**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estudo da relação entre comércio internacional, capital humano e
crescimento econômico no Brasil no período de 1995 a 2006**

Gilberto Joaquim Fraga

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2011**

Gilberto Joaquim Fraga
Economista

**Estudo da relação entre comércio internacional, capital humano e crescimento
econômico no Brasil no período de 1995 a 2006**

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS JOSE CAETANO BACHA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Fraga, Gilberto Joaquim

Estudo da relação entre comércio internacional, capital humano e crescimento econômico no Brasil no período de 1995 a 2006 / Gilberto Joaquim Fraga. - - Piracicaba, 2011.

143 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Capital humano 2. Comércio internacional 3. Desenvolvimento econômico
4. Econometria 5. Inovações tecnológicas 6. Liberalização comercial I. Título

CDD 338.981
F811e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

À Ana Carolina Dubinevics!

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo – USP pela oportunidade e suporte oferecido na concretização dessa pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – **FAPESP** que avalizou esse projeto de pesquisa e financiou a minha dedicação integral ao curso. Sem esse suporte financeiro com certeza esse período de estudos teria sido muito mais árduo.

Ao meu orientador professor Dr. Carlos Bacha pelos seus comentários e ensinamentos, pela sua paciência, e por seu profissionalismo. Também, por ter acreditado na viabilidade desse tema de pesquisa quando o apresentei pela primeira vez em uma folha de rascunho.

À professora Heloisa Burnquist e os professores Humberto Spolador e Victor Ozaki pelos valiosos comentários no seminário de qualificação. Gostaria de agradecer o Álvaro e a Ligiana da biblioteca LES; Maielli e Paula da secretaria; o Silvio e a Vilma do Comut que sempre foram muito prestativos.

Aos meus amigos e colegas de turma. Ao pessoal da sala de pesquisa. À Camila Kretzmann. Meu amigo Lucas (Brunetti) que juntamente com o Waldemiro (Neto) sempre conversamos sobre assuntos interessantes o que tornava nossas idas para a FEA (enquanto cursamos Econometria II) bem mais agradáveis. Em especial três amigos foram importantes nessa jornada: Maria, grande amiga desde os tempos do mestrado, seu companheirismo nesse período foi imensurável; Neto, também de longa data (desde o mestrado no PCE/UEM) e grande companheiro nessa jornada, com quem tive oportunidade de dividir vários dos nossos importantes momentos acadêmicos durante o curso; Renilson – o atleta, o companheiro de corrida das mini maratonas, mas muito interessante mesmo eram nossos papos sobre diversos temas de economia, desde economia política à teoria de incentivos, também muito papo sobre aleatoriedade.

Agradeço aos meus pais – dona *Iraci* e seu *Jerônimo*; aos meus irmãos (a *Ivi* e o *Guidi*). À *Ana Carolina* pelo seu apoio incondicional durante toda essa jornada, por me emprestar parte do tempo que seria seu e por sua paciência, ingredientes muito importantes nessa etapa da minha vida. A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Comércio Internacional, Capital Humano e Crescimento Econômico: Evidências da Literatura Quantitativa	21
2.1.1 Comércio Internacional e Crescimento Econômico	23
2.1.3 A Complementaridade do Comércio Internacional e Capital Humano para o Crescimento Econômico: Evidências Empíricas Internacionais	35
2.2 A Importância do Presente Trabalho na Literatura Existente.....	38
3 ARCABOUÇO TEÓRICO.....	39
3.1 Fator de Produção, Comércio Internacional e Crescimento Econômico.....	39
3.2 Modelo de Solow Estendido.....	41
3.3 Modelo de Crescimento Econômico com Progresso Tecnológico Endógeno.....	48
4 DADOS E PROCEDIMENTOS ECONOMETRÍCOS UTILIZADOS.....	57
4.1 Dados	58
4.2 Procedimento de Dados em Painel	60
4.2.1 Modelo Estático de Dados em Painel	61
4.2.2 Estimções Utilizando Modelo Dinâmico de Dados em Painel	62
5 A HETEROGENEIDADE ECONÔMICA DOS ESTADOS BRASILEIROS	67
6 ESTIMATIVAS ECONOMETRÍCAS	87

6.1 Modelo de Solow estendido	87
6.2 Modelo de Crescimento com Progresso Tecnológico Endógeno	92
6.3 Discussão	95
7 CONCLUSÕES	101
REFERÊNCIAS.....	105
ANEXOS	111

RESUMO

Estudo da relação entre comércio internacional, capital humano e crescimento econômico no Brasil no período de 1995 a 2006

Existe uma ampla literatura tratando dos efeitos da abertura comercial sobre a taxa de crescimento econômico e outra que trata dos efeitos do capital humano sobre esse crescimento. No entanto, é bastante limitada a literatura que ressalta a interligação da abertura comercial e do capital humano sobre o crescimento econômico. Os poucos trabalhos existentes nesse último grupo se concentram em análises considerando diferenças entre países. No entanto, o Brasil tem grandes dimensões e a análise dos fatores que explicam o crescimento do PIB de seus estados é de suma importância para os planejadores econômicos. Diante desse cenário, procura-se nesta tese quantificar e analisar os impactos de variações no capital humano dos indivíduos e da abertura comercial dos estados brasileiros sobre o crescimento econômico dos respectivos estados. O capital humano aqui é entendido como o número médio de anos de estudos da parcela da PEA ocupada em cada unidade da federação e a abertura comercial é definida como a proporção entre o volume de comércio internacional (exportações mais importações) em relação ao PIB dos respectivos estados. A análise compreende o período de 1995 a 2006 e os dados anuais estão organizados no formato de painel, para o grupo de 26 estados mais o Distrito Federal. A tese é regida pela hipótese de que tanto a abertura comercial quanto o nível do capital humano da população economicamente ativa empregada são relevantes para o crescimento econômico dos estados brasileiros, tanto pela transferência tecnológica via comércio internacional quanto pela eficiência do capital humano para assimilar as novas tecnologias. Para atingir o objetivo proposto, desenvolveu-se dois modelos teóricos para posterior aplicação: o modelo estendido de Solow e o modelo de crescimento econômico com progresso tecnológico endógeno. Os resultados indicam que tanto o modelo estendido de Solow quanto o modelo com progresso tecnológico endógeno permitem afirmar que aumentar o grau de abertura comercial afeta positivamente a taxa de crescimento do PIB per capita com certa defasagem. Contudo, o efeito de curto prazo não é instantâneo, pois o impacto tem uma defasagem de dois anos. Estimou-se que um aumento no nível de abertura comercial de 1%, em média, aumenta a taxa de crescimento do PIB per capita, na ordem de 0,13 pontos percentuais (p.p.) quando estimado o modelo tradicional e 0,09 p.p. quando estimado o modelo com progresso tecnológico endógeno. Quanto ao impacto do capital humano, constata-se que para cada aumento de 1 ano no nível médio da escolaridade da força de trabalho haverá aumento em 0,06 p.p. na taxa de crescimento do PIB per capita quando estimado o modelo de Solow estendido e, de 0,07 p.p. através do modelo endógeno. A partir desses resultados, o trabalho sugere que se faz necessário não só aumentar o grau de abertura comercial, mas também é importante implementar políticas complementares de investimento contínuo em qualificação da força de trabalho.

Palavras-chave: Abertura econômica; Progresso tecnológico; Crescimento econômico; Painel dinâmico

ABSTRACT

Study of the relationship between international trade, human capital and economic growth in Brazil between 1995 thru 2006

There is a large literature addressing the effects of trade liberalization on economic growth rate and another that addresses the effects of human capital on growth. However, it is very limited literature that emphasizes the interconnection of trade openness and human capital on economic growth. The few studies available in the latter group are focused on analysis considering differences between countries. However, Brazil has large dimensions and analysis of the factors that explain the growth of GDP of its states is of great importance to economic planners. In this backdrop, this thesis seeks to quantify and analyze the impacts of variations in the human capital of individuals and the trade openness of the Brazilian states on rate of economic growth of the respective states. Human capital is understood here as the average number of years of schooling of the portion of the PEA employed in each state and trade openness is defined as the ratio between the amounts of international trade (exports plus imports) to GDP of the respective states. The analysis covers the period from 1995 thru 2006 and annual data are organized in the format of a panel for the group of 26 states plus the Federal District. The thesis is guided by the hypothesis that both trade openness and the level of human capital of the economically active population employed are relevant to the economic growth of the Brazilian states, either by technology transfer via international trade and the efficiency of human capital to assimilate new technologies. To achieve our objective, we developed two theoretical models for further application: extended Solow model of economic growth and economic growth model with endogenous technological progress. The results by dynamic panel data indicate that both the extended Solow model as the model with endogenous technological progress have revealed that increasing in the degree of trade openness positively affects the growth rate of GDP per capita with lag. However, the short-term effect is not instantaneous, because the impact has a lag of two years. It was estimated that an increase in the level of trade openness of 1%, on average, increases the rate of growth of GDP per capita around of 0,13 percentage points when estimated the extended Solow model and 0,09 percentage points when estimated the model with endogenous technological progress. The impact of human capital, we see that for every increase of 1 year in the average level of schooling of the workforce will increase by 0,06 percentage points in growth rate of GDP per capita when estimated through the extended Solow model and 0,07 percentage points through the endogenous model. From these results, this research suggests that it is necessary not only increase the degree of trade openness, but it is also important to implement complementary policies of continued investment in workforce skills.

Keywords: Economic openness; Technological change; Economic growth; Dynamic panel

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Superfície de produção com abertura comercial	45
Figura 2 – Grau de abertura comercial $[(X+M)/\text{PIB}]$ dos estados brasileiros: 1995 e 2006.....	82
Figura 3 – Taxa de crescimento da renda e nível do capital humano dos estados brasileiros	85
Figura 4 – Taxa de crescimento da renda e grau de abertura comercial dos estados brasileiros.....	86
Figura 5 – Impacto da abertura comercial/econômica sobre a taxa de crescimento	97
Figura 6 – Grau de abertura comercial $(X+M)/\text{PIB}$. Países: América Latina	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Correlação entre CIEE das regiões e FBKF do Brasil	59
Tabela 2 –	PIB per capita (em mil R\$) dos estados brasileiros. Período: 1995 a 2006.....	68
Tabela 3 –	Capital humano (anos de estudos médio da PEA ocupada) dos estados brasileiros. Período: 1995 e 2006	71
Tabela 4 –	População economicamente ativa (em milhares de pessoas) dos estados. Período: 1995 a 2006	74
Tabela 5 –	Capital (consumo industrial de energia elétrica em milhares de MW/h) dos estados brasileiros. Período: 1995 e 2006	77
Tabela 6 –	Abertura comercial ¹ (econômica) dos estados do Brasil. Período: 1995 a 2006.....	80
Tabela 7 –	Correlação da renda per capita (y) com capital humano (h), abertura comercial (ac), PEA e capital físico (k)	83
Tabela 8 –	Estimativas dos modelos de Paineis: Efeitos fixos e Dinâmicos – GMM-DIF, GMM-SYS: dependente taxa de crescimento(gy).....	89
Tabela 9 –	Estimativas dos Modelos de Paineis Dinâmicos: GMM-DIF, GMM-SYS. Variável dependente: taxa de crescimento (gy).....	93
Tabela 10 –	Estimativas dos Modelos de Paineis Dinâmicos: com infra-estrutura e área plantada. Variável dependente: taxa de crescimento(gy).....	141
Tabela 11 –	Experimento da taxa de crescimento (gy) a partir dos parâmetros da pesquisa. Estado: Piauí	145

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1990 e na primeira década dos anos 2000, parte do debate acadêmico ocorreu em torno de sugestões para aumentar a taxa de crescimento econômico do Brasil, considerando que, entre 1995 e 2006, a taxa média de crescimento anual do PIB brasileiro foi de 2,7%¹ ante o crescimento de 3,8% ao ano do PIB mundial. No Brasil, os gestores de política econômica vêm trabalhando de forma a alcançar uma taxa de crescimento econômico de forma sustentada sem deterioração de outras variáveis macroeconômicas. Isto acontece, em parte, porque o país possui um histórico que o induz à cautela na gestão das políticas econômicas e, também, é uma pequena economia aberta e emergente, suscetível aos choques externos comuns às economias com esse perfil. Na última década foi considerável o impacto do aumento e consolidação da abertura comercial sobre a estrutura produtiva da economia brasileira, o que resultou em uma demanda por trabalhadores com viés para maiores níveis de capital humano acumulado.

Dentre outras, duas recorrentes recomendações para gerar maiores taxas de crescimento econômico concentram atenção sobre políticas de promoção do comércio internacional de produtos de maior valor agregado e investimentos em capital humano. Defende-se a qualificação dos agentes econômicos para uma melhor adequação ao mercado e como uma forma de responder bem às novas necessidades das estruturas produtivas dos estados e assimilação de novas tecnologias. O nível de eficiência com que o país consegue absorver novas tecnologias é reflexo da qualificação dos trabalhadores. No Brasil, esse fato pode ser constatado através da implementação de políticas para estimular as exportações e para aumentar os níveis de escolaridade média da população. Os agentes econômicos têm aumentado seu nível médio de capital humano acumulado, pois este é um investimento que permite ao indivíduo impulsionar sua renda do trabalho e aumentar (ou manter) o nível de empregabilidade diante das mudanças dinâmicas na economia.

¹ IPEADATA (2008).

Por outro lado, tanto em economias em desenvolvimento como nas desenvolvidas, grande atenção vem sendo dada para a questão do comércio internacional visando promover o crescimento da nação em consideração. Por enquanto, essa relação positiva entre comércio internacional e crescimento econômico não é consenso, como afirma Rodriguez e Rodrik (2000). No entanto, mesmo um país tendo uma política de estímulo às exportações, essas últimas não são uma variável puramente endógena, pois depende, por exemplo, das políticas de importações de outros países e da demanda mundial de bens e serviços.

Existem evidências de pesquisas, tanto no âmbito macro quanto microeconômico, que recomendam o aprofundamento do processo de abertura para aumentar a produtividade da economia e, conseqüentemente, acelerar o crescimento do país (HADDAD, 2008). Nessa mesma linha, Ellery Jr. (2009) argumenta que, dentre as medidas estratégicas para o crescimento, consta a importância de ampliar a participação do Brasil no comércio internacional. O incremento do comércio internacional tenderia a aumentar a competição, dado o confronto das empresas brasileiras com as empresas internacionais. Conseqüentemente, esse processo geraria aumento na produtividade total dos fatores (PTF), cujo atual patamar é apontado como um dos problemas do baixo nível da taxa crescimento econômico do Brasil.

A heterogeneidade dos estados brasileiros reflete no desempenho dos variáveis econômicas. No período entre 1995 e 2006, enquanto o estado de Mato Grosso teve o maior aumento no nível da renda per capita (R\$ 3.009)² o estado do Amapá registrou um baixo crescimento (de R\$ 269,0)². Quanto ao nível do capital humano da força de trabalho, o estado do Acre ficou estagnado, por outro lado, o estado de Tocantins registrou maior aumento no nível médio do capital humano com incremento de 2,49 anos de estudos na média. A abertura comercial dos estados possui, também, evolução diferenciada sendo que em 2006 o estado do Amazonas registrou a maior abertura (49%) e o estado do Acre não alcançou 1%, enquanto na média o grau de abertura comercial do Brasil registrou 21,5% em 2006.

Nesse cenário, o **objetivo** geral da presente tese é analisar e quantificar os impactos de variações no capital humano dos indivíduos e da abertura comercial dos estados brasileiros sobre o crescimento econômico dos respectivos estados. Subsidiariamente será apresentado um modelo teórico para analisar a relação entre o capital humano dos indivíduos, abertura econômica e

² Valores em R\$ de 2000, deflacionados pelo deflator implícito do PIB.

crescimento econômico além de definir e estimar modelos econométricos para quantificar a importância do capital humano e da abertura comercial no crescimento econômico dos estados brasileiros.

Outros fatores podem ser importantes para explicar o crescimento econômico como, por exemplo, a infra-estrutura física dos estados e amplitude dos recursos naturais, no entanto, o foco será o teste das construções teóricas a serem apresentadas.

O período de 1995 a 2006 será considerado para a análise, por ser, a partir do começo desse período, que se inicia a consolidação da estabilidade de preços na economia brasileira e, também, a intensificação da integração comercial e financeira do Brasil com o resto do mundo. O período em análise termina em 2006 devido à disponibilidade de dados adequados para as estimativas feitas na pesquisa.

A **hipótese** que rege essa pesquisa é a de que tanto a abertura comercial quanto o nível do capital humano da população economicamente ativa empregada são relevantes para determinar o crescimento econômico dos estados brasileiros, tanto pela transferência tecnológica via comércio internacional quanto pela eficiência do capital humano para assimilar essa tecnologia.

Os trabalhos anteriores a este que buscaram analisar a relação entre exportações e crescimento econômico o fizeram por meio de dados agregados para todo o Brasil (sem distinguir seus estados) ou verificaram o impacto da abertura comercial sobre a produtividade dos setores industriais. Sendo que o papel do capital humano como dinamizador nessa relação normalmente ficou ausente. A limitação desse tipo de análise é que não são captadas as especificidades regionais persistentes nas estimativas dos modelos econômicos.

Neste quesito, a presente pesquisa pretende **contribuir** para o debate econômico de duas formas: i) apresentando modelos teóricos que dão suporte às estimativas das relações entre abertura comercial, capital humano e crescimento econômico; ii) realizar estimativas utilizando dados organizados em painel para os estados brasileiros, de maneira a contemplar as diferenças regionais que possam existir.

Compreendem a **estrutura da pesquisa**, além desta introdução, cinco capítulos e a conclusão. O capítulo dois apresenta a revisão da literatura empírica, nacional e internacional, sobre o tema em análise, objetivando retratar a fronteira dessa agenda de pesquisa. O terceiro capítulo apresenta o arcabouço teórico que dá suporte às análises empíricas do trabalho. No

quarto capítulo serão apresentados os dados e os procedimentos econométricos utilizados. O quinto capítulo apresenta a evolução econômica dos estados brasileiros, destacando suas diferenças. O capítulo seis apresenta as estimativas e os testes econométricos e a discussão dos resultados. Por último, as considerações e sugestões de política econômica são apresentadas no capítulo sete, seguidas das referências bibliográficas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo compõe-se de duas partes. Inicialmente, a literatura nacional e internacional sobre as relações entre comércio internacional, capital humano e crescimento econômico é revista em três subitens. Em seguida, situa-se a importância do presente trabalho nessa literatura.

2.1 Comércio Internacional, Capital Humano e Crescimento Econômico: Evidências da Literatura Quantitativa

De acordo com Edwards (1992), a relação entre comércio internacional e crescimento é uma questão antiga e controversa entre os economistas. Embora alguns economistas sejam um pouco céticos quanto aos benefícios oriundos do comércio internacional sobre o crescimento, por outro lado, vários estudos empíricos corroboram a hipótese de que economias voltadas para o exterior (e, portanto, mais abertas) têm obtido efeitos positivos sobre o crescimento econômico. Edwards (1992, 1993) argumenta que os desenvolvimentos recentes na geração de modelos de crescimento baseados em economias de escala, acumulação de capital humano e progresso tecnológico endógeno *à la* Lucas (1988) e Romer (1990) geram novos elementos para análise da forma pela qual o comércio internacional pode afetar o crescimento econômico.

Desde o início da década de noventa do século passado tem surgido vários trabalhos quantitativos³, fundamentados nos modelos de crescimento endógeno, os quais buscaram analisar os canais pelos quais o comércio internacional afetaria o crescimento econômico dos países. Essa literatura tem sido aprimorada consideravelmente nos últimos anos, principalmente a partir da crítica de Rodriguez e Rodrik⁴ (2000). Os avanços são no sentido de encontrar bons indicadores para a abertura comercial e resolver o problema de endogeneidade das variáveis utilizadas como

³ No presente estudo são denominados trabalhos quantitativos aqueles que fizeram uso de procedimentos econométricos para alcançar os objetivos propostos.

⁴ Esses autores realizaram uma ampla discussão crítica sobre as variáveis utilizadas como *proxies* de abertura comercial, afirmando que grau de abertura comercial, índice de barreiras tarifárias, índice de distorção nas importações, prêmio do mercado de câmbio paralelo são indicadores “pobres” para verificar uma relação de causalidade com crescimento econômico.

proxies para indicar o grau de abertura comercial dos países. Recentemente, alguns economistas, por exemplo, Chang *et al.* (2009) destacam, de maneira explícita, o papel de políticas (domésticas) complementares às políticas de comércio internacional para impulsionar as taxas de crescimento econômico. Dentre aquelas se destaca o papel da acumulação do capital humano, ou seja, a qualificação da população economicamente ativa para melhor absorver os benefícios do comércio com outras nações.

Os trabalhos quantitativos encontrados na moderna literatura, referente ao tema abordado nesse capítulo, podem ser separados em alguns grupos⁵, visando uma melhor exposição. Os primeiros estudos referem-se à análise da relação entre comércio internacional (alguns estudos incluem outras variáveis/indicadores relacionadas ao comércio, por exemplo, tarifas) e crescimento econômico, como abordado por Balassa (1978), Feder (1982), Edwards (1992, 1993), Coe *et al.* (1997), Edwards (1998), Frankel e Romer (1999), Rodríguez e Rodrik (2000), Irwin e Terviö (2002), Keller (2002), Pedroso (2002), Lee *et al.* (2004), Romalis (2007) e Henry *et al.* (2009). Com aplicações para economia brasileira tem-se os trabalhos de Ferreira e Rossi (2003), Magalhães *et al.* (2007), Faleiros e Alves (2008). O segundo grupo de estudos refere-se exclusivamente aos trabalhos que verificaram o papel do capital humano na explicação do crescimento econômico dos países, como Mankiw *et al.* (1992), Benhabib e Spiegel (1994), Gemmell (1996), Engelbrecht (1997), Barro (2001), Krueger e Lindhal (2001), Nakabashi e Figueiredo (2008), Silva e Marinho (2008), e com aplicação para economia brasileira tem-se os trabalhos de Lau *et al.* (1993), Andrade (1997), Gonsalves *et al.* (1998), Freitas e Bacha (2004), Dias *et al.* (2009), Nakabashi e Felipe (2007). E, por fim, o terceiro grupo de estudos, que são mais recentes, que analisaram a complementaridade da relação entre comércio internacional (abertura comercial), capital humano e crescimento econômico, dentre os quais se destacam: Gould e Ruffin (1995), Levin e Raut (1997), Miller e Upadhyay (2000), Chuang (2000) e Chang *et al.* (2009). Estes trabalhos são apresentados de forma individual e detalhados no anexo A.

⁵ Os trabalhos aqui citados são apresentados individualmente em detalhes no Anexo (A), por meio de quadros-resumo que contemplam os seguintes tópicos: autores, período(s) analisado, modelo básico considerado e procedimento econométrico e principais conclusões.

2.1.1 Comércio Internacional e Crescimento Econômico

A discussão da relação entre comércio externo e crescimento econômico é uma questão ampla e permanece em aberto. Embora muitos resultados dessa discussão apresentem uma relação positiva entre comércio e crescimento econômico, não existe ainda um consenso entre os economistas. Balassa (1978, p.182) argumenta que os resultados positivos do comércio externo sobre o crescimento econômico surgem quando os países não inibem o comércio internacional, proporcionando incentivos para a alocação dos recursos de acordo com a sua respectiva vantagem comparativa, que permitem a exploração de economias de escala e melhorias tecnológicas em resposta à competição externa. O autor investigou empiricamente a relação entre exportações e crescimento econômico para um grupo de países em desenvolvimento no período de 1960 a 1973. Os resultados sugerem que, para esse grupo de países, um aumento de 1% na taxa de crescimento das exportações proporciona um aumento de 0,04% na taxa de crescimento do produto nacional bruto. Prosseguindo, o autor afirma que a orientação comercial dos países em consideração tem sido importante para explicar a diferença de renda, sendo que as economias com políticas consistentes para estimular exportação conseguiram maior crescimento da renda.

Feder (1982) desenvolveu uma estrutura analítica que permite analisar as fontes do crescimento econômico, enfatizando a contribuição do setor exportador para países semi-industrializados. Os resultados mostram que o setor exportador é mais produtivo e as economias voltadas para as exportações têm sucesso, no mínimo parcial, por conduzir a economia para uma alocação quase ótima dos recursos. E essa realocação de recursos dos setores não exportadores para o setor exportador constitui em uma fonte de crescimento para a economia dos países.

Em uma análise que vai além de verificar a relação entre exportações e crescimento econômico, Edwards (1992) especificou um modelo que contempla a relação entre orientação comercial, distorção comercial e crescimento para uma amostra de trinta países em desenvolvimento. Além do método padrão de mínimos quadrados ordinários, os modelos foram estimados utilizando o procedimento de variáveis instrumentais para considerar potenciais problemas de endogeneidade e causalidade reversa das variáveis explicativas. Os resultados apresentam evidências de uma relação robusta entre orientação comercial e desempenho

econômico. Considerando os indicadores de abertura utilizados, os países que liberalizaram a política comercial tornaram-se mais abertos e menos distorcidos e deverão crescer a taxas superiores aos demais países com algum tipo de restrição e distorção no comércio com o exterior. No trabalho seguinte, Edwards (1993) faz uma revisão (apresentando e discutindo modelos) da moderna literatura empírica para a época e que relaciona a política comercial e crescimento econômico para países em desenvolvimento, objetivando constatar se as evidências empíricas existentes sustentam a visão popular que economias mais abertas crescem mais do que aquelas com políticas comerciais restritivas. A conclusão do trabalho apontou para a necessidade de avançar na construção e obtenção de indicadores mais fidedignos de políticas comerciais e buscar identificar o mecanismo direto pelo qual as exportações afetam o crescimento econômico. Segundo o autor, para evidências precisas dos canais, que a orientação comercial afeta o crescimento, deve-se aprofundar nos aspectos microeconômicos da inovação, comércio internacional e crescimento econômico.

No seu terceiro trabalho sobre o tema, Edwards (1998) analisa a robustez da relação entre abertura comercial e crescimento da produtividade total dos fatores, utilizando nove índices⁶ alternativos de abertura comercial referentes a noventa e três países desenvolvidos e em desenvolvimento. Os resultados confirmam aqueles encontrados por Edwards (1992). No trabalho de 1998 foi utilizado maior número de variáveis indicadoras de política comercial e os resultados são consistentes, pois mesmo quando foram adicionadas variáveis alternativas para mensurar a abertura comercial, o sinal dos coeficientes foi mantido, confirmando que países com economias mais abertas e sem distorções devem registrar crescimento na taxa de produtividade de maneira mais rápida. O autor chama atenção para a questão da endogeneidade das variáveis que ainda permanecia em aberto até aquele momento.

Frankel e Romer (1999) examinaram empiricamente a relação entre volume de comércio internacional dos países e renda. Para obter resultados mais consistentes, os autores utilizaram variáveis de controle que captam as características geográficas dos países e também fizeram uso de instrumentos alternativos, como: fronteira territorial, que pode afetar o comércio, mas não a

⁶ Esses indicadores são a medida de abertura construída via método dos componentes principais; índice de orientação externa; índice de abertura de Leamer; prêmio médio de câmbio paralelo; tarifas médias de importação sobre manufaturas; cobertura média de barreiras não tarifárias; índice de distorção em comércio internacional; razão das taxas comerciais em relação ao volume de comércio; índice de distorção das importações.

renda; esses instrumentos visam amenizar o problema da endogeneidade. Os resultados confirmam que o comércio internacional afeta positivamente a renda, embora a significância estatística seja moderada. Os autores ressaltam que as estimativas pelo procedimento de mínimos quadrados ordinários superestimam os efeitos do comércio sobre a renda. Também, os efeitos encontrados não são estimados com grande precisão e os efeitos das políticas comerciais devem ser qualificados para aplicação dos resultados, pois existem várias formas do comércio afetar a renda.

Rodríguez e Rodrik (2000) fazem uma revisão crítica de parte da literatura empírica que relaciona abertura comercial e taxa de crescimento econômico (da renda) dos países, através de técnicas *cross-country* e que foram publicados na década de noventa do século XX. Para alcançar os objetivos, foram replicadas as especificações de Dollar (1992)⁷, Sachs e Werner (1995)⁸, Edwards (1998) e Frankel e Romer (1999), analisando apenas qualitativamente outros trabalhos que abordam o tema como, por exemplo, Harrison (1996)⁹. De forma categórica, Rodríguez e Rodrik (2000) afirmam que a natureza da relação entre política comercial (medida pelos indicadores de comércio utilizados) e crescimento econômico apresentava-se como uma questão que se encontrava aberta naquele momento, podendo ser uma relação de contingente. Ainda, os autores afirmam que as medidas (ou índices) de abertura são frágeis, o que gera a necessidade de uma interpretação prudente das estimativas econométricas, sendo que, por vezes, o problema da endogeneidade entre as variáveis explicativas permanece. Os autores afirmam que medidas de abertura como a variabilidade na distorção cambial, que foi usada por Dollar (1992), não parece ser um indicador claro de orientação comercial. Na mesma linha, o uso do prêmio do dólar paralelo (*black market*), que é comumente utilizado, também não serve como indicador de abertura, pois é altamente sensível às variáveis políticas e macroeconômicas.

Irwin e Terviö (2002) estimaram um modelo baseado na construção de Frankel e Romer (1999), mas utilizando dados referentes a períodos diferentes daqueles utilizados por Frankel e Romer. Irwin e Terviö utilizaram dados dos períodos pré-primeira Guerra Mundial, entre guerras,

⁷ “Outward-Oriented Development Economies Really Do Grow More Rapidly: Evidence from 95 LDCs, 1976-85”. **Economic Development and Cultural Change**, vol. 40 (3): 523-544, apr. 1992.

⁸ “Economic Reform and the Process of Global Integration”. **Brookings Papers on Economic Activity**, vol. 1995 (1): 1-118, apr. 1995.

⁹ “A Time-Series, Cross-Country Analysis for Developing Countries”. **Journal of Development Economics**, vol. 48 (2): 419-447, march, 1996.

e pós-segunda Guerra Mundial. Mesmo para períodos diferentes no tempo, os resultados confirmaram as principais evidências encontradas na pesquisa original de Frankel e Romer (1999).

Pedroso (2002) mensurou a influência da orientação comercial sobre os níveis de renda para países em desenvolvimento e desenvolvidos, tentando responder se países com menores barreiras ao comércio internacional alcançam maior progresso econômico. Os resultados obtidos através da técnica de dados em painel mostram que, se o indicador de abertura (exportações mais importações sobre o PIB) aumentar em um ponto percentual, o impacto na renda por trabalhador será da ordem de 0,005%, portanto, muito pequeno. O autor deixa claro que a despeito desses resultados encontrados, na presente pesquisa, abertura comercial não é condição suficiente para elevar nível de renda.

Considerando as críticas em relação à endogeneidade das variáveis e os procedimentos utilizados para estimar a relação entre abertura e crescimento, Lee *et al.* (2004) resolveram inovar em relação aos procedimentos até então utilizados. Esses autores utilizaram duas alternativas adicionalmente ao método convencional de mínimos quadrados. Utilizou-se o método de identificação através da heterocedasticidade (IH)¹⁰ e o método dos momentos generalizados (GMM) para painel. Esses procedimentos permitem maior controle para causalidade reversa e endogeneidade das variáveis. Os resultados mostram que a abertura comercial afeta positivamente a taxa de crescimento. Os parâmetros apresentaram certa estabilidade sob diferentes estratégias de estimação, que visaram controlar o problema de endogeneidade existente nos indicadores de abertura e causalidade.

Romalis (2007) examinou a hipótese de que um aumento na abertura dos países em desenvolvimento via maior acesso aos mercados dos países desenvolvidos poderia gerar maior taxa de crescimento para os países menos desenvolvidos. O autor argumenta que os dados das tarifas dos Estados Unidos impostas às nações mais favorecidas (*US MFN-Tariff*) podem constituir em bons instrumentos para a abertura dos países em desenvolvimento. As conclusões sugerem que a eliminação das tarifas existentes por parte dos países desenvolvidos aumentaria a

¹⁰ Os autores afirmam que esse método de identificação através da heterocedasticidade permite controlar o efeito do crescimento sobre as *proxies* para abertura comercial, portanto, gera coeficientes mais confiáveis.

razão comércio/PIB dos países em desenvolvimento em um terço, enquanto a taxa de crescimento do produto aumentaria entre 0,6% e 1,6% ao ano. O que o trabalho não contempla, e o autor destaca, é a importância de identificar os canais de transmissão pelo qual o acesso aos mercados geraria aumento no PIB dos países em desenvolvimento.

