

ALOCAÇÃO ÓTIMA DO GASTO PÚBLICO POR NÍVEL DE ENSINO E CRESCIMENTO DE RENDA DOS ESTADOS BRASILEIROS

Eduardo Correia de Souza – Insper

Naercio Menezes Filho – Insper e FEA-USP

Resumo

Nesse artigo, procuramos entender melhor a relação entre a alocação ótima dos investimentos em educação pelos estados brasileiros e o crescimento econômico desses estados, inspirados pelo modelo de Aghion et al (2005). Os resultados mostram que, embora os gastos educacionais não tenham impacto significativo, a qualidade do ensino médio tem impacto positivo sobre o crescimento da renda para os estados brasileiros mais próximos à fronteira. Nossas estimativas indicam que os estados com renda relativa maior ou igual a 60,29% da fronteira melhorariam sua performance de crescimento ao realocar qualidade do ensino fundamental para o ensino médio.

Abstract

In this paper, we try to better understand the relation between the optimal allocation of educational investments by the Brazilian states and their economic growth, inspired by Aghion et al's (2005) model. The results show that, although educational expenditures have no significant impact, the quality of high school education has a positive impact on per capita income growth for closer to frontier states. Our estimates indicate that states with per capita relative income equal to or bigger than 60.29% of the frontier would improve their growth performance by reallocating quality from primary to high school education.

Códigos JEL: I25 ; O12 ; O15 ; O54

Palavras-chave: convergência de renda dos estados brasileiros ; alocação dos gastos em educação ; qualidade da educação ; distância à fronteira

1 – Introdução

Este artigo estuda a relação entre a taxa de crescimento da renda *per capita*, a alocação dos gastos públicos entre os diferentes níveis educacionais (fundamental, médio e superior), e a posição dos estados brasileiros no *ranking* nacional de renda, entre 2004 e 2013. Nossos resultados confirmam o que Aghion et al. (2005) haviam obtido para os EUA: estados “longe da fronteira” (ou pobres) crescem mais quando investem mais em ensino básico, e não em ensino avançado; estados “próximos da fronteira” (ou ricos) crescem mais quando investem mais em ensino avançado, e não em ensino básico.

Como se sabe, nos anos 2000 o Brasil fez um considerável esforço na área de educação. A média de anos de escolaridade da população com 15 anos de idade ou mais, da base Barro & Lee, saltou de 6,52 em 2000 para 7,89 em 2010 (crescimento de 21%); enquanto, por exemplo, o Chile passava de 9,07 para 9,78 (crescimento de 7,8%). Já o gasto público com educação, como porcentagem do PIB, passou entre 2000 e 2010 de 3,94% a 5,64%, chegando a 5,91% em 2012; enquanto, por exemplo, o Chile ia de 3,7% a 4,18%, chegando a 4,57% em 2012.¹

Além de outras externalidades sociais positivas associadas à educação, como a redução na violência, era de se esperar que isso tivesse trazido um impulso para o crescimento econômico do Brasil. Afinal, pelo menos desde meados da década de 2000, parece ter se formado um consenso em torno da significância do capital humano na explicação do crescimento da renda *per capita* ou do produto por trabalhador dos países – tomando-se o capital humano seja como um input direto da função de produção, como em Cohen e Soto (2007), seja como um facilitador de adoção de tecnologia, impactando a produtividade total de fatores (PTF), como em Benhabib e Spiegel (2005) e em Madsen, Islam e Ang (2010).²

¹ Ver <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=Education-Statistics:-Education-Expenditure&preview=off#>

² Esse relativo consenso foi precedido por uma controvérsia, no final dos anos 90 e início dos anos 2000, envolvendo erros de medida nas séries de anos de escolaridade em primeiras-diferenças, especificações

É verdade que, de acordo com os World Development Indicators do Banco Mundial, o PIB per capita brasileiro cresceu na década de 2000 a uma taxa média anual superior às das décadas precedentes: 2,47%, contra 1,01% na década de 90, e - 0,32% na “década perdida” de 80; e também superior à taxa média para a América Latina e o Caribe, que foi 1,82%. Contudo, nesse período de 2001 a 2010, crescemos menos que a Argentina (2,97%), que o Chile (2,68%), e consideravelmente menos que o grupo de países de renda média superior (“*upper middle income*”, 5,29%). Além disso, Carrasco, P. de Mello e Duarte (2014) mostram que o crescimento do PIB per capita brasileiro entre 2003 e 2012 foi menor do que o dos países emergentes, e menor do que o do grupo de controle sintético que melhor permitia prever o crescimento brasileiro na década anterior; ao passo que, no quesito “anos de escolaridade”, o Brasil praticamente continuou acompanhando o grupo de controle no período pós-2003.

Sem dúvida, parte desse descompasso entre o desempenho do Brasil em termos de crescimento da renda per capita e em termos de anos de escolaridade é explicada pelo fraco desempenho na acumulação de capital físico e no marco regulatório e instituições em geral.³ Mas uma parte (menos enfatizada) do descompasso também é explicada pela evolução da **qualidade** da educação, e outra parte (ainda menos discutida) cabe à **alocação dos recursos** para educação.

Hanushek e Woessman (2012) mostram que o desempenho dos países latino-americanos nas provas TIMMS (Trends in Mathematics and Science Study), PISA (Programme for International Student Assessment), LLECE (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación) e SERCE (Segundo Estudio Regional Comparativo Explicativo) resolve o aparente paradoxo de fraco crescimento e bom *school attainment* (medido por anos de estudo) da região. Ao mensurarem as habilidades cognitivas dos estudantes e, indiretamente, a qualidade dos sistemas educacionais da região, essas provas colocam a América Latina consistentemente atrás dos países do Leste Asiático, que tiveram uma performance de crescimento muito superior. Já Nakabashi e Salvato (2007) encontram uma relação

inadequadas para a relação entre produto e escolaridade, e a baixa capacidade de prever a acumulação de capital humano no longo prazo a partir de taxas iniciais de matrícula, dentre outros problemas. Para uma boa resenha dessa controvérsia, ver Barbosa Filho e Pessôa (2010)

³ Como de fato apontam Carrasco, P. de Mello e Duarte (2014), sempre utilizando o método do grupo de controle sintético.

positiva entre a taxa de crescimento da renda por trabalhador dos estados brasileiros e uma *proxy* para capital humano que interage anos de escolaridade com um índice de qualidade composto a partir da porcentagem de professores com diploma de graduação, da taxa de aprovação, e do número de estudantes por sala de aula, num painel para os anos 1970, 1980, 1991 e 2000. Ou seja, quer olhemos para países, quer olhemos para os estados brasileiros, parece que é a qualidade da educação, mais do que a simples quantidade medida por anos de estudo, que está associada ao crescimento econômico.

