

Transbordamentos de Tecnologia e Capacidade de Absorção: Uma Análise para os Estados Brasileiros

Erika Cristina Barbosa de Almeida Ribeiro

*Doutoranda em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF),
Brasil*

Eduardo Gonçalves

Professor Adjunto na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil

Ricardo da Silva Fregulia

Professor Adjunto na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil

Resumo

Diversos trabalhos discutem os determinantes do crescimento e a existência de convergência de renda. Mais recentemente, alguns estudos incorporaram nessa discussão os transbordamentos de tecnologia através do comércio. O presente trabalho busca analisar o impacto dos transbordamentos de tecnologia por meio do comércio internacional de países doadores da OECD para estados brasileiros. Ademais, busca verificar se a capacidade de absorção e o atraso relativo influenciam a taxa de crescimento estadual. Os principais resultados indicam que os transbordamentos de tecnologia impactam positivamente o crescimento econômico dos estados.

Palavras-chave: Convergência, Transbordamentos de P&D, Comércio Internacional, Capacidade de Absorção

Classificação JEL: R11, F43, O30

Abstract

Several works discuss the determinants of economic growth and the existence of income convergence. More recently some studies have introduced in this discussion the absorptive capacity and the knowledge spillovers mediated by international trade. This paper seeks to examine the impact of trade-related international knowledge spillovers from five R&D intensive OECD “donor” economies to Brazilian states. Moreover, the paper aims to test whether the absorptive capacity and relative backwardness exert influence on the rates of economic growth. The main results indicate that R&D spillovers stemming from OECD “donor” economies impact positively the economic growth.

1. Introdução

Ao longo do tempo, muitos economistas desenvolveram trabalhos sobre crescimento econômico e convergência de renda. Já nas últimas décadas, o comércio internacional foi ganhando importância nessa discussão, sendo considerado como um dos principais canais de transferência de tecnologia. Entretanto, qual será o impacto destes transbordamentos internacionais de tecnologia sobre a dinâmica de crescimento dos estados brasileiros? Os benefícios positivos do comércio internacional dependem da capacidade de absorção? O atraso relativo intensifica a influência dos transbordamentos (*spillovers*) sobre o crescimento? São esses pontos que, além da hipótese tradicional de convergência de renda, o presente trabalho busca analisar.

O trabalho seminal de Solow (1956) sobre crescimento econômico deu origem a uma série de estudos a esse respeito. Na tentativa de endogeneizar o crescimento, Romer (1990) incorporou ao modelo características específicas às regiões como, por exemplo, capital humano e força de trabalho utilizada na produção de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Mais recentemente, a influência dos transbordamentos de conhecimento tecnológico (principalmente dos gastos em P&D) sobre o crescimento também tem sido objeto de análise em diversos estudos. Por definição, os transbordamentos de conhecimento ocorrem quando a atividade inventiva não é plenamente apropriável, ou seja, os esforços de P&D implementados por alguns agentes econômicos geram externalidades positivas que afetam as decisões de outros agentes (OECD 1992). O comércio internacional de bens e serviços se apresenta como um importante canal de transbordamento de tecnologia, pois proporciona transferência de tecnologia incorporada em bens. Ou seja, o comércio internacional permite a transferência de conhecimento tecnológico novo oriundo de gastos de P&D, que pode ser assimilado e copiado pelas regiões importadoras, de acordo com a capacidade de absorção do agente receptor, a exemplo da experiência asiática (Amsden 1989; Kim 2006). Como afirmam Hall et alii (2010), o transbordamento de conhecimento é muito relevante para o crescimento e o desenvolvimento econômicos, pois repousa na ideia de que sua ocorrência é base para maior criação e difusão de conhecimento. Estudos como os de Coe e Helpman (1995) e de Falvey et alii (2007) são exemplos de trabalhos internacionais que analisam os impactos dos transbordamentos de P&D por meio do comércio exterior sobre o crescimento econômico.

A literatura referente ao impacto dos transbordamentos de tecnologia sobre o crescimento é extensa no mundo, mas muito pouco explorada no Brasil. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo examinar a influência dos transbordamentos de conhecimento sobre o crescimento, bem como verificar se a capacidade de absorção e o atraso relativo intensificam, ou até mesmo, modificam essa influência.

* Recebido em fevereiro de 2011, aprovado em abril de 2012.

E-mail addresses: erikaalmeidari@gmail.com, eduardo.goncalves@ufjf.edu.br, ricardo.freguglia@ufjf.edu.br

Espera-se que quanto maior for o grau de escolaridade de uma região, maior será sua capacidade de absorver a tecnologia incorporada nos bens importados. Já em relação ao atraso relativo, acredita-se que, quanto menor a renda da região, mais distante ela estará da fronteira tecnológica e, portanto, maior será a quantidade de tecnologia passível de ser absorvida.

Para testar o impacto dos transbordamentos de tecnologia de países doadores (Estados Unidos, Japão, Reino Unido, Alemanha e França), será construída uma *proxy*, baseada nas importações de bens de capital e no gasto em P&D realizados pelos países supracitados. Assim, quanto maior for a importação desses tipos de bens e/ou quanto maior for o gasto em P&D dos países doadores, maior será o transbordamento de tecnologia para os estados brasileiros.

A análise é conduzida para os 26 estados brasileiros mais o Distrito Federal, entre os anos 1990 e 2004. Utilizando a metodologia de painel dinâmico, os principais resultados indicam que os transbordamentos de conhecimento impactam positivamente o crescimento.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção dois apresenta uma breve revisão da literatura sobre os determinantes internos e externos do crescimento. As Seções três, quatro e cinco apresentam, respectivamente, a especificação empírica do modelo, a metodologia e a análise descritiva dos dados. Finalmente, na Seção seis são apresentados os resultados.

2. Revisão da Literatura

Nessa seção será feita uma breve revisão de literatura referente aos estudos sobre crescimento econômico, transbordamentos de tecnologia e capacidade de absorção.

2.1. *Crescimento econômico*

Os estudos a respeito do crescimento econômico são de interesse dos economistas há muito tempo. Em 1956, Solow desenvolveu um trabalho que deu origem aos Modelos de Crescimento Neoclássicos. Na versão mais simples do seu modelo, que considera a produção como função apenas do estoque de capital e de trabalho, Solow (1956) considera que o progresso tecnológico constante e exógeno é a variável que explica o crescimento. Trabalhos empíricos, como o de Abramovitz (1986), encontram que a maior parte do crescimento é explicada por fatores não modelados, o chamado resíduo de Solow.

Baseado na Teoria de Crescimento Neoclássico que teve origem com o estudo de Solow (1956) citado acima, Baumol (1986) desenvolve um trabalho empírico e encontra convergência de renda absoluta entre os países da sua amostra. Uma das principais razões para isto seria a lei dos rendimentos decrescentes, que implicaria em uma menor remuneração do capital onde ele fosse mais abundante.

A partir daí, foram feitos vários outros estudos na tentativa de explicar o crescimento de forma mais eficiente, tornando o resíduo de Solow cada vez menor.

Um dos pontos que se tornou foco de discussões é o fato de se considerar que o crescimento econômico seria explicado por fatores exógenos ao modelo. Na tentativa de relaxar essa forte premissa, surgem no cenário acadêmico as chamadas novas Teorias de Crescimento Endógeno. Tais estudos têm como alguns dos seus principais representantes Lucas (1988) e Romer (1990), que tentam endogenizar a tecnologia.

Na contramão das Teorias de Crescimento Endógeno, Mankiw et alii (1992), utilizando também como base o modelo de Solow (1956), desenvolvem o modelo de Solow Ampliado. Tal modelo, apesar de não endogeneizar o crescimento econômico, passa a incluir outras variáveis à análise como, por exemplo, o capital humano. Nessa abordagem, portanto, outras características, além do estoque de capital e da força de trabalho, começam a ser focadas e a convergência de renda passa a ser analisada condicionalmente, ou seja, cada região convergiria para o seu próprio *steady state*. Assim, só haveria convergência entre as regiões que apresentassem características específicas como, por exemplo, níveis iguais de capital humano e de investimento. Cabe ressaltar que os autores desconsideram o fator “capacidade de absorção”, dado que a tecnologia seria um bem público. Dessa forma, o capital humano afetaria o produto apenas através da melhora do nível de habilidades dos trabalhadores (Mankiw et alii 1992).