Nos últimos anos surgiram alguns trabalhos cuja preocupação principal consiste em analisar o efeito do comércio internacional sobre o crescimento econômico via transferência tecnológica dos países desenvolvidos para aqueles países em desenvolvimento. Nessa perspectiva, Coe *et al.* (1997) examinou a transferência de tecnologia dos países industrializados para os países em desenvolvimento (com pouco ou nenhum investimento em pesquisa e desenvolvimento – P&D) através do comércio internacional de 77 países em desenvolvimento com 22 países industrializados. As estimativas sugerem que os efeitos *spillovers* dos investimentos em P&D dos países industrializados para os países em desenvolvimento são substanciais. Os autores concluíram que, em média, um aumento de 1% no estoque de P&D nos países industrializados gera um aumento de 0,06% no produto interno bruto dos países em desenvolvimento.

Keller (2002) verificou a importância do comércio internacional de bens intermediários como veículo para a transmissão de tecnologia entre países para aumentar a produtividade. O autor utilizou fluxos de gastos em P&D para explicar o aumento de produtividade em treze setores industriais de oito economias desenvolvidas. As estimativas mostram que a contribuição do P&D para o crescimento da produtividade é substancial. Sendo que algo em torno de 20%¹¹ do crescimento da produtividade de determinado setor industrial *i* é explicado pela transmissão internacional via comércio de bens, ou seja, o P&D gerado por indústrias sediadas em outros países é transferido via comércio de produtos.

Henry *et al.* (2009) analisa a importância da transferência tecnológica dos países industriais para a fronteira de produção de cinquenta e sete países em desenvolvimento e, também, verifica a influência do comércio internacional sobre a capacidade de absorção e eficiência nacional dos países em questão. Para alcançar os resultados, o procedimento mais

¹¹ Vale ressaltar que o autor utilizou dados referentes a países com avançado setor de P&D, portanto, pode-se esperar que o efeito para países em desenvolvimento seja superior aos 20% encontrados nesse trabalho, se constatar a hipótese de absorção tecnológica.

adequado foi o de análise de fronteira estocástica. Entre suas conclusões, os autores ressaltam que a tecnologia importada, através de bens de capital, é importante fonte para o crescimento do produto (renda) dos países em desenvolvimento. Por extensão, o comércio internacional e a política comercial têm considerável influência no aumento da produtividade, seja através da melhoria tecnológica incorporada nos produtos importados ou pelo avanço da eficiência que os países em desenvolvimento são induzidos, permitindo assim um deslocamento positivo da fronteira de produção.

A literatura sobre o presente tema, com aplicações para o Brasil, não é ampla como a literatura internacional. Os trabalhos que analisam a relação entre comércio internacional (ou abertura econômica) e crescimento com enfoque no Brasil surgiram a partir dos anos 2000. Ferreira e Rossi (2003) analisaram os efeitos do comércio internacional sobre a produtividade industrial no Brasil, considerando os anos de 1985, 1990 e 1997, ou seja, pré e pós-liberalização comercial. O procedimento econométrico adotado foi o de dados em painel com efeitos fixos que permite controlar efeitos específicos de determinada indústria (ou setor industrial). A conclusão da pesquisa sugere que existe uma relação significativa e robusta entre abertura comercial e crescimento da produtividade do setor industrial brasileiro. Segundo os autores, a liberalização comercial no Brasil pode explicar boa parte do crescimento na produtividade total dos fatores, sendo que a redução na taxa de proteção efetiva observada no período implicou, segundo as estimativas, um aumento entre 3 e 6% na taxa de crescimento da produtividade (PTF). O impacto de uma redução nas tarifas nominais (NT) gera um aumento entre 8 e 12% na produtividade industrial.

Magalhães *et al.* (2007) analisaram a relação entre abertura comercial, tamanho dos estados brasileiros (em termos de PIB e população) e crescimento econômico. Os autores assumiram a hipótese de que o tamanho dos estados é um dos elementos determinantes para que a abertura econômica afete positivamente o crescimento econômico. Para controlar os potenciais problemas de endogeneidade foi utilizado o método de regressões aparentemente não-relacionadas (SUR) e mínimos quadrados em três estágios (MQO3). Os resultados evidenciam uma relação positiva entre abertura e crescimento e eles foram robustos de acordo com as diferentes metodologias. Também, ao adicionar paulatinamente variáveis de controle, como renda inicial, *dummies* para os estados e tempo, os parâmetros de interesse mantiveram a significância

estatística e o sinal esperado. Destaca-se que o efeito isolado do comércio exterior sobre as taxas de crescimento do PIB per capita dos estados foi maior que o efeito tamanho (do estado). Isso demonstra, segundo os autores, que o mercado externo é mais dinâmico do que o mercado doméstico no impacto sobre o crescimento do PIB per capita.

Faleiros e Alves (2008) especificaram e testaram empiricamente um modelo não linear de crescimento econômico orientado pelas exportações, para três países latino-americanos – Brasil, Chile e México. Esse procedimento não linear desenvolvido pelos autores assume que as trajetórias das taxas de crescimento do produto e das exportações, ao longo do tempo, podem alternar entre quatro diferentes tipos de combinações (regimes), onde cada um destes caracteriza-se por uma combinação entre altas e baixas taxas de crescimento, tanto do produto como das exportações. Para alcançar o objetivo utilizou-se o procedimento econométrico de regime múltiplo de transição suave auto-regressivo (*MR-STVAR*). Os resultados mostram que existem evidências de crescimento do PIB orientado pelas exportações para os três países em consideração. No que diz respeito ao regime de maior predominância para os três casos, tem-se: Chile passou por um período de alto crescimento endógeno do produto e baixo crescimento das exportações seguido por regime de alto crescimento endógeno do produto e alto crescimento das exportações; o México passou por um período de baixo crescimento endógeno do produto e alto crescimento das exportações para em um segundo momento registrar um processo de alto crescimento endógeno do produto e concomitante das exportações; para o Brasil, considerando o período mais recente, verifica-se que na primeira metade da década de noventa e na primeira década dos anos 2000 predomina alto crescimento tanto do produto quanto das exportações.

2.1.2 Capital Humano e Crescimento Econômico: Evidências da Literatura Internacional e Brasileira

Estudos econométricos que analisam a relação entre capital humano e crescimento econômico vêm de longa data. No entanto, a partir do melhor desenvolvimento dos modelos de crescimento endógeno na segunda metade dos anos oitenta do século XX, tornou-se mais intensa a quantidade de pesquisas contemplando esse assunto. Nos últimos anos, as pesquisas têm

buscado resultados mais robustos, seja através de novas especificações das equações ou dos dados utilizados como *proxies* para o capital humano. Alguns modelos utilizam o capital humano como insumo numa função de produção. Em outras especificações, o capital humano é a variável que afeta o progresso tecnológico endógeno e funciona como propulsor ou canal de transmissão, de forma a complementar alguma outra variável como, por exemplo, o comércio internacional. Prosseguindo, primeiramente será apresentado um grupo de trabalhos econométricos que utilizaram dados internacionais e, posteriormente, um grupo que fez uso de dados do Brasil para associar capital humano e crescimento econômico.

Mankiw *et al.* (1992) construíram e analisaram a especificação de um modelo que estendeu o modelo de Solow, para inclusão da variável capital humano entre as variáveis explicativas. Também, verificaram se o modelo é consistente para explicar a variação no padrão de vida entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento. Os autores concluíram que o modelo de Solow aumentado, contemplando capital humano, proporciona um melhor entendimento das diferenças de renda entre os países. Da mesma forma, essa nova formulação responde por cerca de oitenta por cento da variação da renda per capita entre os países. Portanto, o capital humano é um fator relevante para explicar o diferencial de renda e de crescimento entre os países.

Essa relação positiva entre capital humano e crescimento econômico foi questionada quando Benhabib e Spiegel (1994) mensuraram a importância do capital humano como fator determinante do crescimento econômico. Esses autores utilizaram duas diferentes especificações, uma neoclássica e outra estrutural com inspiração nos modelos de crescimento endógeno. Nas estimativas para dados agregados de um grupo de países, quando considera a função de produção em que o capital humano entra como um fator de produção, o coeficiente associado ao capital humano apresentou sinal negativo, portanto, não contribuindo para o crescimento econômico. Na especificação alternativa, em que o capital humano influencia o crescimento da produtividade, encontrou-se sinal positivo para o coeficiente. Concluiu-se nesse último caso que o capital humano afeta indiretamente o produto através da geração de tecnologia interna e acelerando a absorção de tecnologia externa (*catch-up*) e não de maneira direta como insumo numa função de produção.

Gemmel (1996) avaliou o impacto de variações no estoque e na acumulação do capital humano sobre o crescimento econômico para uma amostra de noventa e oito países com níveis diferentes de desenvolvimento no período de 1960 a 1985. Os resultados mostram que os níveis de escolaridade primária e secundária são mais importantes para explicar o crescimento econômico dos países menos desenvolvidos, enquanto que a escolaridade de nível superior (educação universitária) tem importante efeito sobre o crescimento dos países desenvolvidos. Quanto a essa relação positiva das economias desenvolvidas com alto nível médio de educação, o autor argumenta que para a escolaridade de nível superior tornar-se importante é preciso passar pelo nível primário e secundário, o que já aconteceu com esses países desenvolvidos.

Engelbrecht (1997) apresenta um modelo para identificar o papel do capital humano e a interação dessa variável com o nível de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no processo de crescimento dos países que compõem a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD). O autor verificou o papel do capital humano na absorção de *spillover* internacional. Os resultados são robustos e mostram que o capital humano afeta de forma direta e positiva a produtividade total dos fatores, que é um elemento explicativo do crescimento da produção, portanto, em linha com os resultados encontrados por Benhabib e Spiegel (1994). Além disso, o autor também constatou que o capital humano é importante para as inovações domésticas e no processo de *catch-up* da produtividade. Por fim, o capital humano funciona como condutor para as transferências tecnológicas internacionais entre os países da OECD.

Barro (2001) analisou a relação entre capital humano e crescimento econômico para um grupo de cem países, mensurando a importância dos diferentes níveis de educação (primária, secundária e níveis mais elevados) de homens e mulheres. Conforme os resultados do autor, a taxa de crescimento é positivamente relacionada com o nível inicial (em 1965) da média de anos de estudo dos homens com educação secundária e, também, com os níveis superiores. Por outro lado, para mulheres com esse mesmo nível de educação a relação com o crescimento é insignificante.

Krueger e Lindhal (2001) analisaram o papel da educação para o crescimento econômico, considerando a perspectiva da literatura microeconômica (microdados) e literatura macroeconômica (dados de grupos de países) no desenvolvimento do modelo estimado. Os

resultados indicam que a educação é estatisticamente significativa e está positivamente associada com o crescimento somente para países com baixo nível de educação. Para países com nível médio de educação, o crescimento econômico possui relação inversa ou até mesmo não é relacionado com a educação. O mesmo vale quando se consideram todos os países da amostra com níveis diferentes de educação. Os autores constatarem que a existência de linearidade entre educação e crescimento econômico é improvável de ser mantida. A variação na escolaridade média tem maior efeito nas estimativas entre países do que dentro de determinado país. Esse maior retorno encontrado para *cross-country* pode ser ligado à questão de causalidade reversa ou variável omitida encontrada nas análises em nível de países (*within-country*).

Nakabashi e Figueiredo (2008), tendo como base os modelos de crescimento econômico endógeno, analisaram os diferentes impactos (diretos e indiretos) do capital humano sobre o crescimento econômico. Os autores verificaram como essa variável pode afetar direta e indiretamente a determinação da taxa de crescimento da renda para dois grupos de países: um grupo de 96 países com níveis diversos de desenvolvimento, e outro grupo de 29 países com nível de desenvolvimento superior. Foram controladas as especificidades dos países, através da metodologia de dados em painel. Os resultados mostram que o efeito direto do capital humano sobre a renda por trabalhador não é relevante em nenhuma das amostras. Os autores destacam que o resultado mais importante, encontrado na pesquisa, foi o efeito do capital humano incidindo sobre a difusão tecnológica para ambos os grupos de países. Enquanto que os impactos na melhora da produtividade do trabalho e a criação direta de tecnologia não foram relevantes.

Silva e Marinho (2008), com base na especificação da função de produção Minceriana, reexaminaram empiricamente a contribuição do capital humano ao crescimento econômico para três grupos de países bastante heterogêneos: países ricos, de renda média e países pobres, conforme classificação do Banco Mundial. Adicionalmente ao procedimento padrão de mínimos quadrados, os autores utilizaram mínimos quadrados generalizados factível que corrige os problemas de autocorrelação e heteroscedasticidade. As conclusões do trabalho são de que não é possível rejeitar a hipótese de que o capital humano tem efeito importante para o crescimento econômico destes países. Adicionalmente, observa-se que os países pobres apresentam a magnitude do parâmetro do capital humano maior do que dos países ricos. Por outro lado, para os

países de renda média os resultados estimados mostraram-se não significativos estatisticamente para essa mesma variável.

A literatura empírica que relaciona capital humano e crescimento econômico utilizando dados do Brasil é bastante ampla e mais intensa no século corrente. Uma amostra dos trabalhos mais relevantes será apresentada a seguir. Uma referência neste tema, para efeito de comparação dos trabalhos empíricos, foram os resultados do trabalho de Lau *et al.* (1993). Esses autores estimaram uma função de produção agregada neoclássica para Brasil, com enfoque no capital humano da força de trabalho. A estimativa baseia-se nos dados agregados dos estados brasileiros. Os resultados mostram que a educação média da força de trabalho tem um efeito grande, positivo e estatisticamente significativo sobre o produto, sendo que um ano adicional na educação média gera um aumento no produto de aproximadamente 20% ao ano. Os autores, entretanto, relativizam esse resultado argumentando que existe um mínimo, entre três e quatro anos, para o qual o capital humano comece a causar impacto. Portanto, a magnitude deste efeito encontrado caracteriza-se como transitória, mas, os autores afirmam que esse efeito do capital humano não seria inferior a 5% ao ano.

Andrade (1997) estimou a importância do capital humano (medida pela educação) na explicação do crescimento econômico dos estados brasileiros, levando-se em consideração as diferenças interestaduais. Foram aplicadas as especificações neoclássica de Lau *et al.* (1993) e Benhabib e Spiegel (1994) como alternativas a serem tratadas. Os resultados mostraram que a especificação neoclássica [de Lau *et al.* (1993)] é mais adequada para mensuração da contribuição do capital humano no crescimento econômico do PIB dos estados brasileiros. O coeficiente estimado para o capital humano indica que um ano adicional de escolaridade média da PEA proporciona um aumento no PIB real de aproximadamente 32%, resultado esse bastante elevando, mas, segundo Andrade, coerente com a tendência já observada. Também, a elevada magnitude deste coeficiente pode estar associada ao substancial aumento observado na educação média da PEA no decorrer do período analisado (entre 1970 e 1995). Já a especificação alternativa [formulada por Benhabib e Spiegel (1994)] não apresentou resultados conclusivos ao ser testada para o Brasil.

Gonsalves *et al.* (1998) especificaram e estimaram para a economia brasileira um modelo de crescimento econômico, com inspiração nos modelos de crescimento endógeno. Nessa especificação, o progresso tecnológico é função do nível de educação. Os parâmetros apresentam os sinais esperados e são estatisticamente significantes. Os autores destacam que o coeficiente associado ao capital humano implica elasticidade maior do que um. O coeficiente para difusão tecnológica apresentou sinal coerente e significância estatística. Por fim, os autores ressaltam que são importantes as políticas de investimento em capital humano para o crescimento econômico do Brasil.

Nogueira *et al.* (2000) estimaram, através de uma função de produção padrão, a magnitude da relação entre o PIB per capita e o capital humano dos estados brasileiros, controlando para outras variáveis. Os autores também analisaram como essa relação se comportou ao longo do tempo considerado na pesquisa. De acordo com os autores, os investimentos em educação vêm se tornando, ao longo do tempo, cada vez mais importantes para o aumento do produto per capita dos estados brasileiros. O coeficiente associado à variável capital humano indica que um aumento de 1% no índice de educação teria um aumento de 2,36% na renda per capita dos estados em 1991. Já em 1996 o aumento na renda per capita seria em torno de 3,92% para a mesma variação de 1% na educação.

Freitas e Bacha (2004) analisaram a contribuição do capital humano no crescimento do valor bruto da produção agropecuária dos estados brasileiros. Foram testadas duas especificações neoclássicas: a tradicional e outra de inspiração alternativa – ao estilo Benhabib e Spiegel, que permite captar efeito limiar (*threshold*) e *catch-up* na agropecuária entre os estados brasileiros. Os resultados mostram que o capital humano tem importância significativa para o crescimento da produção agropecuária brasileira, quando foi estimado o modelo tradicional. Os dados não confirmaram a hipótese do efeito limiar. Na especificação alternativa, verificou-se a importância do capital humano através de três canais de transmissão: efeito exógeno, endógeno (capacidade do estado *i* de inovar) e efeito difusão tecnológica. Apenas o efeito endógeno foi estatisticamente significativo.

Dias *et al.* (2009) especificaram um modelo teórico que permitiu estimar a existência de uma relação não-linear entre crescimento econômico e nível de capital humano para os estados

brasileiros. Através do procedimento de dados em painel dinâmico foi possível controlar o problema potencial de endogeneidade e as estimativas confirmaram a existência de uma relação não linear entre crescimento econômico e capital humano. Foi encontrada uma relação em forma de U invertido entre as duas variáveis, como apontado por Krueger e Lindhal (2001). O nível de capital humano causa crescimento econômico com cinco anos de defasagem, sendo que a taxa máxima de crescimento do PIB per capita é alcançada com nível médio de escolaridade entre 4,5 e 4,7 anos. Os autores afirmam que a implicação política dos resultados dessa pesquisa é que aqueles estados que apresentam nível médio de escolaridade abaixo desse patamar devem aumentar os investimentos em educação.

Para confirmar as evidências encontradas para a relação entre capital humano e crescimento econômico, em nível de grupos de países ou grupos de estados (regiões) de um mesmo país, Nakabashi e Felipe (2007) analisaram essa relação para um grupo de municípios. Esses autores estimaram os impactos diretos do capital humano sobre o nível e a taxa de crescimento da renda de duzentos e oitenta e seis municípios paranaenses. Conforme os resultados apresentados, um aumento no coeficiente do capital humano de 1% gera um incremento de 0,212% no nível do PIB por trabalhador. Um aumento de 1 ano de escolaridade no nível do capital humano geraria um aumento de 7,16% no PIB por trabalhador quando estimado por dados em painel e controlando para os efeitos fixos; e 5,49% de aumento no PIB per capita quando estimado por MQO.

2.1.3 A Complementaridade do Comércio Internacional e Capital Humano para o Crescimento Econômico: Evidências Empíricas Internacionais

Considerando a forte e positiva relação que o comércio internacional e o capital humano exercem independentemente sobre o crescimento econômico, tem surgido na literatura internacional trabalhos que buscam analisar como essas duas variáveis atuam de forma complementar no crescimento do produto dos países. Gould e Ruffin (1994), visando explicar o crescimento econômico de longo prazo dos países, especificaram um modelo neoclássico de crescimento econômico tendo como base o modelo de Solow estendido. Os autores incluíram na

função de produção uma variável construída a partir da interação do capital humano com o regime comercial dos países. Essa variável busca contemplar o papel do nível de abertura das economias para o seu respectivo crescimento econômico. As estimativas dos autores mostraram que a relação entre crescimento econômico e efeito externo do capital humano varia de acordo com o regime comercial. Quando o nível de capital humano é relativamente alto, as economias abertas tendem a registrar taxas de crescimento superior às taxas de crescimento das economias mais fechadas.

Levin e Raut (1997) afirmam que essa relação interativa do capital humano e comércio internacional sobre o produto (renda) dos países tem sido negligenciada pela literatura. Para constatar empiricamente a existência dessa relação, os autores acima citados especificaram uma função de produção que permite analisar a relação de complementaridade entre exportações e capital humano no crescimento econômico para um grupo de trinta países semi-industrializados. Os autores confirmaram que existe evidência forte e robusta da interação entre educação média da força de trabalho e exportações (orientação comercial), portanto, indicando alto grau de complementaridade entre as duas variáveis na contribuição para o crescimento econômico dos países, ou explicar a diferença das taxas de crescimento econômico. Para os autores, esses resultados dão suporte para o desenvolvimento de políticas futuras que devem estimular o crescimento econômico de longo prazo através de políticas simultâneas de investimento em capital humano e no setor exportador¹².

Miller e Upadhyay (2000) partiram de uma função de produção agregada e analisaram o efeito da abertura comercial, da orientação comercial e do capital humano sobre a produtividade total dos fatores (PTF) para um grupo de 83 países desenvolvidos e em desenvolvimento. As conclusões dos autores mostraram que abrir a economia ao comércio internacional (por exemplo, aumentar o percentual das exportações em relação ao PIB) é benéfico à produtividade total dos fatores. O estoque de capital humano contribui positivamente para aumentar a produtividade na maioria das especificações. O efeito do capital humano sobre o crescimento econômico é negativo para os países de alta renda e positivo para os de média renda. Maior nível de educação

¹² Vale ressaltar que para as exportações desagregadas em manufaturadas e primárias, o crescimento da razão: exportação de manufaturados em relação ao PIB teve forte influência sobre o crescimento econômico. Enquanto o crescimento da razão exportações primárias em relação ao PIB teve efeito insignificante.

amplia o efeito da abertura sobre o crescimento da produtividade. Já para os países considerados de baixa renda, o coeficiente do capital humano move-se de negativo para positivo à medida que aumenta o grau de abertura da economia. Portanto, existe interatividade entre capital humano e abertura comercial.

Chuang (2000) verifica a relação de longo prazo e a causalidade entre acumulação de capital humano, exportações e crescimento econômico para a economia de Taiwan. Para realizar as estimativas, o autor utilizou o procedimento de causalidade de Granger e co-integração. Os resultados mostram que existe uma relação de longo prazo entre as variáveis (exportação, capital humano e crescimento) do modelo. Existe causalidade bidirecional no sentido de Granger entre exportações e capital humano, e unidirecional entre capital humano e PIB real. O autor concluiu que, no caso de Taiwan, as exportações afetam o crescimento econômico via capital humano. Isso acontece porque a abertura comercial cria oportunidades e aumenta a taxa de retorno do investimento em capital humano que, por sua vez, encoraja os trabalhadores qualificados a elevarem o nível de educação, o que reforça a competitividade no mercado internacional, alimentando o crescimento de longo prazo do país.

Chang *et al.* (2009) especificaram uma equação de crescimento não linear para verificar como a relação entre crescimento econômico e abertura comercial pode depender de outras variáveis, que representam reformas complementares ao aumento no grau de abertura. Dentre as possíveis reformas complementares ao indicador para abertura pode-se ter um aumento do investimento em educação¹³. Os autores concluem que um maior grau de abertura comercial se combinada com reformas complementares pode gerar uma maior taxa de crescimento econômico. Também, as reformas consideradas complementares podem ampliar positivamente a magnitude desse efeito. Por fim, interação entre abertura e medidas complementares foi estatisticamente significativa e robusta, tanto para as mudanças na especificação quanto para mudanças de método e medida de abertura.

¹³ Os autores testaram a interação da abertura com outras variáveis: estabilização da inflação, déficit financeiro, infra-estrutura pública, flexibilidade no mercado de trabalho e facilidade para abrir e fechar uma empresa.

2.2 A Importância do Presente Trabalho na Literatura Existente

A partir da exposição feita ao longo deste capítulo, torna-se difícil refutar a hipótese de que tanto o comércio internacional (estimulado por política comercial) quanto a acumulação de capital humano por parte da população economicamente ativa exercem papéis importantes no processo de crescimento dos países, principalmente na linha dos modelos tradicionais de crescimento econômico. No entanto, é notório que existe a necessidade de melhorar as estimativas existentes, principalmente quanto às *proxies* para políticas comerciais, além de atualizar a base de dados (no estilo painel) para verificar a dinâmica recente, sendo que os estudos para o Brasil têm utilizado base de dados que terminam em 2000. Outro desafio é realizar uma boa especificação da função a ser estimada.

Quanto aos métodos de estimação, os trabalhos recentes mostram que os procedimentos de dados em painel de efeito fixo ou dinâmico apresentam-se como os mais adequados. Esse procedimento permite o controle das especificidades dos países ou estados e, no caso das estimativas em painéis dinâmicos, é possível amenizar os potenciais problemas de endogeneidade e causalidade reversa das variáveis, gerando coeficientes mais confiáveis. Portanto, fica a motivação de contribuir com a literatura construindo uma especificação que permita obter coeficientes fidedignos da relação simultânea entre abertura comercial e acumulação de capital humano para o crescimento econômico dos estados brasileiros.

3 ARCABOUÇO TEÓRICO

“New ideas will be accepted more rapidly in those societies where people are accustomed to ... change. (A) country which is isolated is ... by contrast unlikely to absorb new ideas quickly...”¹⁴

O item 3.1 e o seguinte neste capítulo introduzem o aparato teórico utilizado na tese. Eles apresentam uma versão generalizada do modelo de Solow que inclui o grau de abertura comercial da economia e o capital humano determinando o crescimento do produto. O item 3.3 apresenta outra construção na qual o capital humano e a abertura econômica se interagem entre si, determinando simultaneamente o crescimento do produto. Nesse capítulo serão definidas duas equações (as de número 16 e 41) que serão posteriormente estimadas no capítulo seis.

3.1 Fator de Produção, Comércio Internacional e Crescimento Econômico

O acesso a novos insumos importados permite as empresas ampliarem o escopo de produção através da introdução de novas variedades de produtos e serviços, o que gera ganhos dinâmicos do comércio Romer (1994); Eaton e Kortum (2001); Goldberg *et al.*, (2009). O crescimento de uma economia em autarquia é menor do que o crescimento de uma economia completamente integrada ao mundo (GOULD e RUFIN, 1995, p. 435). Através do comércio internacional, as economias em desenvolvimento podem se beneficiar das pesquisas realizadas nos países desenvolvidos, considerando que a grande maioria dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) ocorre nos países avançados. Helpman (2004) cita alguns canais pelos quais a integração econômica pode gerar benefícios, dentre estes, tem-se: i) tamanho do mercado, pois um grande mercado aumenta a lucratividade das atividades inovadoras e estimula o investimento em P&D; ii) maior exposição das firmas domésticas à competição; iii) mudanças nos preços dos fatores domésticos; iv) o comércio minimiza a redundância nas pesquisas, ou seja, quando um país participa do comércio mundial, cada firma está competindo com todas as demais empresas do mundo e não apenas com as firmas domésticas como acontece nas economias

¹⁴ W. Arthur Lewis. The Theory of Economic Growth, 1955, p. 178, *apud* Edwards (1992, p.34).

fechadas; v) acesso a insumos intermediários especializados e bens de capital produzidos em outros países. vi) obter benefícios com uma possível redução nos custos de gerar P&D, dado que esses custos podem ser dividido num mundo com muitos países.

O fluxograma 1 sintetiza as inter-relações teóricas entre abertura comercial, capital humano e crescimento econômico, que serão exploradas teoricamente neste capítulo.

Fluxograma 1 – Relação entre comércio internacional, capital humano e crescimento econômico.

Nota: onde th é a produto do grau de abertura pelo capital humano.

O fluxograma mostra que o comércio internacional e o capital humano afetam o crescimento econômico de forma direta – vias ac e h . Também, de forma alternativa o crescimento pode ser afetado por um canal de transmissão que representa a força das duas primeiras variáveis conjuntamente, ou seja, o capital humano ampliando o potencial do comércio internacional para impactar o crescimento econômico, $th = ac \times h$, assumindo que, $ac > 0$; $h > 0$. Os efeitos isolados de ac e h sobre gy e o efeito conjunto (medido por th) sobre gy serão avaliados.

A seguir são apresentadas duas construções teóricas interligadas entre si para ressaltar os aspectos supracitados e que permitirão fundamentar equações a serem estimadas para os estados brasileiros. A partir dessas construções teóricas serão propostas equações empíricas que permitirão quantificar os impactos do capital humano e do comércio internacional separadamente e em conjunto sobre o crescimento do PIB dos estados brasileiros.

3.2 Modelo de Solow Estendido¹⁵

Esta seção apresenta o modelo de Solow estendido com capital humano e adicionalmente modificado para a inclusão da variável comércio internacional. Segundo Mankiw, Romer e Weil – MRW (1992), o ajustamento do modelo poderia melhorar ao incluir o capital humano, isto é, os autores reconheceram que a força de trabalho dos diferentes países tem diferentes níveis de qualificação.

O modelo proposto parte de uma função de produção com tecnologia neutra e equação de acumulação de capital físico e humano com inspiração no modelo de MRW. A função de produção tem o seguinte formato:

$$Y(t) = F(AKHL) = (A_t K_t)^\alpha (H_t)^\beta (L_t)^{1-\alpha-\beta} \quad (01)$$

onde Y é o produto, A representa a tecnologia, K é o nível de capital físico, H é o capital humano, L é o fator trabalho que cresce a uma taxa exógena n . Adicionalmente, α e β têm valores entre zero e um: $\alpha, \beta \in [0,1]$; α, β e $(1 - \alpha - \beta)$ são as parcelas de cada um dos insumos na renda. Quanto ao trabalho, tem-se:

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (02)$$

Dividindo as variáveis do primeiro e do terceiro membros da equação (01) por L e chamando $y=(Y/L)$, $k=(K/L)$ e $h=(H/L)$, tem-se¹⁶:

¹⁵ Este item do capítulo trás como mudança em relação aos modelos teóricos que o inspiraram a incorporação da variável que representa o comércio internacional a partir da equação (12).

$$y_t = (Ak_t)^\alpha h_t^\beta \quad (03)$$

Em que y é o produto por unidade de trabalho, k é o estoque de capital medido em unidades de trabalho e h é o capital humano medido em unidade de trabalho.

A equação (03) é uma função de produção que apresenta retornos marginais decrescentes, ou seja, à medida que o capital físico e humano per capita aumenta, o respectivo efeito torna-se cada vez menor, ou seja, $(\alpha + \beta) < 1$.

Assumindo os pressupostos da segunda equação fundamental de Solow para as equações que ditam a dinâmica da acumulação dos fatores, têm-se as equações que descrevem as evoluções do capital físico (K) e humano (H) especificadas por¹⁷:

$$\dot{K} = s_k Y - \delta K \quad (04)$$

$$\dot{H} = s_h Y - \delta H \quad (05)$$

onde s_k é a fração da renda investida em capital físico e s_h é a fração investida em capital humano. De acordo com as equações acima, a variação no estoque de capital físico ($\dot{K}$) e capital humano ($\dot{H}$) são, respectivamente, iguais ao montante do investimento bruto em capital físico ($s_k Y$) e humano ($s_h Y$), descontados os montantes da depreciação que ocorre durante o processo produtivo, cuja taxa (δ) é a mesma, por suposição, para ambos os estoques de capital (físico e humano). Como no modelo de MRW (1992), a mesma função de produção gera k , h e bens para consumo (c), ou seja, é possível abdicar de uma unidade de consumo para ter uma unidade extra de capital.

Definindo a acumulação do estoque de capital físico e humano por unidade de trabalho como $\dot{k} = \partial(K/L)/\partial t$ e $\dot{h} = \partial(H/L)/\partial t$, tem-se:

¹⁶ Dividindo o 1º e 3º membros da equação (01) por L_t , tem-se:

$$\frac{Y_t}{L_t} = A_t^\alpha \cdot K_t^\alpha \cdot H_t^\beta \cdot \frac{L_t^{1-\alpha-\beta}}{L_t}, \text{ que rearranjados implica: } y_t = A_t^\alpha \cdot K_t^\alpha \cdot H_t^\beta \cdot L_t^{-\alpha-\beta}, \text{ ou } y_t = \frac{A_t^\alpha \cdot K_t^\alpha \cdot H_t^\beta}{L_t^{\alpha+\beta}}, \text{ que pode}$$

ser reescrito como: $y_t = A_t^\alpha \cdot \frac{K_t^\alpha}{L_t^\alpha} \cdot \frac{H_t^\beta}{L_t^\beta}$. Logo: $y_t = A_t^\alpha \cdot k_t^\alpha \cdot h_t^\beta = (A_t k_t)^\alpha \cdot h_t^\beta$.