Tomando como medida de qualidade da educação os resultados da prova PISA, é certo que tivemos algum avanço entre 2000 e 2012: no ranking de matemática, passamos da 40ª para a 38ª posição dentre 41 países que fizeram a prova nos 2 anos, com a 2ª maior melhora percentual na nota média na escala (17%). No ranking de ciências, passamos da 40ª para a 38ª posição, com a 7ª maior melhora percentual (7,9%), e em leitura passamos da 38ª para a 37ª posição no ranking, com a 13ª maior melhora percentual (3,5%). Freguglia, Gomes e Haddad (2015) também nos autorizam a ter uma dose de otimismo, no que diz respeito à relação entre gasto público e qualidade da educação: analisando o período entre 2005 e 2009, esses autores encontraram um impacto positivo (ainda que pequeno) dos recursos do Fundef destinados ao ensino fundamental nos municípios brasileiros sobre as notas de Matemática e Português da Prova Brasil nas 4ª e 8ª séries.⁴

Resumindo, temos evidências de que maiores gastos se traduzem (ainda que fracamente) em maior qualidade da educação, e de que maior qualidade da educação se traduz em crescimento econômico (aumento da renda per capita). Comparativamente, sabemos bem menos sobre o impacto da alocação dos gastos entre os diferentes níveis educacionais e o crescimento econômico. Haverá uma alocação ótima (maximizadora de crescimento) que vale para todos os países, ou a alocação ótima depende de características de cada país ?

Supondo retornos decrescentes da escolaridade em cada nível educacional, mas iguais entre países, e usando dados da UNESCO (entre 1960 e 1990) para o custo em cada país de um aluno em cada nível de ensino, Judson (1998) obtém uma medida do desvio entre o que seria a alocação ótima do orçamento total (tomado como exógeno) e a alocação efetiva entre os níveis de ensino. Em seguida, a autora mostra que níveis maiores

⁴ Para os EUA, também parece existir certo consenso quanto a que medidas agregadas como gasto por aluno estão positivamente associadas a medidas de qualidade como desempenho dos alunos em testes padronizados. Para uma boa resenha sobre o assunto, ver Baker (2016)

de dispêndio total em educação somente estão associados a uma maior taxa de crescimento da renda per capita nos países cuja alocação efetiva está próxima da ótima.

É com Vandenbussche et al. (2006) e Aghion et al. (2005) que temos uma *rationale* para o efeito da alocação dos gastos entre os diferentes níveis educacionais sobre o crescimento econômico. Países próximos da fronteira tecnológica mundial dependem da inovação para crescer, e a atividade de inovação é intensiva em capital humano (ou trabalho qualificado). Logo, esses países devem alocar mais recursos para ensino superior e pós-graduação. Já países longe da fronteira podem contar com a imitação e adaptação da tecnologia desenvolvida na fronteira para crescer, e a atividade de imitação/adaptação é intensiva em trabalho não-qualificado. Logo, tais países devem investir mais recursos nos níveis básicos de ensino. Essa hipótese teórica é testada e confirmada num painel de 19 países da OCDE, entre 1960 e 2000 em Vandenbussche et al. (2006), e para os estados dos EUA com coortes de nascimento entre 1947 e 1972 em Aghion et al. (2005).

O presente artigo busca reproduzir os resultados de Aghion et al. (2005) num painel para os estados brasileiros de 2004 a 2013. Dentre outras questões, procuramos responder: será que no Brasil encontramos o mesmo padrão previsto pela teoria? Isto é, será que estados pobres que gastam mais com ensino fundamental apresentam maior crescimento da renda per capita, valendo o contrário para o ensino médio ou superior? Dentro do esforço com educação acima descrito, procuramos entender se com o aumento dos gastos públicos nos anos 2000, os estados brasileiros estão seguindo a estratégia (alocação) maximizadora de crescimento. Ou ainda, se é possível determinar um limiar (“*threshold*”) de renda per capita abaixo do qual os estados deviam concentrar mais seus esforços no ensino fundamental.

Andrade, Maciel e Teles (2011) também aplicaram o modelo de Vandenbussche et al. (2006) ao caso brasileiro. Mas esse trabalho se distingue do nosso em alguns aspectos importantes: em primeiro lugar, ele se aplica às 5 regiões, e não aos 26 estados brasileiros; em segundo lugar, a técnica utilizada não é econométrica como aqui, e sim simulação de um modelo com parâmetros e valores iniciais calibrados a partir de dados do ano 2000. O modelo supõe que gastos adicionais em educação se traduzem em aumento do número de alunos, dado o custo por aluno. Mas, ao contrário do que fazemos aqui, os gastos por nível de ensino são obtidos indiretamente, a partir do gasto total em educação divulgado pelo Tesouro Nacional, e de uma estimativa divulgada por um

relatório da FINEP para o percentual de gastos por nível de ensino. Além disso, Andrade, Maciel e Teles (2011) não utilizam dados de qualidade da educação.⁵

A originalidade do nosso trabalho anda de mãos dadas com a limitação (da série de tempo) de dados: somente a partir de 2004 foi que a Execução Orçamentária dos Estados e Municípios, publicada pelo Tesouro Nacional, passou a detalhar o gasto público por nível de ensino (fundamental, médio e superior). Já para a qualidade dos ensinos fundamental e médio, dispomos dos dados bienais do SAEB a partir de 1995.

Nossos resultados mostram que a alocação dos gastos entre os níveis de ensino pelos estados brasileiros não tem um impacto significativo sobre o crescimento da renda per capita. No entanto, conseguimos confirmar o padrão previsto pela teoria de Aghion et al. (2005) quando consideramos, ao invés dos gastos, a qualidade do ensino (medida pelas notas do IDEB e SAEB para os ensinos fundamental e médio, e ENADE para o superior) – isto é, um ensino fundamental de qualidade é mais importante para estados pobres ou longe da fronteira, etc. Esses resultados mostram-se robustos quando controlamos para o consumo industrial de energia elétrica (*proxy* para acumulação de capital físico comumente utilizada na literatura) e para o benefício médio *per capita* concedido pelo Programa Bolsa Família⁶.

O restante do artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 traz uma breve descrição do modelo teórico de Aghion et al. (2005); a seção 3 apresenta os dados para os estados brasileiros; na seção 4 apresentamos os resultados da estimação do modelo econométrico que utiliza como variável explicativa os gastos por nível de ensino; a seção 5 faz o mesmo utilizando os dados de qualidade; a seção 6 traz uma versão mais robusta da regressão com dados de qualidade, num painel mais longo, além de calcular um limiar de proximidade à fronteira a partir do qual estados “ricos” aumentariam sua taxa de crescimento ao realocar esforços para o ensino médio; a seção 7 conclui.

⁵ Evidentemente, o trabalho de Andrade, Maciel e Teles (2011) também guarda diversas vantagens em relação ao nosso, destacando-se a sofisticação na construção de medidas de capital humano que levam em conta retornos da educação, e a existência de um mecanismo explícito pelo qual o capital humano influencia o crescimento econômico, seja diretamente como um fator de produção, seja indiretamente como um fator responsável pelo aumento na PTF.

⁶ Afinal, é razoável imaginar que o Bolsa Família tenha influenciado o processo de convergência de renda per capita entre os estados brasileiros. Denes, Komatsu e Menezes Filho (2018) encontram um efeito multiplicador dos benefícios do Bolsa Família sobre a renda dos estados.

2 – O Modelo de Aghion et al. (2005)

Esta seção apresenta brevemente o modelo teórico de Aghion *et al* (2005), que fornece uma *rationale* para os testes feitos no presente trabalho. Nesse modelo, a função de produção para os bens finais é dada por:

$$y_t = \left[A_t \cdot \left(u_{f,t}^\beta \cdot s_{f,t}^{1-\beta} \right) \right]^{1-\alpha} \cdot x_t^\alpha \quad (1)$$

Na expressão acima, y_t representa a quantidade do bem final no período t . A variável u representa a quantidade de trabalhadores não qualificados (“*unskilled*”), enquanto que s indica o contingente de trabalhadores qualificados (“*skilled*”), ambos no momento t . Como de costume, A mede a produtividade total dos fatores. Por fim, x representa a quantidade de bem intermediário utilizado para produção do bem final. O subscrito f serve para designar a função de bens finais. Os parâmetros da função são tais que $(\alpha, \beta) \in (0,1) \times [0,1]$.