Segundo ÓHuallacháin e Leslie (2005), os indivíduos e as sociedades poderiam investir em educação e treinamento profissional para adquirirem melhores condições de vida. Ao contrário da Teoria Neoclássica, em que a tecnologia é assumida como um bem público, ou seja, não rival (mais de uma região ou indivíduo poderia usá-la ao mesmo tempo) e não excludente (uma vez publicado, o conhecimento seria de acesso quase ilimitado), a tecnologia passa a ter um caráter tácito, dado que o uso do conhecimento tecnológico pressupõe que os indivíduos possuam certo nível de habilidade (Verspagem 2005). Dessa forma, para que houvesse transferências de tecnologia de uma região para outra, seria necessário que a região receptora estivesse habilitada a usar esta nova tecnologia (Abramovitz 1986). Tais transferências permitiriam que os modelos apresentassem retornos crescentes de escala. De acordo com ÓHuallacháin e Leslie (2005), a convergência de renda e dos padrões tecnológicos ocorreria caso as regiões fizessem escolhas semelhantes, concernentes à estrutura educacional e às instituições públicas, por exemplo.

Com o objetivo de explicar as tendências de convergência absoluta e entre clubes, foram desenvolvidas algumas teorias como a do *Catch Up*, que explicita o estreitamento do gap de renda e de produtividade entre as regiões (Fagerberg e Godinho 2004). Segundo Barro e Sala-I-Martin (1992), uma das principais causas desse estreitamento seria que os baixos custos de imitação comparados com os custos da inovação permitiriam que as regiões mais pobres alcançassem os níveis tecnológicos das regiões mais desenvolvidas.

Fagerberg e Godinho (2004) apontam que o processo de convergência tende a ocorrer de maneira diferente tanto no decorrer do tempo quanto entre amostras de regiões. Segundo eles, a convergência dependeria de dois fatores: congruência tecnológica e capacidade social. O primeiro se refere às características das regiões menos desenvolvidas que são congruentes com as das regiões mais desenvolvidas. Já

o segundo conceito diz respeito aos esforços e habilidades que as regiões possuem para realizar o processo de *catch up*, como melhoras no sistema educacional e na infraestrutura local. Kang (2002) também argumenta que o processo de *catching up* não ocorreria de maneira automática. Embora o atraso relativo proporcione a possibilidade de maiores taxas de crescimento, para que as taxas de crescimento fossem de fato maiores, seria necessário que a região fosse capaz de absorver os avanços tecnológicos e adaptá-los às suas necessidades.

O presente trabalho se baseará no conceito de convergência condicional. De acordo com este conceito, os países mais ricos poderiam continuar crescendo a taxas mais elevadas, sugerindo a possibilidade de divergência de renda. Entretanto, caso as características das regiões fossem semelhantes, elas convergiriam, no longo prazo, para níveis idênticos.

Assim, a análise da presença ou não de convergência condicional é baseada na equação (1):

$$\ln \left(\frac{y_{i,t+1}}{y_{i,t}} \right) = \alpha + \beta \ln(y_{i,t}) + \theta X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

onde $\ln \left(\frac{y_{i,t+1}}{y_{i,t}} \right)$ representa a variável dependente (taxa de crescimento do PIB *per capita*), $\ln(y_{i,t})$ a variável explicativa relativa à renda *per capita* inicial, X_{it} representa a matriz das variáveis de controle (capital humano e capital físico, por exemplo), $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro aleatório, α representa a constante e, por fim, β e θ indicam os parâmetros que acompanham, respectivamente, a variável y_{it} e a matriz de variável X_{it} , sendo que i representa a região e t o período.

Nesse modelo, um valor negativo para o β indica a existência de convergência condicional, ou seja, a economia, de acordo com as suas características, está caminhando para o seu próprio *steady state*. Dessa forma, pode-se dizer que as economias convergem em renda desde que possuam parâmetros idênticos e que cresçam mais rapidamente quanto maior a sua distância em relação ao seu estado estacionário. A principal conclusão desse modelo é que há a possibilidade de divergência entre as economias.

No Brasil, vários trabalhos foram desenvolvidos para estados. Entretanto, a literatura sobre convergência de renda é ainda muito escassa se forem considerados os efeitos dos transbordamentos de tecnologia. Em relação ao tema, podem-se destacar os seguintes trabalhos que abordam convergência em nível estadual: Ferreira e Ellery Jr (1996), Azzoni (1997), Pôrto Jr e Ribeiro (2000), Silveira Neto e Azzoni (2000), Azzoni et alii (2000), Magalhães et alii (2000), Magalhães (2001), Souza e Pôrto Jr (2002), Nunes e Nunes (2005), Cravo e Soukiazis (2006), Barreto e Almeida (2008), Silveira Neto e Azzoni (2008), Amorim et alii (2008) e Trompieri Neto et alii (2009).

Na sua maioria, os estudos analisam os impactos do capital humano, da taxa de crescimento da população e dos níveis de capital físico sobre o crescimento dos estados. Em geral, são encontradas evidências de convergência de renda. Contudo, nenhum dos trabalhos apresentados acima analisa os impactos da difusão de

tecnologia através do comércio internacional, os quais seriam um dos principais determinantes do crescimento econômico, segundo autores como Keller (2004).

Keller (2004) ainda aponta que a convergência de renda está sobremaneira relacionada à difusão de tecnologia internacional. Uma forte difusão seria uma das bases da convergência, pois reduziria as diferenças em termos de tecnologia entre as regiões mais e menos desenvolvidas.

Portanto, na tentativa de relacionar a convergência de renda e o processo de difusão de tecnologia via comércio internacional, serão apresentados estudos desenvolvidos sobre o tema na próxima seção.

2.2. *Transbordamentos de conhecimento tecnológico e o comércio internacional*

Há vários canais pelos quais os transbordamentos de conhecimento tecnológico podem ocorrer (Feldman 1999; Hall et alii 2010). Com foco na literatura de transferência internacional de conhecimento tecnológico, podem ser citados:

- a) comércio internacional de bens finais, insumos intermediários e bens de capital;
- b) investimento direto externo, especialmente o que envolve treinamento de força de trabalho para operar novas máquinas e assimilação de novas técnicas;
- c) migração de trabalho qualificado ou cientistas;
- d) publicações em periódicos especializados;
- e) fusões e aquisições e colaboração de pesquisa internacional;
- f) pagamentos por *royalties*, *copyrights*, marcas, licenças, patentes, consultoria, etc.

O foco desse trabalho é a avaliação de como os transbordamentos, mediados pelo comércio internacional, podem afetar o crescimento econômico, partindo da suposição de que o inovador possui dificuldade em se apropriar de todo o excedente possível por meio das transações de mercado.¹ Diversos estudos empíricos buscam analisar o crescimento econômico e as tendências de convergência considerando apenas características locais, como estoques de capital, trabalho e capital humano. Entretanto, em um mundo de economias abertas com a possibilidade do comércio entre as regiões, outros determinantes podem ser agregados ao modelo de crescimento.

A difusão de tecnologia é vista por diversos autores, como Keller (2004), como um dos principais determinantes do crescimento econômico. Por meio da importação de determinados bens, a região importadora estaria implicitamente adquirindo a tecnologia incorporada nestes. Dessa forma, a importação poderia elevar o produto da economia e, ademais, incentivar a inovação domesticamente.

Ao importar bens de outras regiões, por exemplo, seria possível capturar a tecnologia incorporada em tais bens e, portanto, os estoques de conhecimento

¹ As causas para isso são: discriminação imperfeita de preços devido à informação assimétrica e custos de transação, apropriabilidade imperfeita e imitação e subestimação do valor de mercado do bem devido à falta de preços hedônicos. Em geral, como afirmam Hall et alii (2010), quanto mais competitivo o mercado, menor é a capacidade da firma se apropriar dos benefícios dos seus gastos de P&D e mais transbordamentos pecuniários ocorrerão.

do parceiro comercial também passariam a determinar o crescimento da região em questão. Dowrick e Nagyen (1989) apontam que os avanços incorporados nos bens de capital que fluem das regiões mais desenvolvidas para as regiões em desenvolvimento permitiriam um crescimento mais rápido das regiões que apresentassem certo atraso tecnológico inicial.