¹⁷ Ver Barro e Sala-i-Martin (1995, p.15).

$$\dot{k} = \partial(K / L) / dt = (\dot{K}L - K\dot{L}) / L^2 = \frac{\dot{K}}{L} - kn \quad (06)$$

$$\dot{h} = \partial(H / L) / \partial t = (\dot{H}L - H\dot{L}) / L^2 = \frac{\dot{H}}{L} - hn \quad (07)$$

Substituindo (06) e (07) nas equações (04) e (05) em termos per capita, respectivamente, e rearranjando os termos pode-se expressar as equações em termos de crescimento do capital por unidade de trabalho¹⁸:

$$\dot{k}_t = s_k y_t - (n + \delta)k_t \quad (08)$$

$$\dot{h}_t = s_h y_t - (n + \delta)h_t \quad (09)$$

Rearranjando os termos das equações acima e fazendo: investimento em capital físico $i_{k(t)} = (s_k y) / k_t$ e investimento em capital humano $i_{h(t)} = (s_h y) / h_t$, as mesmas podem ser representadas por:

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = i_{k(t)} - (n + \delta) \quad (10)$$

$$\frac{\dot{h}_t}{h_t} = i_{h(t)} - (n + \delta) \quad (11)$$

O pressuposto principal é que os indivíduos acumulam capital humano alocando parte do seu tempo ao aprendizado de novas habilidades em vez de trabalhar.

A equação (03) considera o nível tecnológico potencializando o capital físico. Essa inovação tecnológica pode tanto ser gerada dentro do país quanto ser importada via o comércio internacional. Para contemplar esse efeito, modifica-se a função de produção incluindo o comércio internacional.

¹⁸ Sabe-se da equação (6) que $\dot{k} = \dot{K} / L - kn$. Dividindo ambos os lados da equação (4) por L, tem-se: $\dot{K} / L = s_k y - \delta k$. Agora, substituindo essa última expressão na equação (6), tem-se: $\dot{k} = s_k y - (\delta + n)k$.

A introdução do comércio internacional (nível de abertura econômica) na função de produção justifica-se por este ser um importante meio de difusão de tecnologia entre os países desenvolvidos e países em desenvolvimento (HELPMAN, 2004). Esse conhecimento encontra-se embutido em bens comercializáveis e assim pode ser transferido. Portanto, quando um país compra bens de capital e insumos de outras nações e os usa no processo de produção, a quantidade de tecnologia utilizada amplia-se. Dentre as importações de uma nação, encontram-se, por exemplo, máquinas para o setor produtivo que foram desenvolvidas em outro país mais desenvolvido. Logo, o país importador em questão está fazendo uso de tecnologia que foi desenvolvida com investimentos em *P&D* do inventor estrangeiro. Também, uma economia com maior nível de comércio (mais aberta) é suscetível a um maior nível de competição, consequentemente, aumentam as razões para que as empresas despendam maiores recursos para aumentar a inovação tecnológica (de produto ou processo) para permanecer competitiva.

Considere que na equação (03) A é a inovação tecnológica associada ao capital físico (K) e depende de elementos domésticos (tecnologia desenvolvida dentro do país) e exógenos (desenvolvidos no estrangeiro). Esse último é adquirido via o comércio internacional. Decompondo a inovação (A) em dois multiplicadores do capital, assume-se que $A = (\psi.ac)^\phi$, tem-se:

$$y_t = (\psi.ac_t)^\phi k_t^\alpha h_t^\beta \quad (12)$$

De outra forma¹⁹, $y_t = \psi^\phi . ac_t^\phi k_t^\alpha h_t^\beta$.

onde ψ é o conhecimento gerado dentro do país em consideração que potencializa o capital físico e ac representa o volume de comércio do país com o exterior (abertura comercial).

Através da figura 1 é possível verificar os efeitos da abertura comercial (econômica) sobre o PIB da economia. A função de produção sem a abertura comercial é a equação (03). Para um valor de k_0 e h_0 de capital físico e humano por unidade de trabalho, respectivamente, tem-se o produto y_0 (ponto A na superfície de produção da figura 1). Considerando o plano de poupança,

¹⁹ Sendo que o A^ϕ da equação (12) é equivalente ao A^α da equação (03), mudança com propósito de melhorar a exposição.

tem-se que a poupança é sy_0 (que é o total investido em capital físico e humano). A ocorrência da abertura econômica eleva a superfície de produção para cima na figura 1. Para os mesmo valores de k_0 e h_0 a produção ocorrerá no ponto B, com y' .

Figura 1 – Superfície de produção com abertura comercial

O ponto A na figura acima apresenta uma economia em autarquia, que produz através da utilização dos insumos capital físico e capital humano. Para um dado nível geral de poupança (sy) e o estoque de insumos acumulados (k_0 , h_0), inicialmente a economia produz (y_0) e absorve c . Essa absorção da economia (c) é a diferença entre a produção e a poupança necessária para o crescimento equilibrado, onde a poupança da economia (sy) é igual ao crescimento da população e mais a depreciação do capital físico e humano $(n+d)(k+h)$. Quando a economia não está mais em autarquia e passa a participar do comércio mundial, em condições *ceteris paribus*, o nível do produto aumenta, deslocando de y_0 para y' (curva pontilhada). A mudança na função de produção

(y') ocorre com a inclusão da variável (ac) que mede o grau de abertura comercial. Com essa nova função de produção a produtividade é ampliada. Com esse novo nível de produção se obtém um ganho de bem-estar, em termos de absorção. A absorção do país muda para c' , que é a diferença entre o produto da economia aberta (y') e o nível de poupança (sy) necessário, que, aqui permanece constante, pois assume-se que o aumento de capital é financiado pela poupança externa (através de investimento estrangeiro direto).

Nessa nova situação teórica, o ganho de bem-estar com a integração à economia mundial, em condições *ceteris paribus*, é medido pelo aumento na produção e que se reflete na absorção que se correlaciona com o consumo. Desta forma, o ganho é: $\Delta y = \Delta c = (y' - sy_0) - (y_0 - sy_0)$. No entanto, a variação no PIB vai depender da dimensão do grau de abertura da economia e de outras variáveis complementares como, por exemplo, o nível do capital humano.

Fazendo o logaritmo²⁰ natural de ambos os lados da equação (12), chega-se a:

$$\ln y = \phi \ln \psi + \phi \ln ac + \alpha \ln k + \beta \ln h \quad (13)$$

Derivando ambos os lados da equação (13) com relação ao tempo, obtêm-se a taxa de crescimento do produto em função da taxa de crescimento dos insumos, ou seja:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \phi \frac{\dot{\psi}}{\psi} + \phi \frac{a\dot{c}}{ac} + \alpha \frac{\dot{k}}{k} + \beta \frac{\dot{h}}{h} \quad (14)$$

em que $\frac{\dot{x}}{x}$ corresponde a $\frac{d \ln x}{dt}$, e x representa qualquer variável na equação (13).

Substituindo as equações (10) e (11) na equação (14), tem-se:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \phi \frac{\dot{\psi}}{\psi} + \phi \frac{a\dot{c}}{ac} + \alpha(i_k) + \beta(i_h) - (\alpha + \beta)(n + \delta) \quad (15)$$

A equação (15) – ao estilo dos modelos tradicionais de crescimento econômico utilizados pela literatura – mostra a taxa de crescimento da renda per capita ($\dot{y}/y$) em função do

²⁰ Pela propriedade dos logaritmos naturais, se $Z=XY$, então $\ln Z = \ln X + \ln Y$.

comércio internacional (abertura comercial/econômica) do país (medida por $\dot{a}/a$) do país, da acumulação dos fatores de produção, do crescimento da população (n) e da taxa de depreciação δ . Com essa especificação pode-se medir os impactos de variações nas variáveis de interesse (capital humano e comércio internacional) sobre a taxa de crescimento do produto per capita dos estados brasileiros.

Para realizar as estimativas propõe-se a especificação empírica fundamentada na apresentação teórica da equação (15) e a idéia geral do fluxograma 1. Obtêm-se, assim, a equação (16). Por simplicidade assume-se as seguintes notações: $gy = \dot{y}/y$ é a taxa de crescimento do PIB per capita, $\omega = \phi\psi/\psi$ é uma constante e $gac = \dot{a}/a$ é a taxa de crescimento da abertura comercial. Desta forma, tem-se:

$$gy_{it} = \omega + \phi(gac_{it}) + \alpha(i_{k(it)}) + \beta(i_{h(it)}) - (\alpha + \beta)(n + \delta)_{it} + u_{it} \quad (16)$$

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$$

De acordo com a equação (16), a taxa de crescimento econômico dos estados brasileiros (gy) depende da taxa de crescimento da abertura comercial (gac), da taxa de crescimento do investimento em capital físico (i_k), do investimento em capital humano (i_h), da taxa de crescimento da população (n), da depreciação (δ) e do termo de erro (u) que é constituído dos efeitos fixos (μ_i) dos estados (variáveis não observadas) e dos choques dinâmicos η_{it} .

A presente seção demonstrou como a variável abertura comercial e o capital humano podem impactar a taxa de crescimento de forma individual, dadas as demais variáveis de controle. No entanto, como apresentado no fluxograma 1, essas duas variáveis podem interagir entre elas (gerando uma complementaridade) e afetar a taxa de crescimento de forma simultânea. Uma apresentação teórica onde a tecnologia é gerada endogenamente será apresentada na próxima seção.

3.3 Modelo de Crescimento Econômico com Progresso Tecnológico Endógeno

Nesta seção propõe-se um modelo teórico de crescimento endógeno partindo de alguns pressupostos dos modelos desenvolvidos por Romer (1990) e Rivera-Batiz e Romer (1991). O modelo a ser desenvolvido destaca a importância do progresso tecnológico endógeno para o crescimento econômico através do nível de capital humano dos agentes econômicos (trabalhadores) e do grau de abertura da economia, que é representado pela razão $[(\text{exportações} + \text{importações})/\text{PIB}]$. A maneira proposta para a incorporação do nível de abertura da economia $(\tau)^{21}$ é a inovação adicionada ao modelo e consequentemente uma contribuição teórica, o qual tem por hipótese que o comércio internacional é um canal que potencialmente amplia o crescimento tecnológico de maneira sucessiva. A tecnologia, portanto, não é fixa e pode ser acumulada através do capital humano, da tecnologia já existente e pela transferência internacional – absorção de tecnologia gerada no exterior – via comércio internacional. Desta forma, a proposta para a evolução da tecnologia é representada da seguinte forma²²:

$$\dot{A} = \phi[(1 + \tau)H_A]A \quad (17)$$

Onde ϕ capta a eficiência do país para utilizar o conhecimento e a tecnologia disponível, τ é o nível de abertura comercial do país e H_A é o capital humano alocado no setor de tecnologia.

A equação (17) mostra que se a economia do país estiver em autarquia, o τ será zero ($\tau=0$), portanto, o setor de tecnologia tem dinâmica doméstica e se desenvolve via capital humano acumulado, como na economia de Romer (1991), ou seja, $\dot{A}/A = \phi(H_A) > 0$. Por outro lado, com economia aberta, comercializando com resto do mundo – assumindo $\tau > 0$ – a dinâmica tecnológica é potencializada pela transferência internacional de tecnologia via (τ) , que interage

²¹ O nível de abertura comercial/econômica apresentado aqui como τ é o mesmo da equação (13). Utiliza-se essa nova notação para mesma variável por se tratar do desenvolvimento de um modelo distinto daquele apresentado na seção anterior.

²² No modelo seminal de Romer (1990) o progresso tecnológico evolui da seguinte maneira: $\dot{A} = \delta H A$. No modelo para uma economia integrada com fluxo internacional de conhecimento, conforme Rivera-Batiz e Romer (1991), o progresso tecnológico evolui da seguinte forma: $\dot{A} = \delta H_A (A + A^*) = 2\delta H_A A$, onde A^* é o estoque de conhecimento desenvolvido internacionalmente.

com o capital humano existente, conforme $\dot{A}/A = [\phi(H_A) + \phi\tau H_A] > 0$. Interessante observar que se a economia tiver um alto valor para τ (alto grau de abertura), mas o nível de eficiência (ϕ) e/ou capital humano (H_g) forem muito baixo, o τ terá pouco impacto no desenvolvimento tecnológico do país e consequentemente sobre o crescimento econômico. Como ϕ, τ e H_A são positivos, a tecnologia cresce continuamente.

O capital humano, conforme proposto por Romer (1990), se mensura através da seguinte fórmula:

$$H_g = H_Y + H_A \quad (18)$$

sendo que H_g representa o nível de capital humano de todos os trabalhadores, H_Y é o capital humano dos trabalhadores que estão no setor de produção de bens de consumo e H_A é o capital humano acumulado daqueles trabalhadores que não estão no setor de produção para o consumo e estão alocando capital humano, de alguma maneira, para o avanço da tecnologia da economia no setor de capital. O nível de abertura da economia (τ), por hipótese, é determinado por políticas exógenas que afetam as importações e exportações.

A função de produção possui formato Cobb-Douglas com o produto (Y) sendo função dos insumos: capital humano (H), trabalho (L) e capital físico (K), representada por:

$$Y = (AH_Y)^\alpha (AL)^\beta (K)^{1-\alpha-\beta}, \text{ ou} \quad (19)$$

$$Y = A^{\alpha+\beta} H_Y^\alpha L^\beta K^{1-\alpha-\beta}$$

Nessa especificação é importante ressaltar que a tecnologia endogenamente gerada, conforme proposto por Romer (1990), é poupadora tanto de capital humano quanto de trabalho, mas não de capital (K). O mesmo pressupõe que L é fixo e aqui é normalizando para um (ou seja,

$L=1$). A equação (19) pode ser reescrita para produção em termos per capita – $y=Y/L$, $h=H/L$, $k=K/L$ – como segue²³:

$$y = A^{\alpha+\beta} h_Y^\alpha k^{1-\alpha-\beta} \quad (20)$$

Na qual y é o produto per capita, A é o nível tecnológico endógeno que está associado ao capital humano do trabalhador (h_Y) e absorção de tecnologia externa (τ), e k é o estoque de capital físico por trabalhador (K/L).

A partir das equações (17) e (19) constata-se que quanto maior for o nível do capital humano e a absorção de tecnologias externas, o capital físico fica mais produtivo e gera maior produção. Da mesma forma que o modelo de Romer (1990), a dinâmica de acumulação do capital per capita ($\dot{k} = y - c$) nessa economia é a diferença entre o produto e o consumo, e possui o seguinte formato considerando as equações (18) e (20):

$$\dot{k} = A^{\alpha+\beta} (h_g - h_A)^\alpha k^{1-\alpha-\beta} - c \quad (21)$$

O capital físico se acumula através da parcela da produção que não vai para o consumo (c), ou seja, o capital físico se acumula através do investimento. Assumindo a função utilidade com elasticidade de substituição intertemporal constante (CIES), o comportamento maximizador do agente econômico representativo possui a seguinte representação,

$$U(c) = \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (22)$$

Em que θ representa o coeficiente de aversão ao risco e um fator de desconto no consumo presente. Assumindo $\theta \neq 1$, a elasticidade de substituição intertemporal²⁴ é constante e igual a $\sigma =$

²³ Dividindo os membros da equação (19) por L , tem-se: $\frac{Y}{L} = \frac{A^{\alpha+\beta} \cdot H_Y^\alpha \cdot L^\beta \cdot K^{1-\alpha-\beta}}{L}$, que reescrevendo origina:

$y = A^{\alpha+\beta} \cdot H_Y^\alpha \cdot K^{1-\alpha-\beta} L^{\beta-1}$ ou $y = \frac{A^{\alpha+\beta} \cdot H_Y^\alpha \cdot K^{1-\alpha-\beta}}{L^{1-\beta}}$, que pode ser reescrito como:

$$y = \frac{A^{\alpha+\beta} \cdot H_Y^\alpha \cdot K^{1-\alpha-\beta}}{L^{\alpha+1-\beta-\alpha}}, \text{ rearranjando: } y = A^{\alpha+\beta} \cdot \frac{H_Y^\alpha}{L^\alpha} \cdot \frac{K^{1-\alpha-\beta}}{L^{1-\alpha-\beta}} = A^{\alpha+\beta} \cdot h_Y^\alpha \cdot k^{1-\alpha-\beta}.$$

²⁴ Barro e Sala-i-Martin (2003, p. 65).

$1/\theta$. Dada a função utilidade, o objetivo do planejador central é maximizar a função de bem-estar, como apresenta a equação (23).

$$u(c) = \int_0^{\infty} \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt \quad \text{para } \theta \neq 1 \quad (23)$$

A função acima depende do consumo per capita (c) e do coeficiente de elasticidade da substituição intertemporal do consumo (constante e igual a $1/\theta$). O agente representativo desconta a utilidade futura a uma taxa constante de preferência, ou seja, ρ é a taxa de desconto intertemporal. As restrições do planejador central são dadas pelas seguintes equações já apresentadas previamente²⁵:

$$\dot{A} = \phi[(1 + \tau)h_A]A \quad (24)$$

$$\dot{k} = (h_g - h_A)^\alpha A^{\alpha+\beta} k^{1-\alpha-\beta} - c \quad (25)$$

$$\text{e, } k(0) > 0 \text{ e } A(0) > 0$$

Sendo $k(0) > 0$ e $A(0) > 0$ os estoques iniciais. A solução para o crescimento equilibrado (*steady state growth*) implica que as taxas de crescimento das variáveis de estados (k e A) devem ser iguais. h_A é o capital humano médio por trabalhador (H/L). Para tanto, aplica-se o Hamiltoniano.

O Hamiltoniano²⁶ (J) do valor corrente das equações (23), (24) e (25) é representado por:

$$J = \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} + \lambda_1 [(h_g - h_A)^\alpha A^{\alpha+\beta} k^{1-\alpha-\beta} - c] + \lambda_2 [\phi(1 + \tau)h_A A] \quad (26)$$

A equação acima está expressa em valor presente, dada a taxa de desconto no tempo que é ρ . Os λ_1 e λ_2 representam, respectivamente, os preços nos setores de capital físico e tecnologia – são os preços sombra. As condições de transversalidade são: $\lim_{t \rightarrow \infty} k(t)\lambda_1(t)e^{-\rho t} = 0$, e, $\lim_{t \rightarrow \infty} A(t)\lambda_2(t)e^{-\rho t} = 0$. Ainda, para facilitar o desenvolvimento adota-se o seguinte,

²⁵ Na equação (17) aparece o H_A e na equação (24) o h_A , sendo $h_A = H_A/L$. Mas como suposto, o L é normalizado para 1.

²⁶ Interpretação da teoria do controle ótimo ver Dorfman (1969).

$$Z = (h_g - h_A)^\alpha A^{\alpha+\beta} k^{1-\alpha-\beta} \quad (27)$$

A partir da maximização da função Hamiltoniano (ver Chiang, 2000, cap.7) chegam-se às seguintes expressões²⁷:

$$\frac{\partial J}{\partial c} = c^{-\theta} - \lambda_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad c^{-\theta} = \lambda_1 \quad (28)$$

$$\dot{\lambda}_1 - \rho\lambda_1 = -\frac{\partial J}{\partial k} \Rightarrow \dot{\lambda}_1 = -\lambda_1[(1-\alpha-\beta)A^{\alpha+\beta}(h_g - h_A)^\alpha k^{-\alpha-\beta}] + \rho\lambda_1 \quad (29)$$

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_2 - \rho\lambda_2 = -\frac{\partial J}{\partial A} \Rightarrow \dot{\lambda}_2 = -\lambda_1[(\alpha+\beta)A^{\alpha+\beta-1}(h_g - h_A)^\alpha k^{1-\alpha-\beta}] \\ - \lambda_2[\phi(1+\tau)h_A] + \rho\lambda_2 \end{aligned} \quad (30)$$

$$\frac{\partial J}{\partial h_A} = -\lambda_1[\alpha(h_g - h_A)^{-1}Z] + \lambda_2[\phi(1+\tau)A] = 0 \quad (31)$$

$$Z = \frac{\lambda_2[\phi(1+\tau)A]}{\alpha\lambda_1} \cdot (h_g - h_A) \quad (32)$$

A partir da equação (31) é possível verificar que os produtos marginais do capital humano nos setores de capital e tecnologia se igualam. Portanto,

$$\lambda_1 \alpha (h_g - h_A)^{\alpha-1} A^{\alpha+\beta} k^{1-\alpha-\beta} = \lambda_2 [\phi(1+\tau)A] \quad (33)$$

A partir da equação (33), tirando o logaritmo natural de ambos os lados, derivando em relação ao tempo e assumindo $(h_g - h_A)$ como constante, obtêm-se:

$$\frac{\dot{\lambda}_1}{\lambda_1} + (\alpha + \beta) \frac{\dot{A}}{A} + (1 - \alpha - \beta) \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} + \frac{\dot{A}}{A} \quad (34)$$

$$\frac{\dot{\lambda}_1}{\lambda_1} + (1 - \alpha - \beta) \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} + (1 - \alpha - \beta) \frac{\dot{A}}{A}$$

²⁷ As expressões abaixo se distinguem das apresentadas por Chiang (2000, p. 272) pela adoção, nesta tese, da equação (17) que inova em relação à equação de progresso tecnológico do modelo original de Romer (1990).

A expressão acima mostra que, em equilíbrio, as taxas de crescimento de k e A são iguais, o que implica que as taxas de crescimento dos preços sombra também são iguais. Dado que a abertura comercial (τ) é exógena (variável de política econômica).

O objetivo é solucionar o modelo sob a condição de crescimento equilibrado. Como existem quatro equações diferenciais [as equações (28), (29), (30), (31)], o sistema não pode ser analisado, por exemplo, com o diagrama da fase (ver CHIANG, 2000, cap. 9). Portanto, para alcançar o objetivo supracitado, concentram-se nas propriedades inerentes ao modelo e em como o crescimento é afetado pelos vários parâmetros, buscando identificar as políticas a serem sugeridas. A característica básica pressuposta, seguindo a regra de Romer (1990), é que sob crescimento equilibrado as variáveis y , k , A e c devem crescer à mesma taxa. Tem-se:

$$g_y = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{A}}{A} = \phi[(1 + \tau)h_A] \quad (35)$$

g_y é a taxa de crescimento do produto. O último membro do lado direito da equação (35) é a taxa de crescimento de A , conforme a equação (17) com capital humano por trabalhador (h_A no lugar H_A da equação 17). Através da solução para h_A pode-se encontrar a taxa de crescimento em função de parâmetros. Derivando a equação (28) em relação ao tempo e utilizando a igualdade de (35), pode-se obter a seguinte expressão:

$$\frac{\dot{\lambda}_1}{\lambda_1} = -\theta \frac{\dot{c}}{c} = -\theta[\phi(1 + \tau)h_A] \quad (36)$$

A taxa de crescimento do preço sombra da tecnologia, $\dot{\lambda}_2/\lambda_2$, pode ser obtida a partir da combinação das equações (30) e (32) e posterior divisão por λ_2 , obtendo a equação a seguir²⁸.

$$\frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} = \rho - [\phi(1 + \tau)] \left[\frac{(\alpha + \beta)}{\alpha} h_g - \frac{\beta}{\alpha} h_A \right] \quad (37)$$

²⁸ O desenvolvimento da equação (37) encontra-se no anexo B.

Partindo do pressuposto que as taxas de crescimento dos preços sombra são iguais²⁹ e, portanto, igualando as equações (36) e (37) e resolvendo para h_A , obtém-se um valor constante de *steady state* para esta variável³⁰, que é:

$$h_A = \frac{[\phi(1+\tau)](\alpha + \beta)h_g - \alpha\rho}{[\phi(1+\tau)](\alpha\theta + \beta)} \quad (38)$$

Substituindo a equação (38) na equação (24) e rearranjando os termos, tem-se:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{(\alpha + \beta)[\phi(1+\tau)]h_g - \alpha\rho}{(\alpha\theta + \beta)} \quad (39)$$

Como resultado, a equação acima mostra a existência de uma relação positiva entre capital humano global da economia ($h_g=h$) e nível de abertura econômica (τ) com a taxa de crescimento da tecnologia e consequentemente com o crescimento econômico. Esta é a questão central proposta no modelo desenvolvido para explicar a taxa de crescimento econômico do produto per capita. Quanto aos demais parâmetros, tanto o crescimento da taxa de desconto intertemporal (ρ) com sinal negativo quanto o coeficiente de aversão ao risco (θ) afetam negativamente o crescimento do progresso tecnológico.

Para averiguar os determinantes do crescimento econômico com progresso tecnológico endógeno conforme o modelo teórico apresentado faz-se necessário uma especificação direta dos respectivos determinantes. Supõe-se que $\alpha\rho$ seja constante (C). Das suposições das equações (35) e (39) chega-se à seguinte especificação³¹:

$$g_y = C + \frac{(\alpha + \beta)}{(\alpha\theta + \beta)}\phi(h) + \frac{(\alpha + \beta)}{(\alpha\theta + \beta)}\phi(\tau h) \quad (40)$$

A equação acima mostra que a taxa de crescimento do produto per capita (g_y) depende do nível do capital humano da economia (h) e do nível de abertura econômica (τ) – comércio internacional – que interagi com o capital humano. Fica evidente que para o comércio

²⁹ Parte-se do pressuposto que as taxas de crescimento dos preços ótimos (preços sombra) do capital físico (λ_1) e da tecnologia (λ_2) são idênticos, tal como apresentado por Chiang (2000, p.273).

³⁰ Os passos para chegar a equação (38) encontram-se no anexo C.

³¹ O anexo D apresenta a passagem das equações (35) e (39) para (40).

internacional, via transmissão tecnológica de fronteira, conseguir afetar a taxa de crescimento econômico do país é necessário haver capital humano ($h > 0$). Quanto maior for o nível de capital humano da força de trabalho maior será a eficiência em que o país poderá incorporar novas tecnologias.

Da inter-relação apresentada no fluxograma 1 e da formalização teórica da relação positiva entre taxa de crescimento econômico, capital humano e abertura econômica descrita no modelo teórico da equação (40) propõe-se uma especificação empírica a ser estimada a partir dos dados dos estados brasileiros, a qual é:

$$gy_{it} = C + \xi(h_{it}) + \gamma(\tau h_{it}) + u_{it} \quad (41)$$

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$$

Onde gy é a taxa de crescimento do PIB per capita dos estados, h representa o capital humano (escolaridade média) e τ é o nível de abertura comercial dos estados representado pela razão [(exportações+importações)/PIB]; ξ e γ são parâmetros a serem estimados; μ_i são os efeitos fixos não observáveis e η_{it} são os choques dinâmicos no tempo.

O próximo capítulo apresenta os dados e descreve os procedimentos econométricos que serão utilizados para estimar as equações (16) e (41).

4 DADOS E PROCEDIMENTOS ECONOMÉTRICOS UTILIZADOS

Conforme a literatura revista no capítulo 2, os modelos econométricos ou teóricos que são aplicados para estudos de grupos de países (*cross-country*) podem ser aplicados também para grupos de estados de um mesmo país. Ferreira e Rossi (2003) argumentam que o estudo que centra em um único país evita fatores institucionais e específicos dos países, que são difíceis de controlar. Duas equações são propostas para quantificar os impactos, obter os efeitos médios, de variações no capital humano dos indivíduos e da abertura comercial dos estados brasileiros sobre o crescimento econômico dos respectivos estados. Essas equações são:

i. Modelo de Solow estendido

$$gy_{it} = \omega + \phi(gac_{it}) + \alpha(i_{k(it)}) + \beta(i_{h(it)}) - (\alpha + \beta)(n + \delta)_{it} + u_{it} \quad (16)$$

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$$

De acordo com a equação (16), a taxa de crescimento econômico dos estados brasileiros (gy) depende da taxa de crescimento do nível da abertura comercial (gac), do investimento em capital físico (i_k), do investimento em capital humano (i_h) que tem como *proxy* a escolaridade média da força de trabalho ocupada, da taxa de crescimento da população (n), da depreciação (δ) e do termo de erro (u) que é constituído dos efeitos fixos (μ_i) dos estados (variáveis não observadas) e dos choques dinâmicos η_{it} .

ii. Modelo com progresso tecnológico endógeno

$$gy_{it} = C + \xi(h_{it}) + \gamma(\tau h_{it}) + u_{it} \quad (41)$$

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$$

Onde gy é a taxa de crescimento do PIB per capita dos estados, h representa o capital humano e τ é o nível de abertura comercial dos estados representado pela razão

$[(\text{exportações} + \text{importações})/\text{PIB}]$; ξ e γ são parâmetros a serem estimados; μ_i são os efeitos fixos não observáveis e η_{it} são os choques dinâmicos no tempo.

4.1 Dados

Os dados utilizados na presente pesquisa foram extraídos do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA), do Ministério de Minas e Energia (MME) e da PNAD do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O painel de dados é formado por 27 unidades federativas (26 estados mais o Distrito Federal) ao longo de 12 anos (de 1995 a 2006). Portanto, há uma matriz $N \times T$: (27 x 12) para cada variável utilizada. Vale ressaltar que o painel é balanceado, ou seja, a dimensão do tempo (t) não é variável entre as unidades da federação. As variáveis utilizadas são:

- 1) PIB per capita (y) que é representado pelo PIB per capita em reais de 2000 deflacionado pelo deflator implícito do PIB, conforme disponibilizado pelo IPEADATA. A partir desta variável é gerada a taxa de crescimento do PIB per capita dos estados brasileiros;
- 2) Exportação (X) definida como sendo o valor total das exportações de cada estado em milhares de US\$ e para as estimativas foi convertida para milhares de reais deflacionados pelo índice de preços no atacado – oferta global; a taxa de câmbio para conversão dos dólares em reais é a taxa de câmbio comercial média (R\$/US\$) de cada ano em consideração;
- 3) Importações (M) definida como sendo o valor total das importações de cada estado em milhares de US\$ e para as estimativas foi convertido para milhares de reais deflacionados pelo índice de preços no atacado – oferta global;
- 4) Abertura comercial, representada pelas notações (ac) e (τ), é definida como a razão entre a soma das exportações (X) mais as importações (M) dividido pelo PIB dos respectivos estados $(X+M)/\text{PIB}$. Essa *proxy* é uma variável abrangente no sentido que reflete não só o

componente de política comercial, mas também, outros componentes institucionais e geográficos dos estados. Além deste, outros indicadores de abertura comercial são utilizados nos estudos *cross-country*, mas para grupos de estados de uma mesma nação é mais complicado o seu uso, porque esses indicadores variam entre os países, porém não mudam dentro de um único país. Alguns desses indicadores alternativos são: índice de barreiras tarifárias e não-tarifárias; índice de distorção nas importações; índice de prêmio do mercado de câmbio paralelo; índice de orientação externa do banco mundial; índice de distorção em comércio internacional da fundação Heritage.

- 5) Capital (K), para o qual se utiliza o consumo industrial de energia elétrica como *proxy* porque o Brasil não dispõe de informações sobre o estoque de capital físico (ou investimento) para cada estado brasileiro;
- 6) Capital humano (H) definido como a escolaridade média da parcela da população economicamente ativa (PEA) empregada;
- 7) Força de trabalho (L) – PEA (em milhares de trabalhadores). A sua taxa de crescimento (n) de um ano para outro é calculada através da seguinte forma: $[ln(L_t) - ln(L_{t-1})]/t$.
- 8) A taxa de depreciação do capital (d) para a qual é utilizada a taxa de 3,5% ano, que é a taxa utilizada por Ellery Junior (2009). Trata-se de valor ao redor do qual tem sido obtida na economia brasileira. Morandi (2004) apresenta uma evolução da taxa de depreciação do capital físico no Brasil no período entre 1950 e 2002, sendo que a taxa média do período foi de 3,7%.

