

EAESP/FGV

Departamento de Planejamento e Análise Econômica

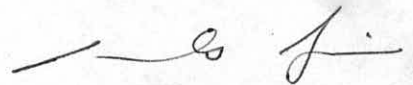
Relatório Final

Programa de Iniciação Científica (PIBIC)

**A oferta de bens públicos no Brasil:
diferenciais regionais e a evolução
da produtividade de fatores**

Nome: Andrea Maria de Campos Beer

Orientador: Fernando Garcia



Agosto de 2003

EAESP/FGV
Departamento de Planejamento e Análise Econômica

Relatório Final
Programa de Iniciação Científica (PIBIC)

**A oferta de bens públicos no Brasil:
diferenciais regionais e a evolução
da produtividade de fatores**

Agosto de 2003

Resumo

A presente pesquisa aplica o modelo de fronteira estocástica de produção para o ensino público fundamental e médio de forma a identificar as fontes de crescimento do setor da educação, sendo elas: acumulação de capital, emprego de mão de obra e produtividade total dos fatores (PTF). Segundo Kumbhakar (2000), a evolução da PTF é decomposta em: eficiência técnica, mudanças da eficiência alocativa e efeitos de escala. Os dados utilizados nesse estudo são provenientes de pesquisas do IBGE e abrangem o período de 1996 até 1998, de todos os Estados e Municípios ou Regiões Metropolitanas da Federação Brasileira.

Palavras-chave: Fronteiras Estocásticas de Produção, Produtividade Total dos Fatores, Progresso Técnico, Eficiência Técnica, Eficiência Alocativa, Acumulação de fatores.

Sumário

- 1. Introdução**
 - 1.1. A evolução histórica do papel estatal**
 - 1.2. Razões para a intervenção estatal**
 - 1.3. A educação no Brasil**
- 2. Função de produção e eficiência**
 - 2.1. A função da produção**
 - 2.2. Remuneração de fatores e eficiência alocativa**
 - 2.3. Contabilidade de crescimento e a decomposição fatorial da PTF**
 - 2.4. Os conceitos de ineficiência técnica e alocativa**
- 3. A estimação da produtividade total dos fatores (PTF)**
 - 3.1. A estimação da evolução da PTF**
 - 3.2. Fronteiras de produção e a estimação da ineficiência técnica**
- 4. A PTF na educação pública brasileira**
- 5. Análise dos resultados por região**
- 6. Considerações finais**

Bibliografia

Fontes Primárias de Dados

1. Introdução

Ao longo dos últimos 50 anos, os gastos públicos brasileiros assumiram proporções consideráveis. De 1948 a 1994, segundo dados da FGV e IBGE, o total das despesas do setor público cresceu, aproximadamente, oito vezes em termos reais, excluindo-se os gastos com empresas estatais – Rezende (2001), p.24. Em 1984, as despesas públicas atingiram, aproximadamente, 28 % do PIB, chegando a 39 % do PIB na segunda metade dessa década. Nos anos 90, até 1993, as despesas permaneceram acima de 40% (com exceção do ano de 1990) e caíram para 26% em 1994. Em 2000, segundo os dados das Contas Nacionais, o total das despesas, incluídos os benefícios da previdência social, atingiram 36,7% do PIB. As despesas com juros (decorrentes do endividamento interno e externo) e com a previdência social, sem o correspondente aumento de receitas, são razões que explicam o aumento das despesas no final dos anos 1990.

Diante dessa trajetória das despesas públicas no Brasil, desconsiderados os dispêndios com juros, pergunta-se em que medida o crescimento das despesas foi acompanhado de uma expansão na oferta de bens públicos. A nosso ver, é oportuno medir a relação entre os recursos aplicados pelo Estado brasileiro e os produtos e serviços obtidos, averiguando-se também quais setores sociais foram privilegiados e quais foram preteridos. Assim, poder-se-á avaliar se o Estado tem conseguido alocar de forma eficiente os recursos que drena da sociedade e se a produtividade dessas despesas tem progredido de forma semelhante à da produtividade do setor privado. Esta pesquisa pretende avaliar essa questão sob o prisma da teoria da produção aplicada aos bens públicos, especificamente no setor da educação. Antes, contudo, vejamos a evolução do papel do Estado e as razões para a intervenção estatal.

1.1 A evolução histórica do papel estatal

Entende-se por Estado um conjunto de instituições definidas que são legitimadas para exercer, sobre um território definido e sua população, o poder coercitivo. Muito embora essa definição seja clara, são freqüentes os debates sobre qual seria, realmente, o papel do Estado. Essa discussão em torno do limite da esfera pública e privada se comporta de diferentes maneiras e recebe grande influência do momento histórico vigente.

Desde o século XVII, o Estado era visto pelos mercantilistas como promotor do comércio internacional e prezava-se a intervenção estatal. Já no século seguinte, com a repercussão das idéias liberais, passa-se a acreditar que o papel estatal deveria ser mínimo, na crença de que o melhor promotor de crescimento e desenvolvimento era o mercado. No século XIX, o papel do Estado continua bastante limitado, e somente ao seu final é que, na Alemanha, começam a surgir os primeiros indícios de um Estado providenciário. O século XX é marcado pelo início da reversão desse cenário, pois, acontecimentos tais como a Revolução Russa em 1917, a crise dos anos 30 e a desintegração dos impérios europeus (provocada pela Segunda Guerra Mundial), passaram a exigir um Estado mais ativista e interventor. Sendo assim, o Estado passou a ter como função, além da oferta de bens públicos, a provisão de benefícios assistencialistas, a coordenação da política macroeconômica, além da promoção do desenvolvimento e industrialização dos países, entre outras funções.

Essa concepção, que requeria a participação do Estado em todos os aspectos da economia, começa a ser revista nos anos 80. Tal mudança é motivada tanto pelo colapso da União Soviética, que foi interpretado como um fracasso de um modelo de gestão fortemente calcado pela intervenção governamental, como pelos efeitos da crise dos preços de petróleo e da crise da dívida, pois se tornou extremamente onerosa a manutenção dessa estratégia de desenvolvimento.

Diante desse cenário, a redução do papel do Estado passou a ser almejada e começaram a ocorrer grandes reduções nas funções estatais. Porém, muitos desses esforços voltados para reequilibrar o endividamento do governo e os gastos fiscais, foram prejudiciais, pois, os cortes de gastos deram em funções vitais do Estado, ameaçando-se o bem-estar e o desenvolvimento de certos países. Nesse período, debateu-se muito a efetividade do Estado e, como decorrência de todos esses acontecimentos, teve-se uma desintegração total do Estado em alguns países. Em outros, houve o surgimento de organizações não-governamentais para tentar suprimir algumas das funções tidas, anteriormente, como exclusivas do setor público.

Essa evolução histórica do papel do Estado é importante para mostrar que o desenvolvimento dominado pelo Estado fracassou, mas também que, como argumentado no Relatório do Banco Mundial de 1997, um desenvolvimento sem o Estado também fracassaria, dadas algumas justificativas que seguem abaixo.

1.2 Razões para a intervenção estatal

Como os recursos gerados na economia, geralmente, não são distribuídos de maneira eficiente, em função das chamadas falhas de mercado, o Estado deve auxiliar na correção ou atenuação dessas falhas, para aumentar o bem-estar social. O Estado pode, por exemplo, ampliar a oferta agregada ao provisionar bens públicos. Esses bens, por possuírem como características a não-rivalidade (o consumo de um indivíduo não impede o consumo de outro) e a não-exclusividade (não se pode, ou, é muito oneroso impedir o acesso de indivíduos a esses bens), são inviáveis de serem cobrados pelo seu consumo e, portanto, o setor privado não possui incentivo para fornecê-los.

Outro aspecto em que é importante a atuação estatal, é a correção de externalidades, ou seja, a interferência em situações em que as ações de um indivíduo ou de uma empresa prejudicam outros, sem que o indivíduo ou a empresa pague alguma compensação. Assim, cabe ao

Estado estimular as externalidades positivas, pois essas geram conseqüências positivas e aumentam o bem-estar, e proibir, ou controlar, as externalidades negativas.

Faz-se também importante a regulação do mercado pelo Estado, pois ele deve assegurar a livre concorrência e, mesmo quando é mais vantajoso haver apenas um agente econômico operando no mercado (monopólio natural), o Estado deve intervir caso sejam cometidos abusos. O Estado deve também atuar para evitar, corrigir ou amenizar outros fatores que possam resultar em ineficiência, sendo eles: as informações assimétricas ou incompletas, casos em que pode haver transações de algum produto ou serviço com avaliações incorretas de preços.

Além das falhas de mercado, a questão da equidade também pode exigir uma intervenção do setor público, já que em mercados competitivos pode haver uma distribuição de renda socialmente inaceitável. Alguns cidadãos podem não ter recursos mínimos que assegurem sua sobrevivência, sendo necessária a intervenção com um caráter redistributivo.

Em resumo, o Estado possui três funções: a promoção de ajustes na alocação de recursos (função alocativa), promoção de ajustes na distribuição de renda (função distributiva) e manutenção da estabilidade econômica. Assim, para assegurar o cumprimento das funções acima listadas deve-se ajustar o papel do Estado à sua capacidade existente. Deve-se analisar se o Estado vem sendo produtivo e se esta atendendo à sua finalidade, devendo-se investigar a relação entre os insumos que ele emprega e os produtos/serviços que obtém.

1.3 A educação no Brasil

A educação, ao longo da história brasileira, vem sendo foco de grande preocupação em termos de políticas públicas.

O Brasil apresenta despesas com educação em relação ao PIB em níveis parecidos aos de países desenvolvidos.

Porém, são freqüentes as queixas em relação aos indicadores de desempenho que avaliam a qualidade da educação pública.

Segundo dados da Pnud (2000) e Banco Mundial (2002), o Brasil apresenta, dentre os países da América Latina a pior taxa de analfabetismo (14,8%), e o menor número de anos cursados por aluno (4,56), nos anos de 1999 e 2000.

É sabido que nas últimas décadas foram implementadas algumas políticas públicas, como, por exemplo, a criação do FUNDEF: Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério, que introduziu novos critérios de distribuição e utilização de 15% dos principais impostos de Estados e Municípios, promovendo a sua partilha de recursos entre o Governo Estadual e seus Municípios, de acordo com o número de alunos atendidos em cada rede de ensino.

Políticas como a criação do FUNDEF vem sendo propostas com a finalidade de se obter a melhoria da qualidade do ensino público e aumento da freqüência escolar.

Além do FUNDEF outras medidas tais como leis que aumentaram a duração do ano letivo e trouxeram a definição de qualificação mínima necessária aos professores também foram criadas.

Relevando as considerações acima realizadas, resta então o questionamento referente a se há uma contrapartida produtiva digna dos investimentos realizados na educação pública brasileira.

Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho do papel do Estado brasileiro sob a ótica da evolução de sua produtividade. Nesta pesquisa foram analisados os gastos incorridos na produção de uma importante categoria de bens públicos: a educação. Esta análise, restrita ao período 1996 a 1998, avaliou de forma desagregada a evolução conjunta das despesas e da produção de bens públicos das unidades da federação, para que se compa-

rasse a produtividade entre as regiões. Por meio dessa análise buscou-se responder as seguintes questões:

- 1) Em que medida a produtividade do Estado na oferta de bens públicos (educação) vem progredindo favoravelmente?
- 2) Como tem se dado a evolução dessa produtividade comparativamente a de outros setores econômicos? Houve ganhos na segunda metade dos anos 1990?
- 3) Há diferenças de produtividade do setor público entre regiões?