A tecnologia seria passível de difusão por se caracterizar como um bem não-rival e parcialmente excludente, no sentido de haver baixo custo marginal de uso por outros agentes ou regiões e pelo seu retorno, em parte, privado e, em parte, público (Keller 2004). Assim, quando uma economia exporta um bem com tecnologia incorporada, existe transferência não-intencional, ou seja, transbordamento, de parte de sua tecnologia para outros agentes e regiões.

Coe e Helpman (1995) apontam que os benefícios da transferência do estoque de conhecimento estrangeiro (como estoques de P&D) seriam de origem direta e indireta. Para eles, os benefícios diretos consistiriam em aprendizado sobre novas tecnologias e materiais, processos de produção e métodos organizacionais. Já os benefícios indiretos seriam dados pelas importações de bens e serviços. Ambos os tipos de benefícios aumentariam a produtividade da região.

Em outro estudo, Coe et alii (1997) sugerem que os transbordamentos de tecnologia ocorridos através das importações de máquinas e equipamentos apresentariam melhor desempenho em relação à determinação do crescimento do que os transbordamentos ocorridos através das importações totais.

Segundo Keller (1998), se os gastos em P&D criam novos bens intermediários diferentes ou melhores do que os já existentes e se eles são exportados para outras economias, então as regiões importadoras estão utilizando implicitamente tecnologia estrangeira. Já em 2000, Keller analisa o padrão de importação de bens intermediários para oito países entre 1970 e 1991. Seus resultados sugerem que diferenças nos fluxos de tecnologia relacionados ao padrão de importação explicariam, aproximadamente, vinte por cento da variação total no crescimento da produtividade.

Por fim, cabe destacar que, segundo Connolly (2002), a tecnologia incorporada em bens importados poderia influenciar positivamente o crescimento econômico de duas formas distintas:

- i) a importação de bens de alta tecnologia poderia aumentar o produto de maneira direta; e
- ii) a importação desses bens incentivaria o processo de engenharia reversa.²

Nordås et alii (2006) verificam os ganhos dinâmicos do comércio internacional e também concluem que economias abertas seriam mais ricas que economias fechadas. Os autores analisam ainda alguns canais pelos quais o comércio internacional e o investimento externo líquido afetariam a produtividade e as taxas de crescimento econômico, entre eles, os transbordamentos de tecnologia.

² Engenharia reversa é entendida como um processo de aprendizado tecnológico que se baseia em analisar aparelhos eletrônicos, componentes elétricos, programas de computadores ou maquinaria para descobrir como eles funcionam, a fim de imitá-los ou aperfeiçoá-los (Fransman 1985).

Utilizando dados em painel para a indústria indiana, Parameswaran (2009) constata que a interação entre a importação de máquinas e os transbordamentos de conhecimento ocorridos por meio do comércio sugere que a importação de bens de capital auxiliaria as firmas a absorverem tecnologia estrangeira.

Para a América Latina, pode-se destacar o trabalho de Blyde (2004), que verifica o processo de difusão de tecnologia por meio do comércio internacional com origem nos países industriais (caso Norte-Sul). Os principais resultados indicam difusão de tecnologia do Norte para os países latino-americanos. Segundo o autor, uma elevação em 100% no estoque de capital de P&D elevaria em 7% a produtividade total dos países latinos.

Os benefícios dos transbordamentos de tecnologia podem ainda estar relacionados a outras características locais, como o nível de renda relativo e a capacidade de absorção.

Gerschenkron (1962) argumenta que quanto maior fosse o atraso relativo de uma região, ou seja, que quanto menor fosse a sua renda inicial em comparação às demais economias, maior seria o estoque de tecnologia estrangeira disponível a ser incorporada.

Já Mathews (1969) aponta que, quanto mais próximo uma região estiver da fronteira tecnológica, mais fácil seria a incorporação da tecnologia.

Além do atraso relativo, outro fator capaz de influenciar os impactos dos transbordamentos de tecnologia é a capacidade de absorção. Segundo Cohen e Levinthal (1989), a habilidade dos indivíduos seria um fator determinante da capacidade de absorção. Nelson e Phelps (1966) também apontam que investimentos em educação seriam necessários para que os indivíduos desenvolvessem uma capacidade de entender e seguir as novas tecnologias desenvolvidas.

Baseados no modelo teórico de Nelson e Phelps (1966), Benhabib e Spiegel (1994) testam o impacto do capital humano sobre o crescimento econômico. Em um primeiro momento, os autores analisam o efeito direto dessa variável. Contudo, diante de efeitos não significativos, os autores passam para uma segunda especificação na qual o capital humano afetaria o crescimento via dois canais:

- i) influenciando a capacidade de inovação das regiões; e
- ii) afetando a velocidade de *catch-up* e de difusão tecnológica.

Os resultados finais apontam que o capital humano é um determinante do crescimento econômico enquanto facilitador da difusão tecnológica.

Nakabashi e Figueiredo (2008) analisam os efeitos do capital humano sobre o crescimento da renda. Além de afetar diretamente a taxa de crescimento econômico por meio do aumento de produtividade marginal do trabalho, o capital humano também afetaria a quantidade de tecnologia disponível, influenciando a criação e difusão desta. Desenvolvendo um estudo para duas amostras, uma com 96 e outra com 29 países, os autores encontram que o capital humano parece ser significativamente importante para a aceleração do processo de difusão. Tais resultados estão de acordo com o encontrado pelo estudo de Benhabib e Spiegel (1994).

Vinding (2006) ainda argumenta que quanto maior fosse o nível de educação dos indivíduos, maior seria o estoque de conhecimento local. Ademais, quanto maior a capacidade social da região receptora de tecnologia, mais eficiente e mais rápido seria o transbordamento tecnológico, possibilitando a redução do “hiato tecnológico” entre as regiões mais e menos desenvolvidas (De Negri 2006).

3. Base de Dados e Especificação Empírica

O modelo foi baseado na especificação utilizada por Falvey et alii (2007), cuja análise verifica os transbordamentos de conhecimento entre 57 países “receptores” e 5 países “doadores”. No presente trabalho, a análise será feita para os 27 estados brasileiros em relação aos mesmos cinco países utilizados do estudo de Falvey et alii (2007): Estados Unidos, Alemanha, França, Japão e Reino Unido, dada a importância mundial destes como produtores de P&D.

O período de análise é de 1990 a 2004. Devido à mudança no regime cambial ocorrida em 1999, passando de fixo para flutuante, será incluída uma *dummy* com objetivo de controlar os possíveis impactos desta política sobre o crescimento econômico.

A seguir será feita a descrição das variáveis (dependente e explicativas) e a apresentação da especificação empírica.

Variável dependente – Taxa de crescimento da renda *per capita* (Δ PIB): A variável dependente em estudo é a taxa de crescimento da renda *per capita* para os estados brasileiros. Para a construção dessa variável foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao PIB estadual e às estimativas de população residente em cada estado. As taxas de crescimento econômico construídas para o presente estudo dizem respeito aos seguintes períodos: 1990/1995, 1995/2000 e 2000/2004.

Variáveis explicativas: As variáveis explicativas correspondem à renda *per capita* inicial, ao crescimento da força de trabalho, à escolaridade, ao nível de investimento, à abertura comercial, aos transbordamentos de conhecimento e às interações dos transbordamentos com a renda inicial *per capita* e com a escolaridade.

- 1) **Renda *per capita* inicial (PIB₀):** O nível de renda *per capita* inicial é representado pela variável PIB *per capita* estadual corrigida a preços de 2000, obtidos da base de dados do Sistema de Contas Nacionais do IBGE, compilados pelo IPEADATA. O nível de renda *per capita* inicial é incluído para testar a hipótese de convergência de renda, ou seja, de que quanto maior o atraso relativo do estado maior a sua taxa de crescimento (Baumol 1986).
- 2) **Taxa de crescimento da força de trabalho (Δ LAB):** Para a construção da variável taxa de crescimento da força de trabalho foi utilizada a população ocupada, cuja fonte é o IPEA, tomando-se o logaritmo da razão “população ocupada em t em relação à população ocupada em $t - 1$ ”. O objetivo desta variável é analisar a influência do aumento da força de trabalho sobre a taxa de

crescimento de renda estadual (Solow 1956).