A tabela 1 apresenta a correlação entre investimentos (Formação Bruta de Capital Físico – FBKF) agregados no Brasil e o consumo industrial de energia elétrica (CIEE) em cada região brasileira.

Tabela 1 – Correlação entre CIEE¹ das regiões e FBKF do Brasil

Regiões	Índice de correlação
Norte	0,7481168
C-oeste	0,9672431
Nordeste	0,6670471
Sul	0,9719233
Sudeste	0,8656908

Fonte: Elaboração dos autores, dados do trabalho.

¹) CIEE: consumo industrial de energia elétrica - *proxy* para capital (FBKF).

Como pode-se constatar na tabela 1 existe um considerável nível de correlação entre CIEE e FBKF, o que permite o uso da primeira variável como *proxy* para o investimento nos estados brasileiros.

4.2 Procedimento de Dados em Painel

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho é montado um painel de dados com as variáveis de interesse e são empregados os modernos procedimentos econométricos, para melhor adequação ao problema em questão.

A metodologia econométrica proposta é apresentada em duas etapas. Primeiramente, apresenta-se o modelo estático de dados em painel, o qual leva em consideração os efeitos fixos (características) ou aleatórios de cada estado. Na segunda etapa apresenta-se o procedimento realizado através de equações dinâmicas, conforme sugerido por Arellano e Bond (1991)³² e Blundell e Bond (1998), além de considerar os efeitos fixos, consideram-se também os potenciais problemas de endogeneidade e causalidade reversa das variáveis independentes.

Baltagi (2005) lista algumas vantagens de usar os painéis de dados, tais como: a possibilidade de controle da heterogeneidade individual, maior poder de informação dos dados, mais variabilidade, menor colinearidade entre as variáveis, maior grau de liberdade e mais eficiência, melhor análise da dinâmica de ajustamento, possibilidade de identificar e medir efeitos que os dados de séries temporais ou *cross-section* puro não captam.

Estimativas através dos procedimentos apresentados nesse capítulo, com dados que combinam séries temporais com *cross-section*, têm se tornado frequente na literatura econômica. Este é um método muito utilizado, por exemplo, na realização de estimativas dos micro-painéis como *Panel Study of Income Dynamics* (PSID) do centro de pesquisa da Universidade de Michigan (EUA). No âmbito dos macro-painéis, nos quais analisam-se dados econômicos agregados, têm-se a *Penn World Tables* como fonte de dados para estudos sobre o

³² Esta metodologia sugerida por Arellano e Bond (1991), foi complementada pelos trabalhos de: Ahn e Schmidt (1995); Arellano e Bover (1995).

crescimento econômico e convergência e o banco de dados do Banco Mundial para estudos do comércio internacional observados anualmente para vários países.

4.2.1 Modelo Estático de Dados em Painel

Uma caracterização geral do procedimento de dados em painel, de acordo com Johnston e Dinardo (1997), segue algumas notações básicas as quais são:

Y_{it} = valor da variável dependente para a unidade seccional i no instante t onde $i=1,...,n$ e $t=1,...,T$.

X_{it}^j = valor da j -ésima variável explicativa para a unidade i no instante t . Sendo que existem K variáveis explicativas indexadas por $j=1,...,K$.

Para um exemplo de painéis equilibrados, ou seja, um modelo com o mesmo número de observações para cada unidade seccional tem-se um total de $n \times T$ observações. Sendo que para os dados se adequarem na condição de painel deve-se ter $n>1$ e $T>1$.

A forma mais apropriada para organizar os dados é a seguinte:

$$Y_{it} = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} \end{bmatrix} \quad X_{it} = \begin{bmatrix} X_{i1}^1 & X_{i1}^2 & \dots & X_{i1}^K \\ X_{i2}^1 & X_{i2}^2 & \dots & X_{i2}^K \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{iT}^1 & X_{iT}^2 & \dots & X_{iT}^K \end{bmatrix} \quad u_{it} = \begin{bmatrix} u_{i1} \\ u_{i2} \\ \vdots \\ u_{iT} \end{bmatrix}$$

onde u_{it} é o termo perturbação para a i -ésima unidade no tempo t .

Portanto, o modelo geral para dados em painel conforme Baltagi (2005) pode ser representado através da seguinte especificação:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta X_{it}^j + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (42) \quad A$$

equação do componente do erro poderá ser descrito como:

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it} \quad (43)$$

Partindo da especificação da equação (43), assume-se que η_{it} não é correlacionado com a variável X_{it} e o primeiro termo da decomposição (μ_i) é denominado de efeito do indivíduo, ou seja, especificidades de cada estado. Em relação à natureza do termo de erro, tem-se:

$$E[\mu_i | X] = E[\eta_{it} | X] = 0, \quad (44)$$

$$E[\mu_i \mu_j | X] = 0, \quad \text{para } i \neq j, \quad (45)$$

$$E[\mu_i \eta_{it} | X] = 0, \quad (46)$$

$$E[\eta \eta' | X] = \sigma_\eta^2, \quad (47)$$

$$E[\mu_i \mu_i | X] = \sigma_\mu^2, \quad (48)$$

$$E[\eta_i \eta_j | X] = 0, \forall \quad i \neq j. \quad (49)$$

Em princípio, a equação (42) pode ser estimada por dois métodos: o procedimento de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios. No modelo de efeitos aleatórios, μ_i não está correlacionado com X_{it} e é tratado como grupo de distúrbio específico de cada unidade seccional³³. No modelo de efeitos fixos, μ_i está correlacionado com as variáveis independentes X_{it} , ou seja, $E[\mu_i | X_{it}] \neq 0$, e é assumido como constante ao longo do tempo e dos indivíduos (das variáveis). O procedimento prático é estimar os dois modelos sob as condições de efeitos fixos e aleatórios, para em seguida efetuar os testes de definição do procedimento mais adequado. O teste proposto por Hausman (1978) verifica se os modelos de efeitos fixos e aleatórios são idênticos, o que implica um *p-value* maior que 0,10. Caso sejam, dada a condição de ortogonalidade entre os efeitos aleatórios e as variáveis independentes, a melhor especificação é a de efeitos aleatórios.

4.2.2 Estimções Utilizando Modelo Dinâmico de Dados em Painei

Muitas relações econômicas são dinâmicas por natureza e o painel dinâmico permite um melhor entendimento da dinâmica do ajustamento dessas relações. Essa relação dinâmica é

³³ Greene (2003, cap. 13) para uma apresentação detalhada.

caracterizada pela presença de um *lag* da variável dependente entre as variáveis independentes (Baltagi, 2005). A partir da equação (42), assume-se a seguinte expressão para o modelo dinâmico:

$$Y_{it} = \alpha + \delta Y_{it-1} + \sum_{j=1}^k \beta X_{it}^j + u_{it} \quad | \delta | < 1; i = 1, 2, \dots, N; t = 2, 3, \dots, T \quad (50)$$

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$$

onde X é o vetor do valor corrente ou *lag* das variáveis explicativas. μ é o efeito específico, sendo $\mu_i \sim (0, \sigma_\mu^2)$ e o termo de erro $\eta_i \sim (0, \sigma_\eta^2)$ são independentes e identicamente distribuídos. O painel dinâmico proposto por Arellano e Bond (1991) é estimado pelo procedimento conhecido como método dos momentos generalizados em diferenças (GMM-dif). A estimação da equação (51) pelo método GMM-dif, que elimina os efeitos específicos dos estados (μ_i desaparece), consiste na seguinte especificação:

$$Y_{it} - Y_{it-1} = \delta(Y_{it-1} - Y_{it-2}) + \beta \sum_{j=1}^k (X_{it}^j - X_{it-1}^j) + (\eta_{it} - \eta_{it-1}) \quad (51)$$

Nesse modelo, para que tenha ortogonalidade, a seguinte condição de momento se faz necessária:

$$E[Y_{it-2} \cdot (\eta_{it} - \eta_{it-1})] = 0 \quad \forall \quad t = 3, \dots, T. \quad (52)$$

$$E[X_{it-2} \cdot (\eta_{it} - \eta_{it-1})] = 0 \quad \forall \quad t = 3, \dots, T. \quad (53)$$

Neste caso, Y_{t-2} é um instrumento válido na equação em primeira diferença, uma vez que é fortemente correlacionado com $(Y_{it-1} - Y_{it-2})$ e não é correlacionado com os erros $(\eta_{it} - \eta_{it-1})$. Valores defasados de Y_t superiores a 3 constituem instrumentos válidos (BALTAGI, 2005, p. 137). Desta forma, quanto maior é a ordem, estatisticamente mais adequado é o instrumento. No entanto, a capacidade preditiva diminui. Como o modelo pode ser sobreidentificado, o teste de Sargan deve ser aplicado para verificar a validade dos instrumentos escolhidos. O teste de Sargan é realizado sob a hipótese nula (H_0) de que os instrumentos são válidos desde que a sua probabilidade seja maior que 0,10 ($P\text{-value} > 0,10$).

Quanto aos erros, η , a estimativa GMM-dif produz erros que podem ser correlacionados de primeira ordem. Arellano e Bond (1991, p. 282) apresentam um teste de hipótese de que não há correlação serial de segunda ordem dos distúrbios da equação de primeira diferença. Neste teste não se rejeita a hipótese nula de correlação dos erros de primeira ordem (AR1), mas rejeita-se a correlação de ordem superior. Estimativas dos testes para autocorrelação de primeira e segunda ordem (AR1 e AR2) são realizadas sob a hipótese H_0 de não autocorrelação. Se a probabilidade for superior a 0,10 ($P\text{-value} > 0,10$) implica na não rejeição da hipótese H_0 .

Blundell e Bond (1998) alegam que o *lag* do nível das séries gera instrumentos fracos para estimativa em primeira diferença, principalmente quando δ aproxima-se de uma unidade ou quando a variância do efeito específico aumenta, ampliando $\sigma_\mu^2/\sigma_\eta^2$. Esses autores, com base em Arellano e Bover (1995), apresentam como sugestão estimar um sistema de equações utilizando GMM *system* (GMM-sys). Neste sistema utilizam-se tanto a equação em primeira diferença, conforme apresentado previamente, quanto a equação em nível com as primeiras diferenças das variáveis como potencial instrumento para essa equação. A segunda parte do GMM-sys (regressão em nível) tem a seguinte representação:

$$E[(Y_{it-1} - Y_{it-2}).(\eta_{it})] = 0 \quad \forall \quad t = 3, \dots, T. \quad (54)$$

$$E[(X_{it-1} - X_{it-2}).(\eta_{it})] = 0 \quad \forall \quad t = 3, \dots, T. \quad (55)$$

A preferência pelo estimador através do método dos momentos generalizados é porque esse método, além de corrigir o viés dos efeitos fixos (específicos dos estados), elimina qualquer endogeneidade que pode surgir da correlação dos efeitos específicos dos estados com as variáveis independentes (BALTAGI *et al.*, 2009, p. 287). Ao mesmo tempo, ele elimina o problema de causalidade reversa no modelo estimado por contemplar entre as variáveis explicativas o lag da variável dependente. Portanto, desde que o banco de dados contempla uma série de tempo com tamanho suficiente para estimativas dinâmicas, esse procedimento dinâmico – GMM se apresenta como método superior ao método estático de dados em painel.

As estimativas³⁴ das equações (16) e (41) serão realizadas através das especificações (42), da (51) e pelo procedimento GMM. A opção de estimativas de equações oriundas de modelos teóricos [no caso as equações (16) e (41)] por diferentes métodos econométricos segue a tendência da literatura recente sobre o tema [vide Lee *et al.* (2004) e Chang et al. (2009)], que vem sendo aprimorada. Conforme exposto neste capítulo, essa sequência de estimativas deve ser realizada visando a obtenção de coeficientes fidedignos, principalmente porque os estados brasileiros são consideravelmente heterogêneos entre si, como demonstrado no capítulo a seguir.

³⁴ O procedimento para estimativas dos coeficientes é apresentado no anexo E.

5 A HETEROGENEIDADE ECONÔMICA DOS ESTADOS BRASILEIROS

O propósito deste capítulo é analisar o comportamento heterogêneo dos estados brasileiros no período entre 1995 e 2006 no que diz respeito às variáveis econômicas a serem utilizadas nas estimativas das equações (16) e (41), definidas no capítulo 3. Os dados são apresentados por estados visando ressaltar as situações distintas existente entre os mesmos. Busca-se ressaltar que, mesmo dentro de uma região, existem estados com desempenho econômico muito distinto em relação ao comportamento médio da região e do país.

As disparidades do nível da renda per capita (y) no Brasil é um aspecto sistemático no período considerado no trabalho. Pode-se constatar (tabela 2) que, embora tenha registrado a menor mudança no nível de renda, alguns estados como o Rio Grande do Sul, por exemplo, mantiveram os níveis de renda tanto em 1995 quanto em 2006, substancialmente superior ao nível médio do Brasil. Já o estado de Pernambuco, além de registrar um baixo nível de mudança no seu nível de renda, pouco evoluiu quando comparado à média nacional.

Verifica-se que as rendas médias das regiões Norte e Nordeste registraram taxas de crescimento de 34,63% e 34,39%, respectivamente, no período em consideração. No entanto, como proporção da renda nacional, a renda dessas duas regiões oscilou no intervalo entre 0,735 a 0,786 e 0,522 a 0,572, respectivamente. Embora os estados da região Nordeste tenham registrado mudanças positivas no seu nível de renda, cresceram abaixo da média (R\$ 893 a preços de 2000) e representa pouco mais da metade da renda média per capita nacional, portanto, essa região pouco melhorou quanto ao seu nível de renda.

As rendas per capitas das regiões Sul e Sudeste cresceram abaixo da média nacional no período de 1995 a 2006 com 16,47% e 22,59%, respectivamente. Já a região Centro-Oeste apresentou um desempenho substancialmente diferenciado tanto na variação do nível de renda média da região como em proporção da renda média nacional.

Tabela 2 – PIB per capita (em mil R\$)¹ dos estados brasileiros. Período: 1995 a 2006

Estados													(continua)	Taxa de crescimento ² (%)
	Período												Variação y ₂₀₀₆ -y ₁₉₉₅ (R\$)	
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
1) Norte														
AC	3,058	2,930	3,035	3,144	3,042	3,048	3,071	3,908	3,852	4,223	4,218	4,180	1,122	36,70
AM	6,699	7,133	6,598	6,479	5,995	6,663	6,538	6,020	5,912	6,525	6,502	7,021	0,322	4,81
AP	4,802	4,249	4,304	3,899	3,761	4,216	4,248	5,146	4,540	4,747	4,622	5,072	0,269	5,60
PA	3,256	3,122	3,017	3,004	2,877	3,007	3,105	3,252	3,247	3,507	3,537	3,704	0,448	13,76
RO	3,543	3,652	3,842	3,977	3,760	3,888	3,784	4,452	4,813	4,870	5,291	4,980	1,437	40,57
RR	2,586	2,479	2,525	2,816	2,697	3,347	3,238	5,407	5,441	4,973	5,120	5,387	2,801	108,29
TO	1,773	1,853	1,891	2,006	1,976	2,117	2,378	3,799	4,221	4,429	4,373	4,279	2,506	141,36
A) média	3,674	3,631	3,602	3,618	3,444	3,755	3,766	4,569	4,575	4,754	4,809	4,946	1,272	34,63
(A)/(F)	0,785	0,763	0,742	0,736	0,735	0,744	0,749	0,786	0,782	0,775	0,776	0,780	0,768	-0,55
2) Nordeste														
SE	3,245	3,320	3,412	3,345	3,258	3,283	4,101	4,200	4,174	4,249	4,300	4,488	1,242	38,28
AL	2,281	2,421	2,525	2,556	2,430	2,471	2,415	2,798	2,777	2,922	2,954	3,065	0,783	34,34
RN	2,745	2,875	2,992	2,907	2,942	3,319	3,178	3,515	3,377	3,554	3,750	4,009	1,264	46,07
MA	1,442	1,650	1,632	1,507	1,496	1,616	1,635	2,189	2,271	2,424	2,616	2,747	1,305	90,48
BA	3,238	3,376	3,487	3,473	3,430	3,666	3,610	3,756	3,672	3,905	4,147	4,108	0,870	26,86
CE	2,728	2,874	2,959	2,996	2,806	2,774	2,600	3,101	3,026	3,123	3,186	3,345	0,617	22,61
PB	2,420	2,525	2,486	2,460	2,455	2,670	2,704	2,938	2,918	2,844	2,956	3,269	0,849	35,07
PE	3,501	3,626	3,654	3,675	3,505	3,655	3,614	3,592	3,484	3,572	3,739	3,875	0,374	10,69
PI	1,768	1,836	1,830	1,817	1,775	1,863	1,771	2,112	2,173	2,228	2,332	2,500	0,732	41,41
B) média	2,597	2,723	2,775	2,748	2,677	2,813	2,847	3,133	3,097	3,202	3,331	3,489	0,893	34,39
(B)/(F)	0,555	0,572	0,572	0,559	0,571	0,557	0,566	0,539	0,529	0,522	0,538	0,550	0,539	-0,73
3) Centro-Oeste														
DF	10,894	11,363	12,426	14,682	11,637	14,224	14,240	21,372	20,643	20,938	21,750	22,321	11,427	104,89

Tabela 2 – PIB per capita (em mil R\$)¹ dos estados brasileiros. Período: 1995 a 2006

Estados	Período												Variação Y ₂₀₀₆ -Y ₁₉₉₅ (R\$)	(conclusão) Taxa de crescimento ² (%)
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
MT	4,318	4,411	4,629	4,715	5,004	5,297	5,125	6,581	7,552	9,083	8,422	7,326	3,009	69,69
MS	5,461	5,465	5,590	5,717	5,607	5,656	5,918	5,814	6,403	6,392	6,025	6,288	0,828	15,16
GO	3,956	4,066	4,065	4,159	3,837	4,276	4,441	5,876	5,793	5,890	5,666	5,911	1,955	49,41
C) média ³	4,578	4,647	4,761	4,863	4,816	5,076	5,161	6,090	6,583	7,122	6,705	6,508	1,930	42,17
(C)/(F)	0,978	0,976	0,981	0,989	1,027	1,006	1,026	1,047	1,125	1,162	1,082	1,027	1,165	5,01
4) Sudeste														
MG	5,645	5,945	6,053	5,888	5,594	5,888	5,703	5,731	5,793	6,307	6,310	6,545	0,900	15,95
SP	10,061	10,046	10,440	10,354	9,822	9,919	9,679	11,006	10,794	10,916	11,328	11,606	1,545	15,36
ES	6,791	6,613	6,566	6,650	6,483	6,880	6,496	6,855	6,879	8,106	8,731	9,044	2,253	33,18
RJ	8,253	8,127	8,407	8,217	8,484	9,513	9,261	9,582	9,134	9,907	10,119	10,503	2,250	27,26
D) média	7,688	7,683	7,867	7,777	7,596	8,050	7,785	8,294	8,150	8,809	9,122	9,425	1,737	22,59
(D)/(F)	1,642	1,613	1,621	1,582	1,620	1,595	1,548	1,426	1,392	1,437	1,472	1,487	1,049	-9,44
5) Sul														
PR	6,420	6,739	6,852	6,986	6,889	6,847	6,843	7,425	7,982	8,161	7,779	7,808	1,388	21,61
RS	8,372	8,343	8,393	8,125	7,900	8,302	8,325	8,348	8,570	8,682	8,380	8,492	0,120	1,44
SC	7,170	7,532	7,456	7,169	7,122	7,844	7,766	8,276	8,587	9,055	9,164	9,281	2,110	29,43
E) média	7,321	7,538	7,567	7,427	7,304	7,664	7,645	8,016	8,380	8,633	8,441	8,527	1,206	16,47
(E)/(F)	1,563	1,583	1,559	1,511	1,558	1,519	1,520	1,378	1,432	1,408	1,362	1,345	0,728	-13,96
F) Média ⁴	4,682	4,762	4,854	4,916	4,688	5,046	5,029	5,817	5,853	6,131	6,197	6,339	1,657	35,38

Fonte: elaboração própria, dados IPEADATA.

Notas: ¹) Em R\$ de 2000, deflacionado pelo deflator implícito do PIB, conforme IPEADATA. ²) Taxa de crescimento entre 1995 e 2006 $[((Y_{2006} - Y_{1995})/Y_{1995}) \times 100]$; ³) Centro-Oeste exceto Distrito Federal; ⁴) Renda (y) média para o Brasil no período obtida a partir da renda per capita dos estados.

A menor mudança no nível de renda de 2006 comparado a 1995 foi no estado do Rio Grande do Sul (R\$ 120), no entanto, esse estado mantém o seu nível de renda per capita substancialmente superior ao nível médio do país. Por outro lado, na região Centro-Oeste (excluindo o Distrito Federal – DF) se encontra o estado de Mato Grosso com a maior mudança no nível de renda per capita no período (R\$ 3.009) a preços de 2000, sendo superado apenas pelo Distrito Federal. A renda per capita do Mato Grosso representava pouco mais de 92% da renda média nacional em 1995 e em 2006 esse estado tem um nível de renda 15,6% superior à média nacional.

Alguns estados das regiões Nordeste e Norte, mesmo crescendo a taxas superiores às taxas dos estados situados em regiões mais dinâmicas – Sudeste e Sul, não evoluíram relativamente quanto ao nível da renda das últimas. O nível de renda do estado de Alagoas representava, em 1995, 48,7% da renda média nacional; em 2006 a renda per capita desse estado representou 48,4% da média nacional. Portanto, não houve melhoria no padrão de renda relativa do estado. Em situações ainda piores estão os estados do Piauí e Maranhão.

No período em consideração, somente nove estados e o Distrito Federal aumentaram o nível da renda per capita em ritmo superior ao aumento médio de todas as unidades da federação. Chein *et al.* (2007) mostram que esse processo de crescimento desigual acontece tanto entre as regiões quanto dentro das regiões brasileiras. Esse desempenho dos estados pode ter vínculo com alguns indicadores econômicos que serão apresentados a seguir.

A tabela 3 apresenta a evolução do capital humano da força de trabalho (população economicamente ativa – PEA) ocupada nos respectivos estados no período entre 1995 e 2006.

Tabela 3 – Capital humano (anos de estudos médio da PEA ocupada) dos estados brasileiros. Período: 1995 a 2006
(continua)

Estados	Período												Varição
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	h ₂₀₀₆ -h ₁₉₉₅
1) Norte													
AC	6,51	6,64	6,91	7,29	7,27	6,97	6,67	6,85	6,73	5,57	6,04	6,55	0,04
AM	6,51	6,61	6,62	6,78	6,88	7,19	7,49	7,54	7,87	7,14	7,39	7,87	1,36
AP	6,59	6,20	6,65	6,87	7,04	7,84	8,63	7,72	7,72	7,63	8,06	8,28	1,69
PA	5,51	5,78	5,78	5,64	5,87	6,15	6,44	6,61	6,69	5,88	6,10	6,36	0,85
RO	6,37	6,58	6,32	7,03	7,04	6,85	6,65	6,86	6,90	6,35	6,21	6,50	0,13
RR	6,29	6,67	7,37	7,62	8,18	7,30	6,41	6,88	7,38	7,10	7,11	7,36	1,06
TO	4,19	4,58	4,41	4,59	5,08	5,43	5,79	5,72	6,11	6,35	6,49	6,68	2,49
A) Média	6,00	6,15	6,29	6,55	6,77	6,82	6,87	6,88	7,06	6,58	6,77	7,09	1,09
(A)/(F)	1,11	1,09	1,10	1,10	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	0,98	0,98	0,99	0,64
2) Nordeste													
AL	3,99	4,41	4,54	4,37	4,64	4,41	4,17	4,31	4,95	4,84	4,99	5,36	1,37
BA	3,78	4,17	4,10	4,25	4,35	4,66	4,97	5,18	5,33	5,51	5,78	6,08	2,30
CE	3,76	3,97	4,08	4,37	4,33	4,72	5,10	5,37	5,49	5,76	5,88	6,21	2,45
MA	3,21	3,40	3,40	3,63	3,71	4,09	4,47	4,53	4,87	5,21	5,04	5,35	2,14
PB	4,19	4,24	4,55	4,93	5,14	5,06	4,98	4,93	5,35	5,36	5,61	5,75	1,56
PE	4,41	4,95	4,83	5,02	5,07	5,35	5,63	5,71	5,74	6,09	6,20	6,40	2,00
PI	3,45	3,72	3,76	3,68	3,67	4,04	4,41	4,35	4,51	4,85	4,84	5,31	1,85
RN	4,75	5,08	5,04	5,30	5,67	5,91	6,15	6,06	6,15	6,19	6,46	6,68	1,93
SE	4,37	4,56	4,63	4,87	4,95	5,20	5,45	5,70	6,12	6,31	6,09	6,26	1,89
B) média	3,99	4,28	4,33	4,49	4,61	4,83	5,04	5,13	5,39	5,57	5,66	5,93	1,94
(B)/(F)	0,74	0,76	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,83	0,82	0,83	1,14
3) Centro-Oeste													
DF	8,08	8,30	8,38	8,53	8,55	8,73	8,90	9,25	9,39	9,49	9,67	9,85	1,77
GO	5,34	5,69	5,82	5,99	6,13	6,37	6,60	6,66	7,00	7,15	7,34	7,59	2,25

Tabela 3 – Capital humano (anos de estudos médio da PEA ocupada) dos estados brasileiros. Período: 1995 a 2006
(conclusão)

Estados	Período												Variação
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	$h_{2006}-h_{1995}$
MS	5,59	5,91	5,79	6,20	6,30	6,59	6,89	7,12	7,14	7,13	7,39	7,57	1,98
MT	5,38	5,47	5,76	5,89	5,90	6,09	6,28	6,66	6,84	6,96	7,08	7,19	1,81
C) média ¹	5,43	5,69	5,79	6,03	6,11	6,35	6,59	6,81	6,99	7,08	7,27	7,45	2,01
(C)/(F)	1,00	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,04	1,04	1,05	1,06	1,05	1,18
4) Sudeste													
ES	5,65	5,95	5,94	6,22	6,34	6,60	6,86	6,89	7,00	7,44	7,62	7,69	2,05
MG	5,39	5,63	5,69	5,86	5,97	6,33	6,69	6,69	6,87	7,09	7,18	7,36	1,98
RJ	7,45	7,65	7,62	7,77	7,88	8,02	8,16	8,26	8,48	8,61	8,70	8,95	1,50
SP	7,04	7,28	7,54	7,77	7,81	8,02	8,22	8,37	8,58	8,70	8,82	9,01	1,97
D) média	6,38	6,63	6,70	6,90	7,00	7,24	7,49	7,55	7,73	7,96	8,08	8,25	1,87
(D)/(F)	1,18	1,17	1,17	1,16	1,15	1,16	1,16	1,16	1,15	1,18	1,17	1,16	1,09
5) Sul													
PR	5,87	6,03	6,20	6,39	6,72	6,95	7,18	7,31	7,53	7,67	7,83	8,01	2,14
RS	6,36	6,58	6,67	6,83	6,99	7,12	7,26	7,23	7,36	7,61	7,68	7,87	1,52
SC	6,06	6,34	6,50	6,60	6,66	7,06	7,45	7,37	7,72	7,79	8,08	8,19	2,13
E) média	6,10	6,32	6,46	6,61	6,79	7,04	7,29	7,30	7,53	7,69	7,86	8,03	1,93
(E)/(F)	1,13	1,12	1,13	1,11	1,12	1,12	1,13	1,12	1,12	1,14	1,14	1,13	1,13
F) média ²	5,41	5,64	5,74	5,94	6,08	6,26	6,44	6,52	6,73	6,73	6,88	7,12	1,71

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da PNAD.

Notas: ¹) Centro-Oeste exceto Distrito Federal; ²) média obtida a partir dos dados dos estados para o ano t.

Conforme se pode observar, a região Norte registrou a menor evolução no nível de capital humano. Enquanto a média geral do capital humano aumentou 1,71 ano entre 1995 e 2006, a região Norte acrescentou apenas 1,09 ano de estudo na sua média. Observa-se também que 85,7% dos estados que compõem a região Norte ficaram abaixo da média nacional em termos de capital humano. Destacam-se os extremos da região Norte. Enquanto no estado do Acre o nível do capital humano ficou praticamente estagnado ao se comparar os anos de 1995 e 2006, o estado de Tocantins foi aquele que registrou a maior evolução no nível do capital humano (medido em anos de estudos) acumulado pelos seus trabalhadores. Em Tocantins o nível do capital humano aumentou, em média, em 2,49 anos de estudo quando se compara 2006 com 1995. Nesse quesito o estado mostrou vigor superior ao dos estados com maior nível de renda no país.

É notável o aumento no nível médio do capital humano da região Centro-Oeste, com crescimento médio de 2,01 anos de estudos, sendo um crescimento 84,4% superior ao da região norte. Esse aspecto é importante porque gera retornos permanentes no médio e longo prazo para a região Centro-Oeste.

Essa disparidade na evolução do nível do capital humano dos estados brasileiros é procedente, em parte, do nível inicial do capital humano dos respectivos estados. Queiroz e Golgher (2008) mostram que existe uma tendência de concentração de pessoas com maior nível de capital humano nos estados que já possuíam inicialmente um razoável nível médio de escolaridade dos seus residentes.

Outro aspecto que possivelmente justifica, em parte, o baixo nível de capital humano da região Norte é o crescimento da PEA, via imigração de trabalhadores pouco qualificados para essa região. Como mostra a tabela 4, os estados dessa região são os que registraram as maiores taxas de crescimento da PEA no período.

Tabela 4 – População economicamente ativa (em milhares de pessoas) dos estados. Período: 1995 a 2006

Estados													(conclusão)
	Período												Taxa cresc. ¹ (%)
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
ES	1389,1	1383,2	1413,4	1437,1	1594,7	1617,1	1639,5	1709,0	1743,1	1762,1	1817,1	1835,2	32,1
MG	8172,2	8109,5	8353,0	8352,6	9111,1	9210,4	9309,8	9714,4	9839,5	9974,3	10411,4	10689,2	30,8
RJ	6183,0	6188,2	6177,6	6258,3	6564,6	6759,9	6955,1	7109,1	7258,4	7431,9	7571,3	7720,3	24,9
SP	16418,5	16521,2	16816,5	17344,7	18018,4	18518,2	19018,0	19523,8	19825,0	20114,1	21062,9	21378,5	30,2
5) Região Sul													
PR	4629,3	4618,5	4632,9	4765,9	4934,2	5057,5	5180,9	5370,1	5448,3	5605,2	5635,1	5782,5	24,9
RS	5291,2	5223,7	5369,4	5392,2	5521,5	5649,3	5777,1	5871,2	6005,4	6010,9	6093,2	6116,2	15,6
SC	2632,3	2512,2	2545,0	2685,8	2917,1	2945,5	2973,9	3077,0	3153,1	3277,2	3315,2	3391,2	28,8
6) Total	74138,4	72996,9	75213,3	76885,7	81175,8	82756,2	84336,6	86962,9	88774,3	92659,6	95747,8	96873,9	30,6

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: 1) taxa de crescimento no período: $[(PEA_{2006} - PEA_{1995}) / PEA_{1995}] \times 100$.

Quanto ao crescimento da força de trabalho (PEA), os estados que registraram as maiores taxas de crescimento foram os da região Norte, com destaque para Roraima com crescimento de 156,9% no período, cinco vezes o crescimento da média nacional que foi de 30,6%. Esse fato, em parte, pode ser explicado pela migração de trabalhadores das demais regiões para o Centro-Oeste e região Norte (BRITO e CARVALHO, 2006).

Brito (2007, p. 10) argumenta que como os estados da região Norte são atratores de migração, suas respectivas populações dependem não só do comportamento da fecundidade, mas de suas histórias migratórias. Por outro lado, os estados da região Sul são os que registraram menor variação da força de trabalho no período analisado. Vale ressaltar que, possivelmente, parte considerável desses trabalhadores que se deslocaram para a região Norte possui baixo nível de qualificação, o que estaria correlacionado com o baixo nível do capital humano dos estados daquela região. A escolaridade média da PEA ocupada de quase todos estados (exceto TO) da região Norte ficou abaixo da média no período em consideração.

