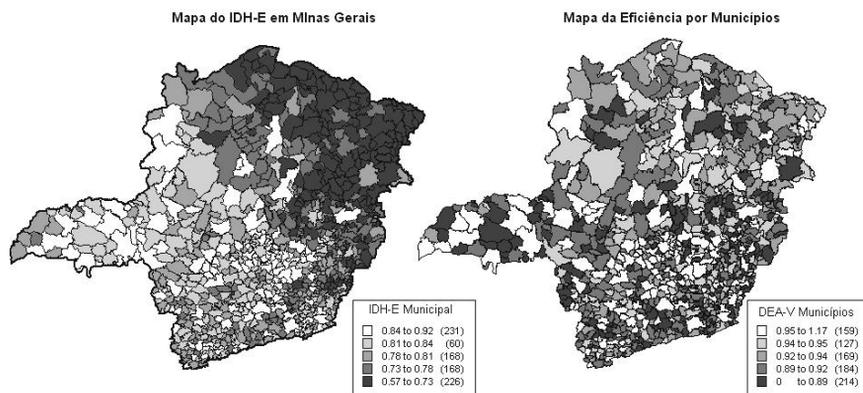
Cidade	Meso	IDH-E	IDH	Cidade	Meso	IDH-E	IDH
1. Belo Horizonte	Metropolitana	0,929	0,839	11. Ouro Branco	Metropolitana	0,913	0,834
2. Viçosa	Zona da Mata	0,929	0,809	12. Uberaba	Triângulo	0,913	0,831
3. Itajubá	Sul/Sudoeste	0,928	0,815	13. Divinópolis	Oeste Minas	0,912	0,787
4. Nova Lima	Metropolitana	0,928	0,821	14. Ouro Preto	Metropolitana	0,911	0,816
5. Timóteo	V. do R. Doce	0,923	0,831	15. São João Del Rei	C. Vertentes	0,910	0,793
6. Congonhas	Metropolitana	0,920	0,788	16. Conselheiro Laf.	Metropolitana	0,909	0,786
7. Juiz de Fora	Zona da Mata	0,920	0,828	17. Itabirito	Metropolitana	0,907	0,826
8. Uberlândia	Triângulo	0,920	0,830	18. Pouso Alegre	Sul/Sudoeste	0,907	0,807
9. Lavras	C. Vertentes	0,917	0,819	19. João Monlevade	Metropolitana	0,906	0,787
10. Itaú de Minas	Sul/Sudoeste	0,913	0,796	20. C. da Prata	Metropolitana	0,904	0,799
<b>Minas Gerais</b>		<b>0,789</b>	<b>0,717</b>				

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2000. [www.undp.org.br](http://www.undp.org.br)

A tabela 2 segue de perto a classificação do ranking de IDH-E apresentado na tabela 3. Especialmente, pelo mapa 2, pode-se notar uma semelhança entre os indicadores de desenvolvimento humano no quesito educacional e a distribuição dos indicadores de eficiência. Na verdade, a eficiência, por considerar que é possível ser eficiente produzindo aquém do desejado, se distribui mais pelo estado,

enquanto que no mapa do IDH é mais nítida a divisão do norte e sul que há em Minas Gerais.

## Mapa 2 Comparação da Distribuição Espacial do IDH-E com a Eficiência DEA-V.



Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano da PNUD para o mapa da esquerda e Elaboração Própria para o mapa da direita.

Apesar das diferenças, observamos que grande parte dos municípios com IDH-E elevado apresentam também eficiência elevada, a correlação entre o primeiro quartil das duas tabelas é de cerca de 49%. A correlação total (para todos os municípios) cai para 23%. Uma maneira melhor de captar a correlação espacial é desenvolvendo a estatística teste de *I-moran*<sup>16</sup>.