- 3) **Escolaridade (*ESC*):** Para a construção desta variável, foi utilizada a razão entre o somatório do número de anos de estudo completados pelas pessoas que tem 25 ou mais anos de idade e o número de pessoas nessa faixa etária, sendo a fonte o IPEA. Busca-se verificar a influência da escolaridade sobre a taxa de crescimento dos estados, dado que vários autores, como Mankiw et alii (1992), enfatizam a existência de externalidades positivas geradas pelo capital humano.
- 4) **Nível de investimento (*INV*):** Esta variável é dada pela razão entre o investimento e o PIB de cada estado. São usados como *proxy* para nível de investimento os dados relativos à despesa de capital estadual, tendo como fonte a Secretaria do Tesouro Nacional. O objetivo desta variável é fazer um controle em relação ao impacto dos investimentos realizados (Solow 1956).
- 5) **Abertura de comércio (*ABE*):** Assim como em Falvey et alii (2007), esta variável é incluída para capturar os benefícios da abertura comercial, sendo ela a razão entre a soma das importações (m_{it}) e exportações (x_{it}) e o PIB local. As importações e exportações totais foram retiradas do sítio Alice Web, cuja fonte é a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX).
- 6) **Transbordamentos de conhecimento (*SPI*):** Coe e Helpman (1995) apontam que a importação de bens de capital (máquinas e equipamentos) proporcionaria uma transferência de conhecimento incorporada de países desenvolvidos para regiões dependentes tecnologicamente. A variável utilizada para capturar os efeitos dos transbordamentos de conhecimento incorporados no comércio internacional é, assim como em Keller (1998), dada por:

$$SPI_{it} = \sum_{j=1}^5 (Mme_{jit} S_{jt}) \quad (2)$$

onde Mme_{jit} são as importações de máquinas e equipamentos do estado i , recebida do país j , no período t , S_{jt} é o gasto de P&D do país j ano t . O sinal esperado para essa variável é positivo, pois a teoria sugere que, quanto maior a recepção de conhecimento, maior a taxa de crescimento do PIB local. As fontes dos dados relativos à importação de máquinas e equipamentos e aos gastos em P&D são, respectivamente, a SECEX e a *National Science Foundation* (NSF).

7) **Interação de transbordamentos com a escolaridade (*SPIESC*):**

Cohen e Levinthal (1989) sugerem que quanto maior a capacidade de absorção de tecnologia, maior a probabilidade de crescimento. Para mensurar os efeitos de tal capacidade, dada a sua natureza multidimensional, Falvey et alii (2007) sugerem o uso de uma variável de interação. No presente artigo será utilizada a variável $SPI_{it}ESC_{it}$. De acordo com a teoria, o sinal esperado para essa variável é positivo, já que quanto maior a capacidade de absorção, maior a possibilidade de crescimento da região.

8) **Interação do transbordamentos com o atraso relativo (*SPIPIB*):**

Esta variável é incluída na tentativa de mensurar se as transferências de tecnologia são realçadas quanto mais atrasada relativamente for uma região.

Segundo Falvey et alii (2007), ao incluir uma variável de interação entre os transbordamentos e a renda *per capita* inicial, ela captura os transbordamentos de conhecimento através de outros canais e geralmente confirmam que quanto menor a renda inicial e, conseqüentemente, maior a distância em relação à fronteira tecnológica, maiores os benefícios do transbordamento. O sinal esperado para a variável é, portanto, negativo.

Quadro 1: Apresentação das variáveis usadas no modelo econométrico

Variável	Descrição	Fonte	Sinal esperado
ΔPIB	Taxa de crescimento da renda <i>per capita</i> inicial	IBGE	
PIB_0	Renda <i>per capita</i> inicial	IBGE	-
ΔLAB	Força de trabalho	IPEA	+
ESC	Escolaridade	IPEA	+
INV	Nível de investimento	STN e IBGE	-
ABE	Grau de abertura de comércio	SECEX e IBGE	+
SPI	Transbordamentos de conhecimento	SECEX e NSF	+
$SPIPIB$	Interação entre transbordamentos e a renda <i>per capita</i> inicial	SECEX, NSF e IBGE	-
$SPIESC$	Interação entre transbordamentos e capacidade de absorção de tecnologia	SECEX, NSF e IPEA	+
D	Dummy de alteração na política cambial	-	-/+

Nota: O sinal -/+ significa que não há sinal previsto para a dummy referente à alteração cambial.

Fonte: elaboração própria.

9) Dummy de alteração cambial: A *dummy* busca captar os efeitos da mudança cambial ocorrida em 1999. Assim, para os anos anteriores, quando o câmbio ainda era fixo, a dummy assume o valor zero (0). Para os anos referentes ao período pós 1999, a dummy assume o valor um (1).

Dessa forma, a equação (3) apresenta a especificação empírica do modelo.

$$\Delta PIB_{it} = \beta_0 + \eta_1 PIB_{0it} + \beta_2 \Delta LAB_{it} + \beta_3 ESC_{it} + \beta_4 INV_{it} + \beta_5 ABE_{it} + \beta_6 SPI_{it} + \beta_7 SPI_{it} PIB_{0it} + \beta_8 SPI_{it} ESC_{it} + c_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

onde c_i corresponde aos efeitos específicos do estado i e ε_{it} corresponde ao termo de erro da estado i no período t .

O Quadro 1 apresenta um resumo das variáveis em relação a sua descrição, fonte e sinal esperado.

4. Metodologia

As metodologias utilizadas no presente artigo envolvem estimações por Mínimos Quadrados Ordinários para dados em painel (*Pooled OLS*), Efeitos Fixos (FE) e Efeitos Aleatórios (RE). Além disso, será utilizada a metodologia de painel dinâmico (Arellano e Bond 1991; Arellano e Bover 1995) com o objetivo de capturar os efeitos das taxas de crescimento econômico passadas sobre as atuais.

A opção pelo uso de dados em painel se dá pelo fato de este ser composto por informações de corte cruzado (*cross section*) e por informações de períodos de tempo. Em um painel balanceado, ou seja, no qual se possui informações para todos os indivíduos em todos os períodos, é possível tratar o problema de variável omitida (não observadas ou não medidas), sendo estas correlacionadas ou não com as variáveis explicativas. Além disso, o uso de dados em painel fornece um maior número de informações, dada sua dimensão temporal e de corte cruzado, contendo mais variabilidade, menos colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência dos estimadores.

Modelo de efeitos não observados

O modelo de efeitos não observados pode ser representado pela equação (4):

$$\Delta PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 PIB_{0it} + \beta_2 \Delta LAB_{it} + \beta_3 ESC_{it} + \beta_4 INV_{it} + \beta_5 ABE_{it} + \beta_6 SPI_{it} + \beta_7 SPI_{it} PIB_{0it} + \beta_8 SPI_{it} ESC_{it} + \beta_9 D_{it} + c_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

onde ΔPIB_{it} representa a variável dependente do estado i no período t , PIB_{0it} , ΔLAB_{it} , ESC_{it} , INV_{it} , ABE_{it} , SPI_{it} , $SPI_{it} PIB_{it}$, $SPI_{it} ESC_{it}$ e D_{it} representam as variáveis explicativas, c_i indicam os efeitos não observados e ε_{it} corresponde ao termo de erro aleatório.

A presença ou não de efeitos não observados é indicada através do teste de Breusch Pagan, feito através de um multiplicador de Lagrange, cuja hipótese nula é de não existência de efeitos não observados.³ No caso de efeitos fixos, estes podem ser entendidos como efeitos específicos de cada estado, constantes no tempo, que se manifestam nos interceptos e estão correlacionados com alguma variável explicativa. Matematicamente, $E[c_i X_{it}]$ deve ser uma função qualquer de X , onde X é a matriz de variáveis explicativas (PIB_{0it} , ΔLAB_{it} , ESC_{it} , INV_{it} , ABE_{it} , SPI_{it} , $SPI_{it} PIB_{it}$ e $SPI_{it} ESC_{it}$).

Já a estimação por efeitos aleatórios é utilizada quando os efeitos específicos de cada indivíduo não estão correlacionados com as variáveis explicativas, o que significa que $Cov[X_{it} c_i] = 0 \forall t$, onde X é a matriz de variáveis explicativas (PIB_{0it} , ΔLAB_{it} , ESC_{it} , INV_{it} , ABE_{it} , SPI_{it} , $SPI_{it} PIB_{it}$ e $SPI_{it} ESC_{it}$).