Outra variável econômica que está vinculada ao desempenho econômico das regiões é o consumo industrial de energia elétrica (*proxy* para investimento), ver tabela 5.

(continua)													
Estados	Período											Taxa cresc ¹ .	
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	(%)
1) Norte													
AC	13,9	12,3	12,8	14,0	13,7	17,3	19,8	21,2	22,7	24,1	26,0	26,0	87,6
AM	632,0	706,4	575,2	782,0	776,0	917,1	946,4	1078,4	1168,4	1315,4	1414,0	1534,0	142,7
AP	104,6	72,9	32,9	25,0	20,6	18,3	20,9	19,7	19,2	23,2	32,0	48,0	-54,1
PA	6337,7	6634,2	699,5	6914,0	6889,4	7000,0	6345,1	7326,5	9154,5	9773,5	9390,0	9887,0	56,0
RO	71,9	85,9	88,0	108,0	116,7	141,1	163,1	182,7	193,9	220,9	238,0	231,0	221,3
RR	7,6	8,5	6,8	10,0	9,2	10,8	11,9	13,5	13,6	13,6	13,0	14,0	83,6
TO	31,9	37,4	39,7	49,0	68,4	82,5	71,3	69,5	82,5	111,0	108,0	104,0	225,8
2) Nordeste													
AL	1766,1	1841,8	391,8	1968,0	1877,8	1918,4	1578,5	436,1	1756,9	1842,0	1893,0	1866,0	5,7
BA	6207,3	6960,2	2048,8	7719,0	7236,0	7883,0	7158,2	2099,5	8536,9	9370,9	9640,0	9588,0	54,5
CE	1292,3	1418,4	1605,0	1610,0	1718,4	1799,7	1711,2	1683,8	1762,7	1862,2	1950,0	1931,0	49,4
MA	5933,4	5959,6	299,6	6016,0	6173,8	6312,4	5671,1	6337,5	6150,5	6633,4	6869,0	7616,0	28,4
PB	526,2	535,9	527,7	769,0	854,1	894,0	864,5	897,0	967,6	1019,9	1091,0	1147,0	118,0
PE	1728,2	1801,3	1829,0	1948,0	1954,0	2055,8	1903,3	8942,0	2169,3	2227,2	2311,0	2336,0	35,2
PI	90,1	89,3	92,9	111,0	113,1	123,5	138,9	156,1	169,7	182,0	206,0	228,0	153,2
RN	607,8	694,4	598,4	798,0	836,5	827,3	813,5	879,3	881,2	1020,0	1115,0	1175,0	93,3
SE	694,8	726,7	399,0	860,0	959,4	1028,6	972,8	832,2	1058,9	1132,7	1233,0	1275,0	83,5
3) Centro-Oeste													
DF	225,7	249,7	276,3	303,0	333,2	372,2	338,0	335,3	316,3	357,7	432,0	458,0	103,0
GO	1432,0	1517,0	1211,8	1516,0	1590,5	1687,9	1657,6	1810,7	2549,3	2746,9	2859,0	2870,0	100,4
MS	414,5	501,1	433,6	520,0	577,6	668,6	693,8	671,2	703,5	750,3	890,0	880,0	112,3
MT	400,1	414,5	452,0	524,0	580,7	690,7	737,4	846,3	1067,1	1134,8	1162,0	1179,0	194,7
4) Sudeste													

Tabela 5 – Capital (medido pelo consumo industrial de energia elétrica em milhares de MW/h) dos estados brasileiros. Período: 1995 a 2006

Estados													(conclusão)
	Período												Taxa cresc ¹ . (%)
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
ES	2820,2	2734,8	2722,3	2983,0	3098,0	3437,7	3100,0	3342,4	3398,7	3802,8	4180,0	4359,0	54,6
MG	18768,0	20419,3	18768,0	20419,3	21012,5	21902,0	21285,1	22745,1	21228,0	21588,7	21585,5	23418,9	24,8
RJ	9369,3	9711,4	9519,5	9939,0	9937,7	9393,9	7984,3	7138,9	6793,6	6532,7	9378,0	9141,0	-2,4
SP	37110,3	37876,7	37845,0	40465,0	39287,2	41244,6	38680,8	38046,4	43389,5	45733,0	48049,0	50174,0	35,2
5) Sul													
PR	5269,9	5484,2	3670,9	6116,0	6434,3	7086,0	6662,8	7743,0	7977,0	8671,6	9097,0	9454,0	79,4
RS	5671,9	5722,8	5324,5	6242,0	6625,3	7442,5	7347,0	7574,5	8235,3	8846,4	10118,0	10439,0	84,0
SC	4181,0	4299,3	5380,1	4752,0	5014,3	5479,3	5718,6	6136,5	6458,5	6969,1	7185,0	7398,0	76,9
6) Total ²	111709	116516	94851	123480	124108	130435	122596	127365	136225	143906	152465	158777	42,1

Fonte: elaboração própria a partir dos dados do IPEADA de 1995-2004 e MME de 2005-2006.

Notas: ¹) taxa de crescimento no período: $[(K_{2006}-K_{1995})/K_{1995}]\times 100$; ²) total para o Brasil, obtido a partir do somatório dos estados nos respectivos períodos.

O consumo industrial de energia elétrica registrou, no período em análise, taxas de crescimento relativamente maiores nos estados que compõem as regiões Norte e Centro-Oeste. Por outro lado, a menor taxa de crescimento, quando comparado 2006 a 1995, foi do estado do Rio de Janeiro. Essa informação pode ser reflexo das diferenças na evolução na estrutura produtiva das regiões, principalmente das regiões Centro-Oeste e Norte comparada às demais regiões. Sabóia e Kubrusly (2008) argumentam que, embora as atividades econômicas continuem concentradas na região Sudeste, houve um processo de desconcentração industrial em direção às regiões menos desenvolvidas e ao interior dos estados.

A tabela 6 apresenta a evolução do indicador de abertura comercial dos estados brasileiros.

Tabela 6 – Abertura comercial¹ (econômica) dos estados do Brasil. Período: 1995 a 2006

Estados	Período												(continua) Variação Δ (p.p.) ²
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1) Norte													
AC	0,60	0,46	2,64	0,17	0,26	0,84	1,31	0,84	0,44	0,52	0,56	0,82	0,22
AM	82,61	80,84	81,10	66,32	83,03	99,78	91,56	86,96	60,79	53,96	55,30	49,76	-32,85
AP	7,75	12,78	9,76	7,64	8,42	6,38	4,15	2,42	1,69	4,15	4,05	4,82	-2,93
PA	21,93	21,23	22,33	22,87	27,52	27,92	26,27	31,70	23,56	24,31	25,30	30,28	8,35
RO	2,00	1,59	1,72	1,18	2,41	3,64	3,42	6,76	2,59	2,75	3,31	5,07	3,08
RR	2,67	3,11	1,82	2,46	0,80	1,35	1,49	1,29	0,54	0,58	0,59	0,88	-1,79
TO	0,78	0,31	2,54	3,79	2,88	1,38	0,47	2,33	2,12	3,83	3,62	4,35	3,57
A) Média	16,91	17,19	17,42	14,92	17,90	20,19	18,38	18,90	13,10	12,87	13,25	13,71	-3,19
(A)/(F)	1,26	1,28	1,24	1,14	1,16	1,27	1,09	0,99	0,97	0,95	0,97	0,97	-4,21
2) Nordeste													
AL	16,71	11,60	10,97	8,79	8,80	8,04	10,91	13,97	8,62	8,65	9,10	9,31	-7,40
BA	12,98	12,42	12,40	12,41	14,43	16,97	18,94	22,91	18,04	19,02	19,52	21,29	8,31
CE	8,41	9,46	7,80	7,37	9,63	11,40	11,98	13,24	9,45	8,26	7,07	8,13	-0,28
MA	18,01	19,80	13,32	19,04	25,87	26,40	29,98	31,89	17,91	19,32	19,94	21,96	3,94
PB	5,95	5,45	5,72	4,14	4,79	4,82	4,27	5,13	3,83	4,41	3,64	3,47	-2,48
PE	8,24	6,71	7,11	7,44	7,65	8,19	9,65	10,70	7,25	6,15	6,06	5,95	-2,30
PI	3,36	3,55	3,47	2,80	2,60	2,91	2,24	2,66	1,86	1,94	1,26	1,06	-2,31
RN	3,58	4,14	4,35	4,01	5,19	4,62	6,31	9,01	8,37	9,72	5,58	4,47	0,89
SE	2,94	5,60	4,50	4,04	4,36	4,10	3,36	4,78	2,95	2,60	2,26	2,09	-0,85
B) Média	8,91	8,75	7,74	7,78	9,26	9,72	10,85	12,70	8,70	8,90	8,27	8,64	-0,27
(B)/(F)	0,66	0,65	0,55	0,59	0,60	0,61	0,65	0,67	0,64	0,66	0,61	0,61	-0,36
3) Centro-Oeste													
MT	7,63	11,15	14,64	10,74	15,14	16,36	23,80	31,01	20,86	20,21	23,14	24,55	16,92
MS	5,40	4,60	7,19	4,79	5,03	6,81	12,35	17,28	12,15	14,24	19,57	20,49	15,09

Tabela 6 – Abertura comercial¹ (econômica) dos estados do Brasil. Período: 1995 a 2006

Estados													(conclusão)
	Período												Variação Δ (p.p.) ³
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
GO	4,02	5,34	6,07	5,75	7,15	8,29	8,83	8,45	8,16	9,01	9,56	9,88	5,86
DF	1,55	2,19	2,08	2,26	6,04	3,38	3,92	3,54	2,07	1,60	1,88	1,89	0,34
C) Média	4,65	5,82	7,49	5,88	8,34	8,71	12,22	15,07	10,81	11,27	13,54	14,20	9,55
(C)/(F)	0,35	0,43	0,53	0,45	0,54	0,55	0,73	0,79	0,80	0,84	0,99	1,00	12,58
4) Sudeste													
SP	18,20	19,26	19,99	20,57	23,90	23,95	25,46	25,32	17,71	19,22	17,94	18,95	0,75
ES	52,90	46,73	55,89	48,86	53,70	48,11	48,58	55,90	43,27	37,29	38,99	40,23	-12,67
MG	14,73	13,64	16,43	17,97	19,77	17,47	17,92	22,48	15,67	15,55	17,22	17,46	2,73
RJ	9,49	9,99	9,21	9,25	10,54	9,67	11,74	17,12	12,27	12,75	11,47	12,46	2,97
D) Média	23,83	22,40	25,38	24,16	26,98	24,80	25,92	30,20	22,23	21,20	21,40	22,27	-1,56
(D)/(F)	1,78	1,66	1,80	1,85	1,75	1,56	1,54	1,58	1,64	1,57	1,57	1,57	-2,05
5) Sul													
PR	16,33	17,35	20,46	21,06	24,60	26,90	31,62	33,11	22,96	23,28	21,85	21,39	5,06
RS	16,07	17,67	19,13	20,39	21,84	22,51	24,82	30,45	23,17	23,39	22,60	23,01	6,94
SC	17,18	16,35	17,50	17,26	19,24	16,91	18,77	23,78	16,59	17,47	17,34	18,54	1,36
E) Média	16,53	17,12	19,03	19,57	21,89	22,11	25,07	29,12	20,91	21,38	20,60	20,98	4,45
(E)/(F)	1,23	1,27	1,35	1,50	1,42	1,39	1,49	1,53	1,55	1,59	1,51	1,48	5,86
F) Média ³	13,41	13,46	14,08	13,09	15,39	15,89	16,82	19,07	13,51	13,49	13,66	14,17	0,76

Fonte: elaboração própria a partir dos dados: SECEX/MDIC para comércio e IPEADATA para PIB.

Notas: ¹) Grau de abertura comercial é definido pela razão: (Exportações+Importações)/PIB; ²) Variação em pontos percentuais (p.p.); ³) média geral no ano t.

Quanto à abertura comercial dos estados pode-se constatar que os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (situados na região Centro-Oeste) foram os que tiveram maior mudança, em pontos percentuais nos seus níveis de abertura, da ordem de 16,92 p.p. e 15,09 p.p., respectivamente. Esse resultado se destaca porque, no caso de Mato Grosso, esse crescimento no grau de abertura foi 22 vezes maior que a mudança registrada para o Brasil e a mudança do estado de Mato Grosso do Sul foi 19,9 vezes superior à média do Brasil. Em contraste com esses resultados positivos, outros 10 estados apresentaram variação negativa – fecharam a economia em 2006 comparado com 1995.

Esse bom desempenho em termos de comércio internacional registrado pelos estados da região Centro-Oeste sugere uma potencial associação positiva com o crescimento do PIB, sendo que nesta região se localiza o estado Mato Grosso, que registrou a segunda maior mudança absoluta no nível do PIB per capita no período de análise (tabela 2). Apesar da evolução no grau de abertura comercial do estado da Bahia, saindo de 12,98% em 1995 para 21,29% em 2006, na região Nordeste 66% dos estados diminuíram os respectivos nível de abertura comercial (figura 2).

Figura 2 – Grau de abertura comercial $[(X+M)/PIB]$ dos estados brasileiros: 1995 e 2006
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Tanto em 1995 quanto em 2006, mais de dois terços dos estados brasileiros têm grau de abertura comercial abaixo de 20%. Nota-se que a maior parte dos estados não aumentou de forma significativa o nível de abertura comercial pós 1995, exceção feita aos estados do Rio Grande do Sul, Pará, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Alguns estados das regiões Norte e Nordeste registram diminuição brusca no nível de abertura, por exemplo, Amazonas e Alagoas. É possível observar que as regiões mais abertas ao comércio externo são aquelas com maior nível de renda per capita. As regiões (Norte e Nordeste) que concentram a maior parte dos estados com menor grau de abertura são as regiões onde o nível do capital humano é também o mais baixo, o que pode explicar em parte o nível de renda observado no período.

A tabela 7 apresenta o nível da correlação (Pearson) entre renda per capita dos estados brasileiros e as seguintes variáveis: capital humano, abertura comercial, PEA e capital físico.

Tabela 7 – Correlação da renda per capita (y) com capital humano (h), abertura comercial (ac), PEA e capital físico (k)

Estados	Correlação			
	corr(y, h)	corr(y, ac)	corr(y, pea)	corr(y, k)
AL	0,8382*	-0,3932	0,6766*	-0,0005
AM	-0,2968	-0,0646	0,0216	-0,0357
AP	0,3439	-0,5280*	0,5374*	0,2451
PA	0,2825	0,2427	0,8820*	0,8289*
RO	-0,2893	0,4398	0,8956*	0,9280*
RR	0,0415	-0,7357*	0,7811*	0,9273*
TO	0,9022*	0,5746*	0,8764*	0,8421*
AC	-0,6536*	-0,2064	0,9030*	0,9237*
BA	0,9543*	0,8010*	0,9150*	0,4483
CE	0,6953*	-0,4051	0,6088*	0,5757*
MA	0,9094*	-0,0214	0,6691*	0,8363*
PB	0,7838*	-0,7018*	0,8522*	0,8355*
PE	0,5012*	-0,3885	0,3567	-0,0422
PI	0,9093*	-0,8469*	0,8592*	0,9431*
RN	0,9153*	0,4445	0,8944*	0,9150*
SE	0,9209*	-0,6293*	0,8654*	0,6596*

Tabela 7 – Correlação da renda per capita (y) com capital humano
(h) abertura comercial (ac), PEA e capital físico (k)

Estados	(conclusão)			
	Correlação			
	corr(y, h)	corr(y, ac)	corr(y, pea)	corr(y, k)
MT	0,9244*	0,6419*	0,8795*	0,9509*
MS	0,8476*	0,7335*	0,8282*	0,7822*
GO	0,8791*	0,7580*	0,8825*	0,8719*
DF	0,9582*	-0,3098	0,8983*	0,7321*
SP	0,7385*	-0,4701	0,7466*	0,7777*
ES	0,8090*	-0,7793*	0,7241*	0,9269*
MG	0,5931*	-0,2351	0,5761*	0,3962
RJ	0,9307*	0,5805*	0,9491*	-0,4446
PR	0,8701*	0,1530	0,8884*	0,8246*
RS	0,4176	0,1210	0,5154*	0,4492
SC	0,9309*	0,07510	0,8896*	0,9489*
Brasil	0,7771*	0,1802*	0,3562*	0,3373*

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: *) nível de significância inferior a 10%.

Os dados para correlação mostram que existe uma correlação positiva entre o nível de renda do Brasil e as demais variáveis, com destaque para o capital humano (ver a última linha da tabela 7). No entanto, as informações para os estados mostram que enquanto 89% dos estados apresentaram correlação positiva da renda com o nível de capital humano, apenas 44% apresentaram uma relação positiva entre nível de renda e grau de abertura comercial. A correlação positiva da PEA com a renda per capita aconteceu para todos os estados e a correlação positiva do capital físico com a renda ocorreu em 85% dos estados. Cabe ressaltar que a existência de correlação positiva entre duas variáveis não implica na existência de causalidade entre elas. Os níveis de correlação apresentados (tabela 7) sendo positivos ou negativos, nem sempre apresentaram como estatisticamente significativos.

Apesar da grande heterogeneidade econômica dos estados brasileiros apresentada nas tabelas desse capítulo é possível verificar uma relação positiva entre a taxa de crescimento do PIB per capita dos estados no período entre 1995 e 2006 e o nível inicial de capital humano e abertura comercial em 1995 (figuras 3 e 4).

Figura 3 – Taxa de crescimento da renda e nível do capital humano dos estados brasileiros

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Como mostra a figura³⁵ 3, embora exista variabilidade nos dados conforme apresentado previamente nas tabelas, é possível observar que realmente tem-se indícios de uma relação positiva entre o nível inicial do capital humano (h) da força de trabalho (em 1995) e o crescimento de renda (dy) dos estados brasileiros. Esses indícios serão quantificados nas análises das regressões adequadas (procedimento de painel dinâmico). Em princípio, as estatísticas apresentadas na figura 3 mostram um coeficiente de inclinação da reta (de 0,29) com sinal positivo e estatisticamente significativo ($t=1,22$), indicando que

³⁵ As figuras (3) e (4) foram geradas a partir dos resíduos das duas séries estimadas por MQO e erros padrão robustos. Utiliza-se o seguinte procedimento descrito por Baum (2006): para o eixo y faz-se a regressão da variável variação na renda (dy) contra todas as variáveis explicativas (k, n, abertura) exceto capital humano inicial (h95) e estima os resíduos, já no eixo x faz-se a regressão do capital humano inicial (h95) contra todas as explicativas (k, n, abertura) e estima-se o resíduo. Desta forma pode-se observar a contribuição do nível inicial do capital humano (h95) e abertura comercial (ac95), dadas as demais variáveis, para variação no nível da renda per capita.

os estados inicialmente com maiores níveis de capital humano registraram crescimento diferenciado na renda per capita.

Figura 4 – Taxa de crescimento da renda e grau de abertura comercial dos estados brasileiros

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A figura 4 confirma a influência de discrepâncias (*outliers*) nos dados interferindo na significância estatística, embora sugere uma associação positiva entre o nível inicial do grau de abertura comercial (ac95) e a taxa de crescimento do PIB per capita (dy) dos estados. O coeficiente de inclinação da reta apresenta o sinal esperado, no entanto, é estatisticamente insignificante (valor do teste $t=0,54$).

Esse nível de abertura comercial dos estados reflete que, em média, a economia brasileira ainda é relativamente fechada, apesar dos avanços desde a última década do século passado. À guisa de comparação, o Brasil está entre as economias mais fechadas do mundo, sendo mais fechada que a maioria das economias da América Latina de acordo com *World Development Indicator* do Banco Mundial (Ver figura 6 em anexo).

6 ESTIMATIVAS ECONOMÉTRICAS

Este capítulo apresenta as estimativas econométricas das equações (16) e (41), usando os procedimentos econométricos explicitados no capítulo 4.

6.1 Modelo de Solow estendido

Neste item são apresentados os resultados da estimativa da equação (16), chamada de modelo tradicional, com dados anuais dos estados brasileiros. Primeiramente, serão apresentadas as estimativas através do modelo estático de efeitos fixos, pois o procedimento de dados organizados em painel controlando para os efeitos específicos dos países (regiões ou estados) tem se tornado o principal método utilizado por grande parte da literatura que estuda os determinantes do crescimento econômico.

Cabe ressaltar o potencial problema de causalidade reversa da relação entre crescimento econômico e abertura econômica, levantado por Rodriguez e Rodrik (2000). Para contornar esse problema, Lee *et al.* (2004) e Chang *et al.* (2009) sugerem o uso do método dos momentos generalizados (GMM), conforme apresentado no item 4.2.2 do capítulo 4. O procedimento GMM, além de controlar para os efeitos específicos não observados, aborda a questão da causalidade reversa que o modelo de efeitos fixos não leva em consideração, podendo gerar coeficientes viesados.

A tabela 8 apresenta as estimativas através dos procedimentos estático (efeito fixo) e dinâmico (GMM). Nesta regressão, a taxa de crescimento do PIB per capita foi regredida contra o grau de abertura da economia, capital humano e as demais variáveis de controle, conforme o modelo econômico apresentado – equação (16).

Para constatar se as estimativas devem realmente levar em consideração os efeitos específicos dos estados, é aplicado o teste de Hausman (1978). A estatística Qui-quadrado do teste Hausman ($\chi^2=20,71$) e nível de significância de 1% ($P\text{-value}=0,00$) confirmam que as estimativas devem considerar os efeitos fixos dos estados.

Outro teste realizado é o que constata haver uma possível presença de heteroscedasticidade nos grupos de painéis. Em específico, o teste consiste em verificar se $E(u_{it}u_{jt}) \neq I\sigma^2$ para $i \neq j$, onde I é a matriz identidade. Objetiva-se, portanto, verificar se as variâncias dos grupos são homocedásticas. Este teste – que se baseia na distribuição estatística χ^2 (Qui-quadrado) para painéis de dados – é apresentado por Greene (2003). De acordo com o resultado, ao nível de significância de 1%, não é possível rejeitar a hipótese de heteroscedasticidade para o grupo de painéis.

Os resultados da regressão (1) na tabela 8 realizados através do método de efeitos fixos (EF) mostram que o coeficiente associado à abertura comercial (ac) apresenta o sinal positivo, mas não é estatisticamente significante. O coeficiente associado à variável capital humano (h) apresenta o sinal esperado e significância estatística. Já o coeficiente associado à variável capital físico (k) apresentou sinal contrário ao esperado e significância estatística. A constante é estatisticamente significante, no entanto, apresenta sinal negativo – contrário ao esperado. Conforme mencionado previamente, o resultado dessa regressão pode ter sido influenciado por problemas, a serem considerados, como o de causalidade reversa entre a taxa de crescimento econômico e a abertura comercial. Outro ponto a destacar é que seria bastante razoável admitir que a variável de abertura comercial afeta a taxa de crescimento econômico com alguma defasagem, e o modelo EF não está contemplando esse efeito temporal.

O teste para verificar multicolinearidade para o modelo estático, que é o Fator de Inflação da Variância (VIF), apresenta valor de 1,01. Isto indica que a multicolinearidade não se apresenta como um problema nas estimativas, pois como regra prática o VIF é considerado um problema sério quando seu valor é superior a 10 ($VIF > 10$).

Feita essa apresentação inicial a partir da primeira estimativa de EF, as regressões (2) e (3) na tabela 8 apresentam os resultados através do GMM em diferença (GMM-dif) e sistema (GMM-sys). Essas últimas visam contornar os potenciais problemas, como heteroscedasticidade nos painéis, por exemplo, que influenciaram o resultado da regressão (1), visando obter resultados mais consistentes.

Tabela 8 – Estimativas dos modelos de Panel: Efeitos fixos e Dinâmicos –
GMM-DIF, GMM-SYS: dependente taxa de crescimento (gy)

Variáveis	Modelo estático	Modelo dinâmico	
	Efeito Fixo-EF	GMM-dif	GMM-sys
	(1)	(2)	(3)
Constante	-0,1733*	-0,0993	-0,1847
	(0,028)	(0,234)	(0,228)
gy _{t-1}		-0,4984	-0,5426***
		(0,261) ^a	(0,301) ^a
gy _{t-2}		0,0046	-0,0555
		(0,232)	(0,237)
gac _t	0,0069	0,0348	0,02112
	(0,015)	(0,080)	(0,079)
gac _{t-1}		0,1052	0,0934
		(0,080)	(0,085)
gac _{t-2}		0,1242*	0,1341*
		(0,049)	(0,046)
gac _{t-3}		0,1130**	0,1208**
		(0,042)	(0,054)
H	0,0364*	0,0609***	0,0502***
	(0,003)	(0,037)	(0,030)
Gk	-0,0358*	-0,0023	0,0461
	(0,010)	(0,099)	(0,076)
gk _{t-1}		-0,1384	-0,0736
		(0,112)	(0,074)
(n+d)	0,0003	0,0379	0,0250
	(0,007)	(0,030)	(0,019)
<i>Hausman (chi²)</i>	20,71		
<i>Correlação Arellano-Bond (p-value)^b</i>			
<i>AR(1)</i>		0,538	0,717
<i>AR(2)</i>		0,343	0,278
Validade dos instrumentos			
<i>Sargan test (p-value)</i>		0,507	0,544
Instrumentos		c, h	c, h
N	324	324	324

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa a partir do *software* Stata 10.0.
Notas: (*) indica nível de significância de 1%; (**) indica nível de significância de 5% e, (***) indica nível de significância inferior a 10%. ^a) os valores entre parênteses são os erros padrão robusto. ^b) Os valores reportados em AR(1) e AR(2) são os *p-values* dos testes de autocorrelação dos erros em primeira e segunda ordem, respectivamente. Os valores das variáveis explicativas, exceto o capital humano (h), estão em taxas de crescimento (medido em valores decimais).

A regressão (2) da tabela 8, obtida através do GMM-dif, consiste em estimar a equação em diferença e utilizando como instrumentos os *lags* das variáveis explicativas em

nível. Todos os coeficientes relacionados à variável abertura econômica foram positivos, mas apenas estatisticamente significativos nas defasagens $t-2$ e $t-3$. Por exemplo, o coeficiente associado a gac_{t-2} indica que o crescimento de 1 ponto percentual (p.p.) na taxa de crescimento da abertura poderá aumentar a taxa de crescimento econômico dos estados brasileiros em 0,124 p.p. em média, após dois anos. Apesar de não estatisticamente significativos, os coeficientes de gac nos momentos t e $t-1$ não podem ser desprezados quanto a suas importâncias sobre o crescimento econômico, pois há efeitos recursivos de gac sobre o crescimento econômico nos períodos de t a $t-3$.

A outra variável chave da análise deste modelo, capital humano, é estatisticamente significativa e apresentou o sinal esperado. Um aumento de 1 ano na escolaridade média da força de trabalho ocupada aumenta a taxa de crescimento do PIB per capita dos estados em 0,0609 p.p., na média. A *proxy* para a variável investimento em capital físico (k) é estatisticamente não significativa e apresenta sinal contrário ao esperado. O sinal dessa variável é igual ao encontrado por Nakabashi e Figueiredo (2008).

A estimativa através do GMM-sys – procedimento que estima a equação em nível e utiliza os *lags* da diferença das variáveis explicativas como instrumentos – gera melhores resultados que as demais equações estimadas. O coeficiente da variável ac defasada em 2 períodos aumentou, enquanto o coeficiente do capital humano reduziu. Nessa regressão (03), o sinal do parâmetro da variável k passou a ser positivo, mas permanece estatisticamente não significativa. Quanto ao crescimento da população mais a taxa de depreciação ($n+d$) mostraram-se estatisticamente insignificante em todas as especificações, ou seja, o crescimento populacional embora apresente uma relação positiva não se pode dizer que é determinante para influenciar a taxa de crescimento econômico dos estados brasileiros.

A qualidade dos resultados do modelo dinâmico (tabela 8) está condicionada aos testes de autocorrelação – Arellano-Bond ($AR1$ e $AR2$) – dos erros e ao teste de Sargan que verifica se os instrumentos utilizados são válidos para as respectivas equações. A hipótese nula (H_0) do teste de autocorrelação é que não existe autocorrelação. Os resultados são válidos mesmo na presença de autocorrelação de primeira ordem ($AR1$), mas não

permanecem válidos na presença de AR2. Conforme os resultados (regressão 2), através do procedimento GMM-dif as probabilidades de não-autocorrelação são de 0,54 e 0,34 para AR1 e AR2, respectivamente. O resultado para o teste Sargan (*p-value*) é de 0,50, portanto, os instrumentos são válidos.

Para a regressão GMM-sys, as probabilidades de não-autocorrelação para AR1 e AR2 são de 0,72 e 0,28, respectivamente; já o resultado do teste de Sargan (*p-value*) é de 0,54. Portanto, verifica-se que não é possível rejeitar a validade dos instrumentos utilizados e os resultados dos modelos dinâmicos (2) e (3) da Tabela 8 não sofrem a interferência de problemas de autocorrelação.

Conforme os resultados apresentados, a partir do modelo econômico de Solow estendido, é possível afirmar que, na média, o aumento no nível de abertura comercial pode gerar aumentos na taxas de crescimento econômico. No entanto, esse efeito de um aumento no grau de abertura sobre a taxa de crescimento não é instantâneo e tem uma defasagem mínima de dois anos.

Com o propósito de ampliar a qualidade das estimativas, efetuou-se regressões adicionais incluindo indicador de infra-estrutura estadual e outra variável de capital, representando o capital natural dos estados. Como *proxy* para a infra-estrutura foi utilizado indicador da malha rodoviária asfaltada (em quilômetros), e a *proxy* para o capital natural dos estados é a área de lavouras plantada (permanentes e temporárias). No entanto, a inclusão dessas variáveis não gerou melhora nas estimativas, desta forma optou-se por não discutir esses resultados e apresentá-los em anexo (tabela 10 no anexo F). Pode-se argumentar que os resultados com esses indicadores não foram satisfatórios porque são indicadores de ínfima evolução no tempo, pelo menos no período em análise.

6.2 Modelo de Crescimento com Progresso Tecnológico Endógeno

Esta seção apresenta as estimativas da equação (41), deduzida no item 3.3 do capítulo 3, que é um modelo de crescimento com progresso tecnológico endógeno.

Considerando a questão da causalidade reversa existente na relação entre taxa de crescimento econômico e abertura comercial e a heteroscedasticidade nos dados, aplica-se nessa seção o modelo dinâmico através do método dos momentos generalizados – GMM. O teste de Hausman para constatar se as estimativas devem realmente levar em consideração os efeitos específicos dos estados foi aplicado e de acordo com a estatística Qui-quadrado ($\chi^2=17,78$) e nível de significância de 1% ($P\text{-value}=0,00$) pode-se sugerir que as estimativas devem considerar os efeitos fixos dos estados.

Primeiramente, as estimativas através do procedimento GMM-dif são apresentadas, para verificar qual é a direção que esse método apresenta para a questão. Em seguida, apresentam-se as estimativas GMM-sys, que estatisticamente apresentam resultados com maior grau de confiabilidade (ver tabela 9).

Tabela 9 – Estimativas dos Modelos de Paineis Dinâmicos: GMM-DIF, GMM-SYS
Variável dependente: taxa de crescimento (gy)

Variáveis	Modelo dinâmico			
	GMM-dif		GMM-sys	
	(1)	(2)	(3)	(4)
C	-0.0734 (0,115)	-0.2281 (0,186)	-0.2555 (0,214)	-0.3524 (0,249)
gy_{t-1}	-0,1395 (0,140) ^a	-0,0712 (0,154)	-0,1007 (0,231)	-0,0775 (0,253)
τh_t	0,0387 (0,022)	0,0543 (0,035)	-0,0175 (0,016)	0,0065 (0,029)
τh_{t-1}	-0,0617* (0,020)	-0,0753* (0,028)	-0,0539* (0,018)	-0,0569** (0,029)
τh_{t-2}	0,0519** (0,025)	0,0706** (0,033)	0,0957* (0,036)	0,0901* (0,035)
τh_{t-3}	-0,0166 (0,015)	-0,0229 (0,016)	-0,0448 (0,0293)	-0,0457 (0,027)
h	0,0146 (0,023)	0,0079 (0,033)	0,0475 (0,033)	0,0728*** (0,042)
gk		0,1709 (0,126)		-0,0785 (0,039)
<i>Hausman (χ^2)</i>	17,78			
Correlação Arellano-Bond ^b				
$AR(1)$	0,018	0,023	0,055	0,050
$AR(2)$	0,101	0,139	0,155	0,124
Validade dos instrumentos				
<i>Sargan test</i>	0,075	0,189	0,137	0,241
Instrumentos	$\tau h, gy$	$\tau h, gy$	$\tau h, gy$	$\tau h, gy$
N	324		324	324

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa a partir do *software* Stata 10.0.