Enquanto o bem final é ofertado competitivamente, o bem intermediário é ofertado pelo monopolista que detém o conhecimento de como produzir a última geração desse bem, isto é, aquela que está associada ao maior nível de A possível na economia. Dado A_t , a demanda de bem intermediário pelo produtor de bem final é tal que o preço do bem intermediário é igual ao seu produto marginal, ou

$$p_t = \alpha \cdot \left[A_t \cdot \left(u_{f,t}^\beta \cdot s_{f,t}^{1-\beta} \right) \right]^{1-\alpha} \cdot x_t^{\alpha-1} \quad (2)$$

Dada a hipótese de que o custo de produção de uma unidade do bem intermediário é igual a uma unidade do bem final, a escolha do nível de x que maximiza o lucro do monopolista leva a

$$\pi_t = \delta \cdot A_t \cdot \left(u_{f,t}^\beta \cdot s_{f,t}^{1-\beta} \right) \quad (3)$$

, onde $\delta = \frac{1-\alpha}{\alpha} \cdot \alpha^{-\frac{2}{1-\alpha}}$

Isto é, o lucro π é diretamente proporcional ao nível tecnológico A .

O progresso tecnológico, ou seja, o crescimento de A ao longo do tempo, é dado por:

$$A_{t+1} = A_t + \lambda \cdot [u_{m,t+1}^\sigma \cdot s_{m,t+1}^{1-\sigma} \cdot (\bar{A}_t - A_t) + \gamma \cdot u_{n,t+1}^\phi \cdot s_{n,t+1}^{1-\phi} \cdot A_t] \quad (4)$$

Por essa equação, a tecnologia no período subsequente, A_{t+1} , é determinada pelo nível tecnológico atual, A_t , mais o crescimento tecnológico. Por sua vez, o crescimento tecnológico é a soma de dois termos: o primeiro correspondendo à atividade de imitação, indicada por m , e o segundo correspondendo à atividade de inovação, indicada por n .⁷ \bar{A}_t representa a fronteira tecnológica. Pode-se observar que, dado o parâmetro γ , quanto maior a distância da economia em relação à fronteira tecnológica ($\bar{A}_t - A_t$), maior será o impacto dos insumos de trabalho não qualificado (u_m) e qualificado (s_m) alocados em imitação; ao passo que, quanto mais próxima a economia estiver da fronteira, maior o impacto dos insumos de trabalho não qualificado (u_n) e qualificado (s_n) alocados em inovação. Aghion *et al* (2005) também partem da hipótese de que $\phi < \sigma$: a elasticidade em relação ao trabalhador não qualificado é maior na atividade de imitação, e a elasticidade em relação ao trabalhador qualificado é maior na atividade de inovação.

Pela equação (3) acima, vimos que os lucros do monopolista produtor de bem intermediário são proporcionais à produtividade ou nível tecnológico, A . E pela equação

⁷ Levando em conta o fato de que mesmo os estados mais ricos ou “avançados tecnologicamente” do Brasil têm uma produção de patentes incipiente em relação à produção mundial, o leitor pode, alternativamente, chamar “ n ” de atividade de “adaptação” (da tecnologia originada na fronteira mundial à realidade nacional). Assim, os estados brasileiros mais ricos fariam “adaptação”, enquanto os pobres fariam simplesmente “imitação”. Howitt e Mayer-Foulkes (2002) argumentam que, por absorver recursos reais, ter resultados incertos, e elevar o nível tecnológico da economia, a atividade de adaptação pode ser modelada como essencialmente igual à inovação.

(4), que é possível investir trabalho não-qualificado e qualificado nas atividades de imitação e inovação, a fim de promover um aumento em A . Surge então o incentivo para o investimento em P&D. Além disso, por simplicidade, Aghion *et al* (2005) supõem que o fluxo de lucro do monopolista dura um período somente, após o qual uma margem competitiva de imitadores tornam-se aptos a produzir o bem intermediário com a mesma produtividade de ponta. Com isso, o problema do potencial monopolista, no início do período $t + 1$, torna-se escolher $(u_{m,t+1}, s_{m,t+1}, u_{n,t+1}, s_{n,t+1})$ de modo a maximizar a diferença entre o lucro incremental trazido pelo crescimento tecnológico e o custo dos insumos de trabalho:

$$\begin{aligned} \Delta\pi_t - [\text{folha de salários}] &= \delta \cdot (A_{t+1} - A_t) \cdot (u_{f,t}^\beta \cdot s_{f,t}^{1-\beta}) - [(u_{m,t+1} + \\ &u_{n,t+1}) \cdot w_{u,t} + (s_{m,t+1} + s_{n,t+1}) \cdot w_{s,t}] = \delta \cdot \lambda \cdot [u_{m,t+1}^\sigma \cdot s_{m,t+1}^{1-\sigma} \cdot (\bar{A}_t - A_t) + \\ &\gamma \cdot u_{n,t+1}^\phi \cdot s_{n,t+1}^{1-\phi} \cdot A_t] \cdot (u_{f,t}^\beta \cdot s_{f,t}^{1-\beta}) - [(u_{m,t+1} + u_{n,t+1}) \cdot w_{u,t} + (s_{m,t+1} + s_{n,t+1}) \cdot w_{s,t}] \end{aligned} \quad (5)$$

Supondo que existe uma solução interior para esse problema, com tanto imitação quanto inovação sendo realizadas em equilíbrio, as condições de primeira ordem de maximização de (5) implicam

$$\frac{s_n/u_n}{s_m/u_m} = \frac{\sigma \cdot (1-\phi)}{\phi \cdot (1-\sigma)} > 1 \quad , \text{ pois, por hipótese, } \phi < \sigma \quad (6)$$

Ou seja, a atividade de inovação será relativamente intensiva em trabalho qualificado, e então aplica-se o conhecido efeito Rybczynski. Chamemos de $S_{P\&D} = s_m + s_n$ a quantidade de trabalho qualificado alocada em P&D, que somada à quantidade alocada em produção de bens finais dá a dotação total de trabalho qualificado da economia, i.e., $S_{P\&D} + s_f = S$. Analogamente, para o trabalho não-qualificado, $U_{P\&D} = u_m + u_n$, e $U_{P\&D} + u_f = U$. Estamos acostumados a enunciar o efeito Rybczynski da seguinte maneira: diante de um aumento em $S_{P\&D}$ (ou em $S_{P\&D}/U_{P\&D}$), a atividade de inovação deve expandir-se e a atividade de imitação deve contrair-se. Mas aqui devemos pensar no efeito invertido: tudo mais constante, uma expansão da atividade de inovação requer um aumento de $S_{P\&D}$.