Para a escolha do método mais adequado a ser usado, faz-se uso do teste de Hausman, cuja hipótese nula de tal modelo é que ambas as estimativas não são diferentes sistematicamente e dessa forma, o estimador mais indicado é o de efeitos aleatórios (Wooldridge 2002).

Painel dinâmico

Em um painel dinâmico, além das variáveis explicativas exógenas, é incluída também a variável dependente defasada temporalmente. A inclusão desta variável

³ Para maiores detalhes, consulte Wooldridge (2002).

permite que a dinâmica do crescimento econômico das regiões seja captada de maneira mais robusta. O método possibilita, portanto, que se capture tanto a dinâmica de curto prazo quando a dinâmica de longo prazo presente no processo de crescimento econômico. No presente estudo, o painel dinâmico pode ser representado da seguinte forma (equação 5):

$$\begin{aligned} \Delta PIB_{it} = & \beta_0 + \beta_1 PIB_{0it} + \beta_2 \Delta LAB_{it} + \beta_3 SC_{it} + \beta_4 INV_{it} + \beta_5 ABE_{it} \\ & + \beta_6 SPI_{it} + \beta_7 SPI_{it} PIB_{0it} + \beta_8 SPI_{it} ESC_{it} + \beta_9 D_{it} \\ & + \beta_{10} \Delta PIB_{i,t-1} + c_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

Para lidar com a endogeneidade causada pela inclusão das variáveis defasadas temporalmente, serão utilizados os estimadores desenvolvidos por Arellano e Bond (1991) e Arellano e Bover (1995). Ambos os estimadores utilizam variáveis instrumentais na tentativa de expurgar tal endogeneidade.

O método seminal de Arellano e Bond (1991) remove os efeitos fixos, utilizando as variáveis em diferenças, gerando uma estimação via Método Generalizado dos Momentos em dois estágios. Santolin et alii (2009) apontam que a possível fraca correlação entre as variáveis em diferença e as variáveis em nível, faz com que essas últimas não sejam consideradas fortes instrumentos. Buscando solucionar tal problema, Arellano e Bover (1995) propõem outro estimador, no qual é considerado um sistema de equação composto tanto pelas variáveis em diferenças quanto pelas variáveis em nível. Segundo Ourives (2006), o objetivo do estimador é reduzir o viés e a ineficiência do estimador.

A escolha do modelo mais ajustado será feita da seguinte maneira: o painel dinâmico será estimado por meio do sistema de equações desenvolvido por Arellano e Bover (1995), dada a sua maior consistência. Por meio do teste de Sargan, será testada a validade dos instrumentos utilizados. Sua hipótese nula (H_0) diz que as restrições sobre-identificadas são válidas. Caso H_0 não seja rejeitada, o modelo mais ajustado será o Arellano e Bover (A-Bover), caso contrário, será o Arellano e Bond (A-Bond).

5. Análise Descritiva da Taxa de Crescimento Econômico (ΔPIB) e das Variáveis Explicativas

Nessa seção, será feita a análise descritiva dos dados referentes à taxa de crescimento econômico dos estados, bem como das variáveis explicativas renda *per capita* inicial, força de trabalho, nível de investimento, abertura comercial e transbordamento.

A correlação entre as variáveis pode ser observada na Tabela 1. Pode-se perceber que a variável renda *per capita* inicial apresenta correlação com o investimento igual a $-0,44$. Esse valor pode ser explicado pelo fato de que a variável utiliza o

⁴ As siglas são referentes às mesmas variáveis da equação (4).

Tabela 1

Correlação entre as variáveis

	PIB_0	ΔLAB	ESC	INV	ABE	SPI	$SPIPIB$	$SPIESC$	D
PIB_0	1								
ΔLAB	-0.0688	1							
ESC	-0.3142	0.2312	1						
INV	-0.4475	0.1636	-0.0623	1					
ABE	-0.0334	-0.0167	-0.0355	0.0523	1				
SPI	0.0892	-0.0714	0.0278	-0.037	-0.3956	1			
$SPIPIB$	0.1819	-0.0595	-0.0543	-0.1132	-0.3787	0.9328	1		
$SPIESC$	-0.0359	-0.1569	0.1896	0.0942	0.1251	0.3302	0.2071	1	
D	0.0844	0.1247	-0.2063	-0.0455	0.1393	-0.1272	-0.2058	-0.1822	1

Siglas: PIB_0 : renda per capita inicial; ΔLAB : variação da força de trabalho; ESC : escolaridade; INV : investimento; ABE : grau de abertura comercial; SPI : transbordamentos de tecnologia; $SPIPIB$: interação entre os transbordamentos de tecnologia e escolaridade; $SPIESC$: interação entre transbordamentos de tecnologia e escolaridade; e D : *dummy* de alteração cambial.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE, IPEA, STN, SECEX e NSF.

PIB estadual em sua construção. Já a alta correlação existente entre SPI e $SPIPIB$ é explicada pelo fato dessa última variável ser interação da primeira. Para tratar o problema da multicolinearidade, que pode ser gerado pela forte correlação entre SPI e $SPIPIB$, as duas variáveis serão testadas em modelos separados.

5.1. Taxa de crescimento da renda per capita e sua relação com a renda per capita inicial

Em uma análise de convergência de renda é interessante que se verifique a relação existente entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* e o PIB *per capita* inicial. Na Tabela 2, a coluna *crescimento* mostra a posição do estado em relação à taxa de crescimento e a coluna PIB *pc* apresenta as posições concernentes ao PIB *per capita* inicial.

As posições estão ordenadas de maneira crescente, em outras palavras, a posição “1” em cada coluna indica que certo estado apresenta o maior valor referente à variável em questão em dado ano. Assim, no período 1990/1995, o Distrito Federal (DF) apresentou a maior taxa de crescimento e o segundo maior PIB *per capita* inicial. Os estados em negrito indicam a mediana em relação à posição referente à taxa de crescimento (*cres*). Os estados hachurados apresentam as maiores taxas de crescimento e, ao mesmo tempo, estão entre os que possuem PIBs *per capita* iniciais menores ou iguais à mediana relativa à variável PIB *pc*.

Na Tabela 2, pode-se observar que, no período 1990/1995, oito estados com PIBs *per capita* relativamente baixos, estavam entre os estados com maiores taxas

de crescimento. Nos períodos seguintes, este número sobre para nove. Além disso, pode-se observar também que, ao longo do tempo, os estados com os menores PIBs *per capita* iniciais foram se concentrando nas primeiras posições referentes às maiores taxas de crescimento. Tal resultado dá indícios de convergência de renda, como encontrado por Ferreira (2000). Os resultados encontrados pelo o autor, para o período 1970/1986, sugerem que os estados brasileiros estejam convergindo condicionalmente em renda e, conseqüentemente, reduzindo a desigualdade de renda entre as regiões.

5.2. Transbordamentos de conhecimento via importações de máquinas e equipamentos

A Figura 1 apresenta os transbordamentos de conhecimento para os estados brasileiros ao longo do período de análise, classificando-os de acordo com a quantidade de transbordamentos recebidos, nos grupos: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo. Ao longo dos anos, no geral, os estados que mais receberam transbordamentos de tecnologia dos países selecionados (Estados Unidos, França, Japão, Alemanha e Reino Unido) estavam nas regiões Sul e Sudeste, além do estado do Amazonas.

Já a Tabela 3 apresenta os estados com os maiores e menores transbordamentos. AC e TO estiveram entre os estados com os três menores transbordamentos nos cinco anos de análise, indicando a baixa incorporação de tecnologia nesses estados através do comércio internacional. Por outro lado, SP e AM aparecem como grandes receptores de conhecimento tecnológico incorporado em bens de capital importados.

6. Resultados Ecométricos

Em um primeiro momento, o modelo inicial foi estimado por *Pooled OLS* (Mínimos Quadrados Ordinários), RE (Efeitos Aleatórios) e FE (Efeitos Fixos). Os resultados dessas estimações estão representados nas três primeiras colunas da Tabela 4.