Notas: (*) indica nível de significância de 1%; (**) indica nível de significância de 5% e, (***) indica nível de significância inferior a 10%, (ns) não-significante. ^a) os valores entre parênteses são os erros padrão robusto. ^b) Os valores reportados em AR(1) e AR(2) são os *p-values* dos testes de autocorrelação dos erros em primeira e segunda ordem, respectivamente. As variáveis τh e h estão em nível as demais em taxas de crescimento.

Os resultados das estimativas através do GMM-dif, tanto da regressão 1 quanto da regressão 2 que controla para a variável capital (k), não apresentam resultados estatisticamente satisfatórios. A inclusão da variável de controle (k) nas estimativas visa verificar se o sinal dos coeficientes (τh e h) e a significância estatística dos mesmos permanecem estáveis. Esse procedimento de incluir novas variáveis para verificar a

estabilidade está de acordo com Edwards (1998). A regressão 1 da tabela 9 não deve ser escolhida porque os instrumentos utilizados são considerados fracos, ou seja, o modelo não está bem especificado, conforme a estatística do teste de Sargan. Também, a probabilidade de não existência de autocorrelação de segunda ordem encontra-se em nível crítico (0,101). A regressão 2 apresenta resultados mais satisfatórios. Embora a variável capital humano não seja estatisticamente significativa, a variável de interação abertura econômica-capital humano (τh) é significativa a partir de t-1 e o coeficiente apresenta sinal negativo, tornando-se positivo em t-2. Esse resultado mostra que o aumento na abertura econômica começa a surtir efeitos no ano seguinte, sendo que no primeiro momento esse efeito é negativo, mas seu efeito é quantitativamente ampliado e torna-se positivo 2 anos após o aumento no grau da abertura. O comportamento dessa relação pode ser explicado em parte pela rigidez do sistema produtivo, que leva algum tempo para executar os ajustes necessários para enfrentar o novo cenário. Os testes de autocorrelação mostram que não é possível rejeitar a hipótese de autocorrelação de primeira ordem, no entanto AR1 não invalida os resultados, conforme Arellano e Bond (1991). Quanto à autocorrelação de segunda ordem (AR2), o resultado permite rejeitar a hipótese nula de existência de autocorrelação (0,14). O teste de Sargan ($P\text{-value}=0,19$) confirma que os instrumentos usados são válidos.

As regressões (3) e (4) da tabela 9 apresentam os resultados do procedimento GMM-sys. Pode-se constatar uma melhora de *performance* dos resultados em relação ao GMM-dif e ao mesmo tempo esse último está corroborando a direção dos resultados anteriores para o capital humano e a abertura econômica, portanto, maior atenção será dada à regressão (4). Analisando primeiro os testes estatísticos, as estimativas confirmam que os instrumentos são válidos, com $p\text{-value}$ de 0,14 e 0,24 respectivamente para o teste de Sargan. Tanto na regressão (3) quanto a regressão (4) não é possível rejeitar a presença de autocorrelação de primeira ordem (AR1), mas a estatística Arellano-Bond confirma que é possível rejeitar a presença de autocorrelação de segunda ordem (AR2), portanto, constata-se que autocorrelação não é um problema que interfere nos resultados. Interessante ressaltar que os coeficientes da variável de interação – τh , embora possuem o mesmo comportamento do sinal que o modelo GMM-dif, nas últimas regressões da tabela 9

(regressões 3 e 4) observa-se que τh em t-1 mantém o sinal negativo, mas em menor magnitude absoluta do coeficiente do que o modelo GMM-dif. Enquanto que em t-2 o sinal é o mesmo do GMM-dif, no entanto, a magnitude do parâmetro aumenta. Isso mostra que o procedimento através de sistema de equações apresenta resultados superiores àquele que estima as equações em diferença e utiliza variáveis em nível como instrumento. A variável capital humano passa a ser estatisticamente significativa no modelo 4, no entanto, esperava-se que a mesma deveria ser significativa em todas as regressões. Conforme a regressão (4), o aumento de 1 ano no nível médio de escolaridade da PEA ocupada pode aumentar a taxa de crescimento do PIB per capita em 0,0728 p.p., resultado esse que está em linha com outros encontrados na literatura econômica. Cangassu *et al.* (2010) encontrou coeficiente de 7,10% sobre crescimento do nível de renda para os estados brasileiros através do procedimento de dados em painel controlando para efeitos fixos.

Esse comportamento é uma demonstração que o capital humano interfere no desempenho da variável de abertura para afetar o crescimento econômico. Miller e Upadhyay (2000) sugerem que existe um alto grau de complementaridade entre essas duas variáveis para explicar as diferenças nas taxas de crescimento dos países.

Esses resultados apresentados, tanto nessa seção quanto na seção anterior, serão discutidos na próxima seção e, no que se refere às variáveis-chave, estão em linha com aqueles encontrados pela literatura recente, por exemplo, Greenaway *et al.* (2002) e Chang *et al.* (2009).

6.3 Discussão

Vários estudos apresentam uma relação positiva entre abertura comercial e crescimento econômico (vide o capítulo 2). Outros estudos apontam que essa relação pode ser complementada com o capital humano da força de trabalho, de maneira que a interação entre essas duas variáveis tem maior impacto sobre a taxa de crescimento econômico dos

países, principalmente aqueles em desenvolvimento. Embora Rodriguez e Rodrik (2000) apresentem uma exaustiva análise crítica sobre a relação entre abertura e crescimento, os trabalhos posteriores a essa apresentação cética – como Greenaway *et al.* (2002); Lee *et al.* (2004); Chang *et al.* (2009); Manole e Spatareanu (2010) – procuraram realizar estimativas através métodos econométricos adequados, principalmente no que diz respeito ao controle da endogeneidade e causalidade reversa das variáveis, e a conclusão desses estudos é que abertura comercial afeta positivamente o crescimento econômico dos países.

A presente tese avaliou a mesma questão mas considerando os estados brasileiros. As estimativas através do procedimento econométrico de painel dinâmico com dados anuais, tanto do modelo econômico tradicional quanto do modelo com progresso tecnológico endógeno, permitem afirmar que aumentos na abertura comercial afetam positivamente a taxa de crescimento do PIB per capita com defasagens de dois anos. Desta forma, o efeito de curto prazo não é instantâneo.

Destacam-se as regressões do segundo modelo (regressões (3) e (4) tabela 9), onde a variável de abertura comercial afeta a taxa de crescimento econômico através da interação com o nível do capital humano. Nestas estimativas, o coeficiente tem o seguinte comportamento: estatisticamente insignificante no ano corrente; negativo e significativo no ano $t-1$; tornando-se positivo, significativo e maior (em valor absoluto) no ano $t-2$. Esses resultados guardam uma relação com aqueles encontrados por Greenaway *et al.* (2002) para países em desenvolvimento, onde os autores apresentam uma curva de reação do aumento da abertura sobre o crescimento econômico no formato de J (Figura 5), ou seja, no primeiro período após uma política de promoção comercial (liberalização) o efeito sobre o crescimento é negativo, mas a partir do segundo período os efeitos tornam-se positivos, caracterizando o que os autores denominaram de curva J . Chang *et al.* (2009) destacam que políticas de investimento em educação, por exemplo, são complementares à abertura econômica para aumentar o PIB per capita dos países, tanto dos desenvolvidos como dos países em desenvolvimento.

Figura 5 - Impacto da abertura comercial/econômica sobre a taxa de crescimento.

Fonte: elaboração própria, usando os resultados da regressão (4) da tabela 9.

A variável capital humano se apresenta como estatisticamente significativa e com o sinal esperado em todas as especificações do modelo econômico de Solow estendido (tabela 8). No entanto, as estimativas com painel dinâmico (GMM) ampliam a magnitude do coeficiente desta variável mostrando que o modelo estático (EF) pode estar subestimando o coeficiente. Os resultados do segundo modelo (tabela 9) apresentam, segundo as estimativas GMM-dif, a variável capital humano como estatisticamente insignificante (embora com coeficiente positivo). No entanto, esse procedimento parece não ser o mais adequado considerando o valor do teste de Sargan para validade dos instrumentos da primeira regressão. Na estimativa GMM-sys o coeficiente dessa variável (h) permanece insignificante na regressão (3); já na regressão (4), que se apresenta como melhor especificada, o coeficiente torna-se estatisticamente significativo com a inclusão da variável k (*proxy* para investimento em capital físico) como no primeiro modelo. Portanto, o coeficiente da variável capital humano é sensível à presença da variável de investimento em capital físico. Comparando esse resultado com as estimativas de trabalhos anteriores, a magnitude do coeficiente da variável capital humano encontrado nessas regressões

apresentadas (tabelas 8 e 9) são inferiores aos coeficientes estimados por Lau *et al.* (1993) e Andrade (1997), que utilizaram regressões de *cross-section* para os estados brasileiros. No entanto, conforme Cangussu *et al.*, (2010, p. 173), essa diferença ocorre porque nos primeiros trabalhos citados, as especificidades de cada estado não foram controladas e, desse modo, o coeficiente da *proxy* para capital humano também incorporou esses efeitos.

Como apresentado previamente, maior abertura comercial gera aumento de competição entre as empresas, estimula o investimento em P&D, e isso aumenta a demanda por trabalho qualificado que, por fim, aumenta a produtividade da economia. No âmbito microeconômico, o ambiente de negócios no Brasil, apesar de ter evoluído, ainda deixa a desejar quando comparado com seus principais pares da América Latina. Por exemplo, em 2006, conforme o indicador do Banco Mundial – *Doing Business* – abrir uma empresa no Brasil levava em média 152 dias, enquanto no Chile o tempo para o mesmo processo era de 27 dias e na Colômbia, de 42 dias. É patente que essa morosidade implica em custos adicionais. Quanto à produtividade, esta é apontada como um dos principais canais pelo qual a abertura comercial pode afetar o crescimento econômico e, nessa linha, Ferreira e Guillén (2004) constataram aumentos na produtividade da indústria³⁶ brasileira de transformação e, segundo os autores o acesso a insumos importados e uso de novas tecnologias podem ser possíveis canais de aumento da produtividade. Cabe ressaltar, segundo Puga (2007, p. 7) em média, nos setores com maior aumento nas importações, o crescimento da produção nacional foi também maior.

Os efeitos da abertura comercial sobre o crescimento do PIB per capita estimados no presente trabalho podem ter sido mitigados, em parte, pelo ambiente econômico que se apresentou no período em análise (1995 a 2006). A partir da segunda metade dos anos noventa, apesar da melhora na estabilidade de preços, ocorreram choques em outras economias que não foram tão favoráveis à economia brasileira, considerando que o país estava em um momento de consolidação da estabilidade monetária e ainda sensível a choques externos. Segundo Tybout *et al.* (1991) e Ferreira e Guillén (2004), condições macroeconômicas adversas podem mascarar os efeitos positivos das reformas comerciais

³⁶ Foram analisados 16 setores da indústria de transformação no período pré e pós-abertura comercial.

sobre a economia. Ainda no campo macroeconômico, Pastore e Pinotti (2006) argumentam que a má qualidade do ajuste fiscal brasileiro tem sido entrave ao crescimento. Portanto, pode-se afirmar que o cenário macroeconômico que se configurou no final dos anos noventa e princípio do presente século não foi dos mais favoráveis no sentido de permitir os efeitos plenos da abertura comercial sobre o crescimento do PIB. Não obstante, é possível constatar a contribuição da abertura comercial para o crescimento da renda per capita brasileira, no período de análise.

Quanto à robustez da relação entre abertura comercial, capital humano e crescimento econômico – considerando a relativa estabilidade dos parâmetros sob as diferentes especificações apresentadas e os procedimentos utilizados – pode-se afirmar que os resultados encontrados são robustos e tanto o aumento da abertura comercial quanto o aumento no nível da escolaridade da PEA ocupada geram, em média, aumentos na taxa de crescimento do PIB per capita do Brasil. No entanto, esses impactos acontecem de formas diferenciadas entre os estados e/ou regiões dada a heterogeneidade dos mesmos, conforme apresentado previamente.

7 CONCLUSÕES

Embora a partir do final do século XX a economia brasileira tenha se tornado mais integrada ao mercado mundial, o grau de abertura comercial ainda é muito baixo quando comparado com outros países com o mesmo grau de desenvolvimento. Abrir a economia significa ampliar a possibilidade de aproveitar a externalidade positiva do investimento em pesquisa e desenvolvimento (*P&D*) realizado em outros países, além de expor as empresas nacionais à concorrência internacional. Isso poderá torná-las mais eficientes, e gerar ganhos de escala com o mercado potencial que se amplia. Se, por um lado, as importações podem ser um canal de transmissão de conhecimento e as exportações permitem a ampliação de escala; por outro lado, é importante o país possuir uma força de trabalho qualificada para realmente obter ganhos de bem-estar.

Apesar do intenso debate nos últimos anos sobre os efeitos da abertura comercial sobre a taxa de crescimento econômico, alguns críticos apontam para a falta de consenso sobre a existência dessa relação ser positiva. Isto, em parte, ocorre porque a maioria dos trabalhos realiza estimativas com dados de grupos de países e isso só amplia os problemas, pois cada país tem sua política comercial, sua cultura e instituições. Contudo, as pesquisas recentes têm melhorado a qualidade dos dados e contornado os problemas econométricos, de tal forma que os resultados são mais robustos e apontam para uma irrefutável correlação positiva entre abertura comercial e taxa de crescimento. Alguns estudos afirmam que essa relação é positiva para países em que a força de trabalho possui certo nível de qualificação.

Considerando que a literatura recente tem investigado essa relação para grupo de países, torna-se relevante analisar essa relação para um grupo de estados de um mesmo país, onde todas as unidades federativas (do painel) têm acesso à mesma tecnologia de produção, mesma política comercial, as mesmas instituições e existe livre mobilidade de fatores. Foi dentro deste propósito que a presente tese procurou analisar, a partir de 1995, as relações entre abertura comercial, o aumento do capital humano da força de trabalho e a taxa de crescimento econômico dos estados brasileiros. Para tanto duas especificações

empíricas foram construídas a partir de dois modelos teóricos – um modelo de Solow estendido e outro modelo alternativo com progresso tecnológico endógeno. Os dois modelos foram estimados a partir do procedimento econométrico de dados organizados em painel compreendendo o período entre 1995 e 2006, para o grupo de 26 estados brasileiros mais o Distrito Federal.

As estimativas, tanto do modelo de Solow estendido quanto do modelo com progresso tecnológico endógeno, permitem afirmar que aumentar o grau de abertura comercial afeta positivamente a taxa de crescimento do PIB per capita, embora o efeito de curto prazo não seja instantâneo. Constatou-se que o impacto tem uma defasagem de dois anos. Estima-se que um aumento na taxa de crescimento da abertura comercial de 1 p.p., em média, aumenta a taxa de crescimento do PIB per capita, entre 0,124 p.p. e 0,134 p.p. quando estimado o modelo tradicional. Ao se avaliar o impacto do capital humano, constata-se que para cada aumento de 1 ano no nível médio da escolaridade da força de trabalho haverá o aumento entre 0,05 p.p. e 0,06 p.p. na taxa de crescimento do PIB per capita.

O modelo alternativo – com progresso tecnológico endógeno – apresentou os seguintes resultados: aumento de 1% no nível da variável de abertura comercial dado o nível do capital humano médio da economia (interação abertura comercial-capital humano) aumenta em média a taxa de crescimento do PIB per capita em 0,09 p.p.; aumento de 1 ano no nível médio de escolaridade da força de trabalho aumenta a taxa de crescimento do PIB per capita em aproximadamente 0,073 p.p. (equação 4 da Tabela 9). É interessante observar que, nas estimativas desse segundo modelo, o impacto de aumentos na abertura comercial sobre o crescimento econômico tem um efeito como uma curva em formato de *J*, porque no ano seguinte do impacto da abertura o coeficiente é negativo, tornando-se positivo no segundo ano após o aumento da abertura. Já o capital humano, nessa especificação, apresentou resultado sensível à presença da variável capital físico.

Os resultados apontam que o modelo tradicional Neoclássico (também chamado nesta tese de modelo estendido de Solow) possui melhor ajuste para avaliar o impacto da abertura comercial e do capital humano sobre a taxa de crescimento do PIB per capita dos

estados brasileiros. Suas estimativas apresentaram maior estabilidade dos parâmetros, principalmente da variável capital humano, indicando que os resultados encontrados são robustos.

A presente tese contribui para o debate nacional quanto ao rumo das políticas públicas de fomento ao crescimento econômico dos estados e do Brasil. Os resultados aqui apresentados apontam que se faz necessário não só aumentar o grau de abertura para permitir às empresas aqui instaladas o acesso a tecnologias desenvolvidas no exterior, mas também é importante adotar políticas complementares. Tais políticas complementares devem contemplar investimento contínuo em qualificação da força de trabalho, sendo que o maior nível de qualificação permitirá o uso mais eficiente de tecnologia importada via máquinas e equipamentos modernos. Deve-se incentivar o aumento de P&D para gerar produtos diferenciados, tornar as empresas competitivas e dinamizar as exportações brasileiras.

Os resultados obtidos no presente trabalho podem permitir realizar alguns cenários sobre possíveis efeitos sobre o crescimento econômico de medidas de políticas econômicas visando a abertura comercial e o crescimento do capital humano em nível de estados brasileiros. Tomando, por exemplo, o caso do estado do Piauí e assumindo os valores da regressão (3) da Tabela 8, o PIB per capita do estado deveria ficar praticamente estagnado em 2007 caso em 2007, 2006, 2005 e 2004 tivessem vigorado os mesmos valores das variáveis independentes que ocorreram em 2006, 2005, 2004 e 2003, respectivamente (ver Tabela no Anexo H). No entanto, apenas aumentando o grau de abertura em 0,5 p.p. em 2007, o PIB per capita do Estado aumentaria em 0,016 p.p.

Esses exercícios de simulações mostram a importância de contínuos estudos como os apresentados nesta tese visando sempre atualizar as estimativas aqui geradas e criar cenários de efeitos sobre o crescimento econômico de políticas de abertura comercial e de melhoria do capital humano (que são factíveis de ser adotadas por governos estaduais).

REFERÊNCIAS

AHN, S. C.; SCHMIDT, P. Efficient estimation of models for dynamic panel data. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v. 68, n.1, p.5-27, July 1995.

ANDRADE, M. V. Educação e crescimento econômico no Brasil: evidências empíricas para os Estados Brasileiros – 1970/1995. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 25., 1997, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro, 1997. p. 73-95.

ARELLANO, M.; BOND, S. R. Some tests of specification for panel data: monte carlo evidence and an application to employment equations. **Review of Economic Studies**, Stockholm, v. 58, n.2, p. 277-297, Apr. 1991.

ARELLANO, M.; BOVER, O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 68, n.1, p. 29-51, July, 1995.

BALASSA, B. Exports and economic growth. **Journal of Development Economics**, New York, v. 5, n.2, p. 181-189, July, 1978.

BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. New York: Jhon Willey & Sons, 2005. 302 p.

BALTAGI, B. H.; DEMETRIADES, P. O.; LAW, S. H. Financial development and openness: evidence from panel data. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 89, n. 2, p. 285-296, July, 2009.

BARRO, R. Human capital and growth. **American Economic Review**, New York, v. 91, n. 2, p.12-17, Mar. 2001.

BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. **Economic growth**. New York: MacGraw-Hill, 1995. 654 p.

BAUM, C. F. **Introduction to modern econometrics using stata**. College Station: Stata Press, 2006. 341 p.

BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data. **Journal of Monetary Economics**, Rochester, v. 34, n. 2, p. 143-173, Oct. 1994.

BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v. 87, n. 1, p. 115-143, Aug. 1998.

BONELLI, R. O que causou o crescimento econômico no Brasil? In: GIAMBIAGI, F., VILLELA, A., CASTRO, L. B.; HERMANN, J. (Org.). **Economia brasileira contemporânea**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. cap. 5, p. 103-131.

BRITO, F. **A Transição demográfica no Brasil: as possibilidades e os desafios para a economia e a sociedade.** Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFGM, 2007. 29 p. (Texto para Discussão, 318).

BRITO, F.; CARVALHO, J. A. As migrações internas no Brasil e as novidades sugeridas pelos censos demográficos de 1991 e 2000 e pelas PNADs recentes. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 441-455, jul. 2006.

CANGUSSU, R. C.; SALVATO, M. A.; NAKABASHI, L. Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW versus mincer. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 40, n.1, p. 153-183, jan. 2010.

CHANG, R.; KALTANI, L.; LOAYZA, N. V. Openness can be good for growth: the role of policy complementarities. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 33-49, Sept. 2009.

CHEIN, F.; LEMOS, M. B.; ASSUMÇÃO, J. J. Desenvolvimento desigual: evidências para o Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 3, p. 301-330, set. 2007.

CHIANG, A. **Elements of dynamic optimization.** New York: McGraw-Hill, 1992. 344 p.

CHUANG, Y. Human capital, exports, and economic growth: a causality analysis for Taiwan, 1952-1995. **Review of International Economics**, London, v. 8, n. 4, p. 712-720, Nov. 2000.

COE, D. T.; HELPMAN, E.; HOFFMAISTER, A. W. North-south R&D spillovers. **The Economic Journal**, London, v. 107, n. 440, p. 134-149, Jan. 1997.

DIAS, J.; DIAS, M. H. A.; FERNANDES, F. Crescimento econômico e nível de escolaridade: teoria e estimativas dinâmicas em painel de dados. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 232-251, out. 2009.

DORFMAN, R. An economic interpretation of optimal control theory. **American Economic Review**, New York, v. 59, n. 5, p. 817-831, Dec. 1969.

EATON, J.; KORTUM, S. Technology, trade, and growth: a unified framework. **European Economic Review**, London, v. 45, n. 4-6, p. 742-755, May, 2001.

EDWARDS, S. Trade orientation, distortions and growth in development countries. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 39, n. 1, p. 31-57, July, 1992.

EDWARDS, S. Openness, trade liberalization, and growth in development countries. **Journal of Economic Literature**, Pittsburgh, v. 31, n. 3, p. 1358-1393, Sept. 1993.

EDWARDS, S. Trade openness, productivity and growth: what do we really know? **The Economic Journal**, London, v. 108, n. 447, p. 383-398, Mar. 1998.

- ELLERY JUNIOR, R. G. Estratégias para o crescimento da economia brasileira. In: RENAUT, M.; CARVALHO, L. (Org.). **Crescimento econômico**: setor externo e inflação. Rio de Janeiro: IPEA, 2009. cap. 3, p. 63-86.
- ENGELBRECHT, H. J. International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: an empirical investigation. **European Economic Review**, London, v. 41, n. 8, p. 1479-1488, Aug. 1997.
- FALEIROS, J. P. M.; ALVES, D. O. A. Modelo de crescimento baseado nas exportações: evidências empíricas para Chile, Brasil e México, em uma perspectiva não linear. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 36., 2008, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008. 1 CD-ROM.
- FEDER, G. On exports and economic growth. **Journal of Development Economics**, New York, v. 12, n.1-2, p. 59-73, Feb. 1982.
- FERREIRA, P. C.; ROSSI, J. L. New evidence from Brazil on trade liberalization and productivity growth. **International Economic Review**, Philadelphia, v. 44, n. 4, p. 1383-1404, Nov. 2003.
- FERREIRA, P. C.; GUILLÉN. Estrutura competitiva, produtividade industrial e liberalização comercial no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 507-532, dez. 2003.
- FRANKEL, J. A.; ROMER, D. Does trade cause growth? **American Economic Review**. New York, v. 89, n. 3, p. 379-399, June, 1999.
- FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C. Contribuição do capital humano para o crescimento da agropecuária brasileira – período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 533-557, dez. 2004.
- GEMMELL, N. Evaluating the impacts of human capital stocks and accumulation on economic growth: some new evidence. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Oxford, v. 58, n. 1, p. 9-28, Apr. 1996.
- GOLDBERG, P. K.; KHANDELWAL, A. K.; PAVCNIK, N. TOPALOVA, P. Trade liberalization and new imported inputs. **American Economic Review**, New York, v. 99, n. 2, p. 94-100, Apr. 2009.
- GONSALVES, F. O.; SEABRA, F.; TEIXEIRA, J. R. O capital humano em um modelo de crescimento endógeno da economia brasileira: 1970-1995. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 16, n. 29, p. 139-148, mar.1998.
- GOULD, D. M.; RUFFIN, R. J. Human capital, trade, and economic growth. **Review of World Economics**, Kiel, v. 131, n. 3, p. 425-445, Sept. 1995.
- GREENE, W. H. **Econometrics analysis**. New Jersey: Prentice Hal, 2003. 1024 p.

- HADDAD, C. L. S. Em favor de uma maior abertura. In: BARROS, O. ; GIAMBIAGI, F. (Org.). **Brasil Globalizado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. cap. 4, p. 125-157.
- HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**, London, v. 46, n. 6, p. 1251-1272, Nov. 1978.
- HELPMAN, E. **The mystery of economic growth**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press. 2004. 240 p.
- HENRY, M.; KNELLER, R.; MILNER, C. Trade, technology transfer and national efficiency in development countries. **European Economic Review**, London, v. 53, n. 2, p. 237-254, Feb. 2009.
- IRWIN, D. A.; TERVIÖ, M. Does trade raise income? evidence from the twentieth century. **Journal of International Economics**, New York, v. 58, n. 1, p. 1-18, Oct. 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa nacional por amostra de domicílio (PNAD). 2009. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 05 jul. 2009.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **IPEADATA**. Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br.htm> >. Acesso em: 10 jul. 2009.
- JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Econometrics methods**. New York: McGraw-Hill. 1997. 480 p.
- JUDSON, R.A.; OWEN, A. L. Estimating dynamic panel data models: a guide for macroeconomists. **Economics Letters**, London, v. 65, n. 1, p. 9-15, Jan. 1999.
- KELLER, W. Trade and the transmission of technology. **Journal of Economic Growth**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 5-24, Mar. 2002.
- KRUEGER, A. B.; LINDAHL, M. Education for growth: why and for whom? **Journal of Economic Literature**, Pittsburgh, v. 39, n. 4, p. 1101-1136, Dec. 2001.
- LAU, L. J.; JAMISON, D. T.; LIU, S. C.; RIVKIN, S. Education and economic growth: some cross-sectional evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 45-70, June, 1993.
- LEE, H. Y.; RICCI, L. A.; RIGOBON, R. Once again, is openness good for growth? **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 75, n. 2, p. 451-472, Dec. 2004.
- LEVIN, A.; RAUT, L. K. Complementarities between exports and human capital in economic growth: evidence from the semi-industrialized countries. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 46, n. 1, p. 155-174, Oct. 1997.
- LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, Rochester, v. 22, n. 1, p. 3-42, July, 1988.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. A. Contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 107, n. 2, p. 407-437, May, 1992.

MANOLE, V.; SPATAREANU, M. Trade openness and income – a re-examination. **Economic Letters**, London, v. 106, n. 1, p. 1-4, Jan. 2010.

MAGALHÃES, A. M., BRANCO, V. C. C. CAVALCANTI, T. V. Abertura comercial, crescimento econômico e tamanho dos estados: evidência para o Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.1 CD-ROM.

MILLER, S. M.; UPADHYAY, M. P. The Effects of Openness, Trade Orientation, and Human Capital on Total Factor Productivity. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 63, n. 2, p. 399-423, Aug. 2000.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Estatísticas de comércio exterior**. Disponível em: < <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1078&ref=1076> >. Acesso em: 20 nov. 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletins anuais de consolidação do mercado de energia elétrica e da economia**. Disponível em: < http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Mercado_9.aspx?CategoriaID= >. Acesso em: 22 Set. 2009.

MORANDI, L.; REIS, E. J. Estoque de capital fixo no Brasil, 1950-2002. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32., 2004, João Pessoa. **Anais...** Rio de Janeiro, 2004.1 CD-ROM.

NAKABASHI, L.; FELIPPE, L. Capital humano nos municípios paranaenses. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 25, n.1, p. 7-22, abr. 2007.

NAKABASHI, L.; FIGUEIREDO, L. Mensurando os impactos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 151-171, abr. 2008.

NOGUEIRA, C. A. G.; ROSA, A. L. T.; BARRETO, F. A. F. D. **Crescimento e capital humano**: evidências empíricas recentes para o Brasil numa perspectiva regional. Fortaleza: CAEN/UFC, 2000. 27 p. (Texto para Discussão, 214).

PASTORE, A. C.; PINOTTI, M. C. Política macroeconômica, choque externo e crescimento. **Estudos e Pesquisas**, Rio de Janeiro, n. 141, p. 1-14, maio, 2006.

PEDROSO, A. C. S. Abertura comercial e disparidade de renda entre países: uma análise Empírica. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 49-72, abr. 2002.

- PESSOA, S. A. Perspectivas de Crescimento no Longo Prazo para o Brasil: Questões em Aberto. **EPGE: Ensaios Econômicos**, Rio de Janeiro, n. 609, p. 1-16, jan. 2006.
- PUGA, F. P. Aumento das Importações não gerou Desindustrialização. **Visão do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 1-8, mar. 2007.
- QUEIROZ, B. L.; GOLGHER, A. B. Human capital differentials across municipalities and states in brazil. **Population Review**, Baltimore, v. 47, n. 2, p. 25-49, Dec. 2008.
- RIVERA-BATIZ, L.; ROMER, P. Economic integration and endogenous growth. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v.106, n. 2, p. 531-555, May, 1991.
- RODRIGUEZ, F.; RODRIK, D. Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence. In: BERNANKE, B.; ROGOFF, K. (Ed.). **NBER Macroeconomics Annual**, Cambridge: The MIT Press, 2000. chap. 2., p. 45-97.
- ROMALIS, J. **Market access, openness and growth**. Cambridge: NBER, 2007. (Working Paper 13048).
- ROMER, P. M. Endogenous technological change. **The Journal of Political Economy**, Chicago, v. 98, n. 5, p. s71-s102, Oct. 1990.
- ROMER, P. M. New goods, old theory, and the welfare costs of trade restrictions. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 5-38, Feb. 1994.
- SABÓIA, J.; KUBRUSLY, L. Diferenciais regionais e setoriais na indústria brasileira. **Economia Aplicada**, São Paulo, v.12, n. 1, p. 125-149, abr. 2008.
- SILVA, A. B.; MARINHO, E. Capital humano e crescimento econômico: um reexame da abordagem minceriana para grupos de países. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 26, n. 49, p. 115-131, mar. 2008.
- SOLOW, R. A Contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 70, n. 1, p.65-94, Feb. 1956.
- SOLOW, R. Perspectives on growth theory. **Journal of Economic Perspectives**, Nashville, v. 8, n. 1, p. 45-54, Jan. 1994.
- TYBOUT, J. R.; de MELO, J.; CORBO, V. **The effects of trade reforms on scale and technical efficiency**: new evidence from Chile. Washigton: World Bank, 1990. (Working paper, 481).