Minas Gerais possui doze mesoregiões geopolíticas, a proporção de municípios em cada mesoregião não ultrapassa os 17% da região Sul/Sudoeste onde se concentram os municípios de maior área. A metropolitana possui 13%, o Sul 49% e o Norte 38%. Na tabela 4 acompanhamos que 25% dos 100 primeiros municípios do *ranking* são da Região Metropolitana, outros 59% pertencem às mesoregiões do sul do estado, sendo que as menos desenvolvidas do norte possuem apenas 16%. As escolas eficientes das mesoregiões mais pobres estão representadas no *ranking* dos 100 primeiros pelos municípios de Timóteo (40°) e Pirapora (81°), pertencentes ao Vale do Rio Doce e ao Norte, respectivamente.

16 Resultados iniciais encontrados em Delgado (2008) sugerem rejeição da Hipótese nula de independência espacial para o caso de eficiência municipal no Nordeste. Porém, por construção, é natural se espera correlação espacial entre municípios vizinhos.

Tabela 4  
Distribuição das Mesoregiões nos rankings.

	Metrop	Sul*	Norte**
100 primeiros do ranking	25%	55%	20%
100 últimos do ranking	13%	52%	35%

\* Sul: Triângulo, Oeste, Sul/Sudoeste, C.Vertentes e Zona da Mata.

\*\* Norte: Noroeste, Norte de Minas, Central, Jequitinhonha, Mucuri e V. do R. Doce.

Fonte: Elaboração própria.

Foram detectados 21 municípios *outliers*. Tais municípios servem de informação já que conseguem resultados muito bons empregando baixos níveis de insumo, no entanto, seu aparecimento distorce a medição para os demais. Abaixo estão relacionados os 14 municípios mais influentes (de maior *leverage*)<sup>17</sup>.

Tabela 5  
Municípios outliers.

Cidade	Meso	Escolas*	População	Rendapc	IDH	Custos
São Jose da Safira	V. do Rio Doce	1	3.894	95,67	0,614	26,05
Cedro do Abaeté	Central	1	1.289	173,06	0,748	41,67
Comercinho	Jequitinhonha	1	10.204	61,54	0,603	50,09
Guarani	Zona da Mata	1	8.520	190,25	0,759	64,38
Gouveia	Jequitinhonha	1	11.689	145,41	0,735	31,70
Itaipé	V. Mucuri	1	10.751	100,39	0,633	28,82
São Vicente de Minas	Sul/Sudoeste	1	6.163	209,17	0,769	47,56
Abaeté	Central	1	22.360	253,68	0,778	46,37
São João das Missões	Norte	1	10.230	55,63	0,595	25,37
São João da Lagoa	Norte	1	4.400	102,45	0,673	27,88
São José do Jacuri	V. Rio Doce	1	6.789	111,85	0,669	57,59
Setubinha	V. Mucuri	1	9291	73,34	0,568	30,94
Coronel Xavier Chaves	C das Vertentes	1	3.185	149,75	0,731	55,19
Carai	Jequitinhonha	1	20.981	84,13	0,636	37,01
<b>Total**</b>		14	84.236	199,02	0,679	570,62
<b>Minas Gerais</b>		1435	17.717.220	177,11	0,717	58206,83

Fonte: Elaboração própria. \* Escolas do Ensino Médio, referência principal para DEA-Municípios. \*\* Rendapc e IDH estão dados na média.

17 Sampaio de Sousa e Stosic (1995, pp. 163-164). O método de Sampaio-Stosic é obtido através do cálculo de influência que cada observação produz em todas as demais. Para captar a influência de cada observação os autores utilizam um estimador  $I_j$  (leverage):

$$I_j = \frac{\sum_{i=1, i \neq j}^K (y_i - \hat{y}_i)^2}{K-1}$$

A regressão final destaca os pontos importantes presentes na educação estadual dos municípios mineiros. Existe algum efeito de escala evidenciado pelo coeficiente significativo a 1% de *matriculas\_total* reforçando que municípios maiores têm condições de atenderem a mais alunos e municípios eficientes tendem a ter mais *escolas*, resultado de serem mais desenvolvidos economicamente, por isso também tendem a ter maior renda *per capita* e IDH (embora não encontrada significância nestas duas últimas).