Em linhas gerais, os coeficientes estimados por *Pooled OLS* e por RE são semelhantes, tanto em termos de magnitude como de significância. Já os coeficientes obtidos pela estimação do modelo de efeitos fixos apresentam magnitudes e significâncias diferentes.

O teste de Hausman ($\chi^2(9) = 34,7$) aponta que estimador mais eficiente é o FE. Além disso, o coeficiente da renda inicial *per capita* (PIB_0) passa de não significativo a significativo, indicando que, quando as variáveis não observadas não são consideradas no modelo, os coeficientes não são estimadores consistentes da relação causal entre o crescimento econômico e as variáveis explicativas do modelo. Resultados semelhantes são obtidos no estudo de Amorin et al. (2008). Ao regressarem por MQO, a taxa de crescimento do PIB *per capita*, tendo como variáveis explicativas o capital humano, consumo de eletricidade (como *proxy* para capital

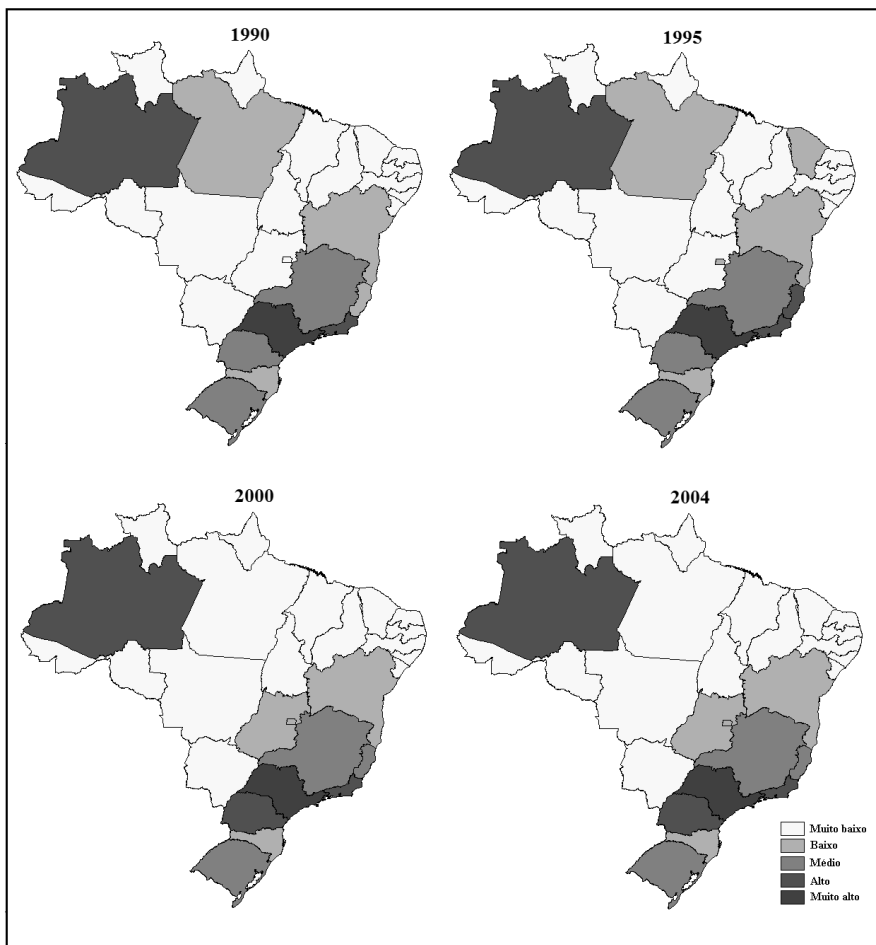
Tabela 2

Relação entre taxa de crescimento e renda *per capita* inicial

Período 1990/1995			Período 1995/2000			Período 2000/2004		
UF	Crescimento	PIB pc	UF	Crescimento	PIB pc	UF	Crescimento	PIB pc
DF	1	2	DF	1	1	TO	1	25
CE	2	24	RR	2	22	MS	2	10
ES	3	8	MS	3	10	MA	3	27
MT	4	11	RN	4	20	RR	4	17
TO	5	26	TO	5	25	DF	5	1
PI	6	25	RJ	6	4	AC	6	20
MS	7	16	BA	7	18	GO	7	12
RJ	8	5	MA	8	27	SE	8	19
MG	9	9	PB	9	23	RO	9	14
RS	10	3	RO	10	14	PI	10	26
PE	11	19	SC	11	5	PR	11	7
AC	12	20	AL	12	24	AL	12	24
RN	13	21	GO	13	13	ES	13	6
PB	14	23	PR	14	8	PA	14	21
GO	15	13	PI	15	26	SC	15	5
MA	16	27	PE	16	15	MS	16	11
SC	17	6	MG	17	9	AP	17	13
AP	18	10	MS	18	12	CE	18	22
SP	19	1	CE	19	21	SP	19	2
BA	20	18	ES	20	6	MG	20	9
PR	21	7	SE	21	17	RN	21	18
SE	22	17	AC	22	19	BA	22	15
RO	23	14	AM	23	7	PB	23	23
AL	24	22	RS	24	3	RS	24	4
PA	25	15	SP	25	2	RJ	25	3
AM	26	4	PA	26	16	AM	26	8
RR	27	12	AP	27	11	PE	27	16

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE.

Fig. 1. Transbordamentos de Tecnologia nos Estados Brasileiros



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do NSF e SECEX.

Tabela 3

Estados com os maiores e menores transbordamentos de conhecimento entre 1990 e 2004

	1990	1995	2000	2004
Menores Transbordamentos	MS, TO, AC	TO, RR, AC	AC, RR, TO	RR, AC, TO
Maiores Transbordamentos	SP, AM, RJ	SP, AM, ES	SP, AM, PR	SP, AM, PR

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da NSF e da SECEX.

físico) e o PIB *per capita*, encontram coeficientes não significativos estatisticamente para tais variáveis.

Nas duas últimas colunas da Tabela 4, apresentam-se as estimações de painel dinâmico feitas pelos estimadores de Arellano e Bond (A-Bond) e Arellano e Bover (A-Bover). O estimador A-Bover, teoricamente mais consistente, apresenta também um melhor resultado no que tange à validade das restrições sobre-identificadas. Para tal estimador, não se pode rejeitar, ao nível de 5%, a hipótese nula do teste de Sargan, o que indica que os instrumentos utilizados são válidos.

No modelo A-Bover, observa-se que a variável dependente ($\ln(PIB_{i,t}/PIB_{i,t-1})$) defasada temporalmente apresenta um coeficiente positivo e significativo a 1%, indicando que quanto maior a taxa de crescimento econômico no período $t - 1$, maior a taxa de crescimento em t .

Ainda no modelo A-Bover, os coeficientes da variável renda *per capita* inicial (PIB_0) apresentam comportamentos diferenciados. Não se pode afirmar que a renda inicial em t afete a taxa de crescimento econômico, como previsto pela teoria de convergência condicional. Por outro lado, a renda inicial *per capita* do período anterior se comporta como previsto, apresentando coeficiente significativo e negativo. Assim, quanto maior a renda *per capita* inicial em $t - 1$, menor a taxa de crescimento econômico em t . Especificamente, quanto maior a renda *per capita* do estado em 1990, menor será a sua taxa de crescimento no período 1995/2000; analogamente, quanto maior a renda *per capita* em 1995, menor a taxa de crescimento em 2000/2004.

Vale ressaltar que a significância dos coeficientes das variáveis defasadas temporalmente sugere a existência de dinâmicas de curto e longo prazo envolvendo o processo de crescimento econômico. A dinâmica de curto prazo é captada pelas variáveis explicativas significativas como variação da força de trabalho (ΔLAB) e transbordamentos de tecnologia (SPI), ao passo que a dinâmica de longo prazo é captada pelas variáveis crescimento econômico, $\ln(PIB_{i,t}/PIB_{i,t-1})$, renda *per capita* inicial em $t - 1$ e PIB_0 . Assim, em relação à dinâmica de curto prazo, observa-se que um aumento na força de trabalho (ΔLAB) eleva a taxa de crescimento econômico, considerando 10% de significância. Tal resultado é esperado e condizente com a teoria.