ANEXOS

ANEXO A – Quadro-resumo

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Balassa, B. (1978)	1960-1966 e 1966-1973.	Investigar a relação entre exportações e crescimento econômico para um grupo de 11 países em desenvolvimento com alguma base industrial instalada. Países analisados: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Coréia do Sul, Índia, México, Singapura, Taiwan, Israel, Iugoslávia,	$Y = \beta_0 + \beta_1 K_D + \beta_2 K_F + \beta_3 L + \beta_4 X + \beta_5 PPX + \beta_6 IXR + u$ <p>onde Y é o produto nacional bruto; K_D representa a diferença média entre investimento e balanço de conta corrente como proporção do PNB inicial; K_F expressa o valor médio da conta corrente; L representa a força de trabalho; X exportações em dólar; PPX exportações em termos de poder de compra; IXR razão da variação das exportações em relação ao produto; Metodologia: regressões <i>pooled data</i>.</p>	Os dados sugerem que um aumento de 1% na taxa de crescimento das exportações proporciona um aumento de 0,04% na taxa de crescimento do produto nacional bruto. Também, o autor argumenta que a orientação comercial dos países em consideração tem sido importante fator na explicação da diferença de renda entre os mesmos.
Feder, G. (1982)	1964-1973	Desenvolver uma estrutura analítica para analisar as fontes do crescimento com ênfase no setor exportador e quantificar o diferencial de produtividade do setor exportador em relação ao não-exportador usando dados agregados de 32 países semi-industrializados.	$Y = a + \alpha I / Y + \beta \dot{L} / L + \gamma (\dot{X} / X)(X / Y) + \dot{X} / X + u$ <p>Sendo Y taxa de crescimento do produto; I/Y razão investimento/produto; $\dot{L} / L$ crescimento populacional; $\dot{X} / X$ crescimento das exportações; X/Y parcela das exportações. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>cross-section</i>.</p>	As evidências apresentadas mostram que economias com viés exportador têm sucesso, no mínimo parcial, por conduzir a economia para uma alocação quase ótima dos recursos. O setor exportador é mais produtivo que o setor não exportador. A realocação de recursos dos setores não exportadores para o setor exportador é uma fonte de crescimento.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Edwards (1992)	1970-1982	Analisar a relação entre orientação comercial, distorção comercial e crescimento para um conjunto de 30 países em desenvolvimento.	$\text{GROWTH}_j = a_0 + a_1 \text{INVGDPI}_j + a_2 \text{GAP}_j + a_3 \tau_j + u_j$ $\text{GROWTH}_j = a_0 + a_1 \text{INVGDPI}_j + a_2 \text{RGDP70}_j + a_3 \text{OPEN1}_j + a_4 \text{POL}_j + u_j$ $\text{GROWTH}_j = a_0 + a_1 \text{INVGDPI}_j + a_2 \text{RGDP70}_j + a_3 \text{INTERV1}_j + a_4 \text{GOVEX}_j + u_j$ <p>Sendo GROWTH a taxa média de crescimento do PIB real per capita no país j; INVGDPI é razão do investimento agregado em relação ao PIB; GAP é uma medida do <i>gap</i> tecnológico entre o país j e o mundo; τ representa o índice de intervenção comercial no país j; RGDP70 é o PIB real per capita em 1970; OPEN1 representa o índice global de abertura e INTERV1 o coeficiente de intervenção, ambos construídos por <i>Leamer</i>; POL é um índice de instabilidade política; e GOVEX são os gastos do governo como fração do PIB. Para testar a robustez dos resultados, o autor inclui índices alternativos de orientação e distorção das políticas comerciais, por exemplo, prêmio do mercado de câmbio paralelo, distorção dos preços relativos computado por Dollar (1990)^a, barreiras não tarifárias, índice de distorção e comercial e orientação externa do Banco Mundial.</p> <p>Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) e variáveis instrumentais (IV).</p>	De acordo com os modelos estimados, países que liberalizaram a política comercial e tornaram-se mais abertos deverão crescer com maiores taxas. Segundo o autor, considerando os indicadores alternativos que foram utilizados para orientação comercial, pode-se afirmar que as taxas de crescimento das economias mais abertas serão maiores em relação às das economias com algum tipo distorção comerciais.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

Nota: ^a) DOLLAR, D. 1990. Outward-oriented developing economies really grow more rapidly. Washington, World Bank.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Edwards (1993)	1965-1980 e 1980-1989	Revisar a moderna literatura empírica (apresentando modelos) que relaciona política comercial e crescimento econômico para países em desenvolvimento e constatar se as evidências empíricas existentes sustentam a visão popular que economias mais abertas crescem mais do que aquelas com políticas comerciais restritivas.	$(\dot{y}/y) = \alpha + \beta(I/y) + (\dot{L}/L) + \gamma(x/y)(\dot{X}/X)$: modelo desenvolvido por Feder (1982). Sendo y o PIB; I é fluxo de investimento; L é força de trabalho e X exportações. Embora não apresentando explicitamente, o autor faz uma análise qualitativa sobre outros trabalhos, que contemplam na análise outras variáveis como: tarifas e o indicador de abertura do Banco Mundial. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO).	Existe uma necessidade de avançar na direção de obter medidas mais consistentes de políticas comerciais e, trabalhar na identificação do mecanismo direto pelo qual as exportações afetam o crescimento econômico. Aprofundar nos aspectos microeconômicos da inovação, comércio internacional e crescimento econômico.
Coe; Helpman e Hoffmaiser (1997)	1971-1990	Examinar a transferência de tecnologia dos países industrializados para os países em desenvolvimento (com pouco ou nenhum investimento em pesquisa e desenvolvimento - P&D) via comércio internacional de 77 países em desenvolvimento com 22 países industrializados.	$\log F_{it} = \alpha_i^0 + \alpha_i^s \log S_{it} + \alpha_i^M M_{it} + \alpha_i^E E_{it} + \alpha_{it}^T T + \mu_{it}$ $F = Y/[K^\beta L^{1-\beta}]$, F é a produtividade total dos fatores; S é o estoque internacional de capital P&D; M é a razão importações/PIB de máquinas e equipamentos dos países industrializados pelos países em desenvolvimento; E é a proporção da escolaridade secundária em relação ao total; T capta a tendência temporal; Y é o PIB; K é o estoque de capital total (público mais privado) e L é a força de trabalho total. Metodologia: <i>pooled data</i> .	As estimativas sugerem que os efeitos <i>spillovers</i> dos investimentos em P&D dos países industrializados para os países em desenvolvimento são substanciais. Também, verificou-se que em média um aumento de 1% no estoque de P&D dos países industrializados gera um aumento de 0,06% no PIB dos países em desenvolvimento.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Edwards (1998)	1960-1990	Analisar a robustez da relação entre abertura comercial e crescimento da produtividade total dos fatores, utilizando 9 índices alternativos de abertura comercial referentes a 93 países desenvolvidos e em desenvolvimento.	$TFPGROWTH = b_0 + b_1 GDP65 + b_2 HUMAN65 - b_3 COM + u$ $TFPGROWTH = b_0 + b_1 GDP65 + b_2 HUMAN65 - b_3 OPEN + b_4 PROPERT - b_5 POLINST - b_6 INFTAX + u$ <p>Sendo a variável TFPGROWTH a taxa de crescimento da produtividade dos fatores; GDP65 é o PIB per capita inicial (1965); HUMAN65 escolaridade média da população em 1965; COM é uma medida de abertura construída através do método dos componentes principais usando índice de abertura comercial, índice de barreiras tarifárias e não-tarifárias, índice de distorção nas importações e índice de prêmio do mercado de câmbio paralelo; OPEN é um índice de abertura de Sachs e Warner que assume valor igual a 1 para países considerados abertos e 0 para países fechados; PROPERT é o índice que capta legislação, garantia judiciária e direitos de propriedades; POLINST é o índice para instabilidade política e INFTAX é índice de inflação. Adicionalmente foram utilizadas as seguintes variáveis: índice de orientação externa do Banco Mundial, índice de abertura de Leamer, prêmio médio do mercado de câmbio paralelo, tarifas médias de importação sobre manufaturas e cobertura média das barreiras não tarifárias tendo como fonte a UNCTAD, índice de distorção em comércio internacional da Fundação <i>Heritage</i>, razão das taxas comerciais em relação ao volume de comércio obtido do FMI, índice para distorção de importações de <i>Wolf</i>. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) e variáveis instrumentais (IV) para dados em painel.</p>	Conforme o autor, os resultados encontrados são robustos e confirmam que países com economias mais abertas devem registrar mais rápido crescimento na taxa de produtividade. Mesmo quando foram adicionadas variáveis alternativas para abertura, a relação positiva com o crescimento da produtividade foi mantida. As variáveis instrumentais amenizam a questão da endogeneidade, mas essa ainda é uma questão que fica em aberto.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Frankel e Romer (1999)	1985	Examinar empiricamente a relação entre volume de comércio internacional dos países e renda. Para tanto, leva-se em consideração as características geográficas desses países e faz uso de instrumentos alternativos como fronteira territorial que pode afetar o comércio, mas não a renda.	$\ln Y_i = \alpha + \beta T_i + \gamma W_i + \varepsilon_i$ $e, T_i = \psi + \phi P_i + \delta_i; W_i = \eta + \lambda S_i + \nu_i$ <p>Y é renda per capita; T comércio internacional; W comércio internamente no próprio país; P representa proximidade de um país com os demais e S representa o tamanho do país em consideração.</p> $\ln(\tau_{ij} / GDP_i) = a_0 + a_1 \ln D_{ij} + a_2 \ln S_i + a_3 \ln S_j + e_{ij}$ <p>Onde τ_{ij} é o comércio bilateral do país <i>i</i> com país <i>j</i>; D é distancia entre o país <i>i</i> e país <i>j</i>;</p> $\ln(\tau_{ij} / GDP_i) = a_0 + a_1 \ln D_{ij} + a_2 \ln N_i + a_3 \ln A_j + \ln N_j + a_5 \ln A_j + a_6 (L_i + L_j) + a_7 B_{ij} + a_8 B_{ij} \ln D_{ij} + a_9 B_{ij} \ln N_i + a_{10} B_{ij} \ln A_i + a_{11} B_{ij} \ln N_j + a_{12} B_{ij} A_j + a_{13} B_{ij} (L_i + L_j) + e_{ij}$ <p>Sendo, N população do país; A é a área; L é a <i>dummy</i> para países sem litoral; B <i>dummy</i> para fronteira comum entre dois países.</p> <p>Metodologia: mínimos quadrados (<i>OLS</i>) e variáveis instrumentais (<i>IV</i>) para <i>cross-country</i>.</p>	Confirma que o comércio afeta positivamente a renda, embora a significância estatística seja moderada. As estimativas de mínimos quadrados ordinários superestimam os efeitos do comércio e duas ressalvas devem ser feitas: o efeitos não são estimados com grande precisão e os efeitos das políticas comerciais devem ser qualificados para aplicação dos resultados.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Rodríguez e Rodrik (2000)	Trabalhos publicados na década de noventa.	Esse trabalho faz uma revisão cautelosa (e crítica) de parte da literatura empírica que relaciona abertura comercial e taxa de crescimento econômico (da renda) dos países, através de técnicas <i>cross-country</i> , publicados na década de noventa (1990-1999).	$g_y = a + \beta_1 I + \beta_2 DI + \beta_3 VAR + \varepsilon$: modelo especificado por Dollar (1992) ^b . Onde g_y é taxa de crescimento do PIB per capita; I é o investimento; DI representa a distorção na taxa de câmbio e VAR é a variabilidade da taxa de câmbio, sendo essas duas variáveis derivadas do câmbio e <i>proxies</i> para orientação externa da economia, como de índice de distorção. O autor replica a especificação do modelo de Frankel e Romer (1999) apresentado anteriormente nesse anexo. Metodologia: mínimos quadrados ordinário (MQO) e variáveis instrumentais (IV). Também, faz análise qualitativa de outros trabalhos dessa literatura.	Segundos os autores, a natureza da relação entre política comercial (volume do comércio) e crescimento econômico é uma questão que permanece em aberto, podendo ser uma relação de contingente. As medidas (ou índices) de abertura são frágeis, o que gera a necessidade de uma interpretação cautelosa das estimativas econométricas, sendo que algumas vezes permanecem os problemas de endogeneidade entre as variáveis explicativas.
Irwin e Terviö (2002)	1913; 1928; 1938; 1954; 1964; 1975; 1985; 1990.	Esse inspirado no trabalho de Frankel e Romer (1999), utilizando dados dos períodos pré-primeira Guerra Mundial, entre guerras e pós-Segunda Guerra mundial. Portanto, períodos que diferem daquele usado por Frankel e Romer.	$\log(GDP/pop_i) = b_0 + b_1(T_i) + b_2 \log(\text{área}_i) + b_3 \log(pop_i) + u_i$ Onde GDP é o PIB e, T representa proporção do comércio internacional do país em relação ao PIB (comércio/PIB); pop a população do respectivo país. Metodologia: mínimos quadrados (<i>OLS</i>) e variáveis instrumentais (<i>IV</i>) para <i>cross-country</i> .	Os principais resultados encontrados confirmam a relação positiva entre comércio e renda do trabalho de Frankel e Romer, isso controlando para a endogeneidade do comércio internacional. A maioria das estimativas através do método OLS tende a subestimar os coeficientes.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

Nota: ^b) DOLLAR, D. 1990. Outward-oriented Developing Economies Really Do Grow More Rapidly: Evidence from 95 LDCs.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Keller (2002)	1970-1991	Estudar a importância do comércio internacional de bens intermediários como veículo de transmissão de tecnologia entre países para aumentar a produtividade. Foram considerados treze setores industriais e os países são: Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos.	$\log F_{cit} = v_t + \zeta_{ci} + \beta_1 \log(S_{cit} + \beta_2 S_{cit}^{io} + \beta_3 S_{cit}^f + \beta_4 S_{cit}^{f,io}) + \varepsilon_{cit}$ <p>Sendo F a variável que representa a produtividade total dos fatores; S_{cit} é pesquisa e desenvolvimento (P&D) gerado no próprio setor; S_{cit}^{io} são P&D gerados por outros setores; S_{cit}^f P&D gerado por indústrias estrangeiras do mesmo setor; $S_{cit}^{f,io}$ são P&D gerados por indústrias estrangeiras de setores diferentes.</p> <p>Os parâmetros β_3 e β_4 captam o papel do comércio internacional para transmissão de tecnologias.</p> <p>Metodologia: Variáveis Instrumentais (IV) para <i>cross-country</i>.</p>	As estimativas mostram que a contribuição do P&D para o crescimento da produtividade é substancial. E, algo em torno de 20% do crescimento da produtividade de um setor industrial i é explicado pela transmissão internacional via comércio de bens, ou seja, P&D gerado por indústrias no exterior.
Lee; Ricci e Rigobon (2004)	1961-65 a 1996-2000 (períodos de 5 anos)	Aplicar o método de identificação através da heterocedasticidade para estimar o efeito da abertura comercial sobre o crescimento econômico.	$Y_t = aO_t + v_t \text{ e } O_t = \frac{1}{a} Y_t + \tilde{v}_t = bY_t + \tilde{v}_t$ <p>Y é a taxa de crescimento do produto; O representa o grau de abertura comercial;</p> <p>Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO), diferença GMM e Identificação através heterocedasticidade (IH);</p>	Os resultados mostraram que a abertura afeta positivamente a taxa de crescimento do produto, ainda que com pouco impacto. E, os parâmetros apresentaram certa estabilidade sob diferentes estratégias de estimação que visaram resolver o problema da endogeneidade existente nos indicadores de abertura.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Romalís (2007)	1960-2000	Analisar o efeito causal entre abertura e crescimento econômico, identificando se aumento na abertura dos países em desenvolvimento via maior acesso ao mercado dos países desenvolvidos gera maior taxa de crescimento para os primeiros países.	$\Delta \ln rgdppc_{ct} = D_c + D_t + \alpha_c t + \beta open_{ct} + \varepsilon_{1ct}$ $open_{ct} = D_c + D_t + \gamma_c t + \delta_c access_t + \varepsilon_{2ct}$ $open_{ct} = D_c + \gamma_c t + \delta_c access_t + \varepsilon_{3ct}$ <p><i>rgdppc</i> é o PIB real per capita; <i>D_c</i> e <i>D_t</i> são variáveis <i>dummies</i> específicas para determinado país e ano respectivamente; <i>t</i> representa a tendência de um país; <i>open</i> é o nível de abertura do país ao comércio internacional; <i>access</i> é o acesso ao mercado, que aqui é US MFN – tarifas dos Estados Unidos impostas às nações mais favorecidas; Metodologia: mínimos quadrados (<i>MQO</i>) e variáveis instrumentais (<i>IV</i>) para <i>cross-country</i>.</p>	A eliminação das tarifas existentes por parte dos países desenvolvidos aumentaria a razão comércio/PIB dos países em desenvolvimento em um terço e a taxa de crescimento entre 0,6% e 1,6% ao ano. No entanto, os resultados não apresentam os canais de transmissão (inovação, transferência tecnológica) pelo qual o acesso ao mercado geraria aumento no PIB dos países em desenvolvimento.
Henry, Kneller e Milner (2009)	Anos de 1970, 1980, 1990 e 1998	Explorar a importância da transferência tecnológica dos países industriais para a fronteira de produção dos países em desenvolvimento e, também, a influência do comércio internacional sobre a capacidade de absorção e eficiência nacional dos 57 países em análise.	$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}, H_{it}, RD_{it}^m, T) e^{\eta_{it} + \varepsilon_{it}}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T$ $\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^4 \beta_j \ln X_{jit} + \beta_t T + 1/2 \sum_j^4 \sum_{k=1}^4 \beta_{jk} \ln X_{jit} \ln X_{kit} + 1/2 \beta_{tt} T^2 + \sum_j^4 \beta_{jt} \ln X_{jit} T + \sum_{r=1}^3 \gamma_r D_r + v_{it} - u_{it}$ <p>sendo <i>Y</i> é o PIB; <i>K</i> é o estoque de capital físico; <i>H</i> é a medida do estoque de capital humano; <i>L</i> força de trabalho; <i>RD^m</i> é o estoque de tecnologia (conhecimento técnico) estrangeiro; <i>T</i> é uma tendência temporal comum a todos os países; <i>X</i> representa insumo de produção; e <i>D_r</i> é <i>dummy</i> regional para América Latina e Caribe, África sub-Sahariana e Ásia. Metodologia: Fronteira estocástica (<i>cross-country</i>).</p>	Os resultados sugerem que a tecnologia importada (através de bens de capital) é fonte importante para o crescimento do produto dos países em desenvolvimento. Por extensão, o comércio internacional e política comercial têm considerável influência no aumento do produto tanto através da melhoria tecnológica como pelo avanço da eficiência que os países em desenvolvimento são induzidos.

Quadro 1 – Comércio internacional nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Pedroso (2002)	1960-1985	Mensurar a influência da orientação comercial sobre os níveis de renda dos países. O trabalho visa responder se países com menores barreiras ao comércio internacional alcançam maior progresso econômico.	$\ln Y_{it} = \ln \bar{A} + u_i + \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \gamma \ln H_{it} + \pi O_{it} + \phi_{it}$ $\ln(Y_{it} / L_{it}) = \ln \bar{A} + u_i + \alpha \ln(K_{it} / L_{it}) + (1 - \alpha) \ln(H_{it} / L_{it}) + \pi O_{it} + \phi_{it}$ $\ln(Y_{it} / L_{it}) = \ln \bar{A} + u_i + \alpha \ln(K_{it} / L_{it}) + (1 - \alpha)(\phi_{it}) + \pi O_{it} + \phi_{it}$ <p>Onde, Y representa o PIB; $\bar{A}$ é um intercepto geral; K representa o estoque de capital físico; L é a força de trabalho; H capital humano; O é indicador de abertura (exportações mais importações em relação ao PIB); h é o número médio de anos de estudo da força de trabalho; u representa os efeitos fixos de cada país i; Metodologia: dados em painel (efeitos fixos).</p>	Se o indicador de abertura (exportações mais importações sobre o PIB) aumentar em um ponto percentual, o impacto na renda por trabalhador será muito pequeno (da ordem de 0,005%). No entanto, o autor deixa claro que a conexão entre a abertura comercial e o progresso econômico ainda não está clara do ponto de vista da literatura de crescimento.

Quadro 1 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos Internacionais

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Ferreira e Rossi (2003)	1985, 1990 e 1997	Analisar os efeitos do comércio internacional sobre a produtividade (PTF) de 16 setores industrial no Brasil, no período pré e pós-liberalização comercial.	$dprod_{it} = \beta_i + \sigma_t + \phi Z_{it} + \gamma R_{it} + \varepsilon_{it}, i = 1 \dots 16, t = 1985 \dots 97$ $d \ln Y_{it} = \beta_i + \delta_t + \phi NT_i + \alpha d \ln K_{it} + \gamma d \ln L_{it} + \varepsilon_{it}$ <p>Onde <i>prod</i> é a taxa de crescimento da produtividade; β_i é efeito fixo; Z_{it} são variáveis usadas como <i>proxies</i> para liberalização comercial (p.e. tarifas, taxa efetiva de proteção); R_{it} são variáveis de controle (p.e. inflação); σ_t é vetor de tempo; <i>NT</i> representa tarifas nominais; K_{it} capital físico; L_{it} força de trabalho. Metodologia: Dados em painel (efeitos fixos).</p>	Existe uma relação significativa e robusta entre abertura comercial e crescimento da produtividade industrial. A liberalização comercial no Brasil pode explicar boa parte do crescimento na produtividade total dos fatores, sendo que a redução na taxa de proteção efetiva observada no período implicou aumento entre 3 e 6% na taxa de crescimento da produtividade (PTF). Já o impacto das tarifas nominais (NT) seria um aumento entre 8 e 12% na produtividade.
Magalhães; Branco e Cavalcanti (2007)	1989-2002	Verificar a relação entre abertura comercial, tamanho dos estados brasileiros (em termos de PIB e população) e crescimento econômico.	$\frac{\ln(y_{it})}{\ln(y_{it-k})} = \beta_0 + \beta_1 \ln S_{it} + \beta_3 O_{it} + \beta_4 O_{it} \ln S_{it} + \beta_5' Z_{it} + \varepsilon_{it}$ <p>Onde <i>y</i> representa o PIB per capita no estado <i>i</i>; <i>S</i> é <i>proxy</i> para tamanho do estado (População ou PIB); <i>O</i> é variável que mede o grau de abertura da economia (exportações mais importações sobre o PIB); <i>Z</i> é conjunto de variáveis de controle (renda per capita no período inicial, <i>dummies</i> regionais e variável temporal). Metodologia: Regressões Aparentemente não-Relacionadas (SUR) e Mínimos quadrados em três estágios (3SLS).</p>	Os resultados mostraram-se robustos, sendo que ao adicionar paulatinamente variáveis de controle os parâmetros de interesse mantiveram a significância estatística e o sinal esperado. O efeito isolado do comércio exterior sobre as taxas de crescimento do PIB per capita foi maior do que o efeito do tamanho (do estado), o que demonstra que o mercado externo é mais dinâmico do que o mercado doméstico, sobre o crescimento do PIB per capita.

Quadro 2 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos para o Brasil.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Faleiros e Alves (2008)	Dados trimestrais, 1975-2006: Brasil e, 1980-2006: Chile e México	O trabalho visa trazer novas contribuições para a discussão do modelo de crescimento econômico orientado pelas exportações, executando o teste de causalidade de Granger, numa especificação não linear, para três países latino-americanos – Brasil, Chile e México.	$y_t = \mu_{11} + \phi_{11,1}y_{t-1} + \dots + \phi_{11,k}y_{t-k} + \varphi_{11,1}x_{t-1} + \dots + \varphi_{11,k}x_{t-k} + (\mu_{21} + \phi_{21,1}y_{t-1} + \dots + \phi_{21,k}y_{t-k} + \varphi_{21,1}x_{t-1} + \dots + \varphi_{21,k}x_{t-k}) \times F(y_{t-d}, \gamma, c_{11}) + (\mu_{31} + \phi_{31,1}y_{t-1} + \dots + \phi_{31,k}y_{t-k} + \varphi_{31,1}x_{t-1} + \dots + \varphi_{31,k}x_{t-k}) \times G(x_{t-e}, \gamma, c_{12}) + \varepsilon_1$ <p>Sendo que: y representa a taxa de crescimento do PIB; x é a taxa de crescimento real das exportações em dólares; F e G são duas funções logísticas; γ é o parâmetro de suavidade; d, e são parâmetros de atraso das funções; c_{11} e c_{12} são os respectivos limiares (<i>thresholds</i>) de cada função e indica o momento em que ocorre a mudança de regime.</p> <p>Metodologia: Regime Múltiplo de Transição Suave Auto-regressivo (<i>Multiple Regime Smooth Transition VAR</i> ou MR-STVAR).</p> <p>Regimes considerados nos testes:</p> <p>Regime 1: baixo crescimento endógeno do produto e das exportações;</p> <p>Regime 2: alto crescimento endógeno do produto e baixo crescimento das exportações;</p> <p>Regime 3: baixo crescimento endógeno do produto e alto crescimento das exportações;</p> <p>Regime 4: alto crescimento endógeno do produto e alto crescimento das exportações.</p>	Os resultados mostram que existem evidências de crescimento do PIB orientado pelas exportações para os três países em consideração. No que diz respeito ao regime de maior predominância para os três casos, tem-se: Chile alta participação de observações no regime 2 seguido pelo regime 4; México predominância dos regimes 3 e 4; no Brasil, considerando o período mais recente verifica-se que na primeira metade da década de 90 e após o ano 2000 o número maior de trimestre está inserido no regime 4.

Quadro 2 – Comércio Internacional nos Estudos Empíricos para o Brasil.

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Mankiw; Romer e Weil (1992)	1960-1985	Este trabalho estende o modelo de Solow para inclusão da variável capital humano entre as variáveis explicativas do crescimento do produto, e também, verifica se o modelo é consistente para explicar a variação no padrão de vida entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.	$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta}$ <p>Onde, Y é o PIB; K representa o estoque de capital físico; H é o estoque de capital humano; A é o nível de tecnologia e L força de trabalho.</p> <p>Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>cross-country</i>.</p>	Os autores apresentam que o modelo de Solow aumentado, considerando capital humano, proporciona um melhor entendimento das diferenças de renda entre os países. Também, essa nova formulação responde por cerca de oitenta por cento da variação da renda <i>per capita</i> entre os países. O capital humano é um fator de relevante para explicar o diferencial de renda e de crescimento entre os países.
Benhabib e Spiegel (1994)	1965-1985	Verificar a importância do capital humano como fator determinante do crescimento econômico, através de duas diferentes especificações: neoclássica e estrutural com base nos modelos de crescimento endógeno.	$(\ln Y_t - \ln Y_0) = (\ln A_t - \ln A_0) + \alpha(\ln K_t - \ln K_0) + \beta(\ln L_t - \ln L_0) + \gamma(\ln H_t - \ln H_0) + (\ln \varepsilon_t - \ln \varepsilon_0)$ $(\ln Y_t - \ln Y_0) = c + (g-m)H_i + mH_i(Y_{\max}/Y_i) + \alpha(\ln K_t - \ln K_0) + \beta(\ln L_t - \ln L_0) + (\ln \varepsilon_t - \ln \varepsilon_0)$ <p>Onde, Y é o PIB; A é a tecnologia; L representa força de trabalho; K e H é o capital físico e humano, respectivamente; $(g-m)H$ e $mH_i(Y_{\max}/Y_i)$ são termos que captam geração doméstica de tecnologia e o efeitos <i>catch-up</i>, respectivamente.</p> <p>Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>cross-country</i>.</p>	Quanto estima a função de produção em que o capital humano entra como um fator, o capital humano apresentou sinal negativo, portanto, contrário do esperado. Na especificação em que o capital humano influencia o crescimento da produtividade, observa-se coeficiente positivo. Nesse modelo o capital humano afeta o produto indiretamente através da geração de tecnologia interna e acelerando a absorção de tecnologia externa.

Quadro 3 – Capital humano nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Gemmell (1996)	1960-1985	Avaliar os impactos do estoque e da acumulação do capital humano sobre o crescimento econômico para uma amostra de 98 países, desenvolvidos e em desenvolvimento.	$YG = b_0 + b_1 \ln GDP_{60} + b_2 \ln INV + b_3 \ln \{dL/L\} + \sum_i b_{i4} (dH_i/H_i) + \sum_i b_{i5} \ln H_{i,60} + b_6 \ln L_{60} \quad i=p,s,u$ <p>YG é a taxa de crescimento do PIB per capita; GDP_{60} representa o PIB por pessoa em idade ativa em 1960; INV é a proporção do investimento em relação ao PIB (média); dL/L é a taxa de crescimento da força de trabalho; H é o capital humano acumulado; b_{i4} capta os efeitos do capital humano primário, secundário e terciário; b_{i5} capta o efeito do estoque de capital humano inicial (1960); L_{60} é a força de trabalho inicial (1960). Metodologia: Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) – <i>cross-country</i>.</p>	Os resultados mostram que os níveis de escolaridade primária e secundária são mais importantes para os países menos desenvolvidos enquanto que o capital humano terciário tem importante efeito sobre o crescimento dos países desenvolvidos. No entanto, o autor argumenta que para a escolaridade terciária tornar-se importante é preciso passar pelo nível primário e secundário.
Engelbrecht (1997)	Anos de 1971, 1975, 1980 e 1985	Especificar um modelo para identificar o papel do capital humano e a interação dessa variável com o nível de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no processo de crescimento dos países que compõem a OECD. Também, verifica o papel do capital humano na absorção de <i>spillover</i> internacional para o grupo de 20 países da OECD (Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento) mais Israel.	$TFP_{it} = f(S_{it}^d, G7.S_{it}^d, m_{it-1}.S_{it}^f, H_{it-1})$ <p>Onde, TFP é a produtividade total dos fatores; S^d é o estoque P&D doméstico; G7 é <i>dummy</i> para os países que pertencem ao G7; m é a fração das importações em relação ao PIB; S^f é o estoque capital P&D estrangeiro e H é o estoque de capital humano. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>pooled data</i>;</p>	Os resultados mostram que o capital humano afeta diretamente a produtividade total dos fatores como um fator de produção. Além disso, é importante para as inovações domésticas e no processo de <i>catch-up</i> da produtividade. Por fim, o capital humano funciona como condutor para as transferências tecnológicas internacionais entre os países da OECD.

Quadro 3 – Capital humano nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Barro (2001)	Três períodos de dez anos entre 1965 e 1995.	Analisar a relação entre capital humano e crescimento econômico para um grupo de cem países, mensurando o papel dos níveis de educação (primária, secundária e níveis mais elevados).	$Dy = F(y, y^*)$ Dy a taxa de crescimento do PIB; y é o PIB per capita; e y* representa o y de longo prazo que é função das características da população como capital humano, das políticas do governo e instituições. Metodologia: Mínimos quadrados ordinários em três estágios (MQO3).	A taxa de crescimento é positivamente relacionada com o nível inicial da média de anos de estudo dos homens com educação secundária e níveis superiores. Por outro lado, para mulheres com esse mesmo nível de educação a relação com o crescimento é insignificante.
Krueger e Lindhal (2001)	1965-1985	Analisar o papel da educação para o crescimento econômico considerando a perspectiva microeconômica e macroeconômica no desenvolvimento do modelo estimado. Visando principalmente verificar a real relação dessas duas variáveis no âmbito dos modelos de crescimento econômico.	$\Delta Y_j = \beta_0 + \beta_1 Y_{jt-1} + \beta_2 S_{jt-1} + \beta_3 Z_{jt-1} + \varepsilon_j$ Onde, Y é o PIB per capita; S representa o número médio de anos de estudo da população; Z são variáveis de controle (capital físico, inflação). Adicionalmente, os autores incluem a variável escolaridade ao quadrado (S^2), para uma especificação quadrática. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) e variáveis instrumentais para – <i>cross-country</i> .	A educação foi estatisticamente significativa e positivamente associada com o crescimento somente para países com baixo nível de educação. Para países com nível médio de educação, o crescimento econômico possui relação inversa ou até mesmo não é relacionado com a educação. A existência de linearidade entre educação e crescimento econômico é difícil de ser mantida. A variação na escolaridade média tem maior efeito nas estimativas entre países do que dentro de determinado país, esse maior retorno encontrado para <i>cross-country</i> pode ser ligado à questão de causalidade reversa ou variável omitida encontrado nas análises em nível de países.