2. Função de produção e eficiência

2.1 A função da produção

Supondo que dois insumos (z_1 e z_2) são necessários para se produzir um produto (Y), podendo haver diversas combinações entre quantidade de insumos e quantidade de produto gerado, temos uma combinação que é tecnicamente eficiente, ou seja, ela maximiza a quantidade de produção que pode ser obtida a partir de uma determinada cesta de insumos. Essa tecnologia eficiente é utilizada na definição da função produção que é expressa por:

$$Y = F(z_1, z_2).$$

Portanto, essa função demonstra qual é a máxima quantidade do produto Y que pode ser produzida a partir de qualquer cesta de insumos (z_1, z_2). Para a utilização dessa função é pressuposto que o processo de produção eficiente é conhecido e utilizado. Sendo assim, pode-se afirmar que há uma correlação entre as quantidades produzidas de um bem e o volume de mão-de-obra, capital e tecnologia empregado, vistos aqui como os insumos primários empregados na produção. Essa correlação é expressa pela função de produção que se segue abaixo:

$$Y = F(A, K, L).$$

em que Y é o produto, K, o capital, L, o trabalho e A, o conhecimento.

Três hipóteses são assumidas em relação a essa função: a) retornos constantes de escala, b) ausência de produção livre e c) retornos decrescentes de fatores produtivos. A função produção de Cobb-Douglas é um tipo específico de função que é expressa pela seguinte fórmula:

$$Y = F(K, A \cdot L) = K^\alpha \cdot (A \cdot L)^{(1-\alpha)}, 0 < \alpha < 1.$$

De acordo com essa expressão percebe-se que o conhecimento (A) multiplica apenas o fator trabalho (L), o que demonstra que a expansão do conhecido exerce impacto apenas sobre a produtividade da mão-de-obra. Esse produto de trabalho e conhecimento denomina-se trabalho-efetivo, pois representa o trabalho ajustado à sua produtividade.

O produto por unidade de trabalho efetivo ($Y/A \cdot L$), o qual será expresso por y pode ser definido como função do estoque de capital por unidade de trabalho-efetivo, obtendo-se:

$$y = Y/(A \cdot L) = (K / (A \cdot L))^\alpha \cdot (A \cdot L / A \cdot L)^{(1-\alpha)} = k^\alpha.$$

Assim, conhecendo o produto, a força de trabalho e o estoque de capital empregado, é possível estimar a função da produção de bens públicos. Por resíduo, estimam-se os diferenciais de produtividade e sua evolução ao longo do tempo, o que permitirá avaliar o grau de progresso técnico na oferta de bens públicos e a influência de eventuais diferenças de produtividade sobre o desenvolvimento regional.

2.2 Remuneração de fatores e eficiência alocativa

Da análise de produção também é possível introduzir o conceito de eficiência alocativa, a qual é alcançada quando, em equilíbrio de mercado competitivo, as firmas remuneram os fatores de produção conforme suas respectivas produtividades marginais. Nesta

situação, os custos de produção são minimizados e é obtido o maior lucro possível. Ao contrário, quando a remuneração não corresponde à produtividade dos fatores, o custo não é mínimo e o lucro não é máximo.

As firmas que operam num dado setor de atividades pagam um salário médio (w) a cada trabalhador e um aluguel médio (r) a cada unidade de capital empregada. Supondo concorrência perfeita, subentende-se que as firmas são tomadoras de preço, ou seja, que suas decisões individuais não afetam os preços dos fatores produtivos. Nesses termos, o excedente auferido pelo produtor é a diferença entre o valor adicionado e a massa de salários paga aos trabalhadores. O excedente por trabalhador é, segundo esse enfoque contábil, igual à diferença entre o produto por trabalhador e o salário médio da empresa. Para o caso da empresa j , em particular, temos: $\Pi_j = Y_j - W_j$.

Com o excedente, as empresas devem remunerar o capital investido, isto é, devem pagar o aluguel das unidades de capital que foram contratadas para levar adiante a produção. Esse aluguel é, ao mesmo tempo, o custo de oportunidade que o dono do capital incorre ao alugá-lo e o custo de uso do capital. Por ser suposta a concorrência perfeita, segue também que o processo de competição entre empresas leva à equalização das taxas de retorno dos negócios empreendidos no setor, já consideradas as diferenças de risco específicas a cada empreendimento. Isso significa que todas as empresas deveriam pagar a mesma taxa de aluguel pelo uso do capital. O mesmo raciocínio pode ser aplicado à questão dos salários: se uma empresa remunerasse melhor que outra seus trabalhadores, rapidamente os trabalhadores migrariam de emprego, forçando essa empresa a reajustar seus salários. Assim, a regra de equalização também se aplicaria às taxas de salário.

O que eventualmente sobra desse excedente da empresa, quando dele é retirado o custo de oportunidade do capital, é o que se chama de lucro extraordinário. Pelo que foi dito até então, essa nova variável (denotada por P_j) pode ser calculada pela diferença entre o excedente operacional bruto e o que se paga pelo aluguel do capital.

$$P_j = \Pi_j - r \cdot K_j = Y_j - W_j - r \cdot K_j = Y_j - w \cdot L_j - r \cdot K_j$$

A competição entre as empresas leva a uma busca incessante por uma maior rentabilidade nos negócios, a qual, em nosso arcabouço, pode ser expressa como a busca do máximo lucro extraordinário. Dessa forma, as empresas contratam as quantidades de mão-de-obra e de capital que geram o maior lucro extraordinário, restritas às limitações tecnológicas e à disponibilidade de fatores. Em termos matemáticos, esse processo de maximização pode ser visto como a escolha de K e L que levam ao maior P , dados A , r e w :

$$\max_{K,L} P_j = \max_{K,L} \{Y_j - r \cdot K_j - w \cdot L_j\} = \max_{K,L} \{F(A, K_j, L_j) - r \cdot K_j - w \cdot L_j\}$$

As condições de primeira ordem desse problema de maximização exigem que as derivadas da função com respeito a K e a L sejam nulas. Isso implica que as produtividades marginais do capital e do trabalho, em equilíbrio da firma, devem se igualar às respectivas taxas de remuneração dos fatores, como expressam as equações a seguir. Caso contrário o lucro não será máximo; ou ainda, não vale a pena contratar uma unidade adicional de mão-de-obra, ou de capital, pois o tanto a mais de produto gerado, ou de valor adicionado, não é suficiente para pagar o aumento de custos da empresa.

$$\frac{\partial P_j}{\partial K_j} = \frac{\partial Y_j}{\partial K_j} - r = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial Y_j}{\partial K_j} = r$$

$$\frac{\partial P_j}{\partial L_j} = \frac{\partial Y_j}{\partial L_j} - w = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial Y_j}{\partial L_j} = w$$

Retomando o que foi dito sobre a hipótese de concorrência, e levando em consideração as conseqüências do processo de maximização, o princípio de equalização das taxas de remuneração do capital e do trabalho tem uma nova implicação: as produtividades marginais dos fatores devem ser as mesmas para todas as empresas que compõem o setor de atividade em análise. As empresas menos eficientes são expulsas do mercado pelo processo de concorrência, e as que obtêm diferenciais de produtividade, devido à introdução de novos processos e métodos organizacionais, rapidamente são alcançadas pelas demais. E se todas as empresas devem ter a mesma produtividade de fatores, o setor de atividade como um todo também deve apresentar produtividades de fatores compatíveis com w e r . Daí dizer que as produtividades marginais da função de produção agregada de um setor de atividade devem equivaler às remunerações dos fatores produtivos, como indicam as expressões a seguir:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = r \quad e \quad \frac{\partial Y}{\partial L} = w$$

Do sistema de equações acima se chega à distribuição funcional da renda, ou seja, a participação de cada fator na renda gerada com a produção. A remuneração total de cada fator vem da multiplicação das respectivas remunerações unitárias, definidas em, pelo volume de fator empregado. Assim,

$$r \cdot K = \frac{\partial F}{\partial K} \cdot K \quad e \quad w \cdot L = \frac{\partial F}{\partial L} \cdot L.$$

Dividindo-se a remuneração total de cada fator pela renda total gerada na produção chega-se às participações dos fatores na renda, S_K e S_L :

$$S_K = \frac{r \cdot K}{Y} = \frac{\partial F}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y} \quad \text{e} \quad S_L = \frac{w \cdot L}{Y} = \frac{\partial F}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y}$$

Assim, diz-se que, se as empresas maximizam lucros, então elas distribuem a renda gerada na produção conforme as participações definidas na equação acima. Ao contrário, se a distribuição funcional da renda é distinta, ou seja, se as participações de cada fator na renda total diferem daquelas definidas na expressão, então a alocação produtiva não é eficiente do ponto de vista econômico. Nesse caso, seria possível reduzir o custo e ampliar o lucro por meio de uma realocação de fatores: contratando mais unidades do fator cuja participação na renda é menor que a ideal e menos daquele cuja participação excede a definida no equilíbrio.

Deve se ressaltar que o conceito de eficiência alocativa é distinto da definição de eficiência técnica, visto que há infinitas alocações tecnicamente eficientes associadas ao mesmo nível de produção (isoquanta Y_{MAX}) e que não pertencem à reta de preços relativos de fatores.

2.3 Contabilidade de crescimento e a decomposição fatorial da PTF

Se o produto de um setor de atividade depende dos estoques de capital e trabalho empregados e do nível de conhecimento acumulado pela sociedade, parece razoável supor que a variação ao longo do tempo do produto dependa da acumulação de fatores e do aumento da produtividade dos fatores (PTF). Dessa observação surge a metodologia de análise da evolução da renda chamada de contabilidade de crescimento. Esta metodologia permite decompor a taxa de crescimento observada do produto de um setor de atividades em vários componentes: variações dos fatores alocados na produção e um resíduo, que se define como a evolução da produtividade. As bases dessa metodologia de contabilidade de crescimento foram definidas pelos trabalhos de Solow .

O ponto de partida da contabilidade de crescimento é a função de produção indexada no tempo:

$$Y(t) = F(A(t), K(t), L(t)).$$

Diferenciando a função de produção com respeito ao tempo, vem:

$$\frac{dY(t)}{dt} = \frac{\partial Y(t)}{\partial A(t)} \cdot \frac{dA(t)}{dt} + \frac{\partial Y(t)}{\partial K(t)} \cdot \frac{dK(t)}{dt} + \frac{\partial Y(t)}{\partial L(t)} \cdot \frac{dL(t)}{dt}$$

Chamando as derivadas parciais do produto em relação a cada fator de produção por F_A , F_K e F_L , – e, para simplificar a notação, adotando a forma usual de representar a variação de determinada variável X em relação ao tempo, em que $dX(t)/dt = \dot{X}$, a expressão acima pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\dot{Y} = F_A \cdot \dot{A} + F_K \cdot \dot{K} + F_L \cdot \dot{L}.$$

Uma última transformação dessa equação é útil no sentido em que ela permite expressar esse processo em termos de taxas de crescimento. Para tanto, divide-se os dois lados da equação por Y , e chega-se à seguinte expressão, em que $\dot{Y}/Y$ denota a taxa de crescimento do produto.