As variáveis *Infra*, *população* e *alfabetização* se mostram significantes, mas quanto maiores são os níveis de cada uma delas, menor a eficiência. Esses resultados, em particular o da alfabetização, indicam que as cidades desenvolvidas ainda concentram grandes níveis de pobreza e podem aproveitar a infra-estrutura que possuem para melhorar os serviços. Em Delgado e Machado (2007) a questão da infra-estrutura é mais bem detalhada por escola, indicando quais os recursos que estão em excesso ou sub-aproveitados e quais efetivamente contribuem para eficiência. A saber, recursos de estrutura da escola como energia elétrica, água encanada e rede de esgoto contribuem indicando maior eficiência. Aparelhos eletrônicos (como TV, vídeo, etc), laboratórios de ciências e biblioteca estão sub-empregados, contribuindo para a queda de eficiência por excesso de aparelhamento. A exceção para esse caso é o uso do computador<sup>18</sup>.

A variável *urbana* considera quantas das escolas estaduais do ensino médio presentes no município são urbanas. Não é significativa, em Minas Gerais, do universo de 1435 escolas do ensino médio, apenas 32 são escolas rurais. No entanto a *dummy* para indicar se a escola está em algum município da região metropolitana é significativa a 1%, indicando a centralização da eficiência do ensino já mencionada. O número de docentes e os custos totais não foram significantes, porém, são *outputs* importantes do primeiro estágio.

Tabela 6  
Resultados da regressão DEA-Municípios.

constante	urbana	pmat	pport	mat_total	custo_total	total_docente
0.026*** (.0007)	0.009 (.008)	2.0e-04*** (.000)	2.2e-03*** (.0001)	8.75e-06*** (1.91e-06)	4.1e-05 (.000)	1.1e-04 (.0001)
escolas	infra	pop2000	alfab_15a	rendapc2000	idh	metrop
0.013 (.008)	-0.012*** (.001)	-2.98e-07* (1.55e-07)	-0.001*** (.0003)	5.36e-05 (.000)	-0.094 (0.071)	0.009*** (.003)

Fonte: Elaboração própria. Regressão Truncada. \* Significativa a 10%; \*\* Significativa a 5%; \*\*\* Significativa a 1%.

<sup>18</sup> Delgado e Machado (2007, pp. 455).

## 6. Considerações Finais

Os resultados obtidos nesse trabalho mostram, de uma maneira geral, que há uma divisão dos “modos de produção” entre municípios polarizadores e polarizados. Os grandes municípios se saem bem quando lhes é reservada uma fronteira que considere a sua escala. Vários municípios pequenos se desempenham mal perante os critérios de eficiência, mas isso não impede de obtermos alguns bons exemplos de eficiência como o caso de Lagoa Formosa, do Triângulo Mineiro. Os motivos que levam a essa separação precisam ser investigados mais a fundo, uma hipótese a ser considerada é a de que municípios economicamente mais desenvolvidos possuem maior facilidade no acesso à informação, tornando a obtenção de conhecimento mais rápida. Há, porém, um custo de vida mais elevado e uma maior infra-estrutura que eleva o nível de insumos e transforma a fronteira que se aplica em tais casos. Quando os municípios maiores falham em prover maiores níveis de *output*, sua eficiência despenca.

A análise por mesoregiões destaca que as melhores áreas de eficiência são as regiões centrais de Minas: Metropolitana, Campo das Vertentes, Oeste de Minas, Central e Zona da Mata. Dentre as regiões pobres, Jequitinhonha é um exemplo positivo e, em algumas análises, o Norte de Minas, por obterem bons resultados mesmo que com poucos recursos.