Quadro 3 – Capital humano nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Nakabashi e Figueiredo (2008)	Anos de 1985, 1990, 1995 e 2000.	Analisar os diferentes impactos (diretos e indiretos) do capital humano na determinação da taxa de crescimento da renda para dois grupos de países (um grupo com 96 países e outro grupo com 29 com nível de desenvolvimento superior).	$\frac{\dot{y}_{it}}{y_{it}} = \alpha i_{it}^k + \beta i_{it}^h + (1 - \alpha - \beta) \left[\frac{\pi H_{A_{it}}}{A_{it}^{1-\varepsilon}} + (\varphi_1 h_{it} + \varphi_2 FDI_{it} + \varphi_3 M_{it} + \varphi_4 FDI_{it} h_{it} + \varphi_5 M_{it} h_{it}) \left(\frac{T_{it} - A_{it}}{A_{it}} \right) \right] - (\alpha + \beta) \cdot (n_{it} + \delta) + \frac{(1 - \alpha - \beta)}{A_{it}} \varepsilon$ <p>Onde, y é o PIB per capita; k é o investimento em capital físico; h é a <i>proxy</i> para capital humano por trabalhador (variação da escolaridade da população com idade acima de 25 anos); πH é a quantidade de capital humano empregada em pesquisa e desenvolvimento (<i>P&D</i>); FDI são os investimentos estrangeiros diretos; M são as importações; A é o nível tecnológico; T é fronteira tecnológica; n é crescimento da força de trabalho; δ é depreciação.</p> <p>Metodologia: dados em painel – <i>cross-countries</i>.</p>	As estimativas mostram que o efeito direto do capital humano sobre a renda por trabalhador não é relevante em nenhuma das amostras. Os autores destacam que o resultado mais importante é o fato de o principal efeito do capital humano incidir sobre a difusão tecnológica para ambos os grupos de países, seus impactos na melhora da produtividade do trabalho e criação direta de tecnologia não foram relevantes.

Quadro 3 – Capital humano nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Silva e Marinho (2008)	1960-1990	Fazer um reexame empírico da contribuição do capital humano ao crescimento econômico para três grupos de países bastante heterogêneos: 23 países ricos, 28 de renda média e 17 pobres, conforme classificação do banco mundial.	$\ln y_{it} = \ln A_i + \alpha \ln k_{it} + \beta \phi h_{it} + (\alpha + \beta - 1) \ln L_{it} + \beta g.t + \varepsilon_{it}$ <p>y é o PIB per capita; A representa o estado da tecnologia; k o estoque de capital físico; h é o capital humano; L é a força de trabalho; g representa o progresso técnico exógeno. Metodologia: dados em painel – mínimos quadrados ordinários (MQO) e mínimos quadrados generalizados factível (MQOF).</p>	As conclusões do trabalho são de que não é possível rejeitar a hipótese de que o capital humano tem efeito de nível importante para o crescimento econômico destes países. Adicionalmente, observa-se que os países pobres apresentam a magnitude do parâmetro do capital humano maior do que dos países ricos. Por outro lado, para os países de renda média os resultados estimados se mostraram não estatisticamente significativos para essa mesma variável. Por fim, os retornos da educação para a amostra completa de países ficou em torno de 11,42% ao ano.

Quadro 3 – Capital humano nos estudos empíricos internacionais.

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Lau; Jaminson; Liu e Rivkin (1993)	Anos de 1970 e 1980.	Estimar uma função de produção agregada neoclássica (que contempla capital humano) para os estados brasileiros.	$\ln Y_{it} = \ln Y_0 + \ln A_{i0}^* + a_k \ln K_{it} + a_L \ln L_{it} + a_E ED_{it} + c_{io}^* t$ <p>Onde, Y é o PIB real; K, L e ED representam capital físico, força de trabalho e capital humano respectivamente; A e c^* são constantes específicas dos estados. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>cross-section</i>.</p>	Os resultados mostram que a educação média da força de trabalho tem um efeito grande, positivo e estatisticamente significativo sobre o produto. Sendo que um ano adicional na educação média gera um aumento no produto em aproximadamente 20%.
Andrade (1997)	Anos de 1970 e 1995.	Estimar a importância do capital humano (medido pela educação) na explicação do crescimento econômico dos estados brasileiros levando-se em consideração as diferenças interestaduais. Para alcançar os resultados estimou-se as especificações de Lau <i>et al.</i> (1993) – tradicional e Benhabib e Spiegel (1994) – alternativa.	$\ln Y_t - \ln Y_0 = C + a_1(\ln k_t - \ln k_0) + a_2(\ln L_t - \ln L_0) + a_3(H_t - H_0): \text{Lau et al.}$ $\ln Y_t - \ln Y_0 = (\ln A_t - \ln A_0) + \alpha(\ln k_t - \ln k_0) + \beta(\ln L_t - \ln L_0) + \gamma(1/T \sum_0^t \ln H_t) + (\ln \varepsilon_t - \ln \varepsilon_0): \text{Lau et al.}$ $\ln Y_t - \ln Y_0 = [c + g(H_t) + mH_i[Y^{\max} - Y_i/Y_t] + \alpha(\ln k_t - \ln k_0) + \beta(\ln L_t - \ln L_0) + (\ln \varepsilon_t - \ln \varepsilon_0)]: \text{Benhabib e Spiegel}$ <p>Sendo Y o PIB; A representa a tecnologia; K o estoque de capital físico (gasto de industrial); L força de trabalho (PEA) e H capital humano (escolaridade média da PEA); $g(H_t)$ representa o progresso tecnológico endógeno e mH_i capta a difusão tecnológica externa; $Y^{\max}$ é uma aproximação para economia com nível tecnológico mais avançado. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>cross-section</i>.</p>	Os resultados mostram que a especificação de Lau <i>et al.</i> (1993) é mais adequada para mensuração da contribuição do capital humano para o crescimento econômico do PIB dos estados brasileiros. O coeficiente estimado para o capital humano indica que um ano adicional de escolaridade média da PEA proporciona um aumento no PIB de aproximadamente 32%. Esse alto coeficiente pode estar associado ao salto no nível da escolaridade da PEA no período analisado. Já a especificação de Benhabib e Spiegel (1994) não apresentou resultados significantes tanto em termos econômicos como estatísticos.

Quadro 4 – Capital humano nos estudos empíricos para o Brasil.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Gonsalves; Seabra e Teixeira (1998)	Anos de 1970 e 1995.	Especificar e estimar um modelo de crescimento endógeno para economia brasileira, onde o progresso tecnológico é função do nível de educação.	$\ln Y_{it} - \ln Y_{i0} = \{ \ln(H_{i0}) + m \log[H_{i0}(y_{i0}/y_{i0max})] \} + \alpha(\ln K_{it} - \ln K_{i0}) + \beta(\ln L_{it} - \ln L_{i0}) + (\ln \varepsilon_{it} - \ln \varepsilon_{i0})$ <p>Onde, Y é o PIB; H capital humano (escolaridade média da população acima de 14 anos); $\ln H$ progresso tecnológico autônomo; $m \log H_{i0}(y_{i0}/y_{i0max})$ representa a difusão tecnológica externa; K é <i>proxy</i> para estoque de capital físico (energia elétrica industrial) e L é a força de trabalho; Metodologia: mínimo quadrado ordinário (MQO) – <i>cross-section</i>.</p>	Os parâmetros apresentam os sinais esperados e são estatisticamente significantes. Destaca-se o coeficiente do capital humano que apresentou elasticidade maior do que 1. Os autores destacam que políticas de investimento em capital humano são relevantes.
Nogueira, Rosa e Barreto (2000)	Anos de 1991 e 1996.	Verificar o grau da relação entre o PIB per capita e o capital humano dos estados brasileiros, controlando para outras variáveis. Também, analisa como essa relação se comportou ao longo do tempo.	$\ln y_i = B_1 + B_2(\ln k_i) + B_3(\ln E_i) + B_4(D \cdot \ln E_i) + e_i$ <p>y é o PIB per capita do estado i; k é o capital físico (nesse caso linhas telefônicas para serviços); E é a educação; D é uma <i>dummy</i> para inclinação (vale 1 para os estados que tem índice de educação maior que nível do Brasil e 0 para os estados com nível inferior ao nacional). Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) – <i>cross-section</i>.</p>	De acordo com os autores os investimentos em educação vêm se tornando, ao longo do tempo, cada vez mais importantes para o aumento do produto per capita dos estados brasileiros. Conforme o coeficiente da variável capital humano, para um aumento de 1% no índice de educação geraria um aumento de 2,36% na renda per capita em 1991. Já em 1996 o aumento na renda per capita seria em torno de 3,92%.

Quadro 4 – Capital humano nos estudos empíricos para o Brasil.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Freitas e Bacha (2004)	1970;1975; 1980;1985; e 1995/96	Analisar a contribuição do capital humano na formação do valor bruto da produção da agropecuária dos estados brasileiros.	$(\ln Y_t^i - \ln Y_{t-1}^i) = A_t^* + \delta_K (\ln K_t^i - \ln K_{t-1}^i) + \delta_L (\ln L_t^i - \ln L_{t-1}^i) + \delta_T (\ln T_t^i - \ln T_{t-1}^i) + \delta_H (H_t^i - H_{t-1}^i) + \varepsilon$ $(\ln Y_t^i - \ln Y_{t-1}^i) = A_t^* + \delta_K (\ln K_t^i - \ln K_{t-1}^i) + \delta_L (\ln L_t^i - \ln L_{t-1}^i) + \delta_T (\ln T_t^i - \ln T_{t-1}^i) + \sum_{j=1}^6 \delta_{Ej} (Hj_t^i - Hj_{t-1}^i) + \varepsilon$ $(\ln Y_t^i - \ln Y_{t-1}^i) = C_H + \delta_H H_t^i + \delta_{HC} H_t^i (Y_t^{\max} / Y_t^i) + \delta_K (\ln K_t^i - \ln K_{t-1}^i) + \delta_L (\ln L_t^i - \ln L_{t-1}^i) + \delta_T (\ln T_t^i - \ln T_{t-1}^i) + \varepsilon$ <p>Sendo Y o valor da produção agropecuária (animal e vegetal); K, K, H e T são respectivamente estoque de capital físico (tratores de roda medidos em cavalos – c.v), volume de trabalho empregado (Homem adulto durante o ano), capital humano (escolaridade média das pessoas com mais de 10 anos no meio rural) e área de terra (lavouras, pastagens, matas e florestas naturais e plantadas).</p> <p>Metodologia: <i>pooling data</i> usando ECVH de <i>White</i>.</p>	Os resultados mostram que o capital humano tem importância significativa para agropecuária brasileira, quando foi estimado o modelo tradicional. Os dados não confirmaram a hipótese do efeito limiar. Na especificação alternativa, verificou-se a importância do capital humano através de três canais de transmissão: efeito exógeno, endógeno (capacidade do estado <i>i</i> de inovar) e efeito difusão tecnológica. Apenas o efeito endógeno foi estatisticamente significativo.

Quadro 4 – Capital humano nos estudos empíricos para o Brasil.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Dias; Dias e Lima (2009)	1985-2000	Especificar um modelo teórico e estimar empiricamente a existência de uma relação não-linear entre crescimento econômico e nível de capital humano para os estados brasileiros.	$g_y = \beta_0 + \beta_1 h + \beta_2 h^2 + \beta_3 nh + e$ <p>Sendo: g_y a taxa de crescimento do PIB per capita; h é capital humano (escolaridade média das pessoas com 25 anos ou mais) e h^2 capital humano ao quadrado; n é o número médio de horas trabalhadas por semana. Metodologia: dados em painel dinâmico.</p>	As estimativas confirmaram a existência de uma relação não linear entre crescimento econômico e capital humano, apresentando uma relação em forma de U invertido, como sugerido por Krueger e Lindhal (2001). Também, o nível de capital humano causa crescimento econômico com cinco anos de defasagem.
Nakabashi e Felipe (2007)	1991, 2000 e	O objetivo do presente estudo é analisar os impactos diretos do capital humano sobre o nível e a taxa de crescimento da renda dos municípios paranaenses.	$\ln y_{it}^* = (1 - \alpha - \beta)a_i + \beta \ln k_{it}^* + \alpha \ln h_{it}^* + \varepsilon'$ $\ln y_t - \ln y_0 = \pi(1 - \alpha - \beta)a_i + \pi\beta \ln k^* + \pi\alpha \ln h^* - \pi \ln y_0 + \varepsilon'''$ <p>Onde, y é o PIB per capita; k e h são capital físico e humano por trabalhador respectivamente; y_0 é renda inicial (em 1980) e $\pi = (1 - e^{-\lambda t})$ sendo λ a velocidade de convergência. Os dados contemplam 286 municípios. Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) e dados em painel.</p>	Os resultados mostram que um aumento no coeficiente do capital humano de 1% gera um incremento de 0,212% no nível do PIB por trabalhador. Um aumento de 1 ano de escolaridade no nível do capital humano geraria um aumento de 7,16% no PIB por trabalhador quando estimado por dados em painel considerando os efeitos fixos e 5,49% quando estimado por MQO.

Quadro 4 - Capital Humano nos Estudos Empíricos para o Brasil.

Autor	Período analisado	Objetivo	Modelo básico e procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Gould e Ruffin (1995)	1960-1988	Verificar a importância do capital humano e a interação deste com o regime comercial para explicar o crescimento econômico de longo prazo a partir do modelo do Solow estendido para um grupo de países.	$\ln[y(t)/y(0)] = c + (1 - e^{\lambda t})[(\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta)] \cdot \ln[s/(n - g - \delta)] - (1 - e^{\lambda t}) \ln y(0) + \eta \ln H(0)$ <p>Onde y é o PIB per capita; c é o termo constante; s representa a taxa de poupança; H capital humano; n e g representam a taxa de crescimento da força de trabalho e o progresso tecnológico exógeno, respectivamente; e δ é a taxa de depreciação.</p> <p>Metodologia: <i>cross-section</i> (MQO).</p>	Os autores argumentam que a relação entre crescimento econômico e efeito externo do capital humano varia de acordo com o regime comercial. Quando o nível do capital humano é relativamente alto, as economias abertas registram taxas de crescimento superiores às taxas de crescimento das economias fechadas.
Levin e Raut (1997)	1965-1944; 1975-1984	Analisar a relação de complementaridade entre exportações e capital humano no crescimento econômico, para um grupo de trinta países semi-industrializados.	$\dot{y}_{it} = \alpha_{0t} + \alpha_1 i_{it} + \alpha_2 (I/Y)_{it} + \alpha_3 \dot{x}_{it} + \alpha_4 \Delta(X/Y)_{it} + \alpha_5 y_{0it} + \alpha_6 y_{0it}^2 + \varepsilon$ $\dot{y}_{it} = \alpha_{0t} + \alpha_1 i_{it} + \alpha_2 (I/Y)_{it} + \alpha_3 \dot{x}_{it} + \alpha_4 y_{0it} + \alpha_5 y_{0it}^2 + \alpha_6 \Delta(X/Y)_{it} + \alpha_7 H_{it} \Delta(X/Y)_{it} + \alpha_8 H_{it} + \varepsilon$ <p>$\dot{y}$ é a taxa de crescimento do PIB; I é investimento; Y é o PIB; X representa as exportações (valor agregado) e $\dot{x}$ é a taxa de crescimento das exportações; y_0 é a renda inicial per capita (1965); H capital humano (educação média da força de trabalho); o parâmetro α_7 capta o efeito da interação entre capital humano e exportações (razão das exportações em relação ao PIB).</p> <p>Metodologia: mínimos quadrados ordinários (MQO) para <i>cross-country</i>.</p>	Os resultados apresentaram evidências fortes e robustas da interação entre educação média e exportações, indicando alta complementaridade dessas duas variáveis contribuindo para o crescimento econômico dos países. Para os autores, esses resultados dão suporte para o desenvolvimento de políticas futuras que devem estimular o crescimento econômico de longo prazo através de políticas simultâneas de investimento em capital humano e no setor exportador.

Quadro 5 – Comércio internacional e capital humano nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Miller e Upadhyay (2000)	1960-1989: dividido em 6 grupos de 5 anos.	Estudar o efeito da abertura comercial, orientação comercial e capital humano sobre a produtividade total dos fatores (PTF) para 83 países desenvolvidos e em desenvolvimento.	$\ln tfp = a_1 + a_2 \ln H + a_3 \ln x + a_4 (\ln H \cdot \ln x) + a_5 \ln tot + a_6 \ln pd + a_7 \ln (1 + \pi) + a_8 \ln \sigma_x + a_9 \ln \sigma_{tot} + a_{10} \ln \sigma_{pd} + a_{11} \ln \sigma_{\pi} + \sum_{i=1}^6 a_{10+i} \text{time}_i + \varepsilon$ <p>y é o PIB real por trabalhador; A é o índice de produtividade total dos fatores (PTF); k representa o estoque de capital físico; h escolaridade média dos adultos (trabalhadores); L é a força de trabalho; tfp é a produtividade total dos fatores; x é o percentual das exportações em relação ao PIB; tot representa termos de comércio; pd mede o desvio dos preços locais em relação à paridade poder de compra (PPP); π é taxa de inflação; σ_i desvio padrão de uma variável i (i=x, tot, pd e π) em relação ao tempo; time representa uma <i>dummy</i> para o tempo. Metodologia: <i>pooled - cross-country</i>.</p>	Os resultados mostram que abrir a economia ao comércio internacional (aumentar a razão exportações/PIB) é benéfico à produtividade total dos fatores. O estoque de capital humano contribui positivamente para produtividade na maioria das especificações. O efeito do capital humano é negativo para os países de alta renda e positivo para os de média renda. Já para os países considerados de baixa renda o capital humano move-se de negativo para positivo a medida que aumenta o grau de abertura da economia.
Chuang (2000)	1952-1995	Verificar a relação de longo prazo e causalidade entre acumulação de capital humano, exportações e crescimento econômico para <i>Taiwan</i> .	$\ln GDP = \alpha + \beta_1 HE + \beta_2 \ln EX$ <p>Sendo, GDP o valor real do produto interno bruto; HE educação terciária (<i>higher education</i>); EX representa o valor real das exportações. Metodologia: causalidade de Granger e co-integração.</p>	Os resultados mostram que existe uma relação de longo prazo entre as variáveis do modelo. Existe causalidade bidirecional no sentido de Granger entre exportações e capital humano, e unidirecional entre capital humano e PIB real. As exportações afetam o crescimento econômico via capital humano.

Quadro 5 – Comércio internacional e capital humano nos estudos empíricos internacionais.

(continuação)

Autor	Período Analisado	Objetivo	Modelo básico e Procedimento econométrico utilizado	Principais conclusões
Chang; Kaltani e Loayza (2009)	1960-2000	Analisar como a relação entre crescimento econômico e abertura comercial pode depender de outras variáveis, que representam reformas complementares ao aumento no grau de abertura. Os dados contemplaram 22 países desenvolvidos e 60 em desenvolvimento.	$y_{it} - y_{it-1} = \beta_0 y_{it-1} + \beta_1 CV_{it} + \beta_2 OP_{it} + \mu_t + \eta_i + \varepsilon_{it}$ <p>Sendo, y é o PIB per capita; OP representa a abertura comercial (percentual das exportações mais importações em relação ao PIB); CV são as variáveis de controle às reformas complementares: investimento em educação secundária, crédito privado em proporção do PIB, inflação; flexibilização do mercado de trabalho e infra-estrutura pública (linhas telefônicas per capita); μ_t é <i>dummy</i> para o tempo; η_i são os efeitos específicos dos países; Metodologia: dados em painel com efeitos fixos e dinâmicos (diferença e sistema).</p>	Os resultados sugerem que maior abertura comercial combinada com reformas complementares gera uma maior taxa de crescimento econômico. Também, as reformas consideradas complementares podem ampliar positivamente esse efeito. A interação entre abertura e medidas complementares foi estatisticamente significativa e robusta às mudanças na especificação, método e medida de abertura.

Quadro 5 – Comércio internacional e capital humano nos estudos empíricos internacionais.

Anexo B – Dedução da equação (37)

A equação (30) é:

$$\dot{\lambda}_2 - \rho\lambda_2 = -\frac{\partial J}{\partial A} \Rightarrow \dot{\lambda}_2 = -\lambda_1[(\alpha + \beta)A^{\alpha+\beta-1}(h_g - h_A)^\alpha k^{1-\alpha-\beta}] - \lambda_2[\phi(1+\tau)h_A] + \rho\lambda_2 \quad (30)$$

Reescrevendo (30) com o termo $\mathbf{Z}$ definido em (27), tem-se:

$$\dot{\lambda}_2 = -\lambda_1[(\alpha + \beta)A^{-1}Z] - \lambda_2[\phi(1+\tau)h_A] + \rho\lambda_2 \quad (B.1)$$

Agora substituindo a equação (32) na equação acima, tem-se:

$$\dot{\lambda}_2 = -\lambda_1 \left[(\alpha + \beta)A^{-1} \cdot \frac{\lambda_2[\phi(1+\tau)A]}{\alpha\lambda_1} \cdot (h_g - h_A) \right] - \lambda_2[\phi(1+\tau)h_A] + \rho\lambda_2 \quad (B.2)$$

Dividindo ambos os lados da expressão acima por λ_2 e rearranjando os termos, tem-se:

$$\frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} = \rho - [\phi(1+\tau)h_A] - (\alpha + \beta) \cdot \frac{[\phi(1+\tau)]}{\alpha} (h_g - h_A) \quad (B.3)$$

$$\frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} = \rho - [\phi(1+\tau)h_A] - \frac{(\alpha + \beta)}{\alpha} \cdot [\phi(1+\tau)]h_g + \frac{\alpha}{\alpha} [\phi(1+\tau)]h_A + \frac{\beta}{\alpha} [\phi(1+\tau)]h_A \quad (B.4)$$

$$\frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} = \rho - \frac{(\alpha + \beta)}{\alpha} \cdot [\phi(1+\tau)]h_g + \frac{\beta}{\alpha} [\phi(1+\tau)]h_A \quad (B.5)$$

Realocando os termos, por fim chega-se à equação (37) apresentada no texto,

$$\frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2} = \rho - [\phi(1+\tau)] \left[\frac{(\alpha + \beta)}{\alpha} h_g - \frac{\beta}{\alpha} h_A \right] \quad (37)$$

Anexo C – Passagem da equação (37) para a (38)

Fazendo: $\varphi = [\phi(1 + \tau)]$ e sendo $\frac{\dot{\lambda}_1}{\lambda_1} = \frac{\dot{\lambda}_2}{\lambda_2}$. Pode-se igualar as equações (36) e (37) para obter (38).

$$-\varphi \theta h_A = \rho - \varphi \left[\frac{\alpha + \beta}{\alpha} h_g - \frac{\beta}{\alpha} h_A \right] \quad (C.1)$$

$$-\varphi \left[\theta h_A + \frac{\beta}{\alpha} h_A \right] = \rho - \varphi \left[\frac{\alpha + \beta}{\alpha} h_g \right] \quad (C.2)$$

$$\varphi \left[\theta - \frac{\beta}{\alpha} \right] h_A = \varphi \frac{[(\alpha + \beta) h_g]}{\alpha} - \rho \quad (C.3)$$

Resolvendo (C.3) para h_A chega-se à equação (38) do texto, que é:

$$h_A = \frac{[\phi(1 + \tau)](\alpha + \beta) h_g - \alpha \rho}{[\phi(1 + \tau)](\alpha \theta + \beta)} \quad (38)$$

Onde h_g é o capital humano médio dos trabalhadores de qualquer setor.

Anexo D – Passagem das equações (35) e (39) para (40):

Sendo a taxa de crescimento do PIB per capita: $g_y = \frac{\dot{A}}{A}$

$$\text{e,} \quad \frac{\dot{A}}{A} = \frac{(\alpha + \beta)[\phi(1 + \tau)]h_g - \alpha\rho}{(\alpha\theta + \beta)} \quad (39)$$

Supondo $\frac{\alpha\rho}{(\alpha\theta + \beta)}$ ser uma constante C, tem-se:

$$g_y = \frac{(\alpha + \beta)[\phi(h_g + \tau h_g)]}{(\alpha\theta + \beta)} + C \quad (D.1)$$

Por fim, rearranjando os termos chega-se à equação (40) do texto:

$$g_y = C + \frac{(\alpha + \beta)}{(\alpha\theta + \beta)} \phi(h) + \frac{(\alpha + \beta)}{(\alpha\theta + \beta)} \phi(\tau h) \quad (40)$$

ANEXO E – Estimação via painel dinâmico:

A estimativa do modelo dinâmico de dados em painel, parte da equação (01):

$$Y_{it} = \delta Y_{it-1} + \sum_{j=1}^k \beta X_{it}^j + u_{it} \quad (01)$$

$$u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$$

Estimando em diferença, que elimina os Efeitos Fixos (EF):

$$Y_{it} - Y_{it-1} = \delta(Y_{it-1} - Y_{it-2}) + \beta(X_{it}^j - X_{it-1}^j) + (\mu_i - \mu_i) + (\eta_{it} - \eta_{it-1}) \quad (02)$$

$$\Delta Y_{it} = \delta \Delta Y_{it-1} + \beta \Delta X_{it} + \Delta \eta_{it} \quad (03)$$

Considera-se a matriz de instrumentos ($\mathbf{Z}$) com uma linha para cada período de tempo que usamos como instrumento:

$$Z_i = \begin{vmatrix} y_{i1} & y_{i2} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & y_{i1} & y_{i2} & y_{i3} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & y_{i,T-2} \end{vmatrix}$$

Estimamos os parâmetros δ e β da seguinte forma:

$$\begin{pmatrix} \hat{\delta} \\ \hat{\beta} \end{pmatrix} = Q^{-1} \left(\sum_{i=1}^N X_i'^* Z_i \right) A \left(\sum_{i=1}^N Z_i' y_i^* \right)$$

Onde,

$$Q = \left(\sum_{i=1}^N X_i'^* Z_i \right) A \left(\sum_{i=1}^N Z_i' X_i'^* \right) \text{ e, } A = \left(\sum_{i=1}^N Z_i' H_i Z_i \right)^{-1}, \text{ sendo } H_i = E[\varepsilon_i^* \varepsilon_i'^*]$$

O erro estimado por,

$$\hat{\varepsilon}_i^* = y_i^* - \hat{\beta} X_i^*, \text{ sendo } X^* \text{ é a diferença } (X_{it} - X_{it-1}).$$

Onde:
$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT - K} \sum_{i=1}^n (\hat{\varepsilon}_i'^* \varepsilon_i^*)$$

O teste para autocorrelação **Arellano-Bond** (com opção *robust*) de ordem m nos resíduos em primeira diferença é definido por:

$$AR_m = \frac{\sum_{i=1}^N (\hat{\varepsilon}_{mi}'^* \hat{\varepsilon}_i^*)}{B_{lr}^{1/2}}$$

Sendo $\hat{\varepsilon}_{mi} = L_m(\hat{\varepsilon}_i^*)$

L_m é o operador de *lag* de ordem m .

$$B_{lr} = \sum_{i=1}^N \hat{\varepsilon}_{mi}'^* G_i \hat{\varepsilon}_{mi}^* - 2 \left(\sum_{i=1}^N \hat{\varepsilon}_{mi}'^* X_i^* \right) Q^{-1} \left(\sum_{i=1}^N X_i'^* Z_i \right) A_r \left(\sum_{i=1}^N Z_i' G_i \hat{\varepsilon}_{mi}^* \right) + \left(\sum_{i=1}^N \hat{\varepsilon}_{mi}'^* X_i^* \right) \hat{V}_{lr} \left(\sum_{i=1}^N X_i'^* \hat{\varepsilon}_{mi}^* \right)$$

onde,

$$G_i = \hat{\varepsilon}_i^* \hat{\varepsilon}_i'^* \quad \text{e} \quad A_r = \left(\sum_{i=1}^N Z_i' G_i Z_i \right)^{-1}$$

O estimador de variância-covariância do parâmetro $\hat{\delta}_1$ é:

$$\hat{V}_{lr} = Q_1^{-1} \left(\sum_{i=1}^N X_i'^* Z_i \right) A_1 A_2^{-1} A_1 \left(\sum_{i=1}^N Z_i' X_i^* \right) Q_1^{-1}, \text{ sendo } A_2 = \left(\sum_{i=1}^N Z_i' G_i Z_i \right)^{-1}$$

Obtemos o teste de **Sargan** da seguinte maneira,

$$S_1 = \left(\sum_{i=1}^N \hat{\varepsilon}_i'^* Z_i \right) A \left(\sum_{i=1}^N Z_i' \hat{\varepsilon}_i'^* \right) \left(\frac{1}{\hat{\sigma}^2} \right)$$

ANEXO F – Estimativas com a inclusão das *proxies* de infraestrutura (malha rodoviária asfaltada) e capital natural (área plantada de lavouras temporárias e permanentes):

Tabela 10 – Estimativas dos Modelos de Painel Dinâmicos: com infra-estrutura e área plantada. Variável dependente: taxa de crescimento (gy)

<i>Variáveis</i>	<i>Modelo dinâmico – GMM-sys</i>	
	<i>Solow estendido</i> (1)	<i>Endógeno</i> (2)
gy_{t-1}	-0,5217*** (0,304) ^a	gy_{t-1} -0,4599** (0,202) ^a
ac_t	0,0158 (0,083)	τh_t 0,0028 (0,027)
ac_{t-1}	0,1042 (0,083)	τh_{t-1} -0,0038 (0,044)
ac_{t-2}	0,1434* (0,055)	τh_{t-2} 0,0125 (0,073)
ac_{t-3}	0,1248** (0,054)	τh_{t-3} -0,0152 (0,034)
h	0,0517*** (0,031)	h 0,0547 (0,037)
k	-0,0615 (0,080)	k -0,0685 (0,043)
k_{t-1}	-0,0918 (0,087)	-
$mrodovia$	-0,0072 (0,147)	$mrodovia$ 0,4677 (0,615)
$areaplantada$	-0,1319 (0,165)	$areaplantada$ 0,6413** (0,298)
<i>Correlação Arellano-Bond^b</i>		
$AR(1)$	0,739	0,049
$AR(2)$	0,211	0,107
<i>Validade dos instrumentos</i>		
<i>Sargan test</i>	0,57	0,77
<i>Instrumentos</i>	ac, h	τh
<i>N</i>	324	324

Fonte: Elaboração própria, resultados da pesquisa a partir do *software* Stata 10.0.
 notas: (*) indica nível de significância de 1%; (**) indica nível de significância de 5% e, (***) indica nível de significância inferior a 10%, (ns) não-significante. ^a) os valores entre parênteses são os erros padrão robusto. ^b) Os valores reportados em AR(1) e AR(2) são os *p-values* dos testes de autocorrelação dos erros em primeira e segunda ordem, respectivamente.

Anexo G: Grau de abertura comercial (X+M)/PIB. Países: América Latina

Figura 6 - Grau de abertura comercial (X+M)/PIB. Países: América Latina

Fonte: Banco Mundial – *world development indicator*, 2009.

Anexo H: Simulação do crescimento do PIB per capita do Piauí em 2007 adotando os coeficientes da regressão (3) da Tabela 8

Tabela 11 – Experimento da taxa de crescimento (gy) a partir dos parâmetros da pesquisa
Estado: Piauí

Experimento – UF: Piauí Modelo de Solow estendido: GMM-sys (regressão 3)				valor simulado	coef. x valor simulado
	coeficientes	variável	(coef.)x (variável)		
	A	B	(AxB)	B1	(AxB1)
constante	-0.1847		-0.1847000		-0.184700
gy_{t-1}	-0.5426	0.0459671	-0.0249417	0.0459671	-0.024942
gy_{t-2}	-0.0555	0.0246856	-0.0013701	0.0246856	-0.001370
gac_t	0.02112	-0.174039 ^a	-0.0036757	0.500000^b	0.010560
gac_{t-1}	0.0934	-0.4359293	-0.0407158	-0.4359293	-0.040716
gac_{t-2}	0.1342	0.0463685	0.0062227	0.0463685	0.006223
gac_{t-3}	0.1208	-0.3587983	-0.0433428	-0.3587983	-0.043343
h	0.054	5.3057730 ^a	0.2865117	5.3057730	0.286512
gk	0.0461	0.1131894 ^a	0.0052180	0.1131894	0.005218
gk_{t-1}	-0.0736	0.1266994	-0.0093251	0.1131894	-0.008331
$(n+d)$	0.025	0.0232801	0.0005820	0.0232801	0.000582
gy (estimado)			-0.0095368		0.005693

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

Nota: ^a) refere-se ao valor no ano de 2006; ^b) valor simulado.