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = F_A \cdot \frac{\dot{A}}{Y} + F_K \cdot \frac{\dot{K}}{Y} + F_L \cdot \frac{\dot{L}}{Y}.$$

Agora, pode-se transformar cada termo do lado esquerdo da equação de forma a obter, ao mesmo tempo, a taxa de variação no tempo de cada um dos fatores produtivos e a sua participação no produto. Isso é feito da seguinte maneira:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = F_A \cdot \frac{A}{A} \cdot \frac{\dot{A}}{Y} + F_K \cdot \frac{K}{K} \cdot \frac{\dot{K}}{Y} + F_L \cdot \frac{L}{L} \cdot \frac{\dot{L}}{Y}.$$

ou

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \left(F_A \cdot \frac{A}{Y} \right) \cdot \frac{\dot{A}}{A} + \left(F_K \cdot \frac{K}{Y} \right) \cdot \frac{\dot{K}}{K} + \left(F_L \cdot \frac{L}{Y} \right) \cdot \frac{\dot{L}}{L},$$

em que $S_x = (F_x \cdot X/Y)$, são as participações (ou o peso) dos fatores (A, K, ou L) no produto. Dessa forma, pode-se reescrever a expressão como segue:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = S_A \cdot \frac{\dot{A}}{A} + S_K \cdot \frac{\dot{K}}{K} + S_L \cdot \frac{\dot{L}}{L}$$

Assim, a taxa de crescimento do produto é uma composição das taxas de crescimento do capital, da força de trabalho e do conhecimento (aumento de produtividade), ponderadas pela contribuição de cada fator no produto. Da equação acima se calcula a taxa de crescimento da produtividade. Supondo que a tecnologia seja *Hicks-neutra*, ou seja, que $S_A = 1$, a expressão acima pode ser reescrita da seguinte forma simplificada:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + S_K \cdot \frac{\dot{K}}{K} + S_L \cdot \frac{\dot{L}}{L}.$$

Reescrevendo a equação acima, vem a expressão, a qual define a evolução da produtividade total de fatores (PTF) como sendo a variação percentual da produção, descontadas as variações percentuais dos estoques de fatores produtivos, estas últimas ponderadas por suas respectivas participações na renda. Como S_K e S_L somam um, isso equivale a dizer que a variação percentual da PTF é a taxa de crescimento do produto descontada a média ponderada das taxas de variação de fatores produtivos

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - S_K \cdot \frac{\dot{K}}{K} - S_L \cdot \frac{\dot{L}}{L}$$

Pode-se dizer, em outros termos, que a variação da PTF é a variação observada no valor adicionado de uma firma, ou de um setor de atividade, quando são mantidas constantes as quantidades de capital e mão-de-obra empregados na produção.

2.4 O conceito de ineficiência técnica e alocativa

Até fins dos anos 60 e começo dos anos 70, a prática mais comum de estimação de funções de produção para uma indústria, consistia no método de regressão linear múltipla, prevalecia a idéia de “desempenho médio”. Porém, esta maneira de se estimar as funções de produção era divergente da teoria microeconômica, na qual já era utilizada fronteira de produção. Assim, os métodos de estimação das funções de produção resultavam em erros positivos para as firmas, implicando que grupos de empresas fossem além da produção máxima estabelecida pela fronteira.

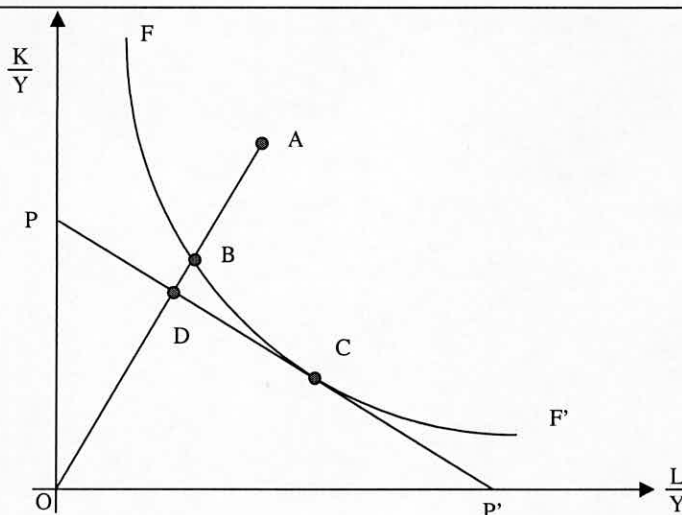
Com o trabalho de Farrel em 1957 introduziram-se novas idéias a respeito da definição dos conceitos de eficiência e de produtividade, de como medi-las, e também de como calcular a tecnologia padrão.

O seu trabalho possibilitou a mensuração da eficiência global bem como sua decomposição em eficiência técnica e alocativa (ou de preços). De acordo com sua concepção, as medidas de eficiência são baseadas em distâncias radiais uniformes entre as observações ineficientes e a fronteira de produção. A fronteira é calculada como a envoltória linear com maior proximidade dos dados. Ela é calculada pela resolução de sistemas de equações lineares, respeitando as condições de isoquanta unitária.

Farrel destaca que a hipótese de retornos constantes de escala permite a representação de toda a informação relevante em um simples diagrama de isoquanta. Ou seja, se a fronteira de produção é dada por: $Y = A \cdot F(K, L)$ pode-se escrever $1 = A/Y \cdot F(K/Y, L/Y)$.

De acordo com a figura abaixo pode-se perceber que:

Figura 1 Diagrama de Farrel



O ponto A representa a combinação observada de quantidades de insumos para uma determinada firma ineficiente. Assim, a reta OA indica a combinação de fatores empregados pela empresa A.

A isoquanta FF' mostra todas as combinações dos dois insumos que uma firma eficiente poderia empregar para produzir uma unidade de produto, uma vez que nos eixos são medidas as quantidades de insumos por unidade de produto (isoquanta unitária). O ponto B representa uma firma eficiente empregando fatores na mesma proporção de fatores que a firma ineficiente em A. Em B a firma produz a mesma quantidade de mercadoria, usando apenas uma fração (OB/OA) da quantidade de cada um dos insumos. Assim, o valor OB/OA pode ser visto como a razão entre a combinação de quantidades de insumos necessária para se produzir uma unidade de produto e a combinação de quantidades de insumos efetivamente empregada. A razão OB/OA mede, nesses termos, a eficiência técnica (ET) de uma empresa.



A linha PP' tem como inclinação a razão dos preços relativos dos insumos. Percebe-se então, que tanto B como C são alocações tecnicamente eficientes já que ambas permanecem sobre a isoquanta unitária. Deve-se atentar, no entanto, que apenas o ponto C representa a combinação ótima de produção (pois ele tangencia a equação PP'). Os custos de produção em C são uma fração OD/OB dos custos em B. Se a empresa modificasse a proporção de uso de insumos, tornando-a cada vez mais próxima daquela vigente em C, inalterada a eficiência técnica, os seus custos iriam cair na proporção da razão OD/OB, mantidos constantes os preços dos fatores. Dessa forma, pode-se definir essa última razão (OD/OB) como uma medida de eficiência alocativa (EA) para uma firma operando no ponto B.¹

Caso as firmas observadas fossem totalmente eficientes, isto é, tanto sob o ponto de vista técnico como sob o ponto de vista alocativo, então os seus custos de produção seriam uma fração OD/OA do que realmente são. Essa razão é definida então como a eficiência total da firma (ET). Em suma, pode-se definir, a partir do diagrama de Farrel, as medidas de eficiência como distâncias radiais a partir da origem O, dadas pelas seguintes razões:

$$ET = \frac{OB}{OA}, \quad EA = \frac{OD}{OB} \quad \text{e} \quad EF = \frac{OD}{OA}$$

Como consequência da natureza radial das medidas temos que a eficiência total de uma empresa é o produto da eficiência técnica pela alocativa:

$$\frac{OD}{OA} = \frac{OB}{OA} \times \frac{OD}{OB}$$

Deve-se ressaltar que todas as medidas de eficiência acima (ET, EA e EF) têm valores que oscilam entre 0 e 1. Além disso, caso as quantidades de insumos (por unidade de produto) cresçam indefinidamente, o valor dessas medidas de eficiência tende a zero. Também, deve-se

¹ Apesar de ser impossível prever o que deve ocorrer com a eficiência técnica de uma firma quando muda a proporção dos insumos, pode-se dizer que a medida OD/OB é a melhor existente. Essa medida tem ainda a propriedade de oferecer um mesmo valor da eficiência alocativa para diferentes firmas que usem os fatores de produção na mesma proporção.

atentar para o fato de FF' ter inclinação negativa, ou seja, um aumento da quantidade de um dos insumos (por unidade de produto) implica, tudo mais constante, em uma menor eficiência técnica.

A idéia de ineficiência técnica também poderia ser interpretada da seguinte maneira: em B se produz, a partir da mesma quantidade de insumos, um múltiplo da quantidade produzida em A. Já a idéia da ineficiência alocativa pode ser entendida como: em D se produz a mesma quantidade com custos minimizados, e, portanto, lucros maiores.

3. A estimação da produtividade total dos fatores (PTF)

Há duas formas básicas de decompor a evolução da produtividade total de fatores (PTF): segundo as evoluções das produtividades parciais de cada fator ou conforme as variações de eficiência, efeitos de escala e progresso técnico.

3.1 A estimação da evolução da PTF

Há duas abordagens principais que tratam da estimação da evolução da produtividade total de fatores: a contabilidade de crescimento e regressão.

A contabilidade de crescimento possibilita a obtenção de estimativas de evolução da PTF com base em um conjunto pequeno de informações: a evolução do valor adicionado, as variações dos estoques de fatores e as participações dos fatores na distribuição funcional da renda.

A evolução da PTF pode ser estimada a partir da equação abaixo e de sua decomposição:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - S_K \cdot \frac{\dot{K}}{K} - S_L \cdot \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{A}}{A} = S_K \cdot \left(\frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{K}}{K} \right) + S_L \cdot \left(\frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} \right)$$

A aplicação da contabilidade de crescimento conceito independe da especificação funcional que venha a ser adotada para a estimação das outras relações econômicas.

No entanto, deve-se mencionar que as estimativas de S_K e S_L nem sempre estão disponíveis e, além de poderem conter erros de medida.

Já a abordagem da regressão, estima a relação entre a taxa de crescimento do produto, contra as taxas de variação dos fatores. O intercepto estimado da curva corresponde ao aumento de produtividade, ou seja, à parcela de variação do produto que não é explicada pela variação no emprego de fatores produtivos.

Neste método a taxa de crescimento de um setor de atividade pode ser decomposta em quatro elementos ponderados por sua participação no produto: a constante que fornece a variação da produtividade (conforme visto acima), a contribuição da acumulação de capital, a influência do crescimento da força de trabalho e o erro aleatório, ou seja, o que não é explicado pelas demais variáveis.

Esse método é expresso pela sentença abaixo, onde e corresponde a um termo aleatório, com média zero e variância constante, e b_0 , b_1 e b_2 são os parâmetros da regressão.

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = b_0 + b_1 \cdot \frac{\dot{K}}{K} + b_2 \cdot \frac{\dot{L}}{L} + e$$

Porém, este modelo apresenta um inconveniente: quando há ineficiência, o que é bastante comum, o intercepto estará captando, não só a PTF, mas também a influência da ineficiência alocativa e sua evolução no tempo sobre a produtividade.

Sendo assim, e considerando que um dos objetivos deste relatório era observar a contribuição dos vários componentes da PTF no ensino público, adotamos forma paramétrica de estimação da PTF.