Vamos definir $a_t \equiv \frac{A_t}{\bar{A}_t}$, a proximidade do nível tecnológico da nossa economia com relação à fronteira. Ora, pela equação (4) é imediato vermos que à medida que aumenta a (ou cai $\bar{A}_t - A_t$), o crescimento da tecnologia é mais responsivo à atividade de inovação. E, pelo efeito Rybczynski, uma expansão da atividade de inovação deve ser acompanhada de um aumento no trabalho qualificado alocado em P&D. Isso é o que está na base da interação positiva entre a proximidade em relação à fronteira e a oferta total de trabalho qualificado, S , na determinação da taxa de progresso tecnológico (e crescimento da economia):⁸

$$\frac{\partial^2 g_A}{\partial S \partial a} = \frac{\partial g_A / \partial S}{\partial a} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial^2 g_A}{\partial U \partial a} < 0 \quad (7)$$

$$\text{, onde } g_{A,t} \equiv \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t}$$

É a equação (7) que nos dá a predição fundamental do modelo teórico: à medida que a economia se aproxima da fronteira, maior é o impacto da oferta de trabalho qualificado sobre a taxa de crescimento, e menor o impacto da oferta de trabalho não qualificado. A essa predição, a aplicação empírica apenas acrescenta a suposição de que o ensino básico forma trabalho não-qualificado, enquanto o ensino superior forma trabalho qualificado.

3 - Dados

A Tabela 1 abaixo traz a lista das variáveis utilizadas e das respectivas fontes de dados:

⁸ Na verdade, há outros efeitos de equilíbrio geral, envolvendo o custo relativo do trabalho qualificado e sua alocação também na produção de bens finais, que fazem com que a interação fundamental entre a e S seja mais atenuada que a interação entre a e $S_{P\&D}$. Em nome da brevidade da nossa exposição, pedimos ao leitor interessado nisso que se remeta diretamente ao artigo original, Aghion et al. (2005)

| Variável | Explicação | Fonte |
|----------|--|---|
| Gy | Taxa de crescimento da renda per capita real | IBGE - PNAD |
| GFA | Gasto público com ensino fundamental por aluno matriculado | Execução Orçamentária dos Estados e Municípios FINBRA - Tesouro Nacional |
| GMA | Gasto público com ensino médio por aluno matriculado | Execução Orçamentária dos Estados e Municípios FINBRA - Tesouro Nacional |
| GSA | Gasto público com ensino superior por aluno matriculado | Execução Orçamentária dos Estados e Municípios FINBRA - Tesouro Nacional |
| QF1M | Qualidade do Ensino Fundamental 1 (5º ano) em Matemática | SAEB |
| QF1P | Qualidade do Ensino Fundamental 1 (5º ano) em Português | SAEB |
| QF2M | Qualidade do Ensino Fundamental 2 (9º ano) em Matemática | SAEB |
| QF2P | Qualidade do Ensino Fundamental 2 (9º ano) em Português | SAEB |
| QMM | Qualidade do Ensino Médio (3º ano) em Matemática | SAEB |
| QMP | Qualidade do Ensino Médio (3º ano) em Português | SAEB |
| QF | Qualidade do Ensino Fundamental (9º ano) | IDEB |
| QM | Qualidade do Ensino Médio (3º ano) | IDEB |
| QS | Qualidade do Ensino Superior | ENADE - INEP |
| MF | # matriculados no ensino fundamental | Censo Escolar - MEC/Inep |
| ME | # matriculados no ensino médio | Censo Escolar - MEC/Inep |
| MS | # matriculados no ensino superior | Censo Escolar - MEC/Inep |
| PF | Proximidade à fronteira tecnológica (medida pela renda per capita) | IBGE - PNAD |
| PFPatT | Distância à fronteira tecnológica (medida pelo número total de patentes) | INPI |
| PFPatI | Distância à fronteira tecnológica (medida pelo número de patentes de inovação) | INPI |
| CIEE | Consumo Industrial de Energia Elétrica | EPE (Empresa de Pesquisa Energética) |
| FBF | Número de Famílias beneficiadas pelo Bolsa Família | MDS (Ministério do Desenvolvimento Social) |
| VBFB | Valor total do benefício do Bolsa Família | MDS (Ministério do Desenvolvimento Social) |
| VpBF | Valor médio recebido por família, do Bolsa Família | MDS (Ministério do Desenvolvimento Social) |
| IPCA | Variação (%) anual do IPCA | IBGE - Coordenação de Índices de Preços, Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor. |

TABELA 1 – variáveis utilizadas e fontes de dados

Fonte: Elaborada pelos autores

A variável dependente dos modelos que iremos testar, *Gy*, representa a taxa de crescimento da renda real per capita de pessoas com mais de 10 anos de idade. Para obter *Gy*, foram utilizadas informações disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). A primeira variável explicativa que vamos considerar são os gastos, por aluno matriculado, dos governos estaduais e dos governos municipais (somados por estado) com Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior. Como já comentamos na introdução, os dados de gastos discriminados por nível de ensino passaram a ser divulgados pelo Tesouro

Nacional (Finanças do Brasil, FINBRA) somente a partir de 2004. O gráfico 1 abaixo mostra a evolução do gasto médio por aluno matriculado no Brasil, por nível de ensino. Essa média foi obtida somando os gastos reais (em R\$ de 2013) dos estados com os dos municípios de todo o Brasil, e dividindo pelo total de alunos matriculados nas redes estaduais e municipais de ensino.⁹ Os valores de renda per capita e de gastos com ensino foram todos deflacionados utilizando o Índice de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA) divulgado anualmente pelo IBGE, um dos índices de inflação oficial do Brasil.

A Tabela 2 abaixo nos dá uma ideia da distribuição dos gastos por aluno matriculado, por estado e por nível de ensino, reportando uma média dos valores reais (em R\$ de 2013) entre 2004 e 2013.¹⁰

| UF | Ensino Fundamental | Ensino Médio | Ensino Superior |
|----|--------------------|--------------|-----------------|
| AC | 5503 | 241 | 83 |
| AL | 2375 | 1096 | 476 |
| AM | 2159 | 1287 | 384 |
| AP | 5633 | 6012 | 5147 |
| BA | 2373 | 1432 | 1175 |
| CE | 2565 | 2664 | 1093 |
| ES | 3507 | 2554 | 247 |
| GO | 2512 | 192 | 664 |
| MA | 1834 | 760 | 966 |
| MG | 3248 | 1595 | 143 |
| MS | 4158 | 1606 | 946 |
| MT | 3836 | 127 | 320 |
| PA | 2025 | 1742 | 1417 |
| PB | 3176 | 1122 | 1163 |
| PE | 2973 | 1056 | 799 |
| PI | 2732 | 1798 | 374 |
| PR | 3481 | 1622 | 3248 |
| RJ | 4558 | 1657 | 548 |
| RN | 2968 | 1645 | 89 |
| RO | 3759 | 168 | 14 |
| RR | 4605 | 3284 | 591 |
| RS | 3242 | 1281 | 162 |
| SC | 3984 | 1755 | 1392 |
| SE | 2993 | 4602 | 32 |
| SP | 4265 | 1794 | 2970 |
| TO | 3511 | 1438 | 581 |

TABELA 2: gastos reais por aluno matriculado (média 2004-2013)

Fonte: Elaborada pelos autores

⁹ Nesse cômputo, não estão incluídos os gastos com as universidades federais.

¹⁰ Aqui, novamente somamos os gastos dos governos estaduais com os gastos dos governos municipais, por estado. O Distrito Federal foi excluído da nossa análise, pois a renda per capita dessa UF reflete muito mais uma transferência de renda via impostos do que fundamentos ligados ao crescimento econômico.