Esse trabalho sobre a eficiência na educação brasileira é mais uma contribuição para formulação de políticas públicas. A experiência mineira, refletindo as disparidades socioeconômicas do país, evidencia que se faz mister conjugar maior destinação de assessoria técnica (em alguns casos também financeira) aos municípios localizados em regiões mais pobres, que apresentam a vantagem de operar com rendimentos constantes ou crescentes, e a realocação de recursos naqueles onde a ineficiência não é fruto da escassez de insumos, mas sim de seu mau aproveitamento (por exemplo, nos municípios mais desenvolvidos). Para o primeiro conjunto, o acréscimo marginal nos insumos representará ganhos proporcionais (ou mais que proporcionais) nos resultados ao passo que, no segundo conjunto, a readequação pode torná-los mais eficientes.

Assim como nos demais serviços, é natural que ocorra a polarização da educação à medida que o ensino se torne mais complexo. O objetivo de uma população mais escolarizada é proporcionar maior capacidade produtiva. A questão importante a ser respondida é se a educação promove de forma igualitária as chances de desenvolvimento da população, e se a educação nos grandes centros promove a capacitação profissional com maior qualidade. Mesmo sendo melhor, a formação educacional dos municípios mais desenvolvidos pode estar aquém da capacidade total já que observamos que os pólos possuem maior desenvoltura para separar o ensino público do privado (o que pode ser verificado pela maior proporção do privado nas cidades maiores). A consequência dessa separação pode ser um dos motivos para que a formação educacional no Brasil esteja em atraso, dado o acesso diferenciado entre ricos e pobres.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, A.; Aubyn, M. St. Cross-country efficiency of secondary education provision: a semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. Frankfurt: European Central Bank, 2005. 39 p. (Working paper; 494).
- Banker, R. Maximum likelihood, consistency and data envelopment analysis: a statistical foundation. *Management Science*, v. 39, n. 10, p. 1265-1273, Oct. 1993.
- Barros, R. P; Mendonça, R.; Santos, D. D.; Quintaes, G. Determinantes do desempenho educacional no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA., 2001. 38 p. (Texto para discussão; 834)
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Instituto. Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Censo educacional 2003: avaliação. Brasília: INEP, 2003.
- Charnes A; Cooper, W.W.; Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science*, v. 27, n. 6, p. 668-697, Jun. 1981.
- Coelli, T.; Rao, D. S. P.; Battese, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis, Boston: Kluwer Academic, 1998. 275 p.
- Delgado, V. M. S. Machado, A. F. Eficiência das Escolas Públicas Estaduais de Minas Gerais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. v. 37, n. 3, Dez, 2007.
- Delgado, V. M. S. “Inquirições sobre propriedades espaciais da Eficiência obtida pelo método Data Envelopment Analysis – DEA”. Texto para Discussão disponível no Social Science Research Network (SSRN) 2008: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1099772](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1099772)
- Façonha, L.; Marinho, A. Instituições federais de ensino superior: modelos de financiamento e o incentivo à eficiência. *Revista Brasileira de Economia*, v. 53, n. 3, p. 357-386, jul./set. 1999.
- Façonha, L.; Marinho, A. Instituições de ensino superior Governamentais e Particulares: Avaliação Comparativa de Eficiência. IPEA, Texto para Discussão 813, Rio de Janeiro. 2003.
- Fare, R.; Grosskopf, S.; Lovell, A. C.. *Production Frontiers*. Cambridge University Press, 1994.
- Fare, R.; Grosskopf, S.; Weber, W. Measuring school district performance. *Public Finance Quarterly*, v. 17, n. 4, p.409-420, Oct. 1989.
- Farrell, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal*