3.2 Fronteiras de produção e a estimação da ineficiência técnica

Fronteira determinística de produção

Considerando a função de produção abaixo em que, Y_i é a produção da firma i ; $F(\bullet)$ é a função de produção; K_i e L_i são as quantidades de capital e trabalho empregadas pela firma i ; B é o nível de produtividade que espelha a *best-practice*; e $u_i \geq 0$ é a medida de ineficiência técnica da empresa i .

$$Y_i = F(B, K_i, L_i) \cdot \exp(-u_i), \quad i = 1, 2, \dots, N$$



Essa equação corresponde ao modelo de fronteira determinística de produção desenvolvido por Aigner e Chu (1968). Nesse modelo os parâmetros podem ser estimados por programação linear ou quadrática e sua grande vantagem é a possibilidade de computar a eficiência técnica de cada observação diretamente dos resíduos.

Porém, esse modelo é muito sensível à presença de *outliers*, além de as estimativas por ele produzidas não terem quaisquer propriedades estatísticas.

No entanto, se algumas hipóteses a respeito dos regressores e de “u”, forem realizadas, o modelo Aigner e Chu (1968) passa a ter propriedades estatísticas.

Schmidt (1976) mostra que, se os erros são supostos independente e identicamente distribuídos no tempo, com média e variâncias positivas e finitas e, adicionalmente, os erros são tomados como independentes dos regressores, então se tem um modelo de MQO2 (mínimos quadrados ordinários). Schmidt (1976) mostra ainda que, se a distribuição escolhida para os resíduos for exponencial, então o procedimento de programação linear de Aigner e Chu (1968) é equivalente ao método da máxima verossimilhança e, caso a distribuição dos resíduos seja do tipo meia-normal, então o procedimento de programação quadrática de Aigner e Chu (1968) é que equivale ao método de máxima verossimilhança.

A estimação do modelo de fronteira determinística – Schmidt (1976) e Greene (1997) – pode ser feita por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Para a estimação da fronteira de produção, a função genérica definida anteriormente pode ser especificada como segue:

$$\ln Y = \beta \cdot X - u$$

em que $\ln Y$ é o logaritmo natural do vetor de produção, β é o vetor de parâmetros a serem estimados, X é a matriz dos logaritmos das variáveis explicativas e u , $u_i > 0$, $\forall i$, é o vetor de ineficiência técnica.

Para as aplicações práticas o modelo é descrito conforme a sentença abaixo:

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta' \cdot x_i + \varepsilon_i$$

em que $\varepsilon_i = -u_i$ e x_i é o conjunto de fatores que entram no modelo empírico. As hipóteses são de que ε_i é distribuído aleatoriamente entre as firmas e é independente de todas as variáveis do modelo. Assume-se que ε_i tem uma média não-nula, variância constante e que $E[\varepsilon_i] < 0$. O modelo pode, então, ser escrito como

$$\ln y_i = (\beta_0 + E[\varepsilon_i]) + \beta' \cdot x_i + (\varepsilon_i - E[\varepsilon_i])$$

$$\ln y_i = \beta_0^* + \beta' \cdot x_i + \varepsilon_i^*$$

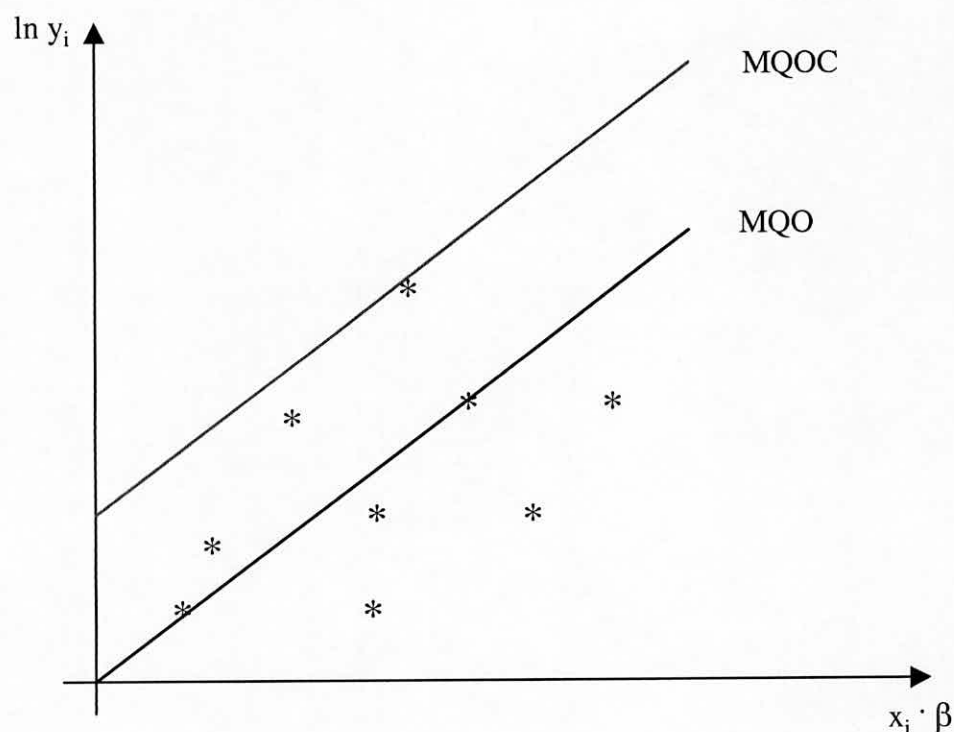
que é um modelo de regressão linear clássico. Nesse modelo, não pode ser pressuposta a normalidade dos distúrbios, visto que ε_i^* é a diferença entre uma variável aleatória que é sempre negativa e sua média. Entretanto, os parâmetros do modelo podem ser estimados consistentemente por MQO, já que esse método é robusto com não-normalidade. Portanto, os parâmetros da função de produção, com exceção do termo constante, podem ser estimados consistentemente – se não eficientemente – por MQO. Se a distribuição de ε_i^* fosse conhecida, os parâmetros da equação acima poderiam ser estimados, de modo mais eficiente, por máxima verossimilhança (MV).

Dado que somente o termo constante é inconsistente no modelo de MQO, pode-se obter dos resíduos estimados por MQO as informações para se comparar às ineficiências das firmas.

$$e_i = \ln y_i - b_0^* - b' \cdot x_i = \hat{u}_i + \hat{E}[u_i]$$

Com relação a esse modelo, deve-se notar que a estimação por MQO da equação equivale a estimação de uma fronteira “média”, em que a parcela das firmas que apresenta resíduos positivos está acima da fronteira, enquanto as demais, cujos resíduos são negativos, estão abaixo da fronteira. Quando se corrige a constante tecnológica por MQOC (métodos de mínimos quadrados corrigidos, no qual adiciona-se o maior resíduo), todos os resíduos tornam-se negativos, a não ser o resíduo máximo, o qual traduz a idéia de uma *best practice* – veja-se figura 2.

Figura 2 Fronteira média e fronteira determinística



Deve-se mencionar no entanto que, o modelo de fronteira determinística não considera as possíveis influências de erros de medida e outros “ruídos” sobre a fronteira, ou seja, nesse mo-



delo, todos os desvios da fronteira são atribuídos ao resultado de ineficiência técnica. O método conhecido como fronteira estocástica considera o problema de “ruídos”.

Fronteira estocástica de produção

A função de produção de fronteira estocástica foi proposta, independentemente, por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e van den Broeck (1977). Em tal abordagem, acrescenta-se à equação (2.4) um erro aleatório, v_i , e obtém-se a seguinte expressão:

$$Y_i = F(B, K_i, L_i) \cdot \exp(-u_i) \cdot \exp(v_i), \quad i = 1, 2, \dots, N$$

O erro aleatório v_i capta erros de medida e outros fatores aleatórios – tais como efeitos do clima, greves, má sorte, capacidade empresarial, etc – que influenciam o valor do produto, juntamente com os efeitos combinados de insumos não especificados na função de produção. Nas aplicações empíricas, tem-se:

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta' \cdot x_i + \varepsilon_i = \beta_0 + \beta' \cdot x_i + (v_i - u_i)$$

Assume-se que esse componente de erro é uma variável aleatória normal, independente e identicamente distribuída (i.i.d.), com média zero e variância constante, σ_v^2 , e que v_i é independente de u_i . Assume-se que u_i é uma variável aleatória i.i.d., cuja distribuição é exponencial ou meia-normal. Assim, nesse modelo, os valores do produto estão limitados pelo valor das variáveis estocásticas, ou seja, a parcela determinística mais um componente aleatório:

$\exp(\beta' \cdot x_i + v_i)$. O erro aleatório v_i pode ser positivo ou negativo, de modo que o produto das firmas varia em torno da parte determinística do modelo de fronteira, $\exp(\beta' \cdot x_i)$.

A principal crítica a esse modelo corresponde ao fato de não haver a priori justificativa para a escolha de uma forma específica da distribuição de u_i – veja Stevenson (1980) e Greene (1990) para distribuições mais gerais.

4. A PTF na educação pública brasileira

Este capítulo procede à estimação das fronteiras estocásticas de produção do ensino público médio e fundamental, das esferas municipal e estadual brasileiras de 1996 a 1998.

As informações utilizadas vêm dos dados tabulares dos anuários estatísticos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios(Pnad) também realizada pelo IBGE.

O principal objetivo deste capítulo é estimar os parâmetros necessários à decomposição da evolução da PTF e mensurar os diferenciais de fronteira. Antes, porém, deve-se salientar que os relatórios do IBGE não traziam alguns valores de despesas com ensino público para determinados anos do período analisado e estes valores foram estimados por meio da média dos valores dos anos disponíveis. Ressalta-se ainda que devido a não disponibilidade de informações os municípios de Boa Vista e Macapá foram excluídos da amostra, havendo então 153 observações, (51 Estados e Municípios.multiplicados por 3 anos).

Há que se considerar, também, o problema das variações amostrais no período de análise.

4.1 Bases de informação e metodologia de construção das variáveis

As informações primárias desta pesquisa vieram, como foi dito anteriormente, dos relatórios tabulares das pesquisas anuais elaboradas pelo IBGE.

Desses relatórios foram extraídas as informações necessárias ao cálculo do valor da produção, do emprego de mão-de-obra , estoque de capital por instituição de ensino e o tipo de instituição de ensino, as quatro variáveis da fronteira estocástica de produção. Esses relatórios também forneceram as informações básicas para se estimar os parâmetros da distribuição funcional da renda, SK e SL, valores que são empregados na estimação do estoque de capital e na decomposição da PTF.

A seguir são discutidos os aspectos metodológicos associados a cada uma dessas variáveis e setores de atividade.

Valor adicionado

O valor adicionado (Y) foi obtido pela divisão do valor agregado pela educação pelo número de estabelecimentos (E) de ensino presentes em cada Estado da federação ou Região Metropolitana ou Capital.

A equação abaixo ilustra este conceito onde y representa o valor adicionado, VA o valor agregado, i representa o Estado ou Município em questão, sendo que a amostra compreende 51 regiões ao total, ($i=1,2,3,\dots,N$; $N=51$) , e t representa o instante do tempo, $t=1,2,3$, no qual a amostra compreende dados desde 1996 até 1998.

$$Y = \ln \frac{VA_{it}}{E_{it}}$$

O valor agregado pela educação resultou do produto do número de matrículas (M) registrados nas instituições de ensino médio e fundamental de cada Estado ou Município, no tempo t, pela estimativa do valor anual adicionado por um ano de educação (P).

$$VA_{it} = M_{it} * P_{it}$$

Por sua vez, a estimativa do valor anual de um ano adicional de educação foi extraída da equação minceriana obtida com os dados da PNAD. De acordo com esta equação é possível se estimar o prêmio da educação, ou seja, o aumento à renda de um indivíduo de determinada região pelo fato de ele ter estudado um ano a mais do que outro indivíduo que possua as mesmas características, mas que tenha um ano escolar cursado a menos. Tendo estimado este prêmio por Estado, multiplicamos a renda média da capital de cada Estado pelo prêmio de cada Estado e assumimos que nas capitais o valor agregado da educação é igual ao dos respectivos Estados.

