

GEISA RAFAELA SOUSA AMANCIO

**CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA E
CAPITAL HUMANO: UMA ANÁLISE ENTRE OS ANOS DE 1998 E 2011**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Economia, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A484c
2016

Amancio, Geisa Rafaela Sousa, 1989-

Crescimento da indústria de transformação brasileira e
capital humano : uma análise entre os anos de 1998 e 2011 /
Geisa Rafaela Sousa Amancio. – Viçosa, MG, 2016.

ix, 82f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndice.

Orientador: Elaine Aparecida Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.68-75.

1. Capital humano. 2. Indústria de transformação - Brasil.
3. Desenvolvimento econômico. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Economia. Programa de Pós-graduação em
Economia. II. Título.

CDD 22 ed. 657.4

GEÍSA RAFAELA SOUSA AMANCIO

**CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA E
CAPITAL HUMANO: UMA ANÁLISE ENTRE OS ANOS DE 1998 E 2011**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de novembro de 2016.

Francisco Horácio Pereira de Oliveira

Fabício de Assis Campos Vieira

Elaine Aparecida Fernandes
(Orientadora)

Eu posso ir muito além de onde estou

Vou nas asas do Senhor

O Teu amor é o que me conduz

Posso voar e subir sem me cansar

Ir pra frente sem me fatigar

Vou com asas, como águia

Pois confio no Senhor!

(Celina Borges)

AGRADECIMENTOS

Dizem que ninguém é feliz sozinho, assim como também não conseguimos nada sozinhos e agradecer aqueles que direta ou indiretamente participaram desta conquista é uma honra.

Não foi fácil chegar até aqui, quantas noites em claro, de choros e risadas. Mas conseguimos, sim conseguimos, pois não seria possível sozinha. Primeiramente agradeço a Deus por me guiar e abrir todos os caminhos. A minha mãe, Cristina, pelo apoio e cuidado incondicional, por não me deixar desistir e me ensinar o que é superação. Aos meus irmãos, Gabriela e Guilherme, por todo carinho.

Agradeço a minha orientadora, Elaine Fernandes, pela paciência, apoio, compreensão e carinho, principalmente por não me deixar desanimar nas horas mais difíceis. Ao meu coorientador Fabrício de Assis. Um imenso agradecimento, ao professor Francisco Horário, que me acompanha e incentiva desde os tempos da graduação. Obrigada pelos conselhos, pelas ideias, pelo incentivo, você é um exemplo profissional e pessoal.

Agradeço a Universidade Federal de Ouro Preto e a Universidade Federal de Viçosa, pois sem o apoio e o incentivo à capacitação da instituição o mestrado não teria se tornado uma realidade. Aos meus colegas do CEAD pela compreensão e torcida.

Não poderia deixar de agradecer e lembrar os meus amados avós, Gigi e Vandinha, meus exemplos de vida. Me ensinaram que é possível vencer com trabalho e honestidade, mantendo os valores e a ética. Sabedoria conquistamos com o tempo, o conhecimento é muito importante, temos que ir em busca dele, mas alguns ensinamentos não aprendemos na academia.

Por fim agradeço aquelas pessoas sem as quais eu não teria finalizado essa jornada, ao meu querido amigo/irmão Ricardo André, pela ajuda, pelas intensas horas de estudo, pelo o companheirismo e carinho incondicional. A minha amiga/irmã Rhayana Holz pelo apoio e por encarar todos os desafios junto comigo (O Rio de Janeiro foi SUCESSOOOO em nossas vidas!!!!), sou eternamente grata a você e sei que estará em minha vida para sempre. A Thaís (Thaisinha) e Lydianne (Lydinha) pelos momentos de entendimento e incentivo. Finalmente, agradeço ao meu ao meu amigo, namorado e incentivador, Marco Antônio, por todo carinho, cuidado, paciência e amor.

Com vocês divido a alegria e os frutos dessa conquista!

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo Geral	4
1.1.2 Objetivos Específicos	4
2. AS TEORIAS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO E O CAPITAL HUMANO	6
2.1 Crescimento econômico endógeno	6
2.2 Capital humano e seu efeito sobre o crescimento econômico	9
2.3 O papel do capital humano e os ganhos de produtividade	12
2.4 Descrição formal e métrica dos modelos de crescimento endógeno	14
2.4.1 O modelo de crescimento de Lucas.....	15
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 Proposta de um modelo econométrico para analisar os efeitos do capital humano no crescimento econômico brasileiro	20
a) Modelo I: Gastos com P&D, treinamentos e conhecimento externo como <i>proxy</i> para o capital humano.....	21
em que, H representa os gastos com capital humano.	21
b) Modelo II: Um índice, elaborado a partir de uma análise fatorial, como <i>proxy</i> para o capital humano	21
c) Modelo III: gastos com capital humano e índice de capital humano	21
3.1.1 Painel dinâmico como estratégia econométrica para analisar o crescimento econômico a dado nível de capital humano no Brasil.....	22

3.2 Fonte e tratamento dos dados	24
a) Pesquisa Industrial Anual (PIA).....	26
b) Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica	26
3.2.1 Compatibilização das fontes de dados.....	27
3.2.2 Compatibilização da classificação nacional de atividades econômicas	27
3.2.3 Variáveis utilizadas	28
3.2.4 Construção de variáveis específicas para os modelos	31
a) Estoque de capital físico.....	32
b) Progresso tecnológico	33
c) Capital humano: os investimentos diretos e a proposta de um índice síntese	34
3.3 Estatísticas e análises preliminares.....	37
3.3.1 Estimação do índice de capital humano	37
3.3.2 Estimação da PTF.....	40
4. RESULTADOS	41
4.1 Panorama descritivo: uma breve caracterização do perfil da indústria brasileira	41
4.1.1 Capital humano (P&D, treinamento e grau de escolaridade) na indústria brasileira ..	46
4.1.2 Características inovativas do Brasil.....	53
4.2 Modelos estimados	55
4.2.1 Modelo I: gastos com treinamento, P&D, aquisição de conhecimento externo e <i>softwares</i> como <i>proxy</i> de capital humano	56
4.2.2 Modelo II: índice de capital humano como <i>proxy</i>	60
4.2.3 Modelo III: gastos com variáveis de capital humano e o índice de capital humano como <i>proxy</i>	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
APÊNDICE	76
ANEXOS	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhamento do processo de construção do Painel Dinâmico para a pesquisa..	25
Figura 2: Participação da indústria no PIB do Brasil, China, Chile, Índia e Estados Unidos no período de 2000 a 2013	42
Figura 3: Classificação da indústria de transformação brasileira de acordo com a intensidade tecnológica.....	43
Figura 4: Número de empresas classificadas como de alto crescimento por unidade federativa	44
Figura 5: Evolução da receita total da indústria de transformação brasileira no período de 2000 a 2011 de acordo com a classificação de intensidade tecnológica.	45
Figura 6: Parcela do PIB destinado à educação nos anos de 2000; 2006; 2009; 2011; 2013	47
Figura 7: Parcela do PIB (%) destinada à P&D entre os anos de 2000 e 2011.	47
Figura 8: Número de pesquisadores voltados para P&D por milhão de habitantes	48
Figura 9: Parcela de empresas que realizaram algum tipo de treinamento formal com os funcionários no ano de 2010.....	49
Figura 10: Média de gastos realizados com educação (em bilhões de \$) para os anos de 2000 e 2013.	50
Figura 11: Número de pessoas que declararam mais de 15 anos de estudo por UF.....	51
Figura 12: Número de pessoas que declararam de 11 a 14 anos de estudo por UF	52
Figura 13: Média de gastos realizados com inovação realizados pela indústria de transformação brasileira no período de 2000-2011	53
Figura 14: Média de investimentos realizados com capital humano (treinamento, P&D e <i>softwares</i>) pela indústria de transformação brasileira no período de 2000-2011	54
Figura 15: Fontes de financiamento das atividades de pesquisa e desenvolvimento da indústria de transformação no período de 2000-2011	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis utilizadas na pesquisa	29
Tabela 2: Classificação das atividades industriais por intensidade tecnológica e grupos CNAE que compõem a indústria de transformação	30
Tabela 3: Classificação de porte da empresa segundo BNDES (2015).....	31
Tabela 4: Detalhamento das variáveis utilizadas para construção da PTF	34
Tabela 5: Matriz de correlação anti-imagem entre as representativas do capital humano ..	38
Tabela 6: Descrição dos valores de KMO	38
Tabela 7: Autovalores da matriz de correlação e variância explicada por cada um dos fatores na construção da <i>proxy</i> para capital humano	39
Tabela 8: Escores fatoriais utilizados para a construção do índice de capital humano	39
Tabela 9: Resultado da Estimação da PTF	40
Tabela 10: Resultados da estimação do primeiro modelo proposto: gasto com o capital humano (treinamento, P&D, aquisição de conhecimento externo e <i>softwares</i>) no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira	57
Tabela 11: Resultados da estimação do segundo modelo proposto utilizando o índice de capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira.....	61
Tabela 12: Resultados da estimação do terceiro modelo proposto utilizando o índice fatorial e os gastos diretos realizados com capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira.....	63
Tabela A1: Resultados da estimação utilizando média dos anos de estudo e os gastos diretos realizados com capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira	800
Tabela A2: Resultados da estimação utilizando o índice de capital humano com <i>proxy</i> para o capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira, considerando as quatro classificações de intensidades tecnológicas e o tamanho da empresa	811
Tabela A3: Resultados da estimação utilizando a média dos anos de estudo como <i>proxy</i> para o capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira, considerando as quatro classificações de intensidades tecnológicas.....	812

RESUMO

AMANCIO, Geisa Rafaela Sousa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2016. **Crescimento da indústria de transformação brasileira e capital humano: uma análise entre os anos de 1998 e 2011.** Orientadora: Elaine Aparecida Fernandes.

O capital humano é um fator importante para a produtividade e o processo de inovação das firmas brasileiras, bem como para o crescimento e o desenvolvimento da economia como um todo. A teoria do capital humano incorporou o vínculo existente entre investimento em capital humano e crescimento da produtividade do indivíduo. Contudo, parece não haver consenso na literatura acerca dos meios pelos quais ele impacta o crescimento. Desta forma, a presente dissertação procura investigar a participação do capital humano na composição e no crescimento do produto das firmas da indústria brasileira. O objetivo é avaliar se o investimento realizado em fatores que contribuem para a acumulação de capital humano, como P&D e educação formal, estimulam o desempenho das empresas. A partir de dados da Pesquisa Industrial Anual - PIA e da Pesquisa de Inovação - PINTEC, adota-se a metodologia de painel dinâmico e assume-se que o produto no tempo $t-1$, além da acumulação de capital humano apresenta algum efeito sobre o produto das empresas da indústria de transformação. Ao realizar os primeiros testes verifica-se que, em geral, o produto passado tem impacto positivo sobre o produto do ano corrente. No entanto, ao analisarmos os gastos com capital humano, essa relação em alguns momentos se inverte, tornando-se negativa, e em outros apresenta-se não significativa. Todavia, os fatores relacionados ao capital físico e mão de obra influenciam o produto de forma expressiva, bem como a produtividade total dos fatores. O comportamento, ora negativo, do investimento em capital humano demonstra a necessidade de adequação do modelo de investimento adotado, assim como, uma melhor configuração das políticas e métodos de valoração do capital humano.

ABSTRACT

AMANCIO, Geisa Rafaela Sousa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2016. **Industry growth Brazilian Transformation and Human Capital: an analysis between the years 1998 and 2011.** Adviser: Elaine Aparecida Fernandes.

Human capital is an important factor for productivity and innovation process of Brazilian firms as well as for the growth and development of the economy as a whole. The theory of human capital incorporated the link between investment in human capital and growth of the individual's productivity. However, there seems to be consensus in the literature about the means by which it impacts growth. Thus, this thesis investigates the role of human capital in the composition and output growth of firms in the Brazilian industry. The aim is to assess whether the investment in factors that contribute to the accumulation of human capital, such as R & D and formal education, contributes positively to the performance of companies. From data of the Annual Industrial Survey - PIA and Innovation Research - PINTEC, we adopt the dynamic panel methodology and it is assumed that the product in time $t-1$, in addition to the accumulation of human capital has an effect on the product companies in the manufacturing industry. When performing the first tests it appears that in general the last product has positive impact on the current year product. However, when we analyze spending on human capital, this ratio is reversed at times, becoming negative, and other features is not significant. However, the physical capital and labor factors influence the product significantly, as well as total factor productivity. The negative performance of investment in human capital demonstrates the need to adapt the adopted investment model, as well as a better configuration of policies and methods of valuation of human capital.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da teoria econômica é compreender o processo de crescimento e desenvolvimento das nações. O mundo é composto por economias de diversas formas e tamanhos que apresentam diferentes trajetórias de crescimento, em que algumas crescem mais rápido que outras e tornam-se mais ricas do que as demais.

Até meados dos anos de 1950, a teoria clássica considerava que o crescimento econômico estava em função de recursos naturais, trabalho e capital físico. No entanto, a incapacidade de explicar o crescimento sustentado estimulou o surgimento de novos pensamentos e teorias dedicados ao tema. Apoiada nos estudos de Mincer (1958), Becker (1964) e Schultz (1964), a literatura econômica reconheceu que além da atribuição do capital físico ao crescimento, outro fator o afetava, o capital humano. Pensando nisso, a principal motivação do presente estudo está em analisar o processo de crescimento econômico da indústria de transformação brasileira, dando ênfase à participação do capital humano neste processo.

Dentre as pautas de discussão sobre o crescimento econômico encontra-se a Teoria do Capital Humano, a qual incorporou o vínculo existente entre investimento em capital humano com a produtividade do indivíduo. Essa teoria fica mais evidente ao analisar os efeitos da escolaridade sobre os salários, admite-se que o investimento em capital humano está associado ao retorno futuro esperado, isto é, o indivíduo decide investir em sua capacitação sobre a influência de retornos futuros e aumento da sua própria produtividade (MINCER; 1958; BECKER, 1964; SCHULTZ, 1964). Os fundamentos dessa teoria forneceram embasamento para o surgimento da discussão a respeito do crescimento econômico endógeno.

Introduzidas por Romer (1983) e Lucas (1988; 1990), as teorias de crescimento endógeno surgiram com alternativa aos modelos vigentes da época. O cerne desses novos estudos era explicar o crescimento da renda a partir de elementos endógenos que compensassem os retornos decrescentes do capital e a manutenção das taxas de crescimento sustentado de alguns países. Basicamente, o crescimento econômico se manteria através do trabalho, capital físico, capital humano e melhorias tecnológicas. Ao endogeneizar o progresso tecnológico, Romer (1983) destacou a importância das inovações em que a

acumulação de capital humano contribuiria como elemento facilitador para aquilo que o autor classificou como nova economia do conhecimento.

Com a finalidade de investigar os meios pelos quais o progresso tecnológico afetava o crescimento e a razão das diferenças entre o padrão de crescimento dos países, Lucas (1988) evidenciou o papel do capital humano e atribuiu a ele a manutenção do crescimento sustentado. Para o autor, as economias cresciam porque aprendiam a utilizar novas técnicas e ideias. Nessa perspectiva, os estudos teóricos e empíricos a respeito da participação do capital humano na composição do crescimento econômico discutem os diferentes canais pelos quais ele pode afetar a taxa de crescimento, em especial, o seu efeito sobre a capacidade de absorção¹, inovação e sobre a produtividade, essenciais ao crescimento de longo prazo.

Em continuidade a essa abordagem, os trabalhos mais recentes apresentam o capital humano como um importante componente do crescimento econômico, uma vez que proporciona ganhos de produtividade e minimiza os rendimentos decrescentes do capital físico (KYRIACOU, 1991; MANKIW, ROMER e WEIL, 1992; BARRO e LEE 1993; 1996; KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE, 1997; VASUDEVA e CHIEN, 1997; HALL e JONES, 1999; NARULA e MARTIN, 2003; MARTIN e HERRANZ, 2004; DIAS, 2008; VIANA e LIMA, 2010; ROCHA *et al*, 2014).

Ao analisar o impacto do capital humano, dentre outros fatores, no âmbito das empresas, é comum o uso de variáveis relacionadas aos gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D), treinamento e educação para mensurar a participação do capital humano no crescimento. Argilés, Potters e Vivarelli (2005), por exemplo, utilizaram os gastos com P&D das empresas da Europa no período de 2000 a 2005, para verificar o efeito destas no crescimento. Os resultados indicaram que o coeficiente atrelado ao estoque de conhecimento possui um elo positivo e significativo com a produtividade. Concomitantemente, Rogers (2006) encontrou que o efeito dos gastos em P&D na produtividade da economia britânica foi menos expressivo que em outras economias europeias, com ganhos oriundos do capital humano estagnados durante a década de 1990. Benavente (2002), por sua vez, utilizando uma base de dados de empresas chilenas, concluiu que o nível de capital humano e inovação estão relacionados ao tamanho da empresa e ao poder de mercado, porém, para o curto prazo a produtividade não foi afetada pelo capital

¹Cohen e Levinthal (1990) conceituam a capacidade de absorção como a habilidade de reconhecer o valor de um novo conhecimento, assimilá-lo e aplicá-lo a fins comerciais – e argumentam que essa capacidade é fundamental para o desempenho inovativo da firma.

humano. Para empresas chinesas de alta tecnologia, Zhang *et al* (2011) indicaram a existência de um aumento significativo da produtividade associado aos gastos em P&D nas regiões leste e central da China.

Para o Brasil, os estudos que investigam a participação do capital humano na produtividade e no crescimento das empresas ainda são escassos, porém, são de grande relevância no país. Antunes e Martins (2007) realizaram um trabalho inovador ao verificar se o reconhecimento pelos gestores do capital intelectual presente na empresa afetaria o desempenho das grandes empresas brasileiras. Na oportunidade, demonstraram que o número de empregados com alguma capacitação² está correlacionado positivamente ao desempenho da empresa e que gestores mais velhos tendem a não se atualizar sobre o tema “capital intelectual”. Barbosa Filho *et al* (2010), utilizando os anos de estudo como uma medida para o capital humano, analisaram a evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira entre os anos de 1992 a 2006, mostrando que a produtividade total dos fatores (PTF) sofreu uma pequena melhora, 10% para o período analisado. No entanto, a participação do capital humano como força de trabalho manteve-se estacionária. Os autores concluem que isso ocorreu porque a elevação do componente capital humano foi compensada por uma redução na sua produtividade.

As divergências nos resultados de alguns desses trabalhos fomentaram debates sobre a efetividade do efeito do capital humano. Nesse aspecto, as principais discussões levantadas envolvem a intensidade do efeito em cada estágio de desenvolvimento no qual a economia se encontra, bem como ao tipo de investimento realizado na mesma. Segundo Rocha *et al* (2014), em países mais próximos à fronteira tecnológica o investimento na educação superior e na pós-graduação é mais eficiente. No entanto, países que se encontram mais afastados da fronteira deveriam investir na qualidade da educação básica e técnica. Para Caselli e Colleman (2006), essa relação ajuda a explicar por que alguns países utilizam tecnologias específicas de forma mais eficiente que outros e por que aqueles que pensaram em políticas educacionais de longo prazo tiveram desempenho melhor.

Diante da diversidade de resultados e dos contrastes teóricos e metodológicos, fica evidente que não há um consenso a respeito do mecanismo de participação do capital humano no crescimento. Logo, suscita-se a necessidade de trabalhos que considerem estes aspectos e auxiliem na criação de políticas e diretrizes de incentivo ao desenvolvimento. Ao

² Curso técnico, graduação, mestrado, doutorado ou outro curso de treinamento.

se considerar a notável participação do capital humano no crescimento e a parcimônia de trabalhos que avaliam seu efeito para o Brasil, o presente trabalho inova ao investigar a participação do capital humano na composição e no crescimento do produto da indústria de transformação brasileira. Neste trabalho trataremos como capital humano o conjunto de fatores composto por treinamento, gastos com P&D e com educação formal dentro das empresas brasileiras. Para isso, utiliza-se dos micros dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa de Inovação (PINTEC) como fonte de análise, no período entre 1998 a 2011. O acesso, extração e imputação desses dados específicos sobre os investimentos de cada empresa foi obtido por meio de solicitação prévia ao central do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com a promessa de preservar o sigilo das informações, a fim de não comprometer a estratégia das organizações na tomada de decisão das mesmas. O caráter sigiloso dos dados e o fato destes só poderem ser manipulados nas dependências IBGE dificultou a mobilidade do estudo. Além do caráter sigiloso o uso de duas bases distintas exigiu um grande esforço no tratamento dos dados, para que estes se tornassem passível de compatibilização.

Já a escolha da indústria de transformação como objeto de estudo está atrelada à sua importância no processo de crescimento de qualquer economia. No entanto, nos últimos anos a mesma vem reduzindo sua participação no PIB. A partir dessas considerações e em posse dos dados, pretende-se estimar um painel dinâmico para tentar captar possíveis efeitos do capital humano na indústria brasileira, podendo comparar a média das trajetórias de crescimento e das políticas de investimento nesse setor em outros países.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

De forma geral, o presente trabalho buscou analisar a relação existente entre o capital humano e o crescimento da indústria brasileira, no período de 1998 a 2011.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar um breve perfil da indústria de transformação brasileira, comparando-a a de outros países;

- b) Identificar os gastos com capital humano de acordo com a intensidade tecnológica das empresas;
- c) Verificar ganhos ou perdas de produtividade no período analisado;
- d) Analisar o desempenho das empresas conforme o investimento em capital humano.

Além desta introdução, o presente estudo conta com uma seção que apresenta uma revisão de literatura com as principais discussões acerca da relação entre capital humano e crescimento econômico, além da exposição dos principais modelos que formalizam os estudos sobre o tema. Em sequência, expõe-se a metodologia aplicada, acompanhada de alguns tratamentos específicos de dados para tentar captar a realidade do crescimento econômico brasileiro frente ao investimento e nível de capital humano. Subsequente a isso, é apresentada uma última seção onde foi levantado um breve panorama que caracteriza o perfil da indústria de transformação no Brasil, comparada a de outros países. Não obstante, ainda nessa última seção, são apresentados os resultados das estimações e discussões das mesmas, prosseguindo para as considerações finais.

2. AS TEORIAS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO E O CAPITAL HUMANO

2.1 Crescimento econômico endógeno

A teoria do crescimento econômico apresenta uma vasta literatura com diferentes abordagens teóricas que buscam identificar o comportamento e razão dos diferenciais de renda e bem-estar das nações. Para Coelho (2010), o pensamento econômico se desenvolve juntamente com os acontecimentos históricos, o que justifica os diferentes processos de crescimento ao longo do tempo e o porquê das teorias evoluírem e se adequarem, respeitando as singularidades de suas bases teóricas. Assim, a busca por uma melhor compreensão das fontes do crescimento e do conhecimento das razões do sucesso de desenvolvimento de alguns países e o fracasso de outros levou ao surgimento de modelos de crescimento, os quais tinham como objetivo elucidar as interações e as características estruturais que resultavam no crescimento econômico.

Inicialmente, acreditava-se que o crescimento econômico se relacionava apenas ao crescimento populacional e aos níveis de renda *per capita* de subsistência (MADDISSON, 2009). No entanto, a partir da Revolução Industrial, observa-se a transformação das perspectivas de crescimento e se fomenta um novo entendimento acerca do tema.

A nova discussão acerca do crescimento econômico identifica diversos fatores que afetam o crescimento como tecnologia, capital físico e humano, trabalho e não apenas crescimento populacional e renda. A teoria neoclássica, por exemplo, passou a considerar basicamente os “fatores clássicos” de produção como os recursos naturais, capital físico e trabalho.

Nessa linha de pensamento, o modelo apresentado por Solow (1956) surge como resposta aos questionamentos sobre como se estabelecia o crescimento dos países e o porquê das desigualdades. A maior contribuição do autor foi a constatação de que o progresso técnico é o principal impulsionador da renda *per capita* no longo prazo. Acreditava-se que os diferenciais de crescimento se construía na variação de fatores exógenos como crescimento populacional e progresso tecnológico. Neste caso, ao atingir o estado estacionário a taxa de crescimento do produto *per capita* de uma economia dependeria em grande parte da taxa de crescimento do progresso tecnológico. No entanto, a não explicação da origem do progresso técnico e sua mensuração nas economias expôs uma falha importante

do modelo, o que deu origem a novos estudos e técnicas que fossem capazes de explicar de forma mais efetiva o crescimento.

Os trabalhos apresentados por Theodore W. Schultz e Gary Becker, na década de 1960, moldaram uma nova perspectiva do crescimento. Ao enfatizar a capacitação individual, os autores introduzem o conceito de capital humano substituindo a simples quantidade de trabalho por uma mão de obra qualificada que agora incorpora nível educacional, qualificação, experiência e condições de saúde da população. Assim, somava-se o capital humano ao capital natural, físico e o financeiro como geradores do crescimento econômico.

A não compreensão da origem do progresso técnico e a possibilidade de um novo entendimento do papel do capital humano no processo de crescimento contribuiu para o surgimento dessa nova teoria de crescimento endógeno. Essa teoria emerge como uma alternativa à interpretação do diferencial de renda entre os países. Ela engloba um conjunto de trabalhos teóricos e empíricos que surgiram a partir da década de 1980 e fazem distinção do crescimento neoclássico ao assumir que a taxa de crescimento econômico de longo prazo é resultado de interações endógenas, ou seja, forças que colidem dentro do sistema econômico, principalmente, aquelas que incentivam o progresso tecnológico (ROMER, 1994). Assim, assume-se que o aumento do estoque de conhecimento é o motor do crescimento *per capita*.

Consolidada pelos estudos de Romer (1986) e Lucas (1988), essa nova teoria do crescimento econômico assume o caráter endógeno do progresso tecnológico, o que rompe com o paradigma de retornos decrescentes do capital físico, reconhecendo que o processo de crescimento sustentado é fruto de interações endógenas. Segundo Aghion e Howitt (1998), o objetivo da teoria do crescimento endógeno seria entender melhor as interações e características estruturais que resultam no crescimento econômico relacionando-o ao capital humano.

Essa nova perspectiva de crescimento provoca a visão neoclássica ao propor os canais pelos quais o progresso tecnológico é capaz de influenciar o crescimento econômico de longo prazo. No entanto, um dos desafios desta nova formulação foram a compatibilização de retornos crescentes e a formulação de modelos de crescimento endógeno em concorrência monopolística. Para Clemente e Higachi (2000), essas características foram responsáveis pelo surgimento de novos estudos e padrões:

- i) **Modelos de *spillovers* e lineares:** são aqueles em que o crescimento é explicado através de externalidades positivas advindas da acumulação de capital humano e conhecimento. Representados principalmente pelos trabalhos de Romer (1986; 1990) e Lucas (1988), neste modelo as firmas recebem incentivos de investimento, não apenas em capital físico, mas em humano também, já que este é responsável pelos aumentos na produtividade e inovação. Esses modelos preservam a importância do processo de acumulação de capital, mas introduziram novos fatores endógenos (o capital humano e o conhecimento);

- ii) **Modelos de inovação:** consideram a inovação tecnológica como a fonte básica do crescimento, estes modelos buscam capturar algumas das fontes mais profundas do crescimento econômico, ou seja, as inovações de processo e produto. Eles incorporam o conceito de capital intelectual, em que este seria a fonte do progresso tecnológico. Para os autores dessa vertente, diferentemente do capital físico e humano, o capital intelectual não pode ser acumulado por meio da poupança ou da escolaridade, mas ele cresce através da inovação. Aqui destacam-se os modelos baseados em inovação por variedade de produto e (neo)schumpeterianos.

Segundo Romer (1988), o capital humano é um grande incentivador do setor de pesquisa, sendo ele responsável pelo progresso técnico ou tecnológico, desempenhando assim, um papel importante na criação de novos produtos e processos produtivos. Ao estabelecer essa relação, foi possível compreender que o fator tecnológico não é exógeno e disponível livremente na economia, ele é endógeno e dependente de investimentos em educação, qualificação e pesquisa. Na visão do autor, indivíduos capacitados são mais propensos à criatividade e produzem mais conhecimento. Além da criação de novas ideias, a acumulação de capital humano é responsável por externalidades, já que auxilia a disseminação das novas técnicas e processos, além de contribuir para a capacidade de absorção de conhecimentos transbordados de outras economias (PAVARINA, 2003).

No trabalho de Romer (1990), o que diferencia o capital físico do conhecimento é o caráter de não rivalidade do segundo. O autor complementa dizendo ser essa a característica que possibilita a geração de externalidades positivas ou *spillovers* de conhecimento. Logo, pode-se dizer que a descoberta realizada por uma empresa X cria um efeito externo positivo sobre as possibilidades de produção das outras empresas externas ao seu meio. Ou seja, como

pressuposto básico deste modelo tem-se que o crescimento econômico de longo prazo origina-se nas externalidades positivas decorrentes da acumulação de conhecimento tecnológico.

Ainda, como um dos maiores representantes da teoria de crescimento endógeno, Lucas (1988) atribuiu ao estoque de capital humano a manutenção do crescimento sustentado de longo prazo. Para o autor, as diferenças nas taxas de crescimento entre os países são decorrentes primordialmente das diferenças em suas dotações do fator capital humano a longo prazo. Assim, a taxa de crescimento do produto *per capita* dependeria do estoque desse tipo de capital e não mais da dotação inicial dos fatores. No modelo básico apresentado pelo autor, a alocação de capital humano do agente ao longo do tempo afeta constantemente sua produtividade. E, a adição desse fator resulta em efeitos no nível de produção corrente e na sua acumulação futura.

Ao incluir o capital humano na função de produção, permite-se aos agentes a capacidade de modificarem o seu nível de investimento em educação, dando-lhes a escolha de quanto tempo vão se dedicar aos estudos. De acordo Clemente e Higachi (2000), o modelo de Lucas apresenta uma estrutura semelhante ao de Romer, o que os diferencia é a fonte dessas externalidades. Para Lucas (1988), o estoque de capital humano compõe a função de produção, enquanto para Romer (1990) ele é o insumo para o desenvolvimento. Ambos os modelos são pioneiros na busca pela explicação do que determina o progresso tecnológico. Pode-se dizer que uma das possíveis respostas seria o acúmulo de capital humano, dado que este é a chave do crescimento econômico para os referidos autores. Nesta perspectiva, a inserção do capital humano nos modelos de crescimento endógeno possibilita *insights* sobre as relações entre capital humano, crescimento econômico e nível de renda, em uma tentativa de explicar seus diferenciais e não convergência.

2.2 Capital humano e seu efeito sobre o crescimento econômico

O entendimento das habilidades humanas como um bem de natureza econômica é observado desde Adam Smith e Alfred Marshall. Para Smith (1776), o homem tem que viver e manter-se no seu trabalho, assim seu salário deve garantir sua subsistência. Como a força de trabalho é considerada um capital pelos capitalistas, o trabalho pode ser classificado como uma mercadoria. Marshall (1957), por sua vez, estabelece que toda acumulação advinda de

esforços e sacrifícios humanos podem ser definidas como capital, principalmente, aquelas que garantem benefícios futuros. Contudo, apesar do reconhecimento de a habilidade e a capacitação serem fatores impactantes no processo de produção, os autores não os incluíam de forma direta nos modelos (BLAUG, 1985).

A partir do final da década de 1950 e início de 1960, as teorias econômicas de crescimento passaram a incorporar o capital humano. Iniciou-se, então, tentativas de conceituação desse tipo de capital. Sua definição é algo extremamente complexo. Em muitos contextos, ele é classificado apenas como o nível de escolaridade (educação formalmente adquirida) ou, em um conjunto mais abrangente, representar investimentos acumulados que influenciam no bem-estar e produtividade dos indivíduos, empresas e países. O conceito também já foi expandido para definir as ações de formação profissional adquirida fora do sistema formal de ensino, por exemplo, nas escolas profissionais ou nas próprias empresas.

De acordo com Schultz (1961) e Becker (1964), o termo capital humano refere-se a todo conhecimento ou característica, inata ou adquirida, que de alguma forma afeta sua produtividade. Tanto à capacidade, habilidade e experiência quanto o conhecimento formal que as pessoas detêm agregam valor a uma organização. Porém, o capital humano torna-se um ativo intangível, ele não é propriedade das empresas, antes, refere-se às habilidades inerentes ao indivíduo.

Nessa perspectiva, a teoria do capital humano vincula-se à agregação de valores que um indivíduo pode fazer por si próprio e esta pode ser conquistada através de escolaridade, treinamento, qualificação profissional, entre outros tipos de valorização pessoal. O objetivo inicial da teoria é compreender as desigualdades oriundas da educação e da capacitação dos indivíduos. Dentre os principais pensadores do assunto, destacam-se: Jacob *Mincer*, Albert Hirschman, Gary *Becker* e Theodore *Schultz*.

Mincer (1958) destaca a existência de uma correlação entre investimento na capacitação dos trabalhadores e sua renda pessoal. O autor concluiu que a dispersão entre os rendimentos pessoais está associada ao investimento individual realizado em capital humano (definido no trabalho do autor como anos de estudo). Esse investimento afetaria diretamente a produtividade do indivíduo, já que indivíduos mais capacitados tendem a ser mais produtivos, e conseqüentemente, terão remunerações mais elevadas.

Complementando essa ideia, Hirschman (1961) explica que a contribuição do capital humano ao crescimento está relacionada aos desequilíbrios entre as regiões. Em seu trabalho, o autor observa que estas desigualdades se formam devido ao progresso desigual de áreas

específicas, sendo uma delas a educação. Desse modo, uma das alternativas para a redução das disparidades sociais e econômicas seria o investimento em capital humano.

De modo semelhante a esses autores, Becker (1962) argumenta que o capital humano é um conjunto de conhecimento adquiridos a partir da acumulação de conhecimentos gerais ou específicos que contribuem para a formação de riqueza. Para o autor, além do fator educação, o aprendizado advindo da experiência conquistada ao longo dos anos afeta o nível de capital humano. Assim, os indivíduos tomam a decisão de investir tempo e capital, considerando os ganhos futuros que podem ser auferidos. Nesse sentido, o autor argumenta que o nível de capital humano influencia o sistema econômico ao aumentar a produtividade, os lucros, bem como o fornecimento de novos conhecimentos, o que afeta a sociedade de forma individual e/ou coletiva.

Em contrapartida, Schultz (1964; 1973) destacou a qualificação advinda do investimento em educação. Conforme o autor, este investimento elevaria a produtividade dos trabalhadores, assim como o lucro dos capitalistas e, conseqüentemente, o crescimento econômico. Sendo assim, a inclusão do capital humano aos modelos de crescimento seria fundamental para o entendimento da dinâmica da economia de longo prazo. É possível encontrar em Schultz duas formas de se mensurar o capital humano: a quantitativa e a qualitativa. A forma quantitativa relaciona-se ao número de pessoas com alguma capacitação e que participam da produção econômica. Já a qualitativa aborda aspectos de qualificação técnica, conhecimentos, atributos que afetam as habilidades humanas e a produtividade. Ainda, para o autor, o capital humano seria o principal causador dos diferenciais de produto nacional entre os países, nas palavras do autor:

“... a aquisição do conhecimento e a qualificação possuem valor econômico. Esse conhecimento e essa qualificação são em grande parte o produto do investimento e, combinados com outros investimentos explicam o porquê da superioridade tecnológica produtiva dos países mais avançado” (SCHULTZ, 1973, pg. 4).

2.3 O papel do capital humano e os ganhos de produtividade

Em uma perspectiva macro, o interesse especial dado ao capital humano relaciona-se ao processo de crescimento e desenvolvimento econômico, em particular, nos seus efeitos sobre a renda nacional. Isso porque a teoria do capital humano ofereceu suporte teórico para criação de novos modelos e políticas que considerassem a participação do fator no crescimento econômico. Logo, a defesa do investimento no ser humano parece gerar resultados positivos de produção e aumenta a produtividade ao longo do tempo, assim como capital físico e tecnologia. Por isso, a atenção dada ao capital humano relaciona-se à tentativa dos países de alavancarem suas economias, seja via inserção no comércio internacional ou para a própria dinamização de mercado.

Para Berchielli (2000), os investimentos feitos no homem são mais eficientes ao longo do tempo do que aqueles feitos no capital físico como máquinas, equipamentos e instalações. Ao se valorizar a capacitação e o conhecimento, valoriza-se também um conjunto de possibilidades, como os anos de experiência no trabalho e a educação. Segundo o autor, os conceitos construídos a partir do capital humano auxiliam em novas políticas públicas contra a pobreza criando um ambiente positivo para o crescimento.

“Como se sabe, os indivíduos, ao longo da vida, podem adquirir um certo conteúdo de Capital Humano, que influencia diretamente seu desempenho pecuniário. Aqueles com baixo conteúdo de Capital Humano têm baixa produtividade e, por esse motivo, tendem a ser pessoas malsucedidas economicamente, em comparação com os indivíduos de alto conteúdo de Capital Humano. A produtividade, nesse sentido, encontra-se relacionada com o nível de remuneração pessoal, que determina a capacidade do indivíduo consumir mais e melhor, em especial para consumir bens e serviços ligados à educação, à saúde e à nutrição, que aumentam diretamente seu conteúdo do Capital Humano. Esse círculo vicioso, no nosso entender, necessita ser interrompido. Isso torna-se possível quando os indivíduos, por algum mecanismo institucional, obtêm financiamento para seus gastos em educação, para liquidação futura, após a formatura, com rendas pecuniárias maiores provenientes do trabalho mais eficiente e melhor remunerado” (BERCHIELLI, 2000, p. 8).

Sobre esse aspecto, Pereira (2004) explica que o investimento em capital humano transforma os setores da economia (agricultura, indústria, comércio e serviço), os quais passam a produzir produtos com processos produtivos mais intensivos em tecnologia, além de melhorar a competitividade e a capacitação da mão de obra. Esses investimentos aumentam os níveis de produção através de melhorias na qualidade dos seres humanos e em suas capacitações, afetando também o nível de emprego e renda, que passam a se adaptar positivamente à economia internacional e promovem o crescimento sustentado no país.

A literatura confirma que o crescimento está quase sempre associado à existência de uma população com maior nível de instrução, com melhor capacitação para explorar e adotar inovações tecnológicas e de mercado³. Isso desencadeia condições mais eficazes de aproveitamento de benefícios do desenvolvimento social. Essas afirmações se devem ao fato de as políticas de desenvolvimento voltadas para o longo prazo encontrem na defesa do investimento em capital humano um facilitador do processo de ajustamento econômico.

Nesse sentido, é fácil perceber que o capital humano tem sido um importante elemento impulsionador da produtividade e eficiência nas empresas. Azevedo (1992) definiu o investimento em capital humano como aquele que de alguma forma eleva a capacidade produtiva dos indivíduos. Para ele, a acumulação desses gastos constitui um estoque de capital que impacta o produto.

Por outro lado, Ponchirolli (2000) defende que as empresas devem assimilar que os seres humanos, em seu trabalho, não são apenas pessoas movimentando ativos, eles próprios constituem os ativos e podem ser valorizados, medidos e desenvolvidos. Conforme o autor, o sucesso das organizações está intimamente relacionado ao seu pessoal, ou seja, o profissional é responsável pelo aumento da produtividade e qualidade dos seus produtos e/ou serviços bem como pela sua eficiência competitiva no mercado. Deste modo, a função do capital humano é aumentar a produtividade econômica dos indivíduos, assim nota-se que ele

³ No início da década de 1980, alguns autores, como Romer (1986), Romer (1990), Lucas (1988), e posteriormente, Rebelo (1991), Aghion e Howitt (1992), Mankiw et al. (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1992), impulsionados pela teoria do capital humano retomam o interesse pelo crescimento econômico ao incluir em suas análises a economia das ideias e o capital humano. Os trabalhos inovaram ao introduzir o capital humano como fator de produção e na literatura pode-se encontrar vários trabalhos que investigam os determinantes do crescimento e a participação do capital humano neste processo. Pode-se citar Kormendi e Meguire (1985), Levine e Renelt (1992) e Podrecca e Carmeci (2001) que investigam a transição do crescimento. Adicionalmente, tem-se os trabalhos que investigam o capital humano no progresso tecnológico e no processo de inovação, para Arvanitidis et al. (2007), o progresso tecnológico (inovação) é um dos grandes fatores condicionantes da dinâmica do crescimento econômico no sentido de proporcionar um aumento na produtividade. Ainda nesta perspectiva, considerando o progresso tecnológico com endógeno, podemos citar Lichtenberg (1993), Barro (2001), Hermes e Lensink (2000), Verspagen (2002), Ulku (2004), Lensink e Morrissey (2006), Vieira e Veríssimo (2009), Cândido (2010).

desempenha papel semelhante ao do capital físico, visto que ambos aumentam a capacidade de produção da empresa. De fato, a eficiência de uma organização decorre da acumulação de capital físico sob a forma de investimentos em máquinas, equipamentos e instalações, assim como o capital humano é adquirido através de investimentos em educação e capacitação dos profissionais. Assim, no âmbito da teoria de crescimento endógeno, o capital humano é um *input* produtivo e sua acumulação parece afetar a taxa de crescimento.

2.4 Descrição formal e métrica dos modelos de crescimento endógeno

O estudo acerca da economia das ideias, enfatizando o papel do conhecimento e do capital humano, foi o ponto de partida para o desenvolvimento da teoria de crescimento endógeno. Com a finalidade de explorar as forças econômicas que estão por trás do progresso tecnológico, os modelos endógenos consideram a tecnologia como o principal transformador de insumos em produtos, sendo esta aperfeiçoada através do conhecimento e das ideias⁴ (ANDRADE, 2006).

O diferencial dos trabalhos que reconheceram os aspectos endógenos do crescimento econômico em relação ao trabalho de Solow (1956) foi a constatação de externalidades positivas geradas pelo investimento em conhecimento ou capital humano. Romer (1986) foi um dos primeiros a tratar o progresso tecnológico como endógeno, sendo seguido por Lucas (1988). A hipótese básica dos autores é que o capital humano pode contribuir para o progresso técnico e o nível de renda dos países, além de ser um dos responsáveis por seu diferencial.

Os efeitos do capital humano e do conhecimento no crescimento os modelos endógenos geralmente são formalizados de duas formas. A primeira envolve a introdução de uma variável de estoque de capital humano como um *input* (recurso ou insumo) à função de produção agregada, ligando a produção nacional ou regional ao estoque de insumos produtivos (geralmente de emprego e capital físico) e à um índice de eficiência técnica (ou PTF). A outra atribui ao capital humano um caráter determinante da taxa de progresso tecnológico (isto é, a taxa de crescimento da PTF).

⁴ Para Jones (2000), a habilidade de transformação das ideias relaciona-se ao seu caráter não rival o que garante, também, à existência de retornos crescentes em um ambiente competitivo, visto que a busca de novas tecnologias incentiva as empresas maximizadoras a investirem na criação de novas ideias.

Sobre essas métricas e formalizações, De La Fuente (2011) afirma que considerar o capital humano como determinante do progresso tecnológico envolve a especificação de uma função do progresso técnico. Logo, é preciso incluir em suas variáveis alguns indicadores de investimento em P&D e uma medida do "gap tecnológico", que é a distância entre a tecnologia produtiva adotada e a melhor prática da fronteira.

2.4.1 O modelo de crescimento de Lucas

Ao considerar o conhecimento como forma de capital, é natural que aconteçam mudanças na formalização dos modelos de representação do crescimento. Para Romer (1988), os modelos exógenos neoclássicos não poderiam mais representar o processo de crescimento, pois o conhecimento gera **externalidade natural**. Assim, é possível reconhecer que a criação de um novo conhecimento por uma firma possui efeito externo de produção sobre outras firmas. Nesse sentido, a produção de bens como uma função do estoque de capital humano pode exibir retornos crescentes.

Assim como Romer, Lucas (1988) fez adaptações ao modelo neoclássico de crescimento exógeno. O autor implementou duas adaptações que incluíssem os efeitos da acumulação de capital humano ao modelo. A primeira consiste em manter o modelo original e considerar a interação existente entre o capital físico e humano e a segunda considera um sistema em que o capital humano é especializado e é acumulado via educação formal e “aprendendo fazendo” (*learning by doing*).

Em sua primeira proposta, Lucas constrói um modelo em que há apenas um setor com uma trajetória de equilíbrio e outra trajetória ótima e incorporada dos efeitos da acumulação de capital humano. O principal objetivo é compará-las e obter conclusões referentes ao progresso tecnológico. Para tal, utiliza-se um modelo exógeno, baseado no trabalho de Solow (1956), e assume algumas das tradicionais hipóteses dos modelos: economia fechada, mercado competitivo, agentes racionais, taxa de retorno constante da tecnologia e existência de N trabalhadores. Nesse modelo, a produção *per capita* de um bem é composta pelo consumo (c) e a acumulação de capital, cujo estoque é dado por (K) e sua taxa de variação é \dot{k} , em que a produção total é representada por:

$$y = Nc + \dot{k} \tag{1}$$

Tal como no modelo de Solow (1956), a produção é dada pelos níveis de tecnologia, capital e trabalho e se expressa pela função:

$$Nc + \dot{k} = AK^\beta N^{1-\beta} \quad (2)$$

em que A é o progresso tecnológico e $0 < \beta < 1$ representa a taxa de crescimento do progresso tecnológico. No modelo exógeno, há apenas uma trajetória constante de crescimento da renda *per capita*, no entanto, na ausência de equilíbrio estacionário e ao incorporar o capital humano no modelo, Lucas (1988) demonstra que não há, necessariamente, apenas uma trajetória constante de crescimento do produto e capital.

O autor considera o capital humano como um impulsionador do crescimento, no qual o produto final da economia é fruto de interações do capital físico e humano. Lucas sugere ainda que a trajetória de alocação das várias atividades do indivíduo ao longo do tempo afeta a sua produtividade corrente e o nível de capital humano $[h(t)]$ em períodos futuros. Ao introduzir o capital humano formalmente no modelo, atribui-se a cada trabalhador N um nível de experiência (h) que se estende de 0 à ∞ , tal que:

$$N^e = \int_0^{\infty} N(h)dh \quad (3)$$

Assim, cada trabalhador irá devotar uma fração $u(h)$ do tempo disponível do seu “não lazer” para a produção corrente, o restante $[1-u(h)]$ será destinado para a acumulação de capital humano. Desse modo, a força de trabalho efetiva é ilustrada pela experiência dedicada à produção, segundo a expressão (4).

$$N^e = \int_0^{\infty} u(h)N(h)dh \quad (4)$$

em que u_t representa a fração de tempo dedicada à produção. O nível de produção, bem como a trajetória de alocação de atividade no tempo corrente são afetados, o que modifica a acumulação de capital humano. A ideia é que um trabalhador altamente qualificado pode usar mais bens de capital do que um trabalhador pouco qualificado. Portanto, o nível de

produção será mais elevado quanto maior for o nível de capital humano na economia (JONES, 2000).

No modelo, o nível médio de experiência é dado por:

$$h_a = \frac{\int_0^{\infty} u(h)N(h)dh}{N(h)} \quad (5)$$

Lucas (1988) considera $h(a)$ como *efeitos externos da produtividade*, ou seja, o nível médio de habilidade do capital humano que contribui para a produtividade de todos os fatores de produção. Já os efeitos do capital humano, no tocante à sua própria produtividade, são considerados como *efeitos internos da produtividade*. Para simplificar a análise, o autor passou a considerar todos os trabalhadores como idênticos, com o mesmo nível de experiência e com uma alocação de tempo (u). Assim, a força de trabalho efetiva pode ser representada por:

$$N^e = uhN \quad (6)$$

Diante dessa hipótese, a função da produção (2) passa a ser representada por:

$$Y = Nc + \dot{k} = AK^\beta [uhN]^{1-\beta} h_a^\gamma \quad (7)$$

em que (h_a^γ) capta os efeitos externos do capital humano e assume-se o nível de tecnologia (A) como constate. No modelo, a tecnologia está fortemente relacionada ao capital humano e sua acumulação $(1 - u)$ está ligada à taxa de crescimento da experiência (\dot{h}) ao longo do tempo. Essa taxa de crescimento é caracterizada como um resultado do esforço devotado à aquisição de mais capital humano.

$$\dot{h} = h^{\delta^5} (1 - u) \quad (8)$$

⁵ Se $\delta < 1$ o capital humano não servirá como alternativa, ou seja, como motor para o crescimento em termos tecnológicos $A(t)$. Se $\delta > 1$, ocorrerá uma expansão da acumulação de capital humano ao longo do tempo. Para simplificar os cálculos o autor considera $\delta = 1$. Assim, a taxa de crescimento da acumulação de capital humano passa a ser representada por: $\dot{h} = h(1 - u)$.

Como no modelo exógeno de Solow (1956), a economia é fechada, a população cresce a uma taxa constante. Ao considerar a presença de efeitos externos (h_a^Y), a trajetória de equilíbrio e de crescimento ótimo não são coincidentes, mas ao maximizar as escolhas de K, h, c e u sujeitos a restrição $h = h_a$ é possível compará-las. O resultado da maximização representa a taxa de crescimento de equilíbrio e competitiva ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado. O expoente δ mensura o efeito de um aumento no conhecimento do trabalhador (por exemplo, a ampliação do nível de educação) sobre a trajetória de crescimento do capital humano ao longo do tempo.

Nessa perspectiva, o autor conclui que na presença de efeitos externos o capital físico cresce mais rápido que o humano. Logo, ao incorporar o capital humano na trajetória eficiente faz-se com que a renda *per capita* e o capital cresçam sem restrições, ao contrário do que afirma o modelo exógeno simples.

No que se refere à segunda formulação do modelo apresentado por Lucas (1988), é possível observar o efeito *learning by doing*, em que o crescimento do capital humano é uma função positiva do esforço devotado para a produção de um novo bem. Em outras palavras, na medida em que o trabalhador se dedica à produção de um determinado bem, ele consegue se especializar na produção do mesmo. Neste modelo, toda a acumulação de capital humano é resultante do chamado *learnig by doing*, o que destaca a importância da produção de muitos bens de consumo para a abertura de novas possibilidades em termos de interação econômica, envolvendo de um lado o comércio internacional e, de outro, o processo de crescimento econômico.

Nessa modelagem, existem dois bens de consumo produzidos com tecnologia ricardiana, em que h é interpretado como um resultado do processo *learning by doing*. Esse processo considera que a taxa de crescimento de h aumenta na medida em que expandem-se os esforços de u devotado para a produção de um bem i , equação (7), e nesse caso, a acumulação de capital humano passa a ser descrita por:

$$\dot{h} = h_i N_i u_i \quad (9)$$

Logo, o capital humano cresce conforme a disponibilização da mão de obra e h_i torna-se o efeito *learning by doing*, cujos os efeitos são, por hipótese, externos. Inicialmente, o crescimento do capital humano ocorre rapidamente e vai declinando até cessar. Novos bens

são inseridos continuamente na economia e o capital humano e aprendizado passam a ser incorporados (herdados) pelas produções futuras.

Em ambos os modelos elaborados por Lucas, a acumulação de capital humano atrela-se ao dispêndio de utilidade corrente, em que o sacrifício é realizado mediante ao tempo empregado ao “não lazer”.

Pensando nisso, o presente trabalho adotou a variável capital humano como um *input* na função de produção, considerando os aspectos incorporados ao modelo de crescimento desenvolvido por Lucas (1988). A escolha do modelo justifica-se pela presença de externalidades, ausência de retornos decrescentes do capital e por se tratar de um modelo que incorpora os efeitos da acumulação de capital humano na trajetória de crescimento eficiente.

3. METODOLOGIA

3.1 Proposta de um modelo econométrico para analisar os efeitos do capital humano no crescimento econômico brasileiro

Para o presente trabalho, a escolha das variáveis foi fundamentada em características do modelo de crescimento endógeno proposto por Lucas (1988). Portanto, foram realizadas algumas alterações considerando aspectos observados na literatura empírica acerca da relação entre capital humano e crescimento. Nesse sentido, buscou-se estimar as relações existentes entre o estoque de capital humano e o crescimento da indústria de transformação brasileira, por meio de dados em painel dinâmico. A equação representativa do modelo para a taxa de crescimento do produto das empresas pode ser descrita pela expressão (10).

$$Y_{it} = \beta_0 + \alpha Y_{i,t-1} + \beta_1 A + \beta_{2i} \text{capitalfisico} + \beta_{3i} \text{trabalhadores} + \beta_{5i} \text{capitalhuman} + u_{it} \quad (10)$$

em que Y_{it} é o produto da empresa i no tempo t ; $Y_{i,t-1}$ é o produto da empresa i no tempo $t-1$, o que confere o comportamento dinâmico do modelo; α é o escalar que reportará o efeito do produto no tempo passado sobre o produto presente; A é o parâmetro do progresso tecnológico; *capitalfisico* é o estoque de capital físico no tempo corrente; *trabalhadores* é número de trabalhadores ocupados na produção; *capitalhuman* é o índice de capital humano⁶ mensurado a partir dos gastos realizados com treinamento, aquisição de *software*, número de especialistas, mestres e doutores direcionados a inovação e o grau médio de educação formal do setor; e, por fim, u_{it} é o termo de erro.

No presente estudo, ao considerar os modelos de crescimento endógeno e os pressupostos da teoria de capital humano propõe-se a utilização de três modelos econométricos para comparação. O conjunto de variáveis que captam o efeito do capital humano sobre o produto das empresas e utilizadas como *proxy* para o capital humano são descritas a seguir, modeladas a partir da equação (10), a principal diferenciação entre as abordagens é a composição do capital humano, a saber:

⁶ Ver: Cangussu, Nakabashi e Salvato (2010); Moreira (2014); Dias et. all (2013); Duy et.all (2013)

a) Modelo I: Gastos com P&D, treinamentos e conhecimento externo como *proxy* para o capital humano

No modelo I adota-se como *proxy* para o capital humano os gastos realizados com fatores que o impactam, sendo eles: gastos com P&D interno e externo, treinamento e compra de *software* e conhecimentos externos. Dessa forma, tem-se:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \delta \ln Y_{it-1} + \beta_1 \ln PTF_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln H_{it} \quad (11)$$

em que, **H** representa os gastos com capital humano.

b) Modelo II: Um índice, elaborado a partir de uma análise fatorial, como *proxy* para o capital humano

Neste modelo utiliza-se a técnica de análise fatorial para construção de um índice como *proxy* do capital humano, como descrito anteriormente. No modelo temos:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \delta \ln Y_{it-1} + \beta_1 \ln PTF_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln ICH_{it} \quad (12)$$

cujo *ICH* é o índice de capital humano.

c) Modelo III: gastos com capital humano e índice de capital humano

Por fim, no terceiro modelo utiliza-se a junção dos gastos com capital humano e o índice previamente construído como *proxy*. No modelo tem-se:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \delta \ln Y_{it-1} + \beta_1 \ln PTF_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln H_{it} + \beta_5 \ln ICH_{it} \quad (13)$$

Em suma, as variáveis adotadas apresentam caráter quantitativo do capital humano. O ideal seria que, simultaneamente, estabelecêssemos uma relação qualitativa da variável. No entanto, estabelecer uma *proxy* para essa finalidade seria desafiador visto que a literatura ainda não é consensual acerca dessa abordagem.

3.1.1 Painel dinâmico como estratégia econométrica para analisar o crescimento econômico a dado nível de capital humano no Brasil

Os modelos de painel dinâmico emergiram com o objetivo de captar o caráter dinâmico existente entre as variáveis econômicas. A utilização desses modelos tem sua justificativa associada ao caráter dinâmico e sistemático de muitas séries econômicas, ou seja, ao fato de se relacionarem umas com as outras e com seus valores passados, como é o caso do crescimento econômico.

Para Baltagi (2005), uma das vantagens dessa modelagem é a melhor compreensão das condições de ajustamento do modelo econométrico. Os painéis dinâmicos são definidos pela presença da variável dependente defasada (em *lags*) dentre os regressores. Este procedimento permite o controle de uma potencial correlação entre os valores passados ($t-1$) da variável dependente e os valores contemporâneos (t) das demais variáveis explicativas, o que elimina a existência de possíveis fontes de viés dos estimadores associadas a essa correlação. Em suma, os modelos de painel dinâmico incluem uma variável defasada considerando-a endógena e, ao contrário dos modelos de painel estático que podem fornecer estimadores viesados na presença de variáveis defasadas, eles fornecem valores não viesados e consistentes.

Embora alguns autores defendam que painéis dinâmicos devam ser usados apenas em modelo de previsão, Hsiao (2003), Sun (2000) e Marques (2000) comprovam a eficiência do método na estimação do impacto de variáveis sobre o comércio. Os autores ressaltam que este modelo deve ser utilizado quando se comprova que a variável dependente é correlacionada com seu valor nos períodos anteriores e quando a quantidade de períodos é pequena para um número elevado de observações.

Uma das vantagens de se considerar a defasagem da variável explicativa, o produto, é a consideração de seu aspecto temporal sem gerar distorções aos resultados. A utilização de painéis dinâmicos, principalmente a utilização do método GMM, fornece valores mais coesos e reais as análises.

Apresentados originalmente por Arellano e Bond (1991), Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998), a estimação dos painéis dinâmicos são realizadas através dos momentos generalizados (GMM). A técnica dos momentos generalizados é baseada no conjunto de ortogonalidades da população, em que o principal conceito dos momentos generalizados é diminuir a distância existente entre o momento amostral e o populacional. Diante deste preceito, o estimador GMM é o parâmetro que minimiza esse escalar e aproxima os momentos.

O estimador (GMM) elaborado por Arellano e Bond (1991) instrumentaliza as variáveis explicativas em diferença (ΔX_{it}), ou seja, a proposta é a utilização de todas as defasagens da variável dependente. Contudo, para Perez-Truglia (2009), apesar de eficiente, a modelagem pode apresentar algumas inconsistências, uma vez que no estimador utiliza as defasagens em nível como instrumento, os quais podem ser fracos para as variáveis não estritamente exógenas, caso estas defasagens sejam caracterizadas como um passeio aleatório.

Com o intuito de mitigar o problema de instrumentos fracos, Arellano e Bover (1995), e Blundell e Bond (1998) elaboraram modificações ao método tradicional de GMM e construíram o *GMM System*, o qual foi adotado como método nas estimativas deste trabalho. Essa ação inclui uma restrição adicional, em que o termo de perturbação (erro) e a variável defasada não estão correlacionados, o que aumenta a eficiência devido à presença de mais instrumentos. Na equação em diferença, as variáveis em diferença (ΔX_{it}) são instrumentalizadas com suas defasagens disponíveis em nível. Já na equação em nível, as variáveis em nível são instrumentalizadas com defasagens adequadas às suas próprias primeiras diferenças. Vale ressaltar que o método GMM corrige o viés de efeitos fixos e elimina qualquer endogeneidade que possa surgir da correlação dos efeitos específicos de cada empresa com as variáveis independentes (BALTAGI *et. al*, 2009).

No presente estudo a relação dinâmica do modelo é representada pela presença da variável defasada do produto total entre os regressores do modelo (expressão 10). O termo de erro u_{it} pode ser decomposto em $u_{it} = \mu_i + \eta_{it}$. Eles são classificados como independentes e identicamente distribuídos (*i.i.d.*). O componente μ_i representa os efeitos fixos individuais específicos de cada empresa e são fixos no tempo. O η_{it} expressa os choques específicos a cada empresa e variam ao longo do tempo, sendo eles heteroscedásticos e não correlacionados entre os indivíduos. Assume-se então, que:

$$E(\mu_i) = E(\eta_{it}) = E(\mu_i, \eta_{it}) = 0. \quad (14)$$

$$E(\eta_{it}, \eta_{js}) = 0 \text{ para cada } i, j, t, s \text{ com } i \neq j$$

Quanto à consistência da utilização desses modelos de painel, Arellano e Bond (1991) propõem dois testes de especificação para avaliar a robustez e consistência do modelo. O primeiro limita-se em testar a existência de autocorrelação nos resíduos estimados, em que o esperado é que os erros se correlacionem em primeira ordem, mas não em segunda. O segundo teste consiste na hipótese de superidentificação do modelo, Sargan (1958; 1988), em que se verifica se o conjunto de instrumentos utilizados é válido e ortogonal aos resíduos estimados sob a condição de falha em rejeitar a hipótese nula indicando a robustez dos instrumentos (ARAÚJO, 2009)⁷.

3.2 Fonte e tratamento dos dados

O presente estudo tem como proposta investigar o efeito do capital humano na indústria de transformação brasileira, considerando sua organização de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e o padrão de intensidade tecnológica estabelecidos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dessa forma, a execução deste estudo envolveu a união e compatibilização de duas bases de dados, a PIA e a PINTEC, ambas coletadas e tabeladas pelo IBGE. Divulgadas e indexadas na CNAE, elas estendem-se as empresas que atuam no território nacional e possuem registro no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda (CNPJ) e estão classificadas no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) como “industriais ativas”. Essas características viabilizam a correspondência entre as duas pesquisas.

O ajustamento dos dados foi feito a partir da execução de três etapas: a compatibilização dos códigos CNAE, conforme a intensidade tecnológica auferida na produção, a transformação da PIA, via *collapse mean* e a junção das bases de dados

⁷ O Teste Sargan consiste em um teste de restrições de sobre-identificação. A hipótese nula conjunta é que os instrumentos são instrumentos válidos, isto é, não correlacionados com o termo de erro e que os instrumentos excluídos são corretamente excluídos da equação estimada. Sob a nula, a estatística de teste é distribuída como qui-quadrado no número de restrições de sobre-identificação. Uma rejeição coloca em dúvida a validade dos instrumentos. Para mais detalhes, ver artigo: *The Estimation of Economic Relationships Using Instrumental Variables* (1958).

supracitadas referenciado-as através do CNPJ e o ano da pesquisa. Com isso, foi possível configurar o painel dinâmico. O fluxograma da Figura 1 apresenta uma ideia geral das etapas de elaboração do painel.

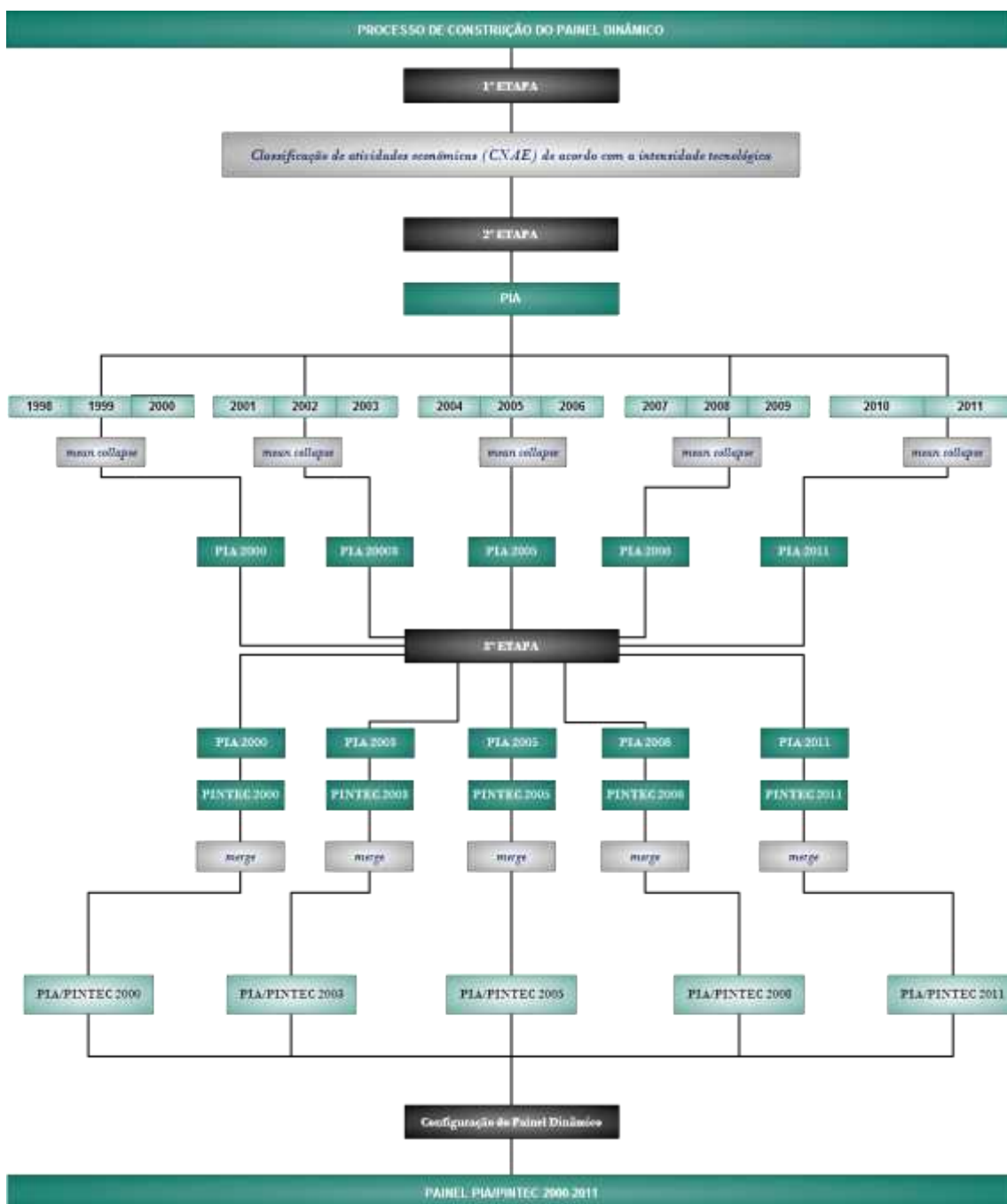


Figura 1: Detalhamento do processo de construção do Painel Dinâmico para a pesquisa
Fonte: elaboração própria

a) Pesquisa Industrial Anual (PIA)

A PIA tem por objetivo descrever estruturalmente as atividades da indústria no Brasil, identificando as transformações ao longo do tempo, através de levantamentos anuais de informações. Em sua classificação básica, para a amostra, a pesquisa avalia a concentração da atividade produtiva e o porte da empresa, considerando aquelas com cinco ou mais pessoas ocupadas. A pesquisa tem por unidade investigativa a “empresa industrial”, caracterizada como a firma ou razão social que engloba atividades produtivas em uma ou mais localidades (IBGE, 1998).

Como metodologia de coleta de dados, a pesquisa utiliza dois questionários distintos: completo e simplificado. O modelo completo integra as empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas classificadas no CEMPRE (1999), diferenciando as unidades locais produtivas. Já o modelo simples aplica-se àquelas empresas que apresentavam de 01 a 29 pessoas ocupadas e investiga apenas informações em nível da empresa.

A caracterização da estrutura industrial adotada pela pesquisa tem enfoque na organização da produção e no resultado da atividade industrial, em termos de produto produzido. Os dados coletados são direcionados a características da força de trabalho, consumo intermediário, geração de renda, pagamentos de impostos e investimento. A pesquisa apresenta desdobramento das informações em dois estratos: PIA – empresa e PIA – produto. A primeira contempla informações econômico-financeiras das empresas e suas unidades locais e a segunda responde informações de quantidades e valor no nível de produto (IBGE, 2004). Para o trabalho, utilizou-se apenas as informações no âmbito de empresa

b) Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica

A PINTEC, por sua vez, tem como propósito principal a construção de indicadores nacionais das atividades de inovação tecnológica nas empresas industriais, considerando as recomendações internacionais em termos conceituais e metodológicos (PINTEC/IBGE, 2000).

A referência conceitual e metodológica da PINTEC é baseada na terceira edição do Manual de Oslo (OSLO, 2005) e, mais especificamente, no modelo proposto pela Oficina de Estatística da Comunidade Europeia (*Statistical Office of the European Communities – Eurostat*), consubstanciados nas versões 2008 e 2010 da *Community Innovation Survey –*

CIS, do qual participaram os 15 países-membros da comunidade europeia. Seguindo tais referências, as informações concentram-se nas inovações de produto e processo, porém, são incorporadas em seu escopo as inovações de natureza organizacional e *marketing*.

Estão incluídas na amostra da PINTEC empresas que apresentam um universo de 10 ou mais pessoas ocupadas, em que as atividades contempladas concentram-se nas seções B e C (Indústrias extrativas e Indústrias de transformação, respectivamente), seção D (Eletricidade e gás) da CNAE.

Para este estudo, adotou-se uma abordagem do “sujeito”, ou seja, as informações coletadas referem-se ao comportamento, às atividades empreendidas e aos impactos e fatores que influenciam a empresa e que de alguma forma se relacionam com o processo de inovação, considerando principalmente os obstáculos e incentivos, em que a unidade investigativa da pesquisa é a empresa (PINTEC/IBGE, 2000).

3.2.1 Compatibilização das fontes de dados

Com o intuito de realizar a compatibilização da PIA e PINTEC foram utilizados os CNPJ's das empresas selecionadas, assim, mantiveram-se na amostra apenas aquelas empresas coincidentes nas duas pesquisas. Porém, devido ao caráter sigiloso das informações analisadas, geraram-se códigos de identificação (id) de acordo com o ano da pesquisa, o que garantiu o anonimato das empresas participantes da amostra.

Como descrito anteriormente, a PIA é uma pesquisa realizada anualmente, enquanto a pesquisa PINTEC é feita num período de três (03) anos. Diante dessas diferenças, foi necessário à construção de uma média entre três anos de pesquisa, compondo um respectivo para a PINTEC. Esse procedimento foi realizado a partir de um comando denominado de “*collapse*” encontrado no *software STATA*. O comando “*collapse*” faz um resumo de um conjunto de dados estatísticos e reporta os resultados. Para o presente estudo, o “*collapse mean*” construiu uma média dos valores a cada três anos da PIA, gerando assim, uma referência temporal para os anos 2000, 2003, 2005, 2008 e 2011 das PINTEC's o que permitiu a compatibilização das duas pesquisas em uma base única.

3.2.2 Compatibilização da classificação nacional de atividades econômicas

A primeira etapa de construção da base de dados consistiu em compatibilizar a CNAE⁸ no decorrer dos anos. Essa classificação categoriza os setores da indústria brasileira, padronizando-os a partir de suas características produtivas. Atualmente, essa categorização é realizada pela CNAE 2.0. No entanto, durante o período analisado, ela sofreu algumas modificações, desencadeando assim, a necessidade de uma adequação para correspondência entre os dados de todos os anos.

Inicialmente, a adaptação dos dados foi realizada no próprio *software STATA* a partir de tabelas de compatibilização ou correspondência, que traduziam as diferenças de classificações⁹. Entre os anos de 1998 e 2011, a CNAE sofreu duas alterações significativas. No período de abril/2003 a março/2007, as atividades econômicas passaram a ser classificadas pela CNAE 1.0 e, posteriormente, em abril/2007 entra em vigor a CNAE 2.0. Em suma, essa etapa baseou-se na transformação dos códigos CNAE dos anos de 1998 a 2003 em CNAE 1.0 e, em seguida, os códigos CNAE 1.0 em CNAE 2.0. O que promoveu a padronização da classificação de atividades de toda a amostra para CNAE 2.0.

Na prática, esses procedimentos foram realizados pelos comandos “*merge*” e “*rowtotal*”. Eles unem e comparam as duas tabelas (original e de correspondência), mantendo os códigos iguais e alterando aqueles que se modificaram para o correto, ou seja, adotando o da CNAE de referência.

3.2.3 Variáveis utilizadas

Ao assumir o comportamento dinâmico do processo de crescimento econômico, bem como a participação do capital humano em sua trajetória, faz-se necessária a escolha das variáveis que permitam a avaliação do efeito do capital humano sobre o crescimento do produto das empresas analisadas. A Tabela 1 apresenta a descrição dessas variáveis e as classificações conforme a fonte a qual pertencem (PIA ou PINTEC).

⁸ A CNAE é o instrumento de padronização nacional dos códigos de atividade econômica e dos critérios de enquadramento utilizados pelos diversos órgãos da Administração Tributária do país. Nela é possível observar um detalhamento das atividades econômicas e dos agentes econômicos que estão envolvidos na produção de bens e serviços. Compreendendo informações de estabelecimentos de empresa pública ou privada, instituições sem fins lucrativos e agentes autônomos.

⁹ Essas tabelas podem ser consultadas em anexo e foram construídas para facilitar os procedimentos metodológicos.

Tabela 1: Descrição das variáveis utilizadas na pesquisa

Fonte de dados	Variáveis	Descrição
PINTEC	Técnicos	Nº de técnicos
	Graduados	Nº de graduados
	Mestres	Nº de mestres
	Doutores	Nº de doutores
	Fin_priv	Origem dos gastos com financiamento
	Fin_pub	Origem dos gastos com financiamento
	Gastos_conh_ext	Gasto com aquisição de conhecimentos externos
	Gastos_software	Gastos com <i>softwares</i>
	Gastos_totais_capitalhumano	Gastos totais com o conhecimento e P&D
	Gastos_treinamento	Gastos com treinamento
Pd_externo	Gastos com totais com P&D	
Pd_interno		
PIA	Aquisições_edificações	Aquisições próprias com terrenos e edificações
	Aquisições_transporte	Aquisições de meios de transporte
	Aquisições_capitais	Aquisições de capitais
	Aquisições_máquinas	Aquisições de terceiros com máquinas e equipamentos industriais
	Aquisições_máquinas_próprias	Aquisições próprias com máquinas e equipamentos industriais
	Aquisições_terrenos	Aquisições de terceiros com terrenos e edificações
	Aquisições_totais	Aquisições totais
	Arrendamento_merc	Arrendamento mercantil
	Baixa_aquisições	Baixas de aquisições
	Baixa_ativo_total	Baixas de ativo total
	Depre	Estoque do ano anterior (depreciações, variações monetárias, despesas financeiras e resultados negativos de participações societárias e cotas).
	Estoque_total	Estoque total da empresa
	Gasto_pessoal_ocupado	Gastos totais com pessoal ocupado
	Melhorias	Melhorias de bens, equipamentos e espaço
	Outras_aquisições	Outras aquisições
	Pessoal_ocupado	Pessoal ocupado
	PO_med	Pessoal ocupado médio no ano
	Receita_bruta	Receita bruta total
Receita_bruta_vendas	Receita bruta de vendas	
Receita_liq_industrial	Receita líquida industrial	
Receita_liquida_vendas	Receita líquida de vendas da empresa	

	Receita_total	Receita total da empresa
	Receitas_financeiras	Receitas financeiras
	VTI	Valor de transformação industrial

Nota: * Em alguns anos é excluído do cálculo de gastos com capital humano a variável Gastos com *software* devido à falta de informação; ** Algumas variáveis são a junção de outras variáveis que estão descritas nos dicionários de variáveis disponibilizados pelas pesquisas, PIA e PINTEC.

Fonte: elaboração própria.

A partir da codificação de dois (02) dígitos da CNAE 2.0, as empresas foram classificadas pelo grau de intensidade tecnológica proposta pela OECD (2003). A classificação tecnológica da OCDE foi registrada por Hatzichronoglou (1997). Nela considera-se o nível tecnológico específico do setor (medido pela razão entre as despesas com P&D e o valor adicionado de produção) e a tecnologia incorporada nas compras de bens de capital e intermediários. Dessa maneira, a classificação corresponde a uma agregação de setores econômicos em **estratos**, classificando as empresas que os compõem em: **alta, média-alta, média-baixa e baixa tecnologia** (IPEA, 2014). Na Tabela 2, observa-se a correspondência entre a classificação OECD para intensidade tecnológica e a divisão setorial das atividades econômicas propostas pela CNAE 2.0.

Tabela 2: Classificação das atividades industriais por intensidade tecnológica e grupos CNAE que compõem a indústria de transformação

CNAE	Descrição de atividade	Intensidade
10	Fabricação de produtos alimentícios	Baixa intensidade
11	Fabricação de bebidas	Baixa intensidade
12	Fabricação de produtos do fumo	Baixa intensidade
13	Fabricação de produtos têxteis	Baixa intensidade
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Baixa intensidade
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	Baixa intensidade
16	Fabricação de produtos de madeira	Baixa intensidade
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa intensidade
18	Impressão e reprodução de gravações	Baixa intensidade
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Média – baixa intensidade
20	Fabricação de produtos químicos	Média – alta intensidade
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta intensidade
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média – baixa intensidade
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média – baixa intensidade
24	Metalurgia	Média – baixa intensidade
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média – baixa intensidade
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta intensidade
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média – alta intensidade
28	Fabricação de máquinas e equipamentos	Média – alta intensidade
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Média – alta intensidade

30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média – alta intensidade
31	Fabricação de móveis	Baixa intensidade
32	Fabricação de produtos diversos	Baixa intensidade
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos.	Média – baixa intensidade

Fonte: elaboração própria a partir da classificação tecnológica proposta pela OCDE.

A fim de fornecer um melhor desempenho, auxiliando na codificação do *software* estatístico, foram atribuídos às empresas os códigos: (1) para baixa intensidade; (2) para média – baixa intensidade; (3) para média – alta intensidade; e (4) para alta intensidade.

Feito todo esse procedimento, as empresas foram identificadas por tamanho e agrupadas, conforme sua receita, seguindo a classificação de porte de empresa sugerida pelo BNDES (2015), como pode ser visto na Tabela 3, no entanto para as estimações incorpora-se micro e pequenas empresas a média, tornando-as uma categoria apenas.

Tabela 3: Classificação de porte da empresa segundo BNDES (2015)

Porte	Média de Faturamento Anual
Micro e pequena empresa	Até R\$ 2,4 milhões até R\$ 16 milhões
Média empresa	Acima de R\$ 16 milhões até R\$ 90 milhões
Média-grande	Acima de R\$ 90 milhões até R\$ 300 milhões
Grande empresa	Acima de R\$ 300 milhões

Fonte: elaborado a partir da nota técnica de apoio a pequenas e médias empresas (BNDES, 2015).

3.2.4 Construção de variáveis específicas para os modelos

Para atender às estimações dos modelos propostos anteriormente, torna-se necessária à construção de algumas variáveis para a modelagem, que neste caso são: o estoque de capital físico, o progresso técnico (mensurada através da produtividade total dos fatores) e a acumulação de capital humano (medida pelos investimentos diretos em treinamento, P&D, aquisições de *software*, conhecimento externo e um índice fatorial).

a) Estoque de capital físico

Para a construção do estoque de capital físico, propõe-se uma abordagem semelhante à utilizada por Easterly e Levine (2001) e Moreira (2014), cujo nível de capital físico foi calculado por meio de uma *proxy* que engloba o valor total dos investimentos realizados em capital fixo de cada empresa (aquisições de ativos tangíveis, estoque de produção, assim como máquinas, equipamentos e edifícios).

Nesta perspectiva, o nível de capital físico é calculado por meio do método do inventário perpétuo, representado pelo estoque de capital do ano anterior acrescido dos investimentos realizados¹⁰. Dessa forma, considera-se a formação ou acumulação do capital durante os anos analisados e assume-se uma depreciação constante para todos os setores da indústria brasileira, conforme pode ser visto na expressão (14).

$$K_{it} = \text{capital}_{i,t-1} * 0,95 + \text{Invest} \quad (14)$$

em que *invest* é a soma dos valores das aquisições totais e dos gastos com melhorias subtraído as baixas dos ativos totais. Esta variável pode ser observada por meio da expressão (15).

$$\text{Invest} = [(\text{aquisicao}_{total} + \text{gastos_melhorias}) - \text{baixa_ativos_totais}] \quad (15)$$

Para o cálculo do estoque de capital inicial, diga-se $t = 0$, propôs-se uma média entre os estoques de capital dos anos analisados, considerando as depreciações (expressão 16).

$$\text{capital}_{zero} = \text{média}(\text{depre}_{it}) \quad (16)$$

em que *depre* representa o estoque de capital dos anos analisados acrescido de suas depreciações, variações monetárias passivas¹¹, despesas financeiras¹² e resultados negativos

¹⁰ Foi considerada uma taxa de depreciação de aproximadamente 5% ao ano, seguindo Jones (1998).

¹¹ Considera-se variações monetárias passivas a despesa relativa às perdas monetárias resultantes da atualização dos direitos de crédito e das obrigações calculadas com base em índices ou coeficientes aplicáveis por disposição legal ou contratual ou por variações nas taxas de câmbio e despesas decorrentes de correção monetária.

¹² Adota-se como variações financeiras valor pago ou creditado a título de contraprestação de arrendamento mercantil decorrente de contratos celebrados, as despesas relativas a juros, aos descontos de títulos de créditos, ao deságio na colocação de debêntures ou outros títulos.

de participações societárias e em cota de participação¹³. A escolha das variáveis baseou-se no trabalho de Messa (2014).

b) Progresso tecnológico

O conceito de produtividade, inserido por Solow em 1956, define que um dos determinantes do crescimento econômico consiste na significativa diferença entre as taxas de crescimento do produto e a utilização dos fatores de produção, capital e trabalho, ou seja, a PTF. Para Messa (2014), essa produtividade mede o grau de eficiência com que uma determinada economia utiliza seus recursos para produzir bens e serviços. A PTF tem por objetivo indicar com que grau de eficiência uma economia combina a totalidade de fatores de produção ou recursos para gerar um produto. Uma das grandes dificuldades da economia é identificar seus recursos disponíveis e mensurá-los, haja vista que a determinação da combinação destes recursos de acordo com sua atividade produtiva não são triviais, fazendo com que a PTF seja sensível a diferentes procedimentos de mensuração.

Nesse caso, seria intuitivo pensar no progresso tecnológico como resultante da inovação. No entanto, esse conceito relaciona-se a dificuldade de mensuração e da qualidade dos dados disponíveis para sua mensuração. A concepção do progresso tecnológico, em termos empíricos, relaciona-se diretamente com a produtividade, em quais as medidas mais utilizadas são produto por trabalhador (ou horas/trabalhador) e, também, na PTF, cuja taxa de crescimento é designada pelo “resíduo de Solow”¹⁴.

No presente estudo, optou-se pela utilização da PTF como *proxy* para o progresso tecnológico¹⁵. A questão fundamental quando se analisa a produtividade das firmas é identificar os choques que acarretam os ganhos ou as perdas de produção. O método proposto por Levinsohn e Petrin (2003), adotado neste trabalho, introduz um estimador que considera os insumos intermediários. Os autores argumentam que esses respondem de forma mais suave aos choques positivos ou negativos de produtividade, o que pode facilitar a

¹³ Ver Messa (2014)

¹⁴ O resíduo de Solow pode ser considerado como a parte da taxa de crescimento econômico que não pode ser explicada por nenhum dos fatores de produção.

¹⁵ A produtividade total dos fatores, PTF, é definida como a razão entre o Produto Interno Bruto (PIB) e um índice Cobb-Douglas de trabalho e capital, nos termos da seguinte expressão: $PTF = \frac{Y}{L^\alpha K^{1-\alpha}}$, onde Y: produto total do setor; L: índice da população ativa empregada no setor; K: índice do estoque de capital físico, em termos reais, α : quota dos rendimentos de trabalho no produto.

mensuração da PTF¹⁶. Na Tabela 4 observam-se as variáveis utilizadas para a construção da mesma.

Tabela 4: Variáveis utilizadas para construção da PTF

Variáveis	Descrição de Atividade	Descrição
LN(K1)	$K1 = \text{capital_zero} * 0,95 + \text{Invest}$	Estoque de capital físico
LN(VTI)	VTI	Valor de transformação industrial
LN(INV_MAQ_LIQ)	inv_maq_liq ¹⁷	Investimento líquido em máquinas e equipamentos
LN(PO_MED)	PO_med	Pessoal ocupado médio no ano

Fonte: elaboração própria.

c) Capital humano: os investimentos diretos e a proposta de um índice síntese

A teoria do crescimento endógeno reconhece a acumulação de capital humano como força motriz do crescimento econômico, mas também admitem que sua quantificação é mais complexa que a do capital físico. No processo de modelagem empírica nem sempre consegue se estabelecer correspondência direta entre as variáveis implícitas no modelo teórico e aquelas que realmente podem ser mensuradas. Diante dessa premissa as variáveis utilizadas como *proxy* do capital humano, disponíveis na base de dados da PINTEC, são: o número de graduados, mestres e doutores, gastos realizados com treinamento, P&D interno e externo, aquisições de softwares e conhecimento externo¹⁸.

A escolha das variáveis foi baseada em toda a discussão teórica realizada anteriormente e em trabalhos recentes acerca do assunto. Wilson e Briscoe (2004) fazem uma ampla e extensa revisão sobre da relação treinamento, educação e crescimento.

¹⁶ O método de estimação da PTF proposto por Levinsohn e Petrin (2003) baseia-se na formulação proposta por Olley e Pakes (1996). As rotinas são implementadas a partir de uma função de produção semi-paramétrica, representada por uma Cobb-Douglas na forma linear. Para melhor entendimento consultar trabalho original. Ver Anexo 1 para mais detalhes do processo de construção desta variável, bem como as respectivas fontes estatísticas.

¹⁷ A variável *inv_maq_liq* é a soma das variáveis C0082 (produção própria realizada para ativo imobilizado); C0087 (melhorias em máquinas e equipamentos); C0092 (baixas de ativos tangíveis).

¹⁸ O capital humano está correlacionado com o processo de desenvolvimento das capacidades intelectuais e de aprendizado do indivíduo. Embora a produção do conhecimento não se restrinja a instituições ou a lugares determinados, a transmissão regular e disciplinar desses conhecimentos foi sendo, com o tempo, delegada à escola, ou melhor, à educação formal. No entanto, a educação informal ou ações de formação profissional adquiridas fora do sistema formal de ensino vem ganhando espaço, nela os conhecimentos são compartilhados em meio a uma interação sociocultural que tem, como única condição necessária e suficiente, existir quem saiba e quem queira ou precise saber. Para o trabalho escolhemos uma variável que representasse a educação formal (nº de doutores) e outra para educação informal (gastos com treinamento).

Nakabashi e Figueiredo (2005), Araujo e Garcia (2012), Ribeiro, Gonçalves e Freguglia (2013), Shimizu (2013) retratam que os investimentos realizados em capital humano geram ganhos de produtividade e podem, assim, afetar o crescimento.

Diante da escolha das variáveis foram adotadas duas abordagens para a acumulação de capital humano:

- i) Total de **investimentos diretos** realizados em capital humano (gastos com treinamento, P&D interno e externo, aquisições de softwares e conhecimento externo);
- ii) Criação de um índice de capital humano que incluísse variáveis de investimento direto por parte das empresas, assim como o efeito do fator **educação formal** representados pelo número de graduados, mestres e doutores destinados ao processo de inovação e produção da empresa.

Diante da complexidade da variável Capital humano, especificamente, para essa segunda abordagem, optou-se por construir um índice que refletisse, com maior fidelidade, o seu significado. Para isso, utilizou-se a análise fatorial por componente principal como ferramenta analítica. Sugere-se a adoção desse procedimento por resumir informações contidas nas variáveis principais que, de alguma forma, afetam o capital humano e estão correlacionadas entre si. As informações passam a ser representadas por um número menor de variáveis, os componentes ortogonais, os quais, por sua vez, não são correlacionados e buscam explicar a variância das variáveis utilizadas na análise.

É importante ter em mente que além do nível educacional, a literatura discute outras variáveis capazes de afetar o capital humano como os gastos em P&D e números de patentes (COE e HELPMAN, 1995; CONNOLLY, 2004; NAKABASHI e FIGUEIREDO, 2008). O pressuposto é que o nível educacional¹⁹, o número de patentes, os gastos com treinamento, bem como os gastos e funcionários alocados para pesquisa e desenvolvimento interferem diretamente na composição do capital humano. Nesse sentido, utilizar apenas uma dessas variáveis pode ser insuficiente para captar adequadamente o nível de capital humano das firmas.

A análise fatorial é utilizada para a identificação de fatores ou “variáveis latentes” que são utilizadas para explicar o relacionamento (correlação) entre um conjunto de

¹⁹ Entende-se como nível educacional a distinção do número de funcionários com curso técnico, graduação, especialização, mestrado e doutorado.

variáveis. Em sua forma algébrica, o modelo de análise fatorial pode ser expresso através da seguinte expressão:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{ij}F_j + e_i \quad (17)$$

em que X_i são as variáveis padronizadas representadas pelo número de profissionais graduados, mestres e doutores, o gastos realizados com P&D, treinamento, aquisição de *software* e conhecimento externo; a_i são as cargas fatoriais; F_j são os fatores comuns não relacionados entre si; e, o termo e_i é o erro que representa a parcela de variação da variável i , que é exclusiva dela e não pode ser explicada por um fator nem por outra variável do conjunto.

De acordo com Corrar, Paulo e Dias Filho (2011), escores ou cargas fatoriais são valores que medem o grau de correlação entre a variável original e os fatores, cuja magnitude do percentual da variação de uma variável explicada pelo fator é representada pelo quadrado de sua carga fatorial. Os fatores poderiam ser estimados por uma combinação linear das variáveis originais, conforme expressão (18):

$$F_j = \sum W_{ji}X_i = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + \dots + W_{jp}X_p \quad (18)$$

em que F_j são os escores fatoriais; W_{ji} são os coeficientes dos escores fatoriais; e, p é o número de variáveis. Desse modo, os escores fatoriais, obtidos através da multiplicação do valor (padronizado) da variável i pelo coeficiente do escore fatorial correspondente, determinam a participação das variáveis citadas sobre o capital humano.

A partir dos escores fatoriais, pode-se construir o Índice de Capital Humano (ICH), conforme expressão (19).

$$ICH_i = (\sum_{j=1}^n F_{ij}^2); \text{ com } j=1, 2, 3, \dots, p. \quad (19)$$

ICH_i é o Índice de Capital Humano associado à i -ésima empresa do setor industrial brasileira e F_{ij} são os escores fatoriais dos indicadores utilizados na análise (número de graduados, mestres e doutores, gastos realizados com P&D, gastos com treinamento e aquisição externa de P&D).

Para o presente trabalho, fez-se o uso do método *Varimax* de rotação ortogonal dos fatores. A escolha desse método justifica-se pelo fato de que a estrutura inicial das estimativas das cargas fatoriais definitiva pode não estar claramente definida e o referido método melhora a interpretação dos fatores com as variáveis em estudo.

Tendo em vista que um dos objetivos da análise fatorial é a obtenção de fatores que permitam explicar as correlações entre variáveis, o teste de esfericidade de *Bartlett* foi utilizado para a hipótese de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, consistindo na transformação *qui-quadrada* do determinante da matriz de correlação. A adequação do método da análise fatorial foi verificada, também, pela medida de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO), que compara as magnitudes dos coeficientes de correlação observados com as dos coeficientes de correlação parcial e varia entre 0 e 1²⁰.

3.3 Estatísticas e análises preliminares

3.3.1 Estimação do índice de capital humano

Um das hipóteses fundamentais da análise fatorial (AF) é a existência de correlação entre as variáveis selecionadas. Para verificar a adequação da AF e a representatividade de seus escores utiliza-se a matriz de correlação e a medida de correlação amostral (KMO). Por se tratar de um método eminentemente visual, a observação da matriz de correlação por si só pode não ser suficiente para assegurar a existência de correlação entre as variáveis, sendo assim, utiliza-se a matriz de correlações parciais ou matriz de correlação anti-imagem para analisar as correlações existentes entre pares de variáveis, considerando seu efeito diante das outras variáveis.

De acordo com Pavarina e Peres (2003), para que a AF seja um método adequado, os valores obtidos na matriz precisam ser ínfimos, próximos de zero em módulo. Na Tabela 5 é possível observar as correlações entre os pares de variáveis, nela deve-se ler que quanto menores estes valores, maior a correlação do par de variáveis com as demais.

²⁰ Para maiores detalhes sobre Análise Fatorial por componentes principais, consultar Mingote (2005).

Tabela 5: Apresentação de matriz de correlação anti-imagem entre as representativas do capital humano

Variáveis	Correlações				
n_graduados	0,8502				
n_mestres	-0,2506	0,8697			
n_doutores	-0,0281	-0,0643	0,9878		
gastos_capital humano	-0,0367	-0,0501	-0,0047	0,9819	
gastos_p&d	-0,1756	-0,1014	-0,0394	-0,0782	0,9132

Nota: os valores na diagonal principal representam a medida de adequação da amostra (KMO) para cada variável de forma individual.

Fonte: elaboração própria

É possível observar as medidas de adequação da amostra para cada variável, representadas na diagonal principal da Tabela 5. A literatura recomenda valores superiores a 0,5 para o KMO, no presente trabalho o menor valor observado é 0,85, o que demonstra uma boa escola de variáveis.

O teste KMO, outra medida de adequação de amostra adotada, quantifica os graus de correlação entre as variáveis, ele compara os valores dos coeficientes de correlação entre cada par de variáveis com os coeficientes de correlação parcial (considerando-se a interferência das demais variáveis). O teste supracitado retorna valores entre zero e um, em que aqueles muito próximos de zero indicam que as correlações entre os pares de variáveis não podem ser explicadas pelo conjunto, o que tornaria o processo de AF um método ineficaz. A Tabela 6 exibe os valores do KMO das variáveis e da amostra.

Tabela 6: Descrição dos valores do KMO

Variáveis	KMO
n_graduados	0,5950
n_mestres	0,6101
n_doutores	0,7099
gastos_capital humano	0,7043
gastos_p&d	0,6612
Overall	0,6230

Fonte: elaboração própria

Observa-se que a medida de adequação da amostra é de, aproximadamente, 0,62. Isso elenca possíveis variáveis como fatores representativos para o capital humano.

A análise por componente principal resultou em dois componentes (fatores) impactantes no capital humano que representaram, aproximadamente, 52% da variância total dos indicadores, como demonstra a Tabela 7.

Tabela 7: Autovalores da matriz de correlação e variância explicada por cada um dos fatores na construção da *proxy* para capital humano

	Autovalores	Diferença	Proporção	Valor Acumulado
F1	1,59186	0,59835	0,3184	0,3184
F2	0,993508		0,1987	0,5171

Fonte: elaboração própria

A Tabela 8 apresenta os preditos (ou escores fatoriais) para construção do ICH proposto.

Tabela 8: Escores fatoriais utilizados para a construção do índice de capital humano

Escores Fatoriais		
Variáveis	Componente 1	Componente 2
n_graduados	0,5738	0,0658
n_mestres	0,5409	0,1362
n_doutores	0,1195	0,8146
gastos_capital humano	0,3285	0,5577
gastos_p&d	0,5059	0,0504

Fonte: elaboração própria

A partir da Tabela 8, pode-se utilizar as cargas e os escores fatoriais para a construção de uma *proxy* do ICH de cada empresa (F1 e F2), em que:

$$F1 = 0,5738 * \text{graduados}1 + 0,5409 * \text{mestres}1 + 0,5059 * \text{gasto_pd}1$$

$$F2 = 0,81 * \text{doutores}1 + 0,55 * \text{gastos_capital_humano}$$

Assim o índice de capital humano é representado por:

$$ICH_i = (\sum_{i=1}^n F_{1ij}; F_{2ij})^2 \quad (20)$$

3.3.2 Estimação da PTF

Como destacado anteriormente a produtividade total dos fatores foi estimada pelo método proposto por Levinsohn e Petrin (2003)²¹. Um dos grandes problemas ao se estimar a PTF dos setores é a entrada e saída das firmas. Conforme Olley e Parkes (1996), esse mecanismo de entrada e saída exerce grande influência sobre a PTF, pois as empresas que saem são menos produtivas e as que entram, com novos processos, são as mais produtivas. Estatisticamente, este movimento gera dois problemas comuns em estimação de produtividade: o viés de simultaneidade e o viés de seleção.

Levinsohn e Petrin (2003) propõem uma alternativa de correção dos vieses, a partir de uma estimação em dois estágios os autores indicam uma alternativa ao uso da variável de investimento como *proxy* para a produtividade. Para os autores aqueles setores que precisam de longos períodos de maturação do investimento não apresentam variabilidade suficiente que permitam o cálculo eficiente da produtividade. Assim, faz-se moção ao uso de insumos intermediários como *proxy* para a produtividade. A principal justificativa para aplicação desta medida vincula-se ao reconhecimento de que aumentos de produtividade tornam a firma mais eficiente, essa maior eficiência leva um aumento do produto, desencadeando maior consumo de insumos intermediários. Logo, eles podem ser utilizados como medida.

Nesse sentido, faz-se uso desse pressuposto e expõe-se os resultados da estimativa de PTF na Tabela 9. As produtividades foram geradas por ano e classificação tecnológica, a estimação desses valores são utilizadas para representar o progresso tecnológico, como descrito anteriormente.

Tabela 9: Resultado da Estimação da PTF

Ano	Intensidade Tecnológica	Nº de empresas	Estoque de Capital Físico	Valor de Transformação Industrial	Pessoal Médio Ocupado	Investimento Líquido em Máquinas	PTF
2000	1	1.237	4,62e+08	3,05e+07	4.778.204	500.584,8	0,03
2000	2	1.165	6,00e+08	5,03e+07	4.467.665	564.604,4	0,04
2000	3	1.192	4,89e+08	3,84e+07	4.399.186	1.395.606,0	0,03
2000	4	490	3,26e+08	3,53e+07	3.919.108	1.759.046,0	0,08
2003	1	1.045	5,09e+08	5,21e+07	639.267	772.742,0	0,10
2003	2	959	6,94e+08	8,42e+07	5.176.845	1.219.342,0	0,09
2003	3	1.032	5,95e+08	6,97e+07	5.761.689	1.747.690,0	0,02
2003	4	342	3,73e+08	5,04e+07	464.812	893.986,5	0,02

²¹ Para maiores detalhes ver anexo.

2005	1	1.495	3,72e+08	5,85e+07	6.294.214	527.150,4	0,05
2005	2	1.366	5,11e+08	9,75e+07	4.653.449	1.524.642,0	0,09
2005	3	1.395	4,81e+08	9,15e+07	5.388.295	2.006.879,0	0,04
2005	4	491	2,93e+08	5,34e+07	4.545.722	1.012.428,0	0,03
2008	1	1.778	3,42e+08	6,89e+07	6.283.137	805.174,8	0,28
2008	2	1.354	5,11e+08	1,23e+08	4.711.578	1.960.445,0	0,06
2008	3	1.693	3,91e+08	9,63e+07	5.204.909	2.634.216,0	0,06
2008	4	557	2,51e+08	5,80e+07	4.386.113	1.517.594,0	0,42
2011	1	3.232	2,02e+08	6,14e+07	4.699.767	880.577,3	0,15
2011	2	2.325	3,28e+08	9,19e+07	3.824.368	2.002.211,0	0,12
2011	3	2.844	2,32e+08	7,29e+07	3.922.931	1.710.060,0	0,62
2011	4	1.006	1,76e+08	4,64e+07	3.332.945	1.357.189,0	0,36

Fonte: elaboração própria.

4. RESULTADOS

4.1 Panorama descritivo: uma breve caracterização do perfil da indústria brasileira

O principal objetivo deste trabalho é mensurar o efeito da variável capital humano sobre o crescimento do produto da indústria brasileira. Para compreender algumas especificidades da indústria brasileira que auxiliem na compreensão dos resultados, inicialmente, sistematiza-se um breve perfil da indústria brasileira estabelecendo um comparativo com alguns países, também em desenvolvimento (China, Chile e Índia). A ideia por trás dessa tática consiste em verificar suas trajetórias de crescimento, uma vez que podem apresentar comportamento e desafios semelhantes. Ainda nesta perspectiva, a contraposto, apresentam-se dados dos Estados Unidos com o intuito de apreciação e análise da distância que o Brasil se encontra em relação a essa economia mais desenvolvida. Isso com o intuito de responder: o quão longe estamos do topo e o quais medida cabíveis para mitigar essa distância?

As transformações econômicas mundiais demandam mudanças no comportamento dos países, principalmente, pelo fato de a atividade econômica ser sensível às mudanças internas e externas. Novas perspectivas geográficas, de crescimento, de produção e de inovação afetam, de forma significativa, a inserção do Brasil no cenário internacional.

Diversos estudos mostram que o processo de desindustrialização se dissemina de forma diferente entre países²². Nos desenvolvidos, ele está atrelado ao aumento do emprego de alta produtividade e à elevação da qualidade da mão de obra. Por outro lado, nos países em desenvolvimento esse processo ocorre pela baixa intensidade tecnológica da pauta de exportações, a queda da produtividade total da economia e, em alguns, pela deterioração da balança comercial (EPE, 2016).

Ao se considerar a participação da indústria no PIB do Brasil, nos últimos anos, nota-se uma queda de mais de dois pontos percentuais, como evidencia a Figura 2.

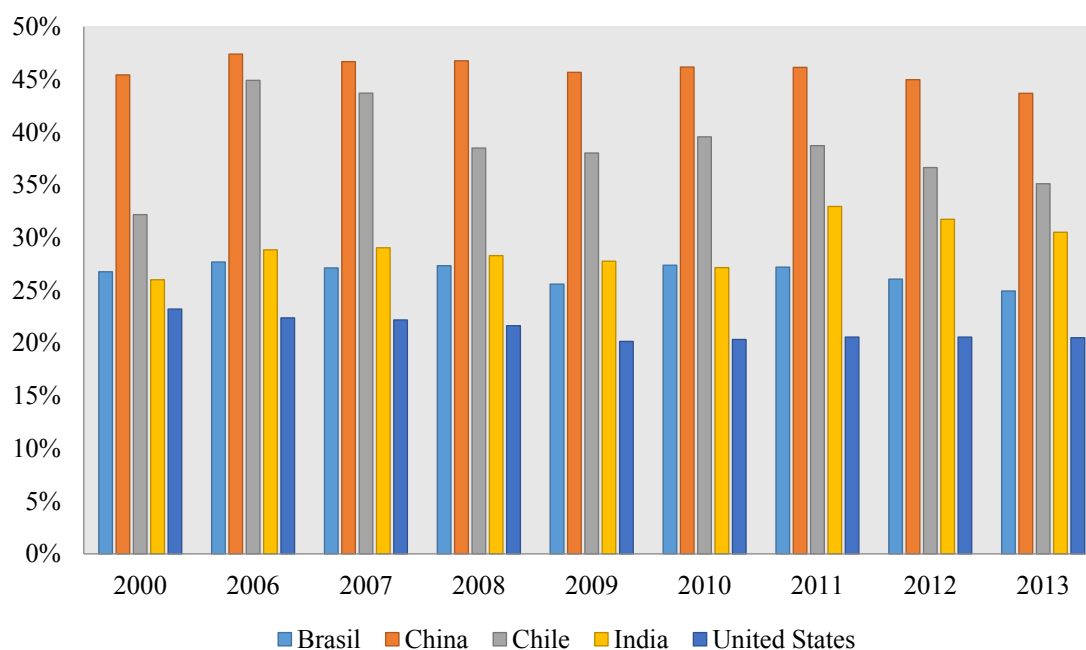


Figura 2: Participação da indústria no PIB do Brasil, China, Chile, Índia e Estados Unidos no período de 2000 a 2013

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

É possível notar que esse processo não se mostra isolado, já que pode ser observado em alguns países como China, Chile, e também nos EUA. Nota-se ainda uma significativa

²² Ver: Baumol e Blackman (1989); Rowthorn e Ramaswamy (1999); Jaliliani e Weiss (2000); Rowthorn e Coutts (2004); Tragenna (2008); Chang (2010). Ainda, segundo Morceiro (2012) a literatura que trata do processo de industrialização é ampla e cercada de pensamentos e divergências e ainda está focada nos países desenvolvidos. Para o autor, isso ocorre porque neles o processo ocorreu primeiro.

diferença (maior que 10%) entre a participação da indústria brasileira no PIB e em países como China e Chile.

Com base nos diversos gêneros e em suas taxas de progresso, as indústrias podem ser classificadas em tradicionais ou dinâmicas. Para Moro et al. (2006) essas categorias, juntamente com outras do tipo indústrias produtoras de bens de consumo e de bens de produção, são utilizadas para analisar modificações estruturais como evolução do emprego, salários, produtividade e valor agregado. De acordo com as empresas que responderam aos questionários da PIA e PINTEC, a maior parte das indústrias brasileiras, atualmente, está concentrada nos setores de baixa e média baixa intensidade tecnológica²³ (Figura 3).

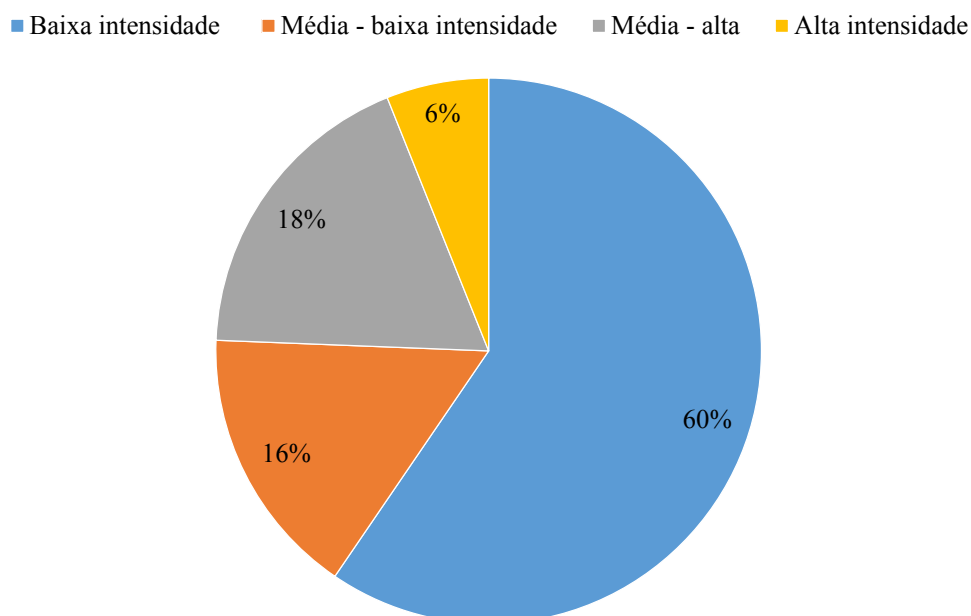


Figura 3: Classificação da indústria de transformação brasileira de acordo com a intensidade tecnológica

Fonte: elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011).

De uma amostra de aproximadamente 7.850 empresas que foram analisadas no presente estudo, observa-se que 60% (4860) estão classificadas como indústria de baixa intensidade tecnológica e, apenas, 6% (495) como de alta intensidade, dados alarmantes para um país em desenvolvimento.

²³ Furtado e Carvalho (2005) explicam que a classificação por intensidade tecnológica é importante para distinguir os padrões de esforços inovativo e de mudanças tecnológicas dos países que estão em desenvolvimento para aqueles ditos desenvolvidos.

Diferenças e disparidades de intensidade tecnológica entre os países advém das distintas estruturas industriais e, sobretudo, pela diferenciação de intensidade entre os mesmos setores em países diferentes. Essa baixa classificação de intensidade tecnológica brasileira relaciona-se, principalmente, com a especialização produtiva e as diferenças na inserção produtiva. A indústria de transformação brasileira apresenta, em sua maioria, uma concentração de empresas direcionadas a comercialização agrícola, petróleo e metalurgia básica, além de uma grande concentração geográfica no eixo sul-sudeste do país.

Para Silveira (2005), essa concentração não está ligada às dimensões físicas das regiões, para as quais parece existir um padrão nas tendências de especialização regional, onde se destacam três fatores: i) a especialização e concentração a partir da dotação relativa de fatores da teoria das vantagens comparativas; ii) efetivação das economias de escala na presença de custo de transportes e; iii) economias externas ou externalidades. A Figura 4 indica uma aglomeração da indústria brasileira no estado de São Paulo e na região central de Minas Gerais.

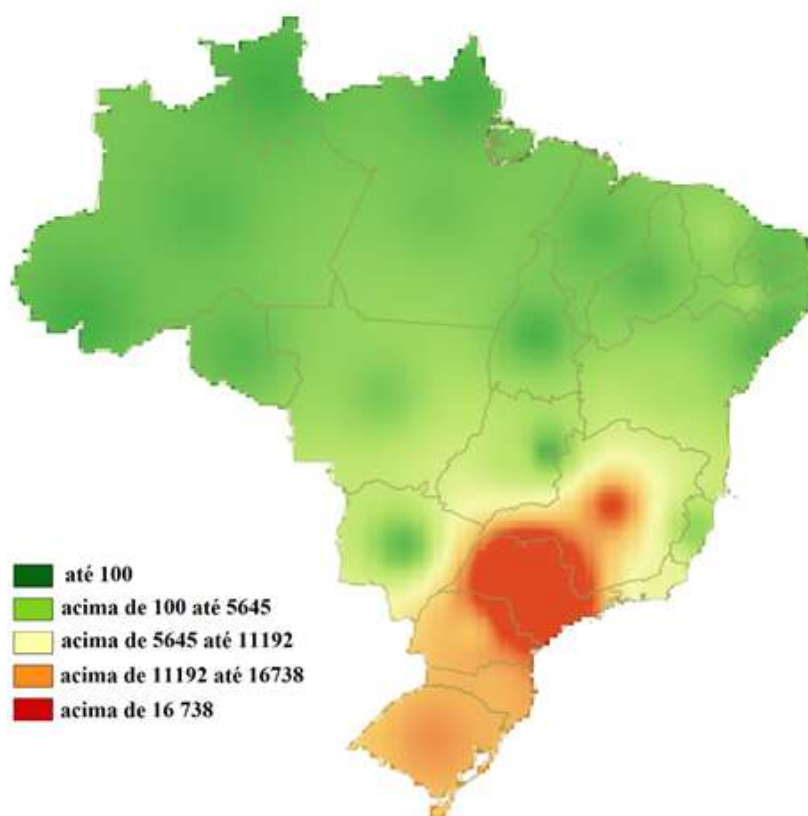


Figura 4: Número de empresas classificadas como de alto crescimento por unidade federativa

Fonte: elaboração própria a partir de dados do *World Bank* (2016).

Em São Paulo estão localizadas 26,5% do total de empresas em todo país responsáveis por 85,8% das exportações efetuadas no estado, sendo também a indústria que mais emprega na região (CNI, 2014). Ademais, uma empresa pode ser classificada como de alto crescimento se apresenta crescimento médio do pessoal ocupado assalariado de pelo menos 20% ao ano por um período de três anos. Além disso, precisa ter 10 pessoas ou mais ocupadas assalariadas no ano inicial de observação (OCDE, 2011). Na Figura 4, é possível observar a concentração das empresas classificadas como de alto crescimento no estado de São Paulo e na região central de Minas Gerais, evidenciando a formação de grandes concentrações.

No que se refere ao desempenho da indústria de transformação nos últimos anos, a Figuras 5 ilustra a evolução da receita total no período analisado. Observa-se uma queda acentuada para o ano de 2011, acredita-se que o um dos fatores determinantes da perda de receita para o ano está relacionado à crise financeira global desencadeada pelas bolhas imobiliárias americanas. Para Ferraz (2013), essa crise internacional (2007/2008) provocou uma retração na economia mundial de forma generalizada. A redução no volume internacional de comércio, a queda nos preços internacionais das *commodities* e a fuga dos capitais de curto prazo foram, de maneira geral, as principais vias de transmissão da crise do para economia brasileira, o que afetou de forma significativa a receita total da indústria.

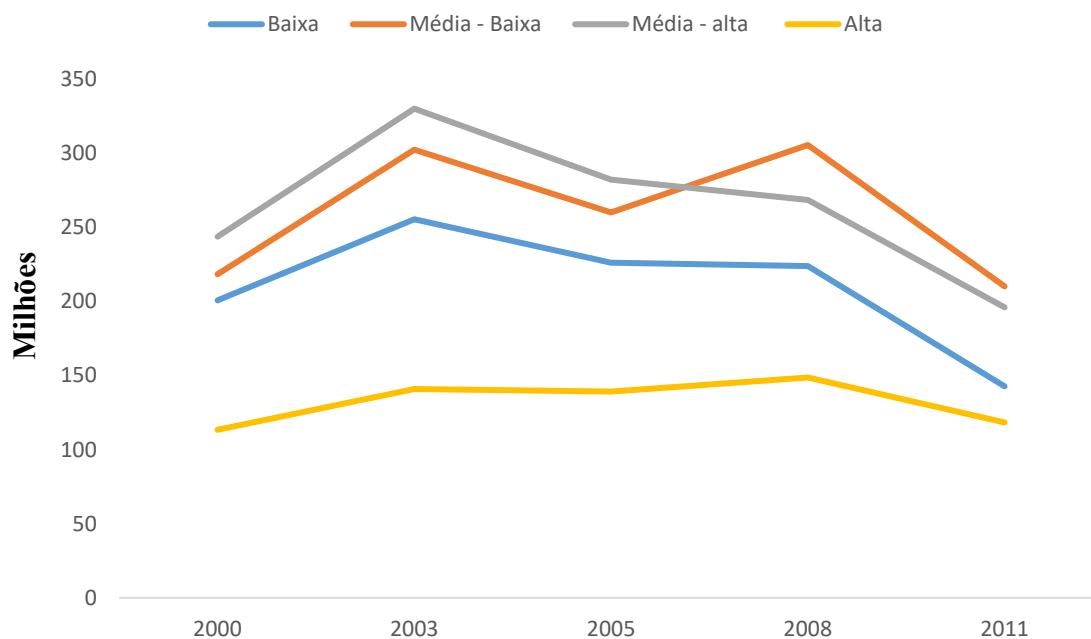


Figura 5: Evolução da receita total da indústria de transformação brasileira no período de 2000 a 2011 de acordo com a classificação de intensidade tecnológica.

Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE (2016)

Essas evidências reforçam a importância da indústria para o processo de crescimento e desenvolvimento dos países. Fato que parece ser consenso entre boa parte dos economistas, mas além da sua participação, o entendimento maior relaciona-se ao impacto do conhecimento e da educação sobre a produção. Para OCDE (2001), mais da metade da riqueza no mundo é proveniente do conhecimento. Cavalcanti (2002) relata que os ganhos gerados pelo conhecimento, no final da década de 1990, superaram aqueles atribuídos aos fatores tradicionais de produção. Para o autor, a capacidade de transformação de informação em conhecimento fortaleceu o processo de inovações tecnológicas e estratégica dos setores industriais.

4.1.1 Capital humano (P&D, treinamento e grau de escolaridade) na indústria brasileira

Sobre uma nova perspectiva organizacional, hoje, há uma grande valorização dos ativos intangíveis, aqueles ligados ao capital humano e ao conhecimento, valores e atitudes. Esses ativos compreendem todos os conhecimentos tácitos ou explícitos que geram valor econômico para a organização. Portanto, ao que tudo indica uma “nova economia” encontra-se em processo de formação no mundo, resultante da valorização desse ativo. Nessa nova era, a riqueza é produto do conhecimento que assume papel de matéria prima, sendo comercializada como mercadoria.

Para a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2014), os países vêm intensificando seus investimentos em educação e P&D com o objetivo de criar melhores estoques de conhecimento e, assim, melhorar a qualificação da mão de obra. A Figura 6 destaca a parcela do PIB de alguns países em desenvolvimento selecionados e dos EUA, que é destinada à educação, entre os anos de 2000 a 2013. Observa-se uma pequena melhora nestas estatísticas ao longo dos últimos treze anos. Para o caso brasileiro, esses valores saíram de 3,88% em 2000 para 5,54% em 2013, ainda abaixo dos valores desejados.

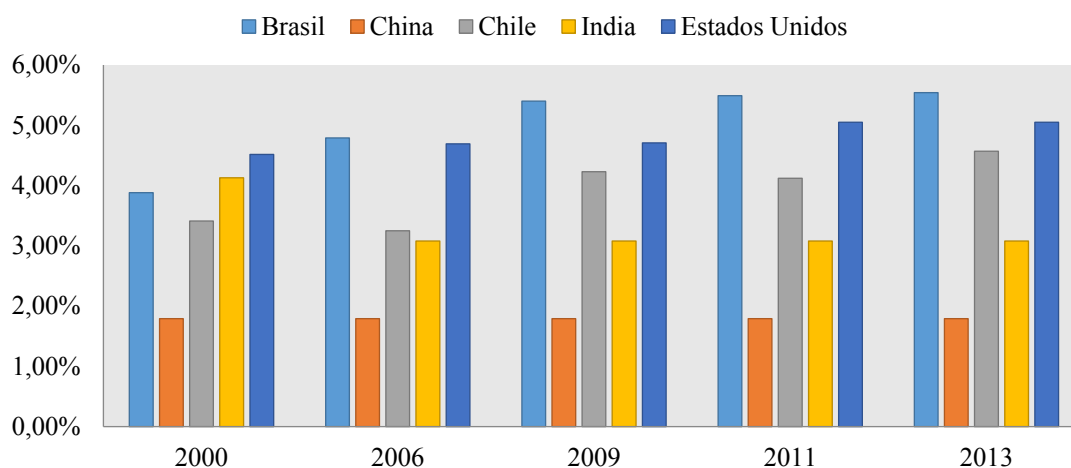


Figura 6: Parcela do PIB destinada à educação nos anos de 2000; 2006; 2009; 2011; 2013

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

Mesmo com a evolução do investimento em educação, os números relacionados a P&D e treinamento para o Brasil são muito pequenos. A parcela do PIB brasileiro destinado à pesquisa, bem como o investimento das empresas em treinamento, ainda é significativamente menor do que na China e EUA, como demonstra a Figura 7 no Brasil esses valores cresceram muito pouco desde 2009.

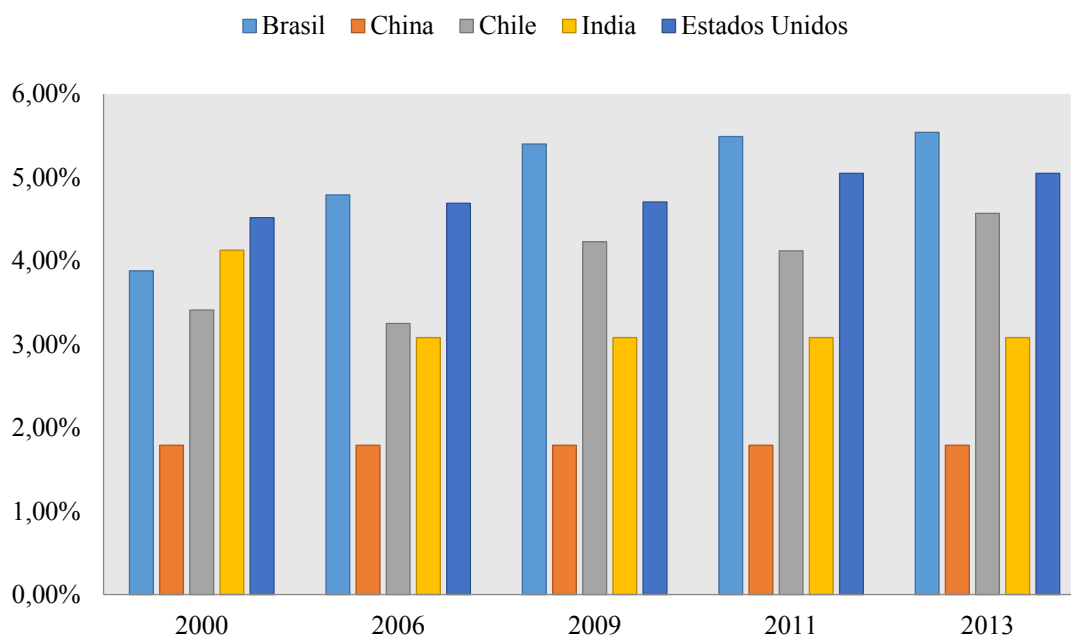


Figura 7: Parcela do PIB (%) destinada à P&D entre os anos de 2000 e 2011.

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

Comportamento semelhante é observado, Figura 8, para o número de profissionais voltados para a pesquisa, entre os anos de 2000 e 2010, este número não variou muito como desejado. Para a CNI (2014), esses dados são inquietantes, pois capacitação tecnológica é fundamental para ganhos de competitividade, já que afeta diretamente a produtividade do trabalho. Profissionais bem formados, como engenheiros treinados, tendem a desempenhar melhor suas funções. Pois, além de utilizarem os equipamentos de forma mais eficiente, possuem capacidade de criar soluções para os problemas do dia a dia e se adaptam a inovação de processos e produtos de forma mais rápida.

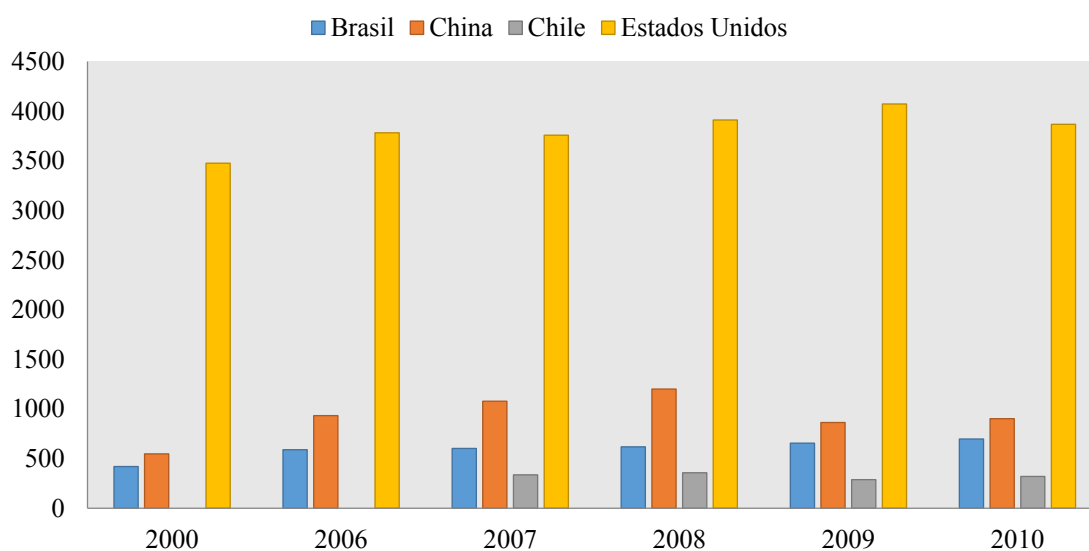


Figura 8: Evolução do número de pesquisadores voltados para P&D por milhão de habitantes

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

Para Romer (1990), a taxa de pesquisadores está diretamente ligada à geração de novas ideias. Jones (2000, p. 84), em seu livro “A introdução do crescimento econômico” escreve: “Se cheguei mais longe do que os outros foi porque estava sobre os ombros de gigantes”. Para o autor, as ideias mais óbvias são descobertas rapidamente, no entanto, aquelas que se apresentam mais difíceis de serem geradas dependem do pesquisador, e sua produtividade pode ter efeito positivo sobre o crescimento. A extensa literatura da Teoria do Capital Humano demonstra que a educação formal tem efeito positivo sobre a renda e os indicadores de crescimento e bem-estar social. Schultz (1973) define, por assim dizer, em

cinco categorias as capacidades e habilidades que contribuem para o desenvolvimento humano, dentre elas o treinamento realizado no próprio emprego.

Na Figura 9, observa-se a parcela de empresas brasileiras e chilenas que realizaram algum dispêndio com treinamento no ano de 2006 e, posteriormente, em 2010²⁴.

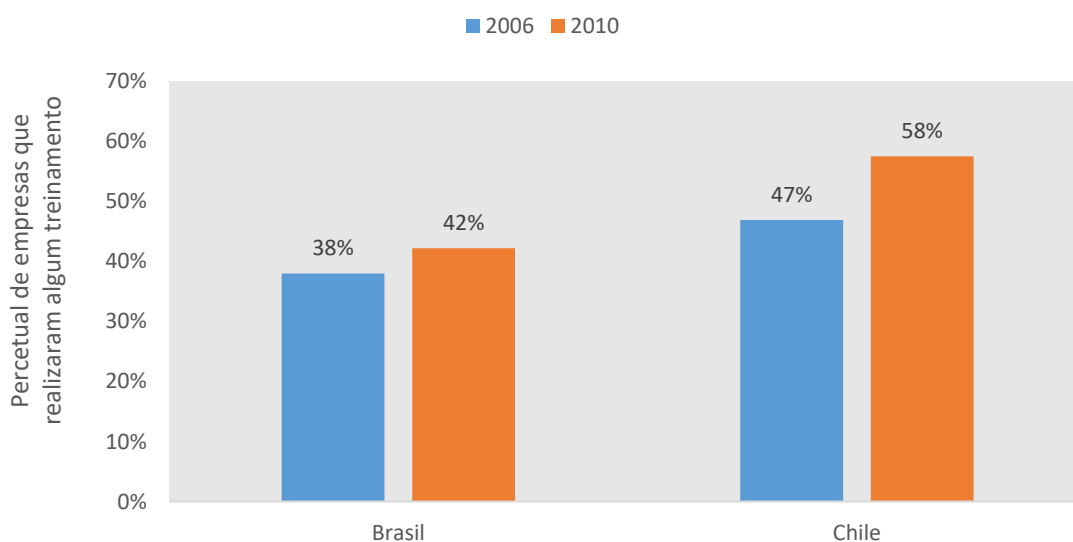


Figura 9: Parcela de empresas que realizaram algum tipo de treinamento formal com os funcionários no ano de 2006 e 2010.

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015)

Verifica-se que o Brasil apresentou a menor fração de dispêndio em relação ao Chile para todos os anos. Para De Negri *et al* (2006), o treinamento de trabalhadores realizado pelas firmas é uma das fontes do processo de inovação. Segundo os autores, no Brasil ainda se gasta muito pouco com treinamento de mão de obra, pois as firmas industriais que realizam esse tipo de gasto não auferem mais do que 1% da sua receita líquida de vendas para tal finalidade.

No que tange a educação formal, os gastos realizados com educação entre os anos de 2000 e 2014 tiveram um expressivo aumento (Figura 10) saltando de, aproximadamente, R\$ 24,5 bilhões em 2000 para R\$ 130 bilhões em 2013. É possível identificar picos de investimento a partir do ano de 2011 (R\$ 141 bilhões), quando foi dada maior atenção ao programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). De acordo

²⁴ Os demais países escolhidos para o comparativo foram retirados por falta de informação dos dados.

com o Relatório Ministério da Educação (MEC, 2012), que dispõe sobre a expansão das Universidades Federais entre 2003 a 2012, os investimentos entre os anos de 2009 e 2011 na educação superior no Brasil ultrapassaram os R\$ 50 bilhões. Para a comissão de avaliação do REUNI, o bom desempenho da economia e os investimentos em obras motivaram os gastos do período.

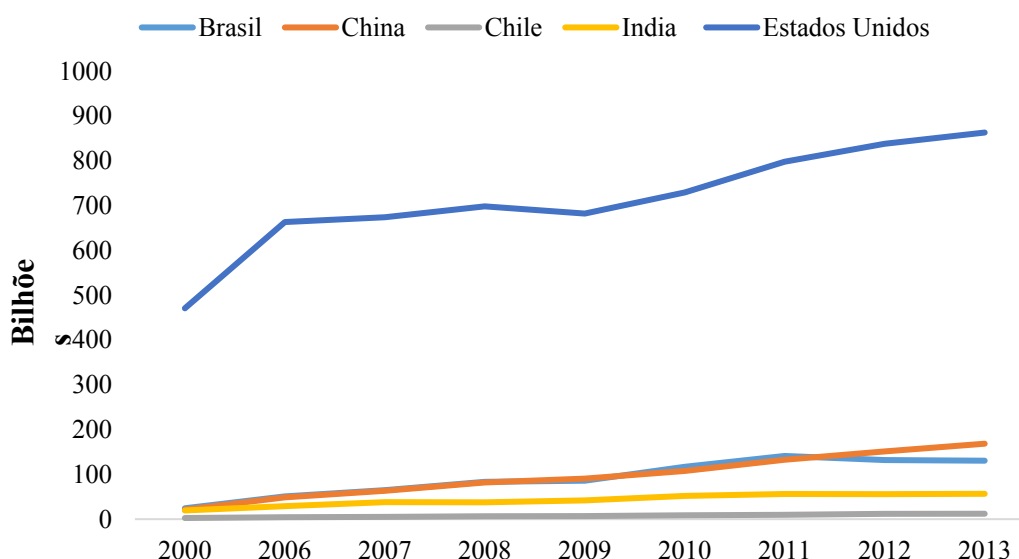


Figura 10: Média de gastos realizados com educação (em bilhões de R\$) para os anos de 2000 e 2013.

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

Barro (1996), Levine e Renelt (1992), Pritchett (1996) entre outros destacam a importância dos investimentos em educação e P&D para desempenho econômico dos países. Para estes autores, medidas de apoio e incentivo a estes fatores afetam diretamente a capacidade inovativa, assim como aumentam os ganhos de produtividade da indústria.

Apesar disso, no Brasil, a maior parte da população apresenta menos de 15 anos de estudo. De acordo com o IBGE (2012), a média de anos de estudo do brasileiro é de 8,8 anos que ainda é muito baixo para populações que querem alcançar maiores níveis de desenvolvimento. A Figura 11 mostra o mapa de distribuição ao longo do Brasil, para as pessoas que se declararam com mais de 15 anos de estudo.

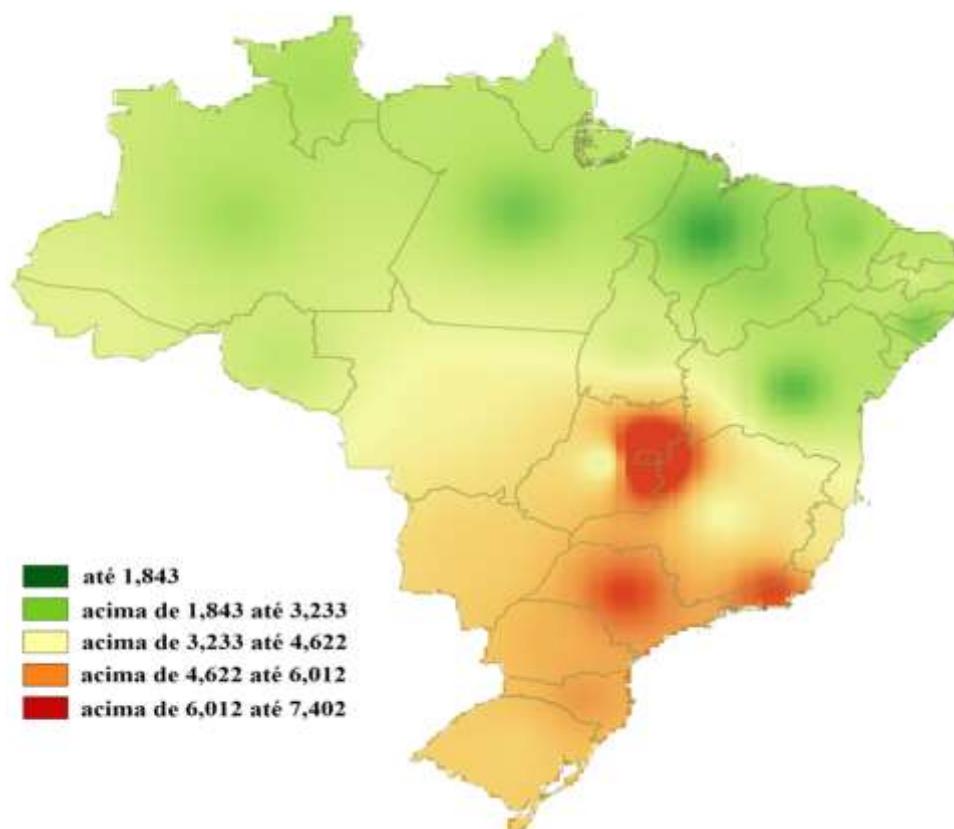


Figura 11: Número relativo da população que declarou 15 anos de estudo ou mais por UF

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

Uma característica da indústria brasileira é ter grande parte do seu parque tecnológico instalado na região sudeste, mais precisamente em São Paulo e Minas Gerais, além de parte do Centro-Oeste. Ao se considerar a estratificação por unidade federativa, observa-se uma grande concentração da mão de obra qualificada, com 15 ou mais anos de estudo, nessas regiões como demonstra a Figura 11. Essa relação é decorrente do fator locacional, cuja mão de obra qualificada deve estar próxima a esses parques, pois em seus arredores se concentram os mercados consumidores, as redes de transporte e serviços, assim como a matéria prima necessária para a produção.

Expandindo as análises para a população classificada entre 11 e 14 anos de estudo, observa-se uma distribuição mais homogênea entre as regiões, mas ainda é possível observar a formação pequenas concentrações na região central do estado de São Paulo e na região nordeste do estado de Goiás (Figura 12).

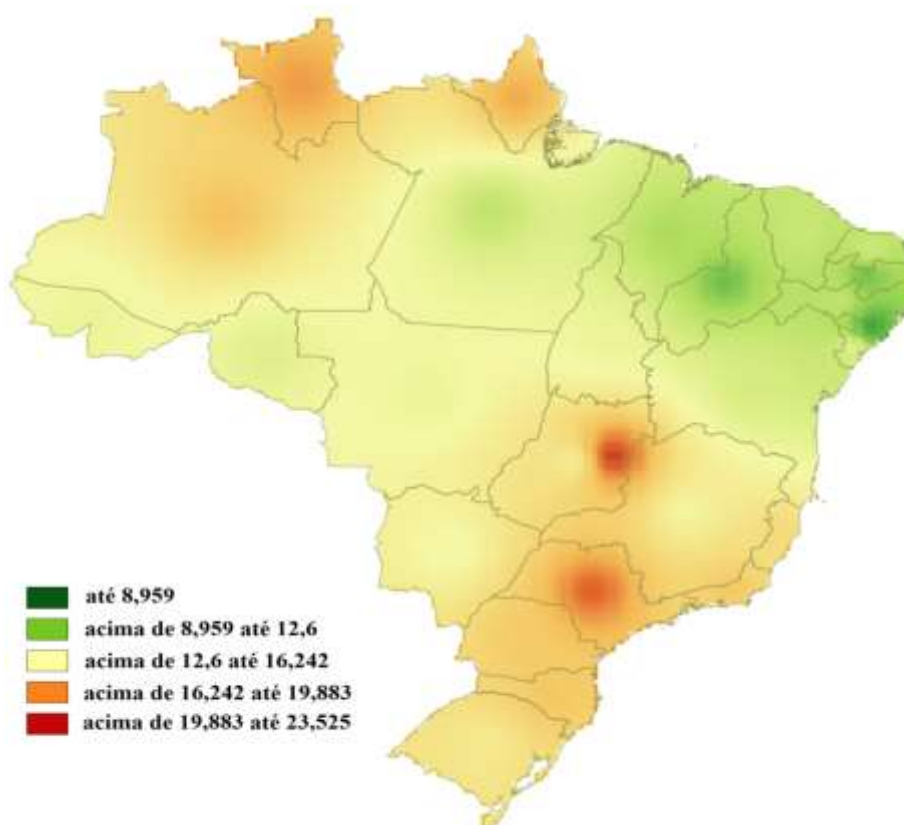


Figura 12: Número relativo da população que declarou ter 11 a 14 anos de estudo por UF

Fonte: elaboração própria a partir de dados do World Bank (2015).

A baixa escolaridade da população pode afetar de forma significativa o desempenho da indústria de transformação. De acordo com Coelho (2013), a indústria de transformação apresenta o segundo maior estoque de empregos com escolaridade acima do nível médio completo (11 anos de estudo). O estudo de Coelho mostra ainda que, desconsiderando a administração pública, empregos com nível médio completo representam 52% dos empregos no Brasil, e a indústria de transformação representa 1/5 desse montante. No entanto, a capacitação de mão de obra é responsável não apenas por melhorar a produtividade de forma direta, como é capaz de afetar a produção por vias indiretas (melhorias na criação e absorção de novos produtos e processos, dinamização da produção para produtos com maior valor agregado e mudanças estruturais na indústria, elevando a participação nos setores de média-alta e alta tecnologia)

4.1.2 Características inovativas do Brasil

É fato que a inovação tecnológica é um importante componente para o crescimento econômico. Nesse aspecto, espera-se que os países estimulem investimentos nessa área. A Figura 13 ilustra o investimento realizado em inovação por parte das empresas da indústria de transformação brasileira, no período de 2000 a 2011, de acordo com sua classificação por intensidade tecnológica.

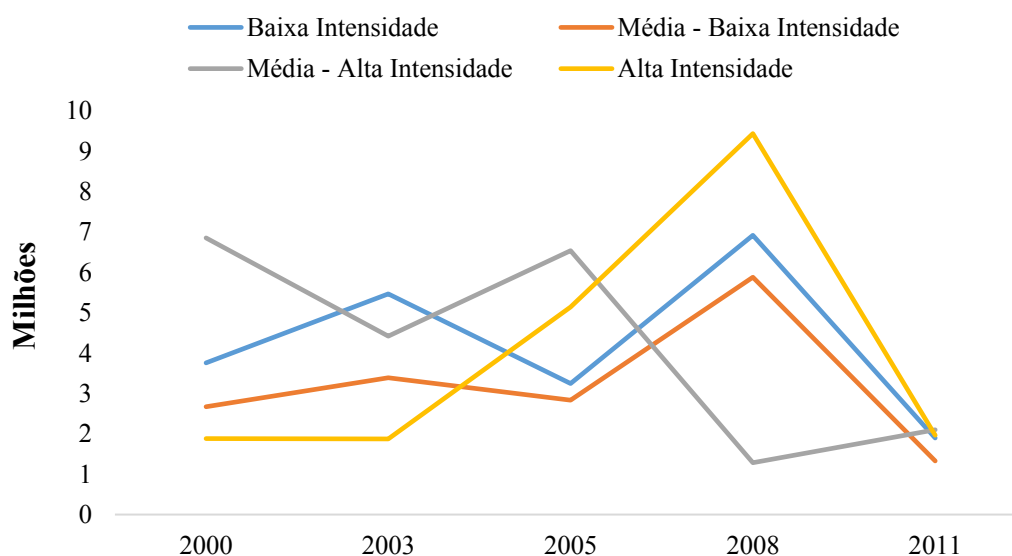


Figura 13: Média de gastos em reais realizados em com inovação realizados pela indústria de transformação brasileira no período de 2000-2011

Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE (2015).

Entre os anos de 2000 e 2008, observa-se um aumento acentuado do investimento em inovação pelas empresas classificadas como de alta intensidade tecnológica (Figura 13). Esse comportamento acompanhou a economia mundial, neste período o cenário internacional assistiu o salto evolutivo dos Tigres Asiáticos, e, mais recente, o rápido crescimento da China e da Índia que alavancou as economias devido aos aumentos nas exportações dos parceiros comerciais. Teixeira (1999) confirma que a recuperação das exportações e o pico de crescimento chinês impulsionaram a alta dos investimentos e um bom desenvolvimento da economia interna. No entanto, os anos seguintes evidenciam uma tendência de queda nos investimentos realizados.

O ano de 2009 foi marcado por uma recessão de caráter mundial, desencadeada principalmente pelo desequilíbrio do setor imobiliário americano. A redução no volume internacional de comércio, a queda nos preços internacionais das *commodities* e a fuga dos capitais de curto prazo foram as principais vias de transmissão da crise para o Brasil e a razão da queda dos investimentos a partir desse período. A falta de confiança nas instituições financeiras fez baixar as reservas de capital, criando problemas de liquidez e queda nos investimentos na economia como um todo.

Bezerra (2010) acredita que crises são superadas com inovação, seja de processos, produtos ou na regulamentação. Nakabashi (2010) descreve que uma das vias de impacto do capital humano sobre o produto vem exatamente da capacidade de criação e absorção das inovações. Nesse sentido, ao traçar um comparativo entre os investimentos em inovação e capital humano (Figuras 13 e 14, respectivamente), observa-se que para os setores classificados como média-alta intensidade há um pico de investimento em capital humano em 2003, acompanhado por um pico de inovações em 2005, o mesmo ocorre com os setores de média baixa intensidade²⁵.

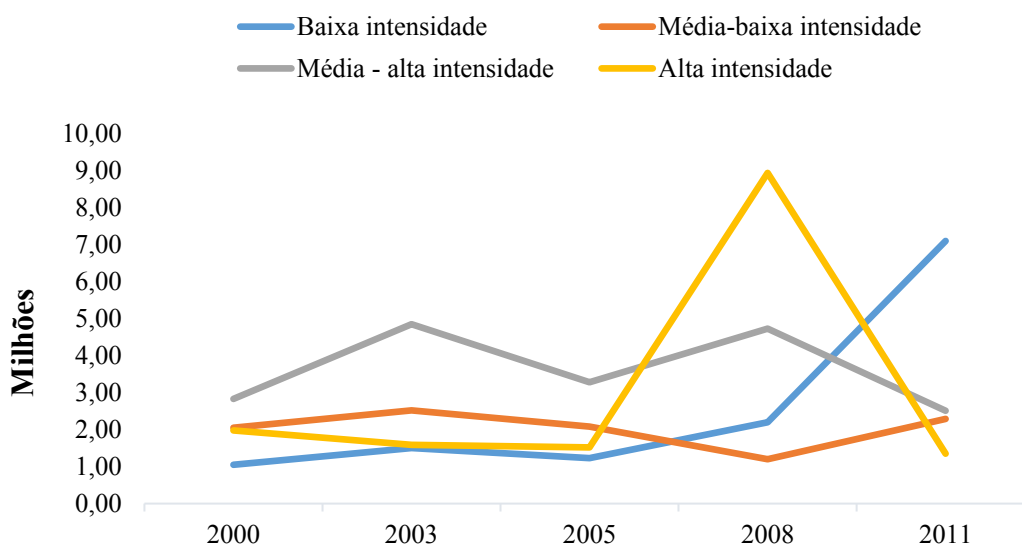


Figura 14: Média de investimentos em reais realizados com capital humano (treinamento, P&D e *softwares*) pela indústria de transformação brasileira no período de 2000-2011

Fonte: elaboração própria a partir de dados PINTEC.

²⁵ Para Heckman (2005), uma força de trabalho mais educada é capaz de produzir novas ideias e conhecimento, se tornando mais hábil no processo de adaptação à importação de novas tecnologias e na criação, o que remete a ideia da existência de um *lag* temporal entre o investimento que se faz em capital humano e o aumento da capacidade de absorção e criação de inovações.

No que se refere às fontes de financiamento das atividades inovativas, estas podem contribuir para identificar falhas e também auxiliar na criação de políticas que incentivem o setor produtivo a inovar, assim como absorver novas tecnologias. A Figura 15 mostra a divisão dessas fontes de captação de recursos.

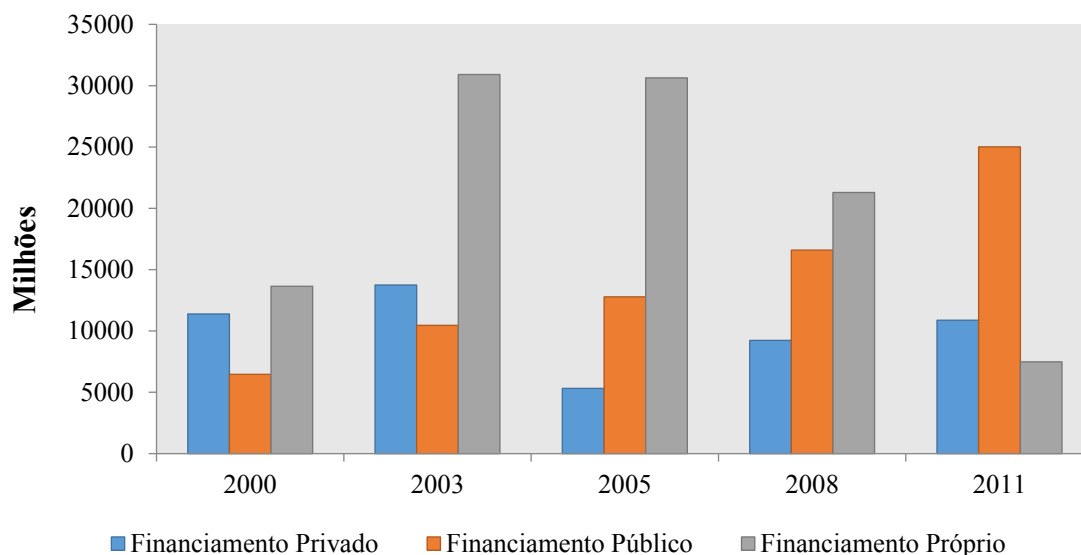


Figura 15: Fontes de financiamento das atividades de pesquisa e desenvolvimento da indústria de transformação no período de 2000-2011

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PINTEC.

Até 2008, a maior parte do financiamento era realizada por recursos próprios das firmas, no entanto, em 2011, as participações do setor público aumentaram de forma significativa, o que sinaliza uma maior preocupação com o incentivo a inovação e capacitação pelas instituições públicas.

4.2 Modelos estimados

Nesta seção