Para medir a qualidade da educação no ensino básico e fundamental, foi considerado o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), cuja fonte é o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O IDEB obedece a uma escala de zero a dez e é calculado a partir de dois componentes: a taxa de rendimento escolar (aprovação) e as médias de desempenho nos exames padronizados aplicados pelo INEP. Os índices de aprovação são obtidos a partir do Censo Escolar, realizado anualmente pelo INEP e as médias de desempenho utilizadas são as da “Prova Brasil” (para IDEBs de escolas e municípios) e do “Sistema de avaliação da Educação Básica - SAEB” (no caso dos IDEBs dos estados e nacional). A base de dados utilizada considera o desempenho dos alunos de escolas públicas no último ano de cada nível de ensino. Ou seja, para os alunos do ensino fundamental, foram consideradas as notas dos alunos de oitava ou nona série, conforme o ano. Já para os alunos do ensino médio, usamos os dados dos alunos que estão se formando no terceiro ano.

Para os dados de qualidade de educação do ensino superior, o INEP também serviu de base de informação, mas agora através do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE). Tal exame é aplicado no final da graduação e contempla questões que testam o desempenho dos alunos em relação aos conteúdos programáticos previsto nas diretrizes curriculares dos respectivos cursos de graduação, bem como as habilidades e competências em sua formação. Diferente dos indicadores de qualidade do ensino fundamental e básico, para os quais foram considerados os desempenhos dos alunos apenas de escolas públicas, o indicador de desempenho do ENADE contempla as notas de instituições públicas e privadas, por uma limitação dos dados.

O trabalho de Aghion *et al* (2005) tem como uma de suas variáveis principais a distância a que cada estado está da fronteira tecnológica. A fronteira tecnológica é representada pelo estado que tiver, no ano analisado, a maior renda per capita real para pessoas com mais de 10 anos, conforme dados do IBGE. Uma vez definido o estado que representará a fronteira tecnológica de cada ano, a variável que representa a **proximidade à fronteira** é calculada dividindo-se o valor observado em cada estado pelo valor correspondente ao estado que representa a fronteira. Assim sendo, tem-se uma variável para cada estado da federação, que é um número positivo, sempre menor ou igual a 1. Quanto mais próximo de 1, mais perto o estado está da fronteira tecnológica. Na amostra analisada, o estado de São Paulo representou a fronteira tecnológica entre os anos 2004 e 2008, enquanto que entre 2009 e 2011 tal posto foi assumido por Santa Catarina. Quando

analisamos a média aritmética da distância da fronteira no período de 2004 a 2013, naturalmente os estados de São Paulo e Santa Catarina lideram a lista. A Tabela 3 apresenta dados de proximidade da fronteira, taxa de crescimento da renda per capita e qualidade da educação para os estados brasileiros, ordenados do estado mais próximo para o mais distante da fronteira.

Na Tabela 3, a correlação negativa entre a taxa de crescimento da renda per capita e a proximidade à fronteira é uma evidência de convergência de renda entre os estados brasileiros, fato estilizado já amplamente documentado na literatura.¹¹ As demais correlações da TABELA 3 indicam que a qualidade dos níveis fundamental e médio de ensino guarda uma relação mais próxima com o crescimento da renda dos estados do que a qualidade do ensino superior.

¹¹ Ver, por exemplo, o estudo seminal de Ferreira e Ellery Jr. (1996)

| UF | Média da Proximidade à Fronteira (2004-2013) | Média da Taxa Anual de Crescimento da Renda per Capita (2004-2013), em % | Desempenho Médio na Prova do IDEB do Ensino Fundamental (2005-2013) | Desempenho Médio na Prova do IDEB do Ensino Médio (2005-2013) | Desempenho Médio na Prova do ENADE do Ensino Superior (2005-2013) |
|----|--|--|---|---|---|
| AC | 0.62 | 2.79 | 4.01 | 3.29 | 2.96 |
| AL | 0.42 | 5.85 | 2.62 | 2.68 | 2.61 |
| AM | 0.55 | 5.79 | 3.50 | 2.97 | 2.77 |
| AP | 0.61 | 5.21 | 3.48 | 2.82 | 2.20 |
| BA | 0.49 | 7.49 | 2.82 | 2.89 | 2.99 |
| CE | 0.46 | 5.87 | 3.49 | 3.25 | 3.17 |
| ES | 0.77 | 5.05 | 3.72 | 3.28 | 3.14 |
| GO | 0.77 | 6.07 | 3.74 | 3.23 | 2.82 |
| MA | 0.42 | 7.60 | 3.52 | 2.82 | 2.76 |
| MG | 0.74 | 5.93 | 4.09 | 3.57 | 3.22 |
| MS | 0.83 | 6.75 | 3.46 | 3.34 | 2.99 |
| MT | 0.78 | 6.54 | 3.87 | 2.88 | 2.81 |
| PA | 0.50 | 4.79 | 3.04 | 2.68 | 2.71 |
| PB | 0.51 | 6.26 | 2.81 | 2.89 | 3.12 |
| PE | 0.48 | 6.19 | 2.96 | 3.01 | 2.93 |
| PI | 0.47 | 7.34 | 3.26 | 2.68 | 3.10 |
| PR | 0.89 | 5.36 | 3.92 | 3.63 | 3.14 |
| RJ | 0.95 | 3.86 | 3.13 | 3.02 | 2.98 |
| RN | 0.55 | 7.45 | 2.84 | 2.71 | 3.37 |
| RO | 0.66 | 4.43 | 3.42 | 3.31 | 2.65 |
| RR | 0.62 | 6.47 | 3.52 | 3.31 | 2.98 |
| RS | 0.91 | 4.49 | 3.74 | 3.49 | 3.41 |
| SC | 0.97 | 4.79 | 4.26 | 3.74 | 3.10 |
| SE | 0.55 | 6.19 | 2.82 | 2.80 | 2.89 |
| SP | 0.99 | 4.08 | 4.17 | 3.59 | 2.97 |
| TO | 0.60 | 6.39 | 3.72 | 3.22 | 2.56 |

TABELA 3: proximidade à fronteira, taxa de crescimento da renda per capita e qualidade da educação

Fonte: Elaborada pelos autores

4 – Metodologia e resultados

Nosso modelo básico de regressão é:

$$gy_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot GFA_{i,t-4} + \beta_2 \cdot GMA_{i,t} + \beta_3 \cdot GSA_{i,t} + \beta_4 \cdot GFA_{i,t-4} \cdot PF_{i,t-4} + \beta_5 \cdot GMA_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \beta_6 \cdot GSA_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \beta_7 \cdot PF_{i,t-1} + I_i + I_t + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

, sendo $gy_{i,t}$ é a taxa percentual de crescimento da renda real per capita para o estado i , do ano $t-1$ para o ano t . GFA é o gasto real por aluno matriculado no ensino fundamental ; GMA é o gasto real por aluno matriculado no ensino médio ; GSA é o gasto real por aluno matriculado no ensino superior ; PF_{it} é a proximidade do estado i à fronteira (de renda) no ano t ¹²; I_i e I_t são efeitos-fixos de estado e ano, respectivamente. A *rationale*

¹² Para a definição de proximidade à fronteira, ver a seção 3 acima

de cada defasagem é: GFA_{t-4} (e PF_{t-4} na interação com GFA_{t-4}): leva 4 anos, em média, para um aluno no ensino fundamental entrar na PEA aos 15 anos ; PF_{t-1} : captura convergência de renda per capita entre os estados. Note que, dadas a defasagem de 4 anos em GFA e a disponibilidade dos dados de gastos, o painel abarca as taxas de crescimento a partir de 2008, fazendo com que $T = 6$.