Essa assunção faz sentido na medida em que a pesquisa da PNAD se concentra bastante nas capitais de cada Estado.

Mão-de-obra

Para a estimativa da mão de obra foi calculado o número de professores por estabelecimento de cada região multiplicado por 12*4*44 (referindo se a 12 meses e às horas trabalhadas por mês). Sendo assim, foi obtido o número de horas trabalhadas por estabelecimento em cada região.

Como consequência, impôs-se uma restrição muito forte à análise que segue: a de que todos as regiões têm a mesma jornada de trabalho, a qual é invariante no tempo.

Estoque de capital

O cálculo foi obtido pela metodologia do inventário perpétuo, sendo que o estoque de capital inicial foi calculado pelo método de Harberger(1978).³ Ou seja, o estoque de capital por região foi obtido por meio da razão entre investimento e a soma das taxas de crescimento do produto (VA) e de depreciação, suposta 5% para todas as regiões.

Tipo de Instituição

Foi criada uma variável *dummy* para fazer a distinção entre escolas municipais e estaduais, sendo que instituições municipais receberam o valor 1 e as estaduais o valor 0.

4.2 Formas funcionais

Nas seções anteriores já foi apresentada a especificação do modelo de fronteira estocástica de produção na sua forma genérica:

$$y_{it} = F(B_t, k_{it}, \ell_{it}) \cdot \exp(-u_{it}) \cdot \exp(v_{it}), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad e \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

³ Outras metodologias de cálculo de estoque de capital são descritas por Nehru e Dharehwar (1993).

No entanto, para a implementação empírica usamos as formas funcionais Cobb-Douglas, descrita pela equação e translog, respectivamente expressas por:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_t t + \beta_K \ln k_{it} + \beta_L \ln \ell_{it} + \beta_D D - u_{it} + v_{it}$$

e

$$\begin{aligned} \ln y_{it} = & \beta_0 + \beta_t \cdot t + \beta_K \cdot \ln k_{it} + \beta_L \cdot \ln \ell_{it} + \beta_D D + \frac{1}{2} \cdot \beta_{KL} \cdot \ln k_{it} \cdot \ln \ell_{it} + \beta_{Kt} \cdot \ln k_{it} \cdot t \\ & + \beta_{Lt} \cdot \ln \ell_{it} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot [\beta_{tt} \cdot t^2 + \beta_{KK} \cdot (\ln k_{it})^2 + \beta_{LL} \cdot (\ln \ell_{it})^2] - u_{it} + v_{it} \end{aligned}$$

em que $\ln y_{it}$ é o logaritmo natural do produto (aluno) da região i no instante t ; os β são os parâmetros a serem estimados; $\ln k_{it}$ é o logaritmo natural do estoque de capital da i -ésima região no instante t ; $\ln \ell_{it}$ é o logaritmo natural do número de docentes ligados à produção do i -ésimo aluno no instante t , D é a variável *dummy* v_{it} é um erro aleatório suposto i.i.d., com distribuição $N(0, \sigma_v^2)$ e independente de u_{it} , o qual denota as ineficiências técnicas na produção das firmas, $u_{it} \geq 0, \forall i$.

Diferenciando totalmente as funções acima com relação ao tempo, tem-se, respectivamente:

$$\frac{d \ln y_{it}}{dt} = [\beta_t] + \left[\frac{\beta_K}{k_{it}} \cdot \frac{dk_{it}}{dt} + \frac{\beta_L}{\ell_{it}} \cdot \frac{d\ell_{it}}{dt} \right] - \frac{du_{it}}{dt} + \frac{dv_{it}}{dt}$$

e

$$\begin{aligned} \frac{d \ln y_{it}}{dt} = & [\beta_t + \beta_{tt} \cdot t + \beta_{Kt} \cdot \ln k_{it} + \beta_{Lt} \cdot \ln \ell_{it}] \\ & + \left[\left(\beta_K + \frac{1}{2} \cdot \beta_{KL} \cdot \ln \ell_{it} + \beta_{Kt} \cdot t + \beta_{KK} \cdot \ln k_{it} \right) \cdot \frac{1}{k_{it}} \cdot \frac{dk_{it}}{dt} \right. \\ & \left. + \left(\beta_L + \frac{1}{2} \cdot \beta_{KL} \cdot \ln k_{it} + \beta_{Lt} \cdot t + \beta_{LL} \cdot \ln \ell_{it} \right) \cdot \frac{1}{\ell_{it}} \cdot \frac{d\ell_{it}}{dt} \right] - \frac{du_{it}}{dt} + \frac{dv_{it}}{dt} \end{aligned}$$

O primeiro termo em colchetes do lado direito das equações acima mede a mudança na produção da fronteira provocada pelo progresso técnico (PT). O segundo termo em colchetes mede a

mudança na produção da fronteira causada por variações no uso de fatores de produção. Assim, a variação na produtividade total é afetada por PT, pela variação no uso de fatores, pela ineficiência técnica (du/dt) e por um termo aleatório (dv/dt). O termo (du/dt) pode ser interpretado como a taxa à qual um produtor ineficiente se aproxima da fronteira de produção.

As elasticidades do produto com relação aos fatores são definidas pelas equações, no caso da especificação Cobb-Douglas, e para a translog

$$\varepsilon_K = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial \ln K_{it}} = \beta_K \quad \text{e} \quad \varepsilon_L = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial \ln L_{it}} = \beta_L$$

e

$$\varepsilon_K = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial \ln K_{it}} = \beta_K + \frac{1}{2} \cdot \beta_{KL} \cdot \ln \ell_{it} + \beta_{Kt} \cdot t + \beta_{KK} \cdot \ln k_{it} \quad \text{e}$$

$$\varepsilon_L = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial \ln L_{it}} = \beta_L + \frac{1}{2} \cdot \beta_{KL} \cdot \ln k_{it} + \beta_{Lt} \cdot t + \beta_{LL} \cdot \ln \ell_{it}$$

A elasticidade de escala é definida por $RTS = \varepsilon_K + \varepsilon_L$, com $RTS = 1$ indicando retornos constantes de escala, $RTS > 1$, retornos crescentes e $RTS < 1$, retornos decrescentes.

5. Fronteiras de produção do ensino público e resultados obtidos

Os resultados das estimações das fronteiras estocásticas do ensino público no período de 1996 até 1998 estão expostos nas tabelas 1 e 2. Nota-se que a especificação mais adequada é a função de Cobb-Douglas. Para se atingir a especificação mais adequada foram estimados os modelos translog e de Cobb-Douglas.

O modelo translog embora tenha apresentado um *log likelihood function* alto (acima do valor crítico) apresentou muitas variáveis individualmente não significativas, pois o *t-ratio* delas é bem menor do que o valor crítico de 1,96 considerando-se um nível de significância de 5%.

A saída deste modelo é apresentada a seguir na tabela abaixo:

Tabela 1 Modelo Translog

Modelo Translog			
	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	-11,1489	2,4325	-4,5833
beta 1	-0,2858	0,3071	-0,9305
beta 2	3,5647	0,7020	5,0782
beta 3	0,0788	0,0701	1,1248
beta 4	0,0629	0,0241	2,6129
beta 5	-0,2347	0,0891	-2,6337
beta 6	-0,0610	0,0616	-0,9913
beta 7	-0,0025	0,0059	-0,4271
beta 8	-0,0051	0,0100	-0,5128
beta 9	0,0324	0,0696	0,4650
sigma-squared	0,1154	0,0162	7,1155
gamma	0,9905	0,0023	435,0224
mu	0,6761	0,0743	9,0929
eta	0,0444	0,0132	3,3773
log likelihood function	157,80		

Já a função de Cobb-Douglas, apresentou um *log likelihood function* alto, como se pode verificar na tabela 2 que segue abaixo, além de possuir quase todas as variáveis significativas (t-ratio > 1,96), com exceção do coeficiente β_3 , relativo à tendência temporal e o β_4 que é quase significativo, a um nível de confiança de 95%.

Tabela 2 Modelo Cobb-Douglas

Modelo de Cobb-Douglas			
	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	-0,9515	0,3726	-2,5535
beta 1	0,1004	0,0165	6,0944
beta 2	0,9806	0,0434	22,5949
beta 3	-0,0022	0,0133	-0,1634
beta 4	0,1277	0,0737	1,7313
sigma-squared	0,1062	0,0213	4,9797
gamma	0,9847	0,0030	322,9103
mu	0,6469	0,0753	8,5951
eta	0,0588	0,0198	2,9661
log likelihood function	140,6326		

Já o β_3 , um coeficiente não significativo, demonstra então que não há progresso técnico na educação, cabendo aqui a ressalva de que o período de análise é pequeno (apenas três anos).

O coeficiente β_4 relativo a *dummy*, é significativo a um nível de confiança de 90%, indicando que o fato de um aluno ser proveniente de uma escola ser municipal faz com que o valor adicionado seja de R\$ 0,13, aproximadamente. Deve-se mencionar, contudo, que a um nível de significância de 5% esse coeficiente não é estatisticamente diferente de zero, e, portanto, a diferença entre escolas municipais e estaduais não seria relevante.

É importante ressaltar que algumas reespecificações foram realizadas como por exemplo, aquela que excluía a variável *dummy*. No entanto este modelo revelou resultados muito piores, com os coeficientes relativos ao capital e ao trabalho, tornando-se não significativos. Pode-se atribuir este resultado ao fato de a variável *dummy* corrigir um possível viés de omissão de variável relevante.

Pode-se perceber que a soma de β_1 e β_2 é igual a 1,08, maior do que 1, o que indica que, se houver um aumento dos insumos empregados na função da produção da educação haverá um incremento do valor adicionado por aluno, mais do que proporcional ao aumento da quantidade de insumos. Este resultado deve ser interpretado com cautela pois por meio da estimativa do intervalo de confiança pode-se constatar que não há retornos decrescentes de escala. Contudo, não é refutada a hipótese de retornos constantes de escala.

O modelo estimado mostra também uma idéia intuitiva: a de que a educação é uma atividade trabalho-intensiva. Isso é constatado quando se compara a magnitude das elasticidades de trabalho e capital. Com efeito, elasticidade do trabalho é 0,98, enquanto que a do trabalho é 0,10. Sendo assim, pode-se perceber que cada R\$ 1 investido em capital nas escolas públicas reflete em um aumento no valor adicionado pela educação por aluno de R\$ 0,10, ao passo que o au-

mento de um professor por estabelecimento resulta em um aumento de R\$ 0,98 no valor adicionado pela educação em um aluno por ano.

6. Análise dos resultados por região

Ao analisar os resultados pode-se constatar que as regiões mais eficientes da Federação Brasileira são as regiões sul e sudeste do país. Como mostra a tabela 3, o Estado de São Paulo, é o mais eficiente tecnicamente em relação a todos os outros Estados e Municípios e Regiões Metropolitanas do Brasil, seguido pelo Distrito Federal, Estado do Paraná, Região Metropolitana de São Paulo e o Estado de Santa Catarina. Já o Nordeste destaca-se por apresentar regiões de menor eficiência, o que é evidenciado pela última posição do estado da Paraíba no *ranking* de eficiência, precedido pelo Estado do Piauí.

Como a tabela 4 ilustra, 63% dos Estados e Municípios (32 em um total de 51) encontram-se abaixo da média da Federação Brasileira, calculada como 0,502. É importante ressaltar que, se um Estado figura entre as regiões abaixo da eficiência média, normalmente, a Capital ou Região Metropolitana correspondente também aparece como possuindo eficiência inferior à média.