Tabela 4

Resultados para as Estimções dos Modelos *Pooled* OLS, RE, FE, A-Bond e A-Bover para Estados Brasileiros (Período: 1990-2004)

$\ln(PIB_{i,t}/PIB_{i,t-1})$	<i>Pooled</i> OLS	RE	FE	A-Bond	A-Bover
$\ln(PIB_{i,t}/PIB_{i,t-1})_{t-1}$	-	-	-	0.10 (0.06)	0.25*** (0.06)
PIB_0	-0.04 (0.04)	-0.05 (0.04)	-0.58*** (0.21)	-0.03 (0.03)	-0.04 (0.04)
$(PIB_0)_{t-1}$	-	-	-	-0.05*** (0.02)	-0.05*** (0.02)
ΔLAB	0.10 (0.10)	0.11 (0.10)	0.06 (0.10)	0.14 (0.10)	0.19* (0.11)
ESC	0.22 (0.24)	0.17 (0.24)	0.09 (0.28)	0.13 (0.21)	0.26 (0.26)
INV	0.01 (0.02)	0.00 (0.03)	-0.07 (0.04)	0.04 (0.04)	0.03 (0.04)
ABE	0.00 (0.01)	0.00 (0.010)	-0.03 (0.06)	-0.01 (0.01)	0.00 (0.01)
SPI	0.03 (0.02)	0.03 (0.02)	0.02 (0.02)	0.04*** (0.01)	0.04*** (0.01)
D	0.12*** (0.04)	0.12*** (0.04)	0.18*** (0.05)	omitida	0.06*** (0.02)
Constante	0.04 (0.14)	0.09 (0.15)	1.25** (0.50)	0.07 (0.07)	0.04 (0.12)
Nº de observações	81	81	81	81	81
R^2	0.18	0.21	0.34		

B-P (heterocedastidade) $\chi^2(1) = 0.35$

Hausman

 $\chi^2(9) = 34.7$

Teste de Sargan

 $\chi^2(24) = 37.1 * * \chi^2(97) = 120*$

Notas: 1) ***, **, * indicam, respectivamente, nível de significância de 1%, 5% e 10%; 2) Os valores entre parênteses representam os desvios-padrão; 3) O teste Breusch Pagan para heterocedasticidade foi realizado para a estimação *Pooled* OLS; 4) O R^2 calculado para o modelo *Pooled* OLS é o ajustado, já para os modelos RE e FE é o *within*; 5) A variável *dummy*, D , foi omitida no modelo A-Bond devido à colinearidade;⁵ e 6) Siglas: PIB_0 : renda *per capita* inicial; ΔLAB : variação da força de trabalho; ESC : escolaridade; INV : investimento; ABE : grau de abertura comercial; SPI : transbordamentos de tecnologia; $SPIPIB$: interação entre os transbordamentos de tecnologia e escolaridade; $SPIESC$: interação entre transbordamentos de tecnologia e escolaridade; e D : *dummy* de alteração cambial.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE, IPEA, STN, SECEX e NSF.

⁵ A colinearidade ocorre, pois, como citado na Seção 4, o estimador de Arellano e Bover utiliza a primeira diferença das variáveis. Assim, no presente estudo, como são utilizados três períodos de tempo, a transformação das variáveis em diferenças faz com que a *dummy* não varie o suficiente (sendo igual a zero no primeiro período e um no segundo), causando a colinearidade.

Em relação à variável de interesse, *SPI*, pode-se observar que o transbordamento de tecnologia ocorrido via importação de máquinas e equipamentos influencia positivamente a taxa de crescimento econômico, seja aumentando diretamente a produtividade ou propiciando a criação de novas tecnologias, assim como encontrado por Coe e Helpman (1995), Keller (1998) e Falvey et alii (2007).

Além disso, a *dummy* referente à mudança na política cambial também foi significativa, o que sugere que a adoção de um câmbio flexível proporcionou maiores taxas de crescimento econômico para os estados brasileiros.

A Tabela 5 compara os resultados obtidos para três especificações diferentes. O objetivo dessas especificações é testar a influência da escolaridade e do atraso relativo sobre os transbordamentos de tecnologia. É interessante ressaltar que se evitou incluir na mesma especificação a variável transbordamento de tecnologia (*SPI*) e suas interações com a escolaridade (*SPIESC*) e com a renda *per capita* inicial (*SPIPIB*) para não incorrer no problema de multicolinearidade.

A primeira coluna mostra os coeficientes estimados para a especificação base já analisada anteriormente. Já na segunda especificação, a interação entre o transbordamento de tecnologia e a escolaridade (*SPIESC*) não é significativa, o que sugere que a capacidade de absorção de tecnologia de tecnologia ocorrida através do comércio internacional de máquinas e equipamentos não afeta a probabilidade de crescimento dos estados.

Por fim, a última especificação aponta que quanto maior a renda *per capita* inicial de um estado, maiores os benefícios do comércio internacional, dado o coeficiente significativo e positivo da variável *SPIPIB*. Tal resultado não condiz com o esperado, contudo, pode-se justificá-lo pelo fato de que os estados com maiores níveis de renda *per capita* têm maior infraestrutura para absorver os benefícios do transbordamento de tecnologia.

7. Considerações Finais

Os resultados apresentados nesse artigo apontam que os transbordamentos de P&D provenientes de países “doadores”, como Estados Unidos, França, Alemanha, Reino Unido e Japão, ajudam a promover o crescimento econômico dos estados brasileiros. Assim, quanto maior as importações de máquinas e equipamentos e/ou quanto maior os gastos em P&D realizados nesses países, maior a taxa de crescimento econômico dos estados.

Além disso, os resultados mostram que, quanto maior a renda *per capita* inicial, maiores os benefícios trazidos pelo transbordamento de tecnologia, sugerindo que, possivelmente, os estados mais ricos tenham mais infraestrutura para absorver a tecnologia incorporada nos bens de capital. Por fim, cabe ressaltar que, somente ao considerar as variáveis não observadas, foi possível estabelecer coeficientes capazes de capturar a relação causal entre o crescimento econômico e as variáveis explicativas analisadas no presente trabalho, em especial no que se refere aos transbordamentos de P&D provenientes de países “doadores”.

Tabela 5

Regressões de painel dinâmico por meio do estimador de Arellano-Bover para os estados brasileiros segundo diferentes especificações (Período: 1990-2004)

$\ln(PIB_{i,t}/PIB_{i,t-1})$	A-Bover 1	A-Bover 2	A-Bover 3
$\ln(PIB_{i,t}/PIB_{i,t-1})_{t-1}$	0.249***	0.250***	0.253***
	0.057	0.056	0.049
PIB_0	-0.036	-0.029	-0.041
	0.035	0.031	0.036
$(PIB_0)_{t-1}$	-0.054***	-0.055***	-0.054***
	0.016	0.014	0.017
ΔLAB	0.189*	0.171**	0.175*
	0.110	0.077	0.105
ESC	0.263	0.258	0.329
	0.256	0.200	0.270
INV	0.026	0.027	0.031
	0.036	0.034	0.037
ABE	-0.002	-0.015	-0.001
	0.010	0.015	0.009
SPI	0.041***	-	
	0.010		
$SPIESC$	-	0.113	
		0.253	
$SPIPIB$	-		0.011***
			0.002
D	0.065***	0.064***	0.074***
	0.022	0.019	0.028
Constante	0.035	0.092	0.007
	0.120		0.127

Notas: 1) ***, **, * indicam, respectivamente, nível de significância de 1%, 5% e 10%; 2) os valores entre parênteses representam os desvios-padrão; 3) Os resultados apresentados são robustos e, por isso, não foi possível calcular a estatística de Sargan; e 4) Siglas: PIB_0 : renda *per capita* inicial; ΔLAB : variação da força de trabalho; ESC : escolaridade; INV : investimento; ABE : grau de abertura comercial; SPI : transbordamentos de tecnologia; $SPIPIB$: interação entre os transbordamentos de tecnologia e escolaridade; $SPIESC$: interação entre transbordamentos de tecnologia e escolaridade; e D : *dummy* de alteração cambial.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE, IPEA, STN, SECEX e NSF.

Em relação aos demais resultados, a análise em painel dinâmico possibilitou a verificação das dinâmicas de curto e longo prazo. No longo prazo, observou-se que tanto a taxa de crescimento do período anterior quanto a renda *per capita* inicial impactam o crescimento econômico dos estados brasileiros no período 1990/2004. Já no curto prazo, os transbordamentos de tecnologia impactam a taxa de crescimento.