Além do básico em (8), também estimamos o **modelo com controles adicionais**:

$$\begin{aligned}
 gy_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 \cdot GFA_{i,t-4} + \beta_2 \cdot GMA_{i,t} + \beta_3 \cdot GSA_{i,t} + \beta_4 \cdot GFA_{i,t-4} \cdot PF_{i,t-4} + \\
 & \beta_5 \cdot GMA_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \beta_6 \cdot GSA_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \beta_7 \cdot PF_{i,t-1} + I_i + I_t + \beta_8 \cdot gCIEE_{i,t} + \\
 & \beta_9 \cdot gVpBF_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}
 \end{aligned} \tag{9}$$

sendo $gCIEE_t$ é a variação percentual no consumo industrial de energia elétrica (per capita) do ano $t-1$ para o ano t . O CIEE é uma *proxy* para o capital físico, ou para sua utilização, assim como Amorim et al (2008) e dos Santos et al (2012) fizeram em seus trabalhos sobre crescimento e convergência de renda aplicados ao caso brasileiro. $gVpBF_t$ é a variação percentual no desembolso per capita do programa Bolsa Família, do ano $t-1$ para o ano t . Na **Tabela 4** abaixo temos os resultados da estimação de (8) e (9), sempre usando a definição de gasto por aluno = (gasto do governo estadual + gasto dos governos municipais do estado) / (alunos matriculados nas redes estadual e municipais do Estado).

**TABELA 4 – Gastos Educacionais, Crescimento, e Proximidade à Fronteira
(2004-2013)**

| Variáveis Explicativas | Variável Dependente | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| | $\Delta\%$ Renda PC | |
| | FE | Fe |
| Gasto EF por Aluno ($t - 4$) | 0.000550 (0.00337) | 0.000417 (0.00328) |
| Gasto EM por Aluno | -0.00339 (0.00230) | -0.00337 (0.00232) |
| Gasto ES por Aluno | -0.00757 (0.00504) | -0.00777 (0.00498) |
| Proxim. Fronteira ($t - 1$) | -138.1*** (14.71) | -138.6*** (15.18) |
| Gasto EF por Aluno ($t - 4$) \times Proxim. Fronteira ($t - 4$) | -0.00482 (0.00438) | -0.00463 (0.00416) |
| Gasto EM por Aluno \times Proxim. Fronteira | 0.00425 (0.00326) | 0.00426 (0.00330) |
| Gasto ES por Aluno \times Proxim. Fronteira | 0.0131 (0.00856) | 0.0134 (0.00842) |
| Consumo Industrial de Energia Elétrica | - | 0.0210 (0.0473) |
| Repasso per Capita do PBF | - | -0.00273 (0.0142) |
| Constante | 100.9*** (10.47) | 103.8*** (13.73) |
| Observações | 156 | 156 |
| R ² | 0.652 | 0.653 |

*Nota: Erros padrão clusterizados por UF entre parênteses.
Significância: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. As regressões foram controladas por efeitos fixos de UF e de Ano.*

Inspecionando a tabela 4, e em termos das expressões (8) e (9) acima, nota-se em primeiro lugar que $\hat{\beta}_7 < 0$: como já amplamente documentado na literatura, os estados brasileiros apresentam convergência de renda *per capita*, sobretudo nos anos 2000. Apesar de um padrão de sinais coerente com Aghion et al. (2005), infelizmente não encontramos significância estatística para os coeficientes associados aos gastos por nível

educacional e às interações desses com a proximidade à fronteira, quando estimamos (8) e (9) agrupando os erros-padrão por unidade da federação¹³. Como se sabe, o *clustering* decorre de uma hipótese de estimação que é praxe no tipo de modelo com dados em painel e efeitos-fixos com o qual estamos trabalhando. No nosso caso, supõe-se que a autocorrelação nos resíduos de regressão é mais forte, ou ainda que apresenta um padrão próprio, dentro de cada unidade de federação.

5 – Qualidade da educação

Diante dos resultados sem significância para os gastos em educação (variável de fluxo), podemos usar como variável explicativa a qualidade da educação (variável de estoque), tendo em mente que a qualidade hoje reflete, dentre outras coisas, os gastos passados e presentes. De fato, uma desvantagem dos dados de gastos é que, pela sua natureza mais descentralizada (pensemos nos gastos declarados dos municípios), eles estão mais sujeitos a erros de medida.

Num primeiro exercício, vamos regredir a taxa anual de crescimento da renda per capita dos estados brasileiros contra a qualidade da educação em cada um dos três níveis (fundamental, médio e superior), sua interação com a distância à fronteira, e controles adicionais, para o mesmo período¹⁴ considerado na estimação de (8) e (9), tabela 4 acima:

$$gY_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot QF_{i,t-1} + \gamma_2 \cdot QM_{i,t} + \gamma_3 \cdot QS_{i,t} + \gamma_4 \cdot QF_{i,t-1} \cdot PF_{i,t-1} + \gamma_5 \cdot QM_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \gamma_6 \cdot QS_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \gamma_7 \cdot PF_{i,t-1} + I_i + I_t + \gamma_8 \cdot gCIEE_{i,t} + \gamma_9 \cdot gVpBF_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

Onde QF_i é a qualidade do ensino fundamental (medida pelo IDEB) no estado i . QM é a qualidade do ensino médio, medida pelo IDEB, e QS é a qualidade do ensino superior,

¹³ Quando utilizamos erros-padrão robustos, mas não clusterizados, obtemos significância para $\hat{\beta}_2$, $\hat{\beta}_5$, $\hat{\beta}_3$ e $\hat{\beta}_6$ – ou seja, para os gastos no ensino médio, no superior, e suas interações com a proximidade à fronteira.

¹⁴ Isto é, com a taxa de crescimento tomada a partir de 2008.

medida pelo ENADE¹⁵. A defasagem para a qualidade do Ensino Fundamental, aqui, é de apenas 1 ano, porque a nota do IDEB é para os alunos do último ano do Fundamental, que têm 14 anos de idade (1 ano para entrar na PEA). Os resultados encontram-se na Tabela 5 abaixo – na primeira coluna, o modelo básico; na segunda coluna, com os controles $gCIEE$ e $gVpBF$.

¹⁵ Como as notas do ENADE têm frequência anual e as do IDEB são bienais, aqui nós anualizamos a série do IDEB tomando, para os anos não disponíveis (t), a média entre a nota do ano anterior ($t - 1$) e a do ano seguinte ($t + 1$).