Ao analisarem-se as taxas médias de crescimento da eficiência das regiões nas tabelas 5 e 6 podemos perceber que as regiões que apresentam menor eficiência são justamente as que têm apresentado maior taxa de crescimento, o que é evidenciado pelo fato do Estado da Paraíba figurar como o Estado de maior taxa de toda a Federação Brasileira. Estados como São Paulo, Distrito Federal e Paraná, aqueles que têm maior eficiência, possuem taxas de crescimento menores.

Tabela 3 Ranking das Regiões Mais Eficientes da Federação Brasileira no ano de 1997

Ranking das Regiões Mais Eficientes da Federação Brasileira no ano de 1997		
Posição	Região	
1ª	Governo do Estado de São Paulo	0,970
2ª	Governo do Estado do Distrito Federal	0,960
3ª	Governo do Estado do Paraná	0,904
4ª	Governo da RM de São Paulo	0,768
5ª	Governo do Estado de Santa Catarina	0,706
6ª	Governo da RM de Curitiba	0,696
7ª	Governo do Estado do Rio de Janeiro	0,672
8ª	Governo do Estado do Rio Grande do Sul	0,668
9ª	Governo do Município de Florianópolis	0,663
10ª	Governo do Estado de Rondônia	0,633
11ª	Governo da RM de Porto Alegre	0,621
12ª	Governo do Estado de Minas Gerais	0,612
13ª	Governo do Estado do Goiás	0,610
14ª	Governos do Município de Porto Velho	0,608
15ª	Governo do Município de Goiânia	0,603
16ª	Governo do Estado do Ceará	0,559
17ª	Governo da RM do Rio de Janeiro	0,520
18ª	Governo do Estado do Pernambuco	0,518
19ª	Governo do Estado do Tocantins	0,515
20ª	Governo do Município de Fortaleza	0,491
21ª	Governo do Estado do Espírito Santo	0,486
22ª	Governo do Estado do Pará	0,476
23ª	Governo da RM de Salvador	0,476
24ª	Governo do Estado do Amapá	0,465
25ª	Governo do Estado do Mato Grosso do Sul	0,465
26ª	Governo da RM de Recife	0,463
27ª	Governo da RM de Belém	0,456
28ª	Governo da RM de Belo Horizonte	0,454
29ª	Governo do Município de Rio Branco	0,446
30ª	Governo do Estado de Roraima	0,443
31ª	Governo do Estado da Bahia	0,439
32ª	Governo do Município de Palmas	0,429
33ª	Governo do Município de Aracaju	0,427
34ª	Governo do Estado do Mato Grosso	0,426
35ª	Governo do Estado do Amazonas	0,420
36ª	Governo do Município de Cuiabá	0,418
37ª	Governo do Município de São Luís	0,398
38ª	Governo da RM de Vitória	0,396
39ª	Governo do Município de Campo Grande	0,385
40ª	Governo do Estado de Sergipe	0,379
41ª	Governo do Município de Manaus	0,368
42ª	Governo do Município de Teresina	0,361
43ª	Governo do Estado do Acre	0,353
44ª	Governo do Estado do Rio Grande do Norte	0,348
45ª	Governo do Município de Natal	0,340
46ª	Governo do Estado do Maranhão	0,336
47ª	Governo do Município de Maceió	0,332
48ª	Governo do Estado de Alagoas	0,308
49ª	Governo do Município de João Pessoa	0,296
50ª	Governo do Estado do Piauí	0,286
51ª	Governo do Estado da Paraíba	0,231
Média		0,502

Tabela 4 Regiões Abaixo da Eficiência Técnica Média no ano de 1997

Regiões Abaixo da Eficiência Técnica Média no ano de 1997	
Região	
Governo do Estado da Paraíba	0,231
Governo do Estado do Piauí	0,286
Governo do Município de João Pessoa	0,296
Governo do Estado de Alagoas	0,308
Governo do Município de Maceió	0,332
Governo do Estado do Maranhão	0,336
Governo do Município de Natal	0,340
Governo do Estado do Rio Grande do Norte	0,348
Governo do Estado do Acre	0,353
Governo do Município de Teresina	0,361
Governo do Município de Manaus	0,368
Governo do Estado de Sergipe	0,379
Governo do Município de Campo Grande	0,385
Governo da RM de Vitória	0,396
Governo do Município de São Luís	0,398
Governo do Município de Cuiabá	0,418
Governo do Estado do Amazonas	0,420
Governo do Estado do Mato Grosso	0,426
Governo do Município de Aracaju	0,427
Governo do Município de Palmas	0,429
Governo do Estado da Bahia	0,439
Governo do Estado de Roraima	0,443
Governo do Município de Rio Branco	0,446
Governo da RM de Belo Horizonte	0,454
Governo da RM de Belém	0,456
Governo da RM de Recife	0,463
Governo do Estado do Mato Grosso do Sul	0,465
Governo do Estado do Amapá	0,465
Governo da RM de Salvador	0,476
Governo do Estado do Pará	0,476
Governo do Estado do Espírito Santo	0,486
Governo do Município de Fortaleza	0,491
Média	0,502

Tabela 5 Regiões com Maiores Taxas Médias de Crescimento da Eficiência Técnica da Federação Brasileira no período de 1996-1998

Regiões com Maiores Taxas de Crescimento da Eficiência Técnica das Regiões da Federação Brasileira no Período de 1996-1998				
Região	Eficiência em 1996	Eficiência em 1997	Eficiência em 1998	Taxa Média de Aumento 1996-1998
Governo do Estado da Paraíba	0,212	0,231	0,252	8,99%
Governo do Estado do Piauí	0,266	0,286	0,308	7,63%
Governo do Município de João Pessoa	0,275	0,296	0,317	7,43%
Governo do Estado de Alagoas	0,287	0,308	0,329	7,18%
Governo do Município de Maceió	0,310	0,332	0,353	6,70%
Governo do Estado do Maranhão	0,315	0,336	0,358	6,62%
Governo do Município de Natal	0,319	0,340	0,362	6,54%
Governo do Estado do Rio Grande do Norte	0,327	0,348	0,370	6,40%
Governo do Estado do Acre	0,331	0,353	0,375	6,32%
Governo do Município de Teresina	0,339	0,361	0,382	6,18%
Governo do Município de Manaus	0,347	0,368	0,390	6,05%
Governo do Estado de Sergipe	0,357	0,379	0,400	5,88%
Governo do Município de Campo Grande	0,363	0,385	0,407	5,77%
Governo da RM de Vitória	0,374	0,396	0,417	5,60%
Governo do Município de São Luís	0,376	0,398	0,419	5,57%
Governo do Município de Cuiabá	0,396	0,418	0,439	5,27%
Governo do Estado do Amazonas	0,398	0,420	0,441	5,24%
Governo do Estado do Mato Grosso	0,405	0,426	0,447	5,14%
Governo do Município de Aracaju	0,405	0,427	0,448	5,13%
Governo do Município de Palmas	0,408	0,429	0,450	5,10%
Governo do Estado da Bahia	0,418	0,439	0,460	4,96%
Governo do Estado de Roraima	0,421	0,443	0,464	4,91%
Governo do Município de Rio Branco	0,425	0,446	0,467	4,87%
Governo da RM de Belo Horizonte	0,432	0,454	0,474	4,76%
Governo da RM de Belém	0,435	0,456	0,477	4,73%
Governo da RM de Recife	0,442	0,463	0,484	4,63%
Governo do Estado do Mato Grosso do Sul	0,444	0,465	0,486	4,61%
Governo do Estado do Amapá	0,444	0,465	0,486	4,61%
Governo da RM de Salvador	0,455	0,476	0,496	4,47%
Governo do Estado do Pará	0,455	0,476	0,496	4,47%
Governo do Estado do Espírito Santo	0,465	0,486	0,506	4,34%
Governo do Município de Fortaleza	0,470	0,491	0,511	4,28%
Governo do Estado do Tocantins	0,495	0,515	0,535	3,97%
Governo do Estado do Pernambuco	0,498	0,518	0,538	3,94%
Governo da RM do Rio de Janeiro	0,500	0,520	0,540	3,92%
Governo do Estado do Ceará	0,540	0,559	0,578	3,48%
Governo do Município de Goiânia	0,584	0,603	0,620	3,02%
Governos do Município de Porto Velho	0,590	0,608	0,625	2,97%
Governo do Estado do Goiás	0,592	0,610	0,628	2,95%
Governo do Estado de Minas Gerais	0,594	0,612	0,629	2,93%
Governo da RM de Porto Alegre	0,604	0,621	0,638	2,84%
Governo do Estado de Rondônia	0,616	0,633	0,650	2,73%
Governo do Município de Florianópolis	0,646	0,663	0,678	2,45%
Governo do Estado do Rio Grande do Sul	0,652	0,668	0,684	2,40%
Governo do Estado do Rio de Janeiro	0,656	0,672	0,688	2,36%
Governo da RM de Curitiba	0,681	0,696	0,711	2,15%
Governo do Estado de Santa Catarina	0,691	0,706	0,720	2,07%
Governo da RM de São Paulo	0,755	0,768	0,779	1,57%
Governo do Estado do Paraná	0,898	0,904	0,909	0,59%
Governo do Estado do Distrito Federal	0,957	0,960	0,962	0,24%
Governo do Estado de São Paulo	0,968	0,970	0,972	0,18%
Média	0,483	0,502	0,521	3,83%

Tabela 6 Regiões com Taxas Médias de Crescimento da Eficiência Técnica abaixo da Média da Federação Brasileira no período de 1996-1998

Regiões com Taxas de Crescimento da Eficiência Técnica abaixo das Regiões da Federação Brasileira no Período de 1996-1998				
Região	Eficiência em 1996	Eficiência em 1997	Eficiência em 1998	Taxa Média de Aumento 1996-1998
Governo do Estado do Ceará	0,540	0,559	0,578	3,48%
Governo do Município de Goiânia	0,584	0,603	0,620	3,02%
Governos do Município de Porto Velho	0,590	0,608	0,625	2,97%
Governo do Estado do Goiás	0,592	0,610	0,628	2,95%
Governo do Estado de Minas Gerais	0,594	0,612	0,629	2,93%
Governo da RM de Porto Alegre	0,604	0,621	0,638	2,84%
Governo do Estado de Rondônia	0,616	0,633	0,650	2,73%
Governo do Município de Florianópolis	0,646	0,663	0,678	2,45%
Governo do Estado do Rio Grande do Sul	0,652	0,668	0,684	2,40%
Governo do Estado do Rio de Janeiro	0,656	0,672	0,688	2,36%
Governo da RM de Curitiba	0,681	0,696	0,711	2,15%
Governo do Estado de Santa Catarina	0,691	0,706	0,720	2,07%
Governo da RM de São Paulo	0,755	0,768	0,779	1,57%
Governo do Estado do Paraná	0,898	0,904	0,909	0,59%
Governo do Estado do Distrito Federal	0,957	0,960	0,962	0,24%
Governo do Estado de São Paulo	0,968	0,970	0,972	0,18%
Média	0,483	0,502	0,521	3,83%

Como a tabela 7 ilustra, a variação da eficiência de escala embora presente não contribui muito para a variação da PTF, assim como ocorre com a eficiência alocativa. Sendo assim, pode-se perceber que a variação da PTF se dá devido à eficiência técnica, ou seja, a produtividade dos fatores no caso do ensino público está muito mais relacionada a questões gerenciais e qualitativas do que à quantidade de insumos, ao porte da instituição, etc.