Como sugestões para estudos futuros, seria interessante a adoção de um modelo *Threshold*, assim como utilizado em Falvey et alii (2007), para verificar se os impactos sobre o crescimento econômico se diferenciam quando são considerados diferentes intervalos de renda e de escolaridade. O modelo então poderia ser utilizado para testar, por exemplo, se os transbordamentos de tecnologia apresentam impactos de maior magnitude em estados com altos níveis de renda *per capita* do que em estados com baixo nível de renda *per capita*.

Referências bibliográficas

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*, 46:385–406.
- Amorim, A. L., Scalco, P. R., & Braga, M. J. (2008). Crescimento econômico e convergência de renda nos estados brasileiros: Uma análise a partir dos grandes setores da economia. *Revista Econômica do Nordeste*, 39:359–370.
- Amsden, A. H. (1989). *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. Oxford University.
- Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review Economic Studies*, 58:277–297.
- Arellano, M. & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error component models. *Journal of Econometrics*, 68:29–615.
- Azzoni, C. R. (1997). Concentração regional e dispersão das rendas *per capita* estaduais: Análise a partir de séries históricas estaduais de PIB, 1939-1995. *Estudos Econômicos*, 27:341–393.
- Azzoni, C. R., Menezes-Filho, N., Menezes, T., & Silveira Neto, R. M. (2000). Geografia e convergência de renda entre os estados brasileiros. Technical report, IPEA. Disponível em: http://desafios.ipea.gov.br/sites/000/2/download/livro_desigualdade_probreza/capitulo11.pdf.
- Barreto, R. C. S. & Almeida, E. (2008). A contribuição do capital humano para o crescimento econômico e convergência espacial do PIB *per capita* no ceará. Technical report, Banco do Nordeste. Disponível em www.bancodonordeste.com.br/content/aplicacao/eventos/forumbnb2008/docs/a_contribuicao_do_capital.pdf.
- Barro, R. & Sala-I-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100:223–251.
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence and welfare: What the long-run data show. *American Economic Review*, 76:1072–1085.
- Benhabib, J. & Spiegel, M. M. (1994). The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34:143–173.

- Blyde, J. (2004). Trade and technology diffusion in Latin America. *The International Trade Journal*, 18:177–197.
- Coe, D. T. & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39:859–887.
- Coe, D. T., Helpman, E., & Hoffmaister (1997). North-south R&D spillovers. *The Economic Journal*, 107:134–149.
- Cohen, W. M. & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *The Economic Journal*, 99:569–596.
- Connolly, M. (2002). The dual nature of trade: Measure its impact on imitation and growth. *Journal of Development Economics*, 72:31–35.
- Cravo, T. & Soukiazis, E. (2006). O capital humano como fator determinante para o processo de convergência entre os estados do Brasil. In *Anais do Encontro Regional de Economia/Nordeste: Estratégias de Desenvolvimento Regional*.
- De Negri, F. (2006). Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: Qual a influência do perfil da mão-de-obra. In ANPEC, editor, *Anais do Encontro Nacional de Economia*. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A100.pdf>.
- Fagerberg, J. & Godinho, M. (2004). Innovation and catching up. In *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Falvey, r., Foster, N., & Greenaway, D. (2007). Relative backwardness, absorptive capacity and knowledge spillovers. *Economic Letters*, 97:230–234.
- Feldman, M. P. (1999). The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies. *Economics of Innovation and New Technology*, 8:5–25.
- Ferreira, A. (2000). Convergence in Brazil: Recent trends and long-run prospects. *Applied Economics*, 32:479–489.
- Ferreira, P. C. & Ellery Jr, R. (1996). Convergência entre a renda *per capita* dos estados brasileiros. *Revista de Econometria*, 16:83–104.
- Fransman, M. (1985). Conceptualising technical change in the Third World in the 1980s: An interpretive survey. *Journal of Development Studies*, 21:572–652.
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Bleknap Press.
- Hall, B. H., Mairesse, J., & Mohnen, P. (2010). Measuring the returns to R&D. In Hall, B. H. & Rosenberg, N., editors, *Handbook of The Economics of Innovation*. Elsevier, Amsterdam.
- ÓHuallacháin, B. & Leslie, T. F. (2005). Spatial convergence and spillovers in American invention. *Annals of the Association of American Geographers*, 95:866–886.
- Kang, S. J. (2002). Relative backwardness and technology catching up with scale effects. *Journal of Evolutionary Economics*, 12:425–441.
- Keller, W. (1998). Are international R&D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly matched trade partners. *European Economic Review*, 42:1469–1481.
- Keller, W. (2000). Do trade patterns and technology flows affect productivity growth? *The World Bank Economic Review*, 14:17–47.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion. Working Paper 8573, Cambridge, Massachusetts.
- Kim, L. (2006). *Da Imitação à Inovação: A Dinâmica do Aprendizado Tecnológico da Coreia*. Editora da Unicamp, Campinas.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary*

- Economics*, 22:3–42.
- Magalhães, A. M. (2001). Clubes de convergência no Brasil: Uma abordagem com correção espacial. In ANPEC, editor, *Anais do Encontro Nacional de Economia*. Disponível em www.anpec.org.br/encontro2001/artigos/200105056.pdf.
- Magalhães, A. M., Hewings, G. J. D., & Azzoni, C. R. (2000). Spatial dependence and regional convergence in Brazil. Working Paper REAL 00-T-11, Urbana Champaign.
- Mankiw, N., Romer, D., & Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107:407–37.
- Mathews, R. C. O. (1969). Why growth rates differ? *Economic Journal*, 79:261–268.
- Nakabashi, L. & Figueiredo, L. (2008). Mensurando os impactos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento. *Economia Aplicada*, 12:151–171.
- Nelson, R. R. & Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, 56:69–75.
- Nordås, H. K., Miroudot, S., & Kowalski, P. (2006). Dynamic gains from trade. OECD Trade Policy Working Papers 43, OECD Publishing.
- Nunes, R. C. & Nunes, S. P. P. (2005). O papel dos fundos de participação dos estados – FPE – na convergência de renda *per capita* dos estados brasileiros. *Revista de Economia e Estatística*, XLIII:89–103. Universidad Nacional de Córdoba.
- OECD (1992). Technology and the economy: The key relationships. Paris.
- Ouvides, L. H. C. (2006). Estratégias de crescimento e padrão de endividamento: Uma análise de painel dinâmico para os países da América Latina e do Caribe. *Revista EconomiA*, 7:71–97.
- Parameswaran, M. (2009). International trade, R&D spillovers and productivity: Evidence from Indian manufacturing industry. *Journal of Development Studies*, 45:1249–1266.
- Pôrto Jr, S. S. & Ribeiro, E. P. (2000). Dinâmica de crescimento regional – Uma análise empírica para a Região Sul. *Revista Econômica do Nordeste*, 31:454–482.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98:71–102.
- Santolin, R., Jayme Jr, F. G., & Reis, J. C. (2009). Lei de Responsabilidade Fiscal e implicações na despesa de pessoal e de investimento nos municípios mineiros: Um estudo com dados em painel dinâmico. *Est. Econ.*, 39:895–923. São Paulo.
- Silveira Neto, R. M. & Azzoni, C. R. (2000). *Radiografando a Convergência Regional: Fontes Setoriais e Mudanças Estruturais*. Nemesis. Disponível em: <http://www.nemesis.org.br/download.php>.
- Silveira Neto, R. M. & Azzoni, C. R. (2008). Non-spatial policies and regional income inequality in Brazil. In *RSAI Congress*, São Paulo.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 98:65–94.
- Souza, N. J. & Pôrto Jr, S. S. (2002). *Crescimento Regional e Novos Testes de Convergência para os Municípios da Região Nordeste do Brasil*. UFRGS. Disponível em: www.ufrgs.br/ppge/pcientifica/2002_11.pdf, 2002.
- Trompieri Neto, N., Castelar, I., & Linhares, F. C. (2009). Convergência de renda dos estados brasileiros: Uma abordagem de painel dinâmico com efeito *Threshold*. In ANPEC, editor, *Anais do Encontro Nacional de Economia*.
- Verspagen, B. (2005). Innovation and economic growth. In *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Vinding, A. L. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital

approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 15:507–517.

Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press.