Tabela 5: Crescimento da Renda, Qualidade do Ensino e Proximidade à Fronteira (IDEB e ENADE anual, 2004-2013)

| Variáveis Explicativas | Variável Dependente | |
|--|----------------------|-----------------------|
| | Δ% Renda PC | |
| | FE | Fe |
| Quali. EF ($t - 1$) | 9.340* (4.746) | 9.790* (4.800) |
| Quali. EM | -28.73*** (3.700) | -28.80*** (3.848) |
| Quali. ES | -7.660** (3.337) | -7.649** (3.398) |
| Proxim. Fronteira ($t - 1$) | -114.8*** (24.13) | -114.5*** (25.01) |
| Quali. EF por Aluno ($t - 1$) × Proxim. Fronteira ($t - 1$) | -12.85* (6.564) | -13.23* (6.714) |
| Quali. EM por Aluno × Proxim. Fronteira | 37.65*** (4.090) | 37.53*** (4.115) |
| Quali. ES por Aluno × Proxim. Fronteira | 14.40*** (4.931) | 14.54*** (5.158) |
| Consumo Industrial de Energia Elétrica | - | 0.0284 (0.0268) |
| Repasse per Capita do PBF | - | 0.000251 (0.00481) |
| Constante | 81.98*** (18.76) | 81.01*** (17.93) |
| Observações | 156 | 156 |
| R ² | 0.942 | 0.943 |

*Nota: Erros padrão clusterizados por UF entre parênteses. Significância: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. As regressões foram controladas por efeitos fixos de UF e de Ano.*

Na tabela 5, a primeira coisa a se reparar é o “padrão trocado” de sinais quando consideramos, de um lado, a qualidade do ensino fundamental e sua interação com a proximidade à fronteira e, de outro lado, as qualidades do ensino médio e superior, e suas respectivas interações. Esse padrão reflete justamente a ideia central do modelo teórico de Aghion et al. (2005), esboçado na seção 2 acima. Aqui, e em termos da equação (10)

acima, temos que o efeito da qualidade do ensino fundamental é a princípio positivo ($\gamma_1 > 0$), mas vai se tornando negativo à medida que o estado (UF) se aproxima da fronteira de renda ($\gamma_4 < 0$). Já para a qualidade dos ensinos médio e superior, temos o contrário: o impacto é a princípio negativo ($\gamma_2 < 0$ e $\gamma_3 < 0$), mas vai se tornando positivo à medida que a UF se aproxima da fronteira de renda ($\gamma_5 > 0$ e $\gamma_6 > 0$).

Para ilustrar, tomando em (10), tal como fazem Aghion et al. (2005), o valor de referência *proximidade à fronteira* = 0.25 para um estado atrasado ou pobre, temos que o impacto marginal da qualidade do ensino fundamental é $\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_4 \cdot 0,25 = 6.48 > 0$. Já para o estado *na fronteira*, esse impacto é $\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_4 \cdot 1 = -3.44 < 0$. Analogamente, para um estado atrasado e pobre, o impacto marginal da qualidade do ensino médio é $\hat{\gamma}_2 + \hat{\gamma}_5 \cdot 0,25 = -19.42 < 0$. Já para o estado *na fronteira*, esse impacto é $\hat{\gamma}_2 + \hat{\gamma}_5 \cdot 1 = 8.73 > 0$. Finalmente, para o ensino superior, os respectivos valores são $\hat{\gamma}_3 + \hat{\gamma}_6 \cdot 0,25 = -4.01 < 0$ e $\hat{\gamma}_3 + \hat{\gamma}_6 \cdot 1 = 6.89 > 0$.

Comparando esse padrão de sinais dos coeficientes estimados com o encontrado por Aghion et al. (2005) para os EUA, temos que em ambos os países o impacto marginal do gasto no ensino superior é positivo para o crescimento dos estados próximos à fronteira, e negativo para os estados longe da fronteira. Já para o gasto no ensino médio, o efeito positivo é para os estados próximos à fronteira no Brasil e para os estados longe da fronteira nos EUA – o que parece fazer sentido, tendo em vista nosso relativo atraso tecnológico e a ainda incompleta universalização do ensino médio.

Um aspecto aparentemente polêmico nos resultados que acabamos de encontrar para o caso brasileiro é que aumentar a qualidade do ensino fundamental prejudicaria o crescimento de um estado próximo à fronteira. Isso talvez pareça contra-intuitivo, ainda mais quando temos em mente que um ensino fundamental de qualidade se reflete, até certo ponto, num ensino médio de qualidade, dada a progressão dos alunos entre esses dois níveis. Contudo, Aghion et al. (2005) nos advertem que, aqui, é importante a noção de uma *realocação*, na margem, dos esforços educacionais entre os níveis de ensino, dado um esforço total. No caso, um aumento na qualidade do ensino fundamental seria feito à custa de uma redução na qualidade do ensino médio, o que seria benéfico em termos de crescimento para os estados pobres, e prejudicial aos estados ricos.

6 – Robustez

6.1 – Analisando um painel mais longo

Os resultados das tabelas 4 e 5 acima padecem de um problema típico de testes de beta-convergência ou regressões de Barro. Note que em (10) a variável dependente é a taxa de crescimento da renda per capita do estado i , dada por: $g_{yit} = (y_{it} - y_{it-1})/y_{it-1}$. Ao passo que, do lado direito das equações, temos a proximidade à fronteira do estado i no período inicial, dada por: $PF_{it-1} = y_{it-1}/MÁXy_{t-1}$. Ou seja, uma parte da variável dependente aparece do lado direito da equação, defasada. Segundo Islam (1995), isso faz com que o estimador de mínimos quadrados com efeitos-fixos seja assintoticamente inconsistente, a menos que o número de anos do painel (T) seja suficientemente longo. Ora, essa é uma limitação insuperável dos dados de gastos por nível educacional por estado e município brasileiros, que estão disponíveis somente a partir de 2004. A mesma limitação se apresenta nas séries de qualidade da educação medida pelo IDEB e pelo ENADE, que têm início respectivamente em 2005 e 2004. Por esse motivo, nesta seção reestimamos os modelos de regressão usando apenas as notas do SAEB, disponíveis desde 1995.

Dada a frequência bienal dos dados do SAEB (Sistema de avaliação da Educação Básica), nosso modelo básico com qualidade da educação é:

$$gyb_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot QF_{i,t-2} + \gamma_2 \cdot QM_{i,t} + \gamma_3 \cdot QF_{i,t-2} \cdot PF_{i,t-2} + \gamma_4 \cdot QM_{i,t} \cdot PF_{i,t} + \gamma_5 \cdot PF_{i,t-2} + I_i + I_t + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

Onde $gyb_{i,t} = (y_{it} - y_{it-2})/y_{it-2}$ é a taxa de crescimento bienal do estado i ; QF_i é a qualidade do ensino fundamental (média das notas de português e de matemática do SAEB) no estado i ; QM é a qualidade do ensino médio ((média das notas de português e de matemática do SAEB). A defasagem para a qualidade do Ensino Fundamental, aqui, é de apenas um biênio, porque a nota do SAEB utilizada é a dos alunos do último ano do

Fundamental, que têm 14 anos de idade (1 ano para entrar na PEA). Na **Tabela 6** abaixo temos os resultados da estimação de (11):

Tabela 6: Crescimento da renda, Qualidade do ensino e Proximidade à fronteira (SAEB bienal, 1995-2013)

| Variáveis Explicativas | Variável Dependente: $\Delta\%$ Renda per Capita Bienal | |
|---|--|---------------------------|
| | FE | Fe |
| Proximidade à Fronteira ($t - 2$) | -1.677*** (0.0849) | -1.572*** (0.373) |
| Qualidade do EM | -0.00377*** (0.000294) | -0.00375*** (0.000307) |
| Proximidade à Fronteira \times Qualidade do EM | 0.00623*** (0.000312) | 0.00622*** (0.000316) |
| Qualidade do EF2 ($t - 2$) | - | -0.000160 (0.00102) |
| Proximidade à Fronteira ($t - 2$) \times Qualidade do EM ($t - 2$) | - | -0.000447 (0.00150) |
| Constante | 1.068*** (0.0925) | 1.105*** (0.233) |
| Observações | 233 | 233 |
| R ² | 0.959 | 0.959 |