Já a tabela 8 traz a interessante constatação de que o aumento de eficiência técnica do ensino público em 1998 foi significativamente menor do que em 1997 na maioria dos casos.

O FUNDEF (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério) foi implantado, nacionalmente, em 1º de janeiro de 1998, quando passou a vigorar um novo sistema de redistribuição dos recursos destinados ao Ensino Fundamental.



A Constituição de 1988 vincula 25% das receitas dos Estados e Municípios à Educação. Com a Emenda Constitucional nº 14/96, a qual instituiu o FUNDEF, 60% desses recursos são direcionados ao Ensino Fundamental. O FUNDEF introduziu novos critérios de distribuição e utilização de 15% dos principais impostos de Estados e Municípios, promovendo a sua partilha de recursos entre o Governo Estadual e seus municípios, de acordo com o número de alunos atendidos em cada rede de ensino.

Devido aos resultados e hipóteses acima, intenciona-se realizar um novo estudo, abrangendo um maior período de análise, com um maior aprofundamento do sistema FUNDEF, para medir se a criação deste sistema teve algum impacto na eficiência das regiões. Infelizmente neste estudo não foi possível realizar as etapas acima descritas, pois na época da construção do banco de dados as informações necessárias para um maior período de análise não estavam disponíveis.

A tabela 9 evidencia por meio de um *ranking* as regiões que vêm tendo maior variação na PTF, e é interessante a percepção de que seus resultados são extremamente correlacionados com a tabela 5, que por sua vez mostra as regiões com maiores taxas de crescimento da eficiência técnica da Federação Brasileira, o que reforça a afirmação de que a variação na PTF do ensino público é em grande parte atribuída à eficiência técnica.



Tabela 7 Variação da Produtividade Total no Ensino Público no período de 1996-1998

Variação da Produtividade Total do Ensino Público de 1996-1998				
Região	du/dt	Variação Média de ES	Variação Média de EA	Variação da PTF
Governo do Estado de Rondônia	-2,691%	-0,016%	-0,038%	2,420%
Governo do Estado do Acre	-6,124%	0,043%	-0,011%	5,939%
Governo do Estado do Amazonas	-5,103%	0,018%	-0,005%	4,899%
Governo do Estado de Roraima	-4,794%	-0,022%	-0,205%	4,351%
Governo do Estado do Pará	-4,369%	0,067%	0,008%	4,228%
Governo do Estado do Amapá	-4,502%	-0,024%	0,003%	4,265%
Governo do Estado do Tocantins	-3,897%	-0,083%	0,053%	3,651%
Governo do Estado do Maranhão	-6,411%	-0,075%	0,031%	6,150%
Governo do Estado do Piauí	-7,355%	0,045%	0,006%	7,190%
Governo do Estado do Ceará	-3,420%	0,031%	0,002%	3,236%
Governo do Estado do Rio Grande do Norte	-6,201%	0,024%	0,025%	6,034%
Governo do Estado da Paraíba	-8,611%	0,023%	-0,169%	8,248%
Governo do Estado do Pernambuco	-3,864%	0,023%	0,003%	3,673%
Governo do Estado de Alagoas	-6,932%	-0,028%	0,058%	6,745%
Governo do Estado de Sergipe	-5,712%	-0,064%	-0,020%	5,412%
Governo do Estado da Bahia	-4,841%	0,119%	-0,087%	4,655%
Governo do Estado de Minas Gerais	-2,889%	0,083%	0,016%	2,771%
Governo do Estado do Espírito Santo	-4,244%	0,188%	-0,003%	4,212%
Governo do Estado do Rio de Janeiro	-2,333%	0,034%	0,017%	2,168%
Governo do Estado de São Paulo	-0,179%	0,038%	0,003%	0,003%
Governo do Estado do Paraná	-0,593%	0,038%	-0,043%	0,371%
Governo do Estado de Santa Catarina	-2,050%	0,307%	0,052%	2,193%
Governo do Estado do Rio Grande do Sul	-2,368%	-0,024%	0,027%	2,154%
Governo do Estado do Mato Grosso do Sul	-4,504%	0,007%	0,003%	4,297%
Governo do Estado do Mato Grosso	-5,017%	0,004%	0,007%	4,812%
Governo do Estado do Goiás	-2,904%	0,009%	0,011%	2,707%
Governo do Estado do Distrito Federal	-0,240%	0,005%	-0,039%	-0,011%
Governos do Município de Porto Velho	-2,927%	0,119%	-0,006%	2,824%
Governo do Município de Rio Branco	-4,752%	-0,013%	-0,003%	4,519%
Governo do Município de Manaus	-5,872%	0,112%	-0,174%	5,594%
Governo da RM de Belém	-4,617%	0,125%	-0,536%	3,989%
Governo do Município de Palmas	-4,976%	0,057%	-0,023%	4,794%
Governo do Município de São Luís	-5,425%	0,048%	0,006%	5,261%
Governo do Município de Teresina	-5,996%	0,073%	-0,108%	5,744%
Governo do Município de Fortaleza	-4,188%	0,139%	-0,099%	4,012%
Governo do Município de Natal	-6,338%	0,066%	0,048%	6,235%
Governo do Município de João Pessoa	-7,162%	0,141%	-0,089%	6,998%
Governo da RM de Recife	-4,530%	0,047%	0,011%	4,371%
Governo do Município de Maceió	-6,490%	0,098%	0,054%	6,425%
Governo do Município de Aracaju	-5,007%	0,012%	-0,035%	4,767%
Governo da RM de Salvador	-4,371%	0,099%	0,046%	4,299%
Governo da RM de Belo Horizonte	-4,650%	0,191%	0,048%	4,673%
Governo da RM de Vitória	-5,452%	-0,142%	-0,005%	5,089%
Governo da RM do Rio de Janeiro	-3,842%	0,027%	0,010%	3,662%
Governo da RM de São Paulo	-1,554%	-0,206%	0,013%	1,145%
Governo da RM de Curitiba	-2,130%	0,015%	0,027%	1,955%
Governo do Município de Florianópolis	-2,421%	0,037%	-0,001%	2,239%
Governo da RM de Porto Alegre	-2,800%	0,069%	0,016%	2,668%
Governo do Município de Campo Grande	-5,613%	0,154%	0,013%	5,564%
Governo do Município de Cuiabá	-5,136%	0,152%	0,016%	5,087%
Governo do Município de Goiânia	-2,979%	0,134%	-0,010%	2,887%
Média	-3,758%	0,046%	-0,021%	3,566%

Tabela 8 Variação Anual (%) da Eficiência Técnica do Ensino Público no Período de 1996-1998

Variação Anual (%) da Eficiência Técnica do Ensino Público no Período de 1996-1998						
Região	Eficiência em 1996	Eficiência em 1997	Eficiência em 1998	Aumento de Eficiência em 1997	Aumento de Eficiência em 1998	Taxa Média de Aumento da Eficiência 1996-1998
Governo do Estado da Paraíba	0,212	0,231	0,252	9,27%	8,72%	8,99%
Governo do Estado do Piauí	0,266	0,286	0,308	7,87%	7,40%	7,63%
Governo do Município de João Pessoa	0,275	0,296	0,317	7,65%	7,20%	7,43%
Governo do Estado de Alagoas	0,287	0,308	0,329	7,40%	6,96%	7,18%
Governo do Município de Maceió	0,310	0,332	0,353	6,91%	6,50%	6,70%
Governo do Município de Natal	0,319	0,340	0,362	6,74%	6,34%	6,54%
Governo do Estado do Maranhão	0,315	0,336	0,358	6,82%	6,42%	6,62%
Governo do Estado do Rio Grande do Norte	0,327	0,348	0,370	6,59%	6,20%	6,40%
Governo do Estado do Acre	0,331	0,353	0,375	6,51%	6,12%	6,32%
Governo do Município de Teresina	0,339	0,361	0,382	6,37%	5,99%	6,18%
Governo do Município de Manaus	0,347	0,368	0,390	6,23%	5,87%	6,05%
Governo do Município de Campo Grande	0,363	0,385	0,407	5,95%	5,60%	5,77%
Governo do Estado de Sergipe	0,357	0,379	0,400	6,06%	5,70%	5,88%
Governo do Município de São Luís	0,376	0,398	0,419	5,74%	5,41%	5,57%
Governo da RM de Vitória	0,374	0,396	0,417	5,77%	5,43%	5,60%
Governo do Município de Cuiabá	0,396	0,418	0,439	5,43%	5,11%	5,27%
Governo do Estado do Amazonas	0,398	0,420	0,441	5,39%	5,08%	5,24%
Governo do Estado do Mato Grosso	0,405	0,426	0,447	5,30%	4,99%	5,14%
Governo do Município de Palmas	0,408	0,429	0,450	5,26%	4,95%	5,10%
Governo do Município de Aracaju	0,405	0,427	0,448	5,29%	4,98%	5,13%
Governo da RM de Belo Horizonte	0,432	0,454	0,474	4,90%	4,62%	4,76%
Governo do Estado da Bahia	0,418	0,439	0,460	5,11%	4,81%	4,96%
Governo do Município de Rio Branco	0,425	0,446	0,467	5,01%	4,72%	4,87%
Governo da RM de Recife	0,442	0,463	0,484	4,77%	4,49%	4,63%
Governo do Estado de Roraima	0,421	0,443	0,464	5,06%	4,76%	4,91%
Governo da RM de Salvador	0,455	0,476	0,496	4,60%	4,33%	4,47%
Governo do Estado do Mato Grosso do Sul	0,444	0,465	0,486	4,75%	4,47%	4,61%
Governo do Estado do Amapá	0,444	0,465	0,486	4,74%	4,47%	4,61%
Governo do Estado do Pará	0,455	0,476	0,496	4,60%	4,33%	4,47%
Governo do Estado do Espírito Santo	0,465	0,486	0,506	4,47%	4,21%	4,34%
Governo do Município de Fortaleza	0,470	0,491	0,511	4,41%	4,15%	4,28%
Governo da RM de Belém	0,435	0,456	0,477	4,87%	4,58%	4,73%
Governo do Estado do Pernambuco	0,498	0,518	0,538	4,06%	3,82%	3,94%
Governo da RM do Rio de Janeiro	0,500	0,520	0,540	4,03%	3,80%	3,92%
Governo do Estado do Tocantins	0,495	0,515	0,535	4,09%	3,86%	3,97%
Governo do Estado do Ceará	0,540	0,559	0,578	3,58%	3,37%	3,48%
Governo do Município de Goiânia	0,584	0,603	0,620	3,11%	2,93%	3,02%
Governos do Município de Porto Velho	0,590	0,608	0,625	3,06%	2,88%	2,97%
Governo do Estado de Minas Gerais	0,594	0,612	0,629	3,02%	2,84%	2,93%
Governo do Estado do Goiás	0,592	0,610	0,628	3,03%	2,86%	2,95%
Governo da RM de Porto Alegre	0,604	0,621	0,638	2,92%	2,76%	2,84%
Governo do Estado de Rondônia	0,616	0,633	0,650	2,81%	2,65%	2,73%
Governo do Município de Florianópolis	0,646	0,663	0,678	2,52%	2,38%	2,45%
Governo do Estado de Santa Catarina	0,691	0,706	0,720	2,13%	2,01%	2,07%
Governo do Estado do Rio de Janeiro	0,656	0,672	0,688	2,43%	2,29%	2,36%
Governo do Estado do Rio Grande do Sul	0,652	0,668	0,684	2,47%	2,33%	2,40%
Governo da RM de Curitiba	0,681	0,696	0,711	2,22%	2,09%	2,15%
Governo da RM de São Paulo	0,755	0,768	0,779	1,61%	1,52%	1,57%
Governo do Estado do Paraná	0,898	0,904	0,909	0,61%	0,58%	0,59%
Governo do Estado de São Paulo	0,968	0,970	0,972	0,18%	0,17%	0,18%
Governo do Estado do Distrito Federal	0,957	0,960	0,962	0,25%	0,23%	0,24%
Média	0,483	0,502	0,521	3,93%	3,73%	3,83%