- Statistical Society, Series A, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.
- Faria, A. F.; Januzzi, P. M. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPEA, 2006. (Prêmio IPEA-CAIXA 2006; Concurso de Monografias. Tema 1: Eficiência e Efetividade do Estado no Brasil).
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas de Desenvolvimento Humano. PNUD e IPEA. Disponível em [http://www.fjp.gov.br/produtos/cees/idh/atlas\\_idh.php](http://www.fjp.gov.br/produtos/cees/idh/atlas_idh.php) 2000. Acesso em: 03 jul. 2006.
- gasparini, C.E.; Ramos, F.S. Efetividade e Eficiência no Ensino Médio Brasileiro. *Economia Aplicada*, v. 7(2), p.389-411. 2003.
- Gibels, I.; Mammen, E.; Park, B. U.; Simar, L. On estimation of monotone and concave frontier functions. *Journal of the American Statistical Association*, v. 94, n. 445, p. 220-228, Mar. 1999.
- Kneip, A.; Simar, L.; Wilson, P. W. Asymptotics for DEA estimates in nonparametric frontier models. 2003. 37 p. (Technical report; 0323).
- Marinho, A.; Resende, M.; Façanha, L. O. Brazilian Federal Universities: Relative Efficiency Evaluation and Data Envelopment Analysis. *Revista Brasileira de Economia*, n. 51(4), p. 489-508. Out/Dez. 1997.
- McCarty, T A.; Yaisawarng, S. Technical efficiency in New Jersey School Districts. In: FRIED, H. O; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (Eds). *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*. Oxford: Oxford University, 1993. p.271-287.
- PROGRAMA ESCOLA INTEGRADA (2007). Programa Escola Integrada. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Belo Horizonte fev 2007. Mimeo.
- Resende, A. Oliveira, A. H. Avaliando Resultados de um programa de Transferências de Renda: O Impacto do Bolsa-Escola sobre os Gastos das Famílias Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2006, Natal. Anais. Belo Horizonte: ANPEC, 2005. (Disponível em CD-ROM).
- Rocha, S. Impacto sobre a pobreza dos novos programas federais de transferência de renda. *Revista Economia Contemporânea*, v.9, n.1, p.153-185, jan./abr. 2005.
- Sampaio de Sousa, M. C.; Stosic, B. Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for outliers. *Journal of Productivity Analysis*, v. 24, n. 2, p. 157-181, 2005.
- Sampaio de Sousa, M. C.; Ramos, F. S. Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do nordeste e do sudeste brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 4, p. 433-461, 1999.

- Sheppard, R. W. Theory of cost and production function. Princeton, NJ: Princeton University, 1970. 308p.
- Simar, L. Wilson, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production process. *Journal of Econometrics*, vol.136(1), p. 31-64. 2007.
- Simar, L. Wilson, P. W. Non-parametric tests of returns to scale. *European Journal of Operational Research*, v. 139, n. 1, p. 115-132, 2002.
- Simar, L.; Wilson, P. W. Sensitivity analysis of efficiency scores: how to bootstrap in nonparametric frontier models *Management Science*, v. 44, n. 1, Jan. p. 46-61, 1998.
- Soares, F. Alves, M<sup>a</sup>. Mari, F. Escola Eficaz: um estudo de caso em três escolas da rede pública de ensino do Estado de Minas Gerais. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação. Grupo de Avaliação e Medidas Educacionais. 2002
- Soares, T.; Pereira, D. Estudo de critérios de adequação para modelos da teoria da resposta ao item (TRI) aplicado ao caso do ensino fundamental da micro-região de Juiz de Fora em 1999. *Educação em Foco*, v. 6, n.2, p. 91-108, 2002.
- Wilson, P. W. Efficiency in education production among PISA countries with emphasis on transitioning economies. Texas: University of Texas. 2005. 40 p. Disponível em: <[http://ueg.eerc.kiev.ua/conf/papers/Wilson\\_Paul.pdf](http://ueg.eerc.kiev.ua/conf/papers/Wilson_Paul.pdf)> Acesso em: 23 jan. 2007
- Wilson, P. W. FEAR 1.0: a software package for Frontier Efficiency Analysis with R. Austin, Texas: Department of Economics, University of Texas at Austin, 2005b, 13 p. Disponível em: <<http://www.clemson.edu/economics/faculty/wilson/courses/bcn/papers/fear.pdf>>. version 0.913.