*Nota: Regressões da variação da renda domiciliar per capita (entre t e $t-2$) na qualidade do ensino, controladas por efeitos fixos de UF e de ano. Amostra de UFs, exceto o Distrito Federal, entre 1995 e 2013. Variável de proximidade à fronteira definida como a razão entre a renda per capita média da UF em um ano e o máximo entre as médias de renda per capita das UFs no mesmo ano. Erros padrão clusterizados por UF entre parênteses. Significância: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.*

O padrão encontrado na tabela 6 confirma alguns resultados que já nos eram familiares: convergência de renda para os estados brasileiros (coeficiente negativo associado à variável “proximidade à fronteira em $t - 2$ ”), com a qualidade do ensino médio associada a maior crescimento para os estados próximos da fronteira. Uma

constatação diferente da tabela 5 é a falta de significância da qualidade do ensino fundamental no painel de dados mais longo, sugerindo que para os estados pobres o processo de convergência de renda teria ocorrido “espontaneamente”, ou melhor, sem influência da educação. Já para os estados brasileiros mais ricos, o ensino médio teria contribuído para o crescimento.

6.2 – Exploiting (Brazilian) states’ mistakes:

Segundo Aghion et al. (2005), é sempre possível, nalgum período, encontrar estados alocando “errado” seus esforços ou recursos entre os diferentes níveis educacionais – daí a expressão “states’ mistakes”. Aqui, com base nas estimativas da tabela 6 acima (SAEB bienal, 1995-2013), vamos calcular o limiar (*threshold*) de proximidade à fronteira a partir do qual a qualidade do ensino médio passa a ter, na margem, impacto positivo sobre a taxa de crescimento da renda per capita dos estados brasileiros.

Para o caso do ensino médio calculamos o *threshold* PF_M^* :

$$\frac{\partial gyb_i}{\partial QM_i} = \gamma_2 + \gamma_4 \cdot PF_{i,t} = 0 \Rightarrow PF_M^* = -\frac{\hat{\gamma}_2}{\hat{\gamma}_4} \quad (12)$$

Usando as estimativas da TABELA 6, obtemos $PF_M^* = 0,6029$: ou seja, os estados com renda relativa maior ou igual a 60,29% da fronteira melhorariam sua performance de crescimento ao realocar qualidade para o ensino médio. Inspeccionando a Tabela 3, vemos que isso se aplica a 14 dos 26 estados brasileiros!¹⁶

¹⁶ Inspeccionando a TABELA 3, temos os seguintes estados com $PF > 60,29\%$, em média, para o período 2004-2013: AC, AP, ES, GO, MT, MS, MG, PR, RJ, RS, RO, RR, SC, SP.

7 – Conclusões

Nesse artigo, procuramos entender melhor a relação entre a alocação de gastos e qualidade da educação entre os diferentes ciclos pelos estados brasileiros e os resultados em termos de crescimento econômico, inspirados pelo modelo de Aghion et al (2005). Os resultados mostraram que, embora os gastos não tenham impacto significativo, a qualidade do ensino médio tem impacto positivo sobre o crescimento dos estados brasileiros mais próximos à fronteira. Com base em nossas estimativas, os estados com renda relativa maior ou igual a 60,29% da fronteira melhorariam sua performance de crescimento ao realocar qualidade para o ensino médio.

REFERÊNCIAS

Aghion, P.; L. Boustan; C. Hoxby; Vandenbussche, J. (2005). Exploiting States' Mistakes to Identify the Causal Impact of Higher Education on Growth, NBER conference paper

Aghion P, Meghir C, Vandenbussche J. Distance to Frontier, Growth, and the Composition of Human Capital. *Journal of Economic Growth*. 2006.

Ang., J.B., Jakob B. Madsen, Md. Rabiul Islam. Catching up to the technology frontier: the dichotomy between innovation and imitation. *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economique*, Vol. 43, No.4 (November / novembre 2010), pp. 1389-1411

AMORIM, Airton Lopes et al. Crescimento Econômico e Convergência de Renda nos Estados Brasileiros: Uma Análise a partir dos Grandes Setores da Economia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 39, nº 3, jul-set. 2008

Andrade, J., P. J. Maciel e V. K. Teles. Educação e Crescimento Regional no Brasil. ANPEC 2011

Baker, Bruce D. Does Money Matter in Education ? Albert Shanker Institute, 2016

Barbosa Filho, Fernando de Hollanda e Samuel Pessôa. Educação e Crescimento: o que a evidência empírica e teórica mostra ? *Revista EconomiA*, 2010

Benhabib, J. & Spiegel, M. (2005). Human capital and technology diffusion. In Aghion, P. & Durlauf, S., editors, *Handbook of Economic Growth*, chapter 13, pages 935–966. North Holland. Volume 1A.

Carrasco, P. de Mello e Duarte. A Década Perdida: 2003 – 2012. Texto para discussão 626, Departamento de Economia, PUC Rio, 2014

Cohen, D. & Soto, M. (2007). Growth and human capital: Good data, good results. *Journal of Economic Growth*, 12:51–76.

Denes, G., Komatsu, B e Menezes-Filho, N. (2018). Uma Avaliação dos Impactos Macroeconômicos e Sociais de Programas de Transferência de Renda nos Municípios Brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, vol 72 (3).

DOS SANTOS, Ricardo Bruno Nascimento et al. Crescimento Econômico e Clubes de Convergência nos Municípios Mineiros: Uma Análise com Modelo Threshold. *Economia*, Vol.13, No.2, 365–383, mai/ago. 2012

Ferreira, Pedro Cavalcanti Gomes, e Roberto Ellery Jr. CONVERGÊNCIA ENTRE A RENDA P ER-CAPITA DOS ESTADOS BRASILEIROS. *R. de Econometria Rio de Janeiro* v. 16, nº 1, pp.83-103 Abril 1996

Freguglia, R., M. Haddad e C. Gomes. Public Spending and Quality of Education in Brazil. *LACER LACEA* 2015

Hanushek, E.; Kimko, D. (2000). Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations. *The American Economic Review*, Vol. 90, No.5 pp.1184-1208

Hanushek, E. e L. Woessman, Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics* 99 (2012) 497–512

HOWITT, P. and MAYER-FOULKES, D. R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs. NBER Working Paper 9104, 2002

Islam, N. Growth Empirics: A Panel Data Approach. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, No. 4, Nov. 1995

Judson, R. (1998). Economic Growth and Investment in Education: How Allocation Matters, *Journal of Economic Growth*. 3, pp. 337-359.

Laabas, B.; Kazzak, W.A. (2001) Economic Growth and The Quality of Human Capital, Arab Planning Institute

Nakabashi, L.; Figueiredo, L. (2008). Mensurando os Impactos Diretos e Indiretos do Capital Humano sobre o Crescimento, Economia Aplicada [online], Vol. 12, No. 1, pp. 151-171.

Nakabashi, L.; Salvato, M. (2007). Human Capital Quality in the Brazilian States, Economia, Brasília(DF), v.8, n.2, p.211–229.