Tabela 9 Regiões com Maiores Variações da PTF no Ensino Público nas Regiões Brasileiras no Período de 1996-1998

Regiões com Maiores Variações da PTF no Ensino Público nas Regiões da Federação Brasileira no Período de 1996-1998						
Região	du/dt	Aumento de Eficiência em 1997	Aumento de Eficiência em	Variação Média de ES	Variação Média de EA	Variação da PTF
Governo do Estado da Paraíba	-8,611%	9,27%	18,79%	0,023%	-0,169%	8,248%
Governo do Estado do Piauí	-7,355%	7,87%	15,85%	0,045%	0,006%	7,190%
Governo do Município de João Pessoa	-7,162%	7,65%	15,40%	0,141%	-0,089%	6,998%
Governo do Estado de Alagoas	-6,932%	7,40%	14,87%	-0,028%	0,058%	6,745%
Governo do Município de Maceió	-6,490%	6,91%	13,86%	0,098%	0,054%	6,425%
Governo do Município de Natal	-6,338%	6,74%	13,51%	0,066%	0,048%	6,235%
Governo do Estado do Maranhão	-6,411%	6,82%	13,68%	-0,075%	0,031%	6,150%
Governo do Estado do Rio Grande do Norte	-6,201%	6,59%	13,20%	0,024%	0,025%	6,034%
Governo do Estado do Acre	-6,124%	6,51%	13,03%	0,043%	-0,011%	5,939%
Governo do Município de Teresina	-5,996%	6,37%	12,74%	0,073%	-0,108%	5,744%
Governo do Município de Manaus	-5,872%	6,23%	12,46%	0,112%	-0,174%	5,594%
Governo do Município de Campo Grande	-5,613%	5,95%	11,88%	0,154%	0,013%	5,564%
Governo do Estado de Sergipe	-5,712%	6,06%	12,10%	-0,064%	-0,020%	5,412%
Governo do Município de São Luís	-5,425%	5,74%	11,46%	0,048%	0,006%	5,261%
Governo da RM de Vitória	-5,452%	5,77%	11,52%	-0,142%	-0,005%	5,089%
Governo do Município de Cuiabá	-5,136%	5,43%	10,82%	0,152%	0,016%	5,087%
Governo do Estado do Amazonas	-5,103%	5,39%	10,75%	0,018%	-0,005%	4,899%
Governo do Estado do Mato Grosso	-5,017%	5,30%	10,55%	0,004%	0,007%	4,812%
Governo do Município de Palmas	-4,976%	5,26%	10,46%	0,057%	-0,023%	4,794%
Governo do Município de Aracaju	-5,007%	5,29%	10,53%	0,012%	-0,035%	4,767%
Governo da RM de Belo Horizonte	-4,650%	4,90%	9,75%	0,191%	0,048%	4,673%
Governo do Estado da Bahia	-4,841%	5,11%	10,17%	0,119%	-0,087%	4,655%
Governo do Município de Rio Branco	-4,752%	5,01%	9,97%	-0,013%	-0,003%	4,519%
Governo da RM de Recife	-4,530%	4,77%	9,48%	0,047%	0,011%	4,371%
Governo do Estado de Roraima	-4,794%	5,06%	10,06%	-0,022%	-0,205%	4,351%
Governo da RM de Salvador	-4,371%	4,60%	9,13%	0,099%	0,046%	4,299%
Governo do Estado do Mato Grosso do Sul	-4,504%	4,75%	9,43%	0,007%	0,003%	4,297%
Governo do Estado do Amapá	-4,502%	4,74%	9,42%	-0,024%	0,003%	4,265%
Governo do Estado do Pará	-4,369%	4,60%	9,13%	0,067%	0,008%	4,228%
Governo do Estado do Espírito Santo	-4,244%	4,47%	8,86%	0,188%	-0,003%	4,212%
Governo do Município de Fortaleza	-4,188%	4,41%	8,74%	0,139%	-0,099%	4,012%
Governo da RM de Belém	-4,617%	4,87%	9,67%	0,125%	-0,536%	3,989%
Governo do Estado do Pernambuco	-3,864%	4,06%	8,03%	0,023%	0,003%	3,673%
Governo da RM do Rio de Janeiro	-3,842%	4,03%	7,99%	0,027%	0,010%	3,662%
Governo do Estado do Tocantins	-3,897%	4,09%	8,11%	-0,083%	0,053%	3,651%
Governo do Estado do Ceará	-3,420%	3,58%	7,08%	0,031%	0,002%	3,236%
Governo do Município de Goiânia	-2,979%	3,11%	6,14%	0,134%	-0,010%	2,887%
Governos do Município de Porto Velho	-2,927%	3,06%	6,03%	0,119%	-0,006%	2,824%
Governo do Estado de Minas Gerais	-2,889%	3,02%	5,95%	0,083%	0,016%	2,771%
Governo do Estado do Goiás	-2,904%	3,03%	5,98%	0,009%	0,011%	2,707%
Governo da RM de Porto Alegre	-2,800%	2,92%	5,76%	0,069%	0,016%	2,668%
Governo do Estado de Rondônia	-2,691%	2,81%	5,53%	-0,016%	-0,038%	2,420%
Governo do Município de Florianópolis	-2,421%	2,52%	4,96%	0,037%	-0,001%	2,239%
Governo do Estado de Santa Catarina	-2,050%	2,13%	4,19%	0,307%	0,052%	2,193%
Governo do Estado do Rio de Janeiro	-2,333%	2,43%	4,78%	0,034%	0,017%	2,168%
Governo do Estado do Rio Grande do Sul	-2,368%	2,47%	4,85%	-0,024%	0,027%	2,154%
Governo da RM de Curitiba	-2,130%	2,22%	4,35%	0,015%	0,027%	1,955%
Governo da RM de São Paulo	-1,554%	1,61%	3,16%	-0,206%	0,013%	1,145%
Governo do Estado do Paraná	-0,593%	0,61%	1,19%	0,038%	-0,043%	0,371%
Governo do Estado de São Paulo	-0,179%	0,18%	0,36%	0,038%	0,003%	0,003%
Governo do Estado do Distrito Federal	-0,240%	0,25%	0,48%	0,005%	-0,039%	-0,011%
Média	-3,758%	3,93%	7,81%	0,046%	-0,021%	3,566%

7. Considerações Finais

Esta pesquisa buscou investigar a evolução recente na produtividade no ensino fundamental e médio. Nessa análise, avaliaram-se quais as melhores especificações das funções de produção e a evolução da produtividade total de fatores, e de seus componentes, conforme a metodologia de decomposição proposta por Kumbhakar (2000).

Os resultados, obtidos a partir dos dados das pesquisas anuais de atividade econômica do IBGE (Pnad e Anuário Estatístico), entre os anos de 1996 e 1998, identificaram que a função de Cobb-Douglas é a melhor representação empírica e que o progresso técnico não é significativo na educação pública. A evolução das PTFs estimadas para cada região mostrou que a eficiência técnica é o principal fator determinante na variação da PTF.

Este estudo possibilitou que as regiões fossem comparadas de acordo com seu grau de eficiência além de constatar que as regiões de menor eficiência são as que vêm obtendo taxas de crescimento médias de eficiência maiores.

O modelo estimado mostra também uma idéia intuitiva: a de que a educação é uma atividade trabalho-intensiva. Isso é constatado quando se compara a magnitude das elasticidades de trabalho e capital.

Os resultados obtidos instigam a realização de um novo estudo, abrangendo um maior período de análise além de comparações entre o setor público e privado de ensino.

Bibliografia

- Aigner, D. J. e Chu, S. F. (1968), On Estimating the Industry Production Function, *American Economic Review*, 58, no.4, 826-839.
- Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. e Schmidt, P. (1977), Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models, *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- Álvarez Pinilla, A.(2001), *La Medición de la eficiencia y la Productividad*, Ediciones Pirâmide, Madrid, Espana.
- Banco Mundial (1997): O Estado num mundo em transformação. Relatório *sobre Desenvolvimento Mundial*, Washington, D.C.
- Battese, G. E. e Coelli, T.J. (1992), Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farms in India, *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169.
- Battese, G. E. e Coelli, T.J. (1995), A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data, *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- Coelli, T. J. (1995), Estimators and Hypothesis Tests for a Stochastic Production Function: A Monte Carlo Analysis, *Journal of Productivity Analysis*, 6, 247-268.
- Coelli, T. J. (1996), A Guide to Frontier 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, *CEPA Working Paper*, Center for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale, Australia.
- Eaton, B.,Eaton D. (1995): *Microeconomia*. Editora Saraiva, São Paulo, Brasil.
- Farrel, M. J. (1957), The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A (General), Vol. 120, issue 3.
- Garcia, F. (2003), A Evolução da Produtividade Total Brasileira: Uma Análise do Período Pós-Real, *Séries Relatório de Pesquisa* nº13,/2003, Núcleo de Pesquisas e Publicações EAESP-FGV.
- Giambiagi, F., Além, A. (1999): *Finanças Públicas – Teoria e Prática no Brasil*. Editora Campus, Rio de Janeiro, Brasil.

- Harberger, A. (1978), *Perspectives on Capital Technology in Less Developed Countries* in M.J. Artis and A. R. Nobay (eds.). Contemporary Economic Analysis (London: Croom Helm).
- Kumbhakar, S. C. (2000), Estimation and Decomposition of Productivity Change When Production is Not Efficient, *Econometric Reviews*, 19, 425-460.
- Mankiw, N., Romer, D., Weil, D. (1992): A Contribution to the Empirics of economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, (mai).
- Meeusen, W. e van den Broeck (1977), Efficiency Estimation From Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error, *International Economic Review*, 18, 435-444.
- Musgrave R., Musgrave, P. (1980): *Finanças Públicas – teoria e prática*. Editora Campus, Rio de Janeiro, Brasil.
- Nehru, V. & Dhareshwar (1993), A New database on physical capital stock: sources, methodology and results, *Revista de Análisis Económico*, Vol. 08, nº 01, pp 37-59.
- Pindick, R., Rubinfeld, D. (1998): *Econometric Models and Economic Forecasts*. McGraw-Hill.
- Pnud, *Informe sobre Desarrollo Humano*, 2000. Eletronic adress:<http://www.undp.org>
- Rezende, f. (2001): *Finanças Públicas*. Editora Atlas, São Paulo, Brasil.
- Romer, D. (1996): *Advanced Macroeconomics*. McGraw-Hill.
- Schmidt, P. (1976), On the Statistical Estimation of Parametric Frontier Production Functions, *Review of Economics and Statistics*, 58, 238-239.
- Stevenson, R. (1980), Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation, *Journal of Econometrics*, 13, 57-66.
- Temple, J. (1999): The New Growth Evidence, *Journal of Economic Literature*, (mar).
- World Bank –Latin American and Caribbean Studies, *Closing the gap in education and technology*, 2002. Electronic address: <http://www.worldbank.org>. Chapter5

Fontes Primárias de Dados

Anuário estatístico do IBGE (1996-2000), IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios(1996 -1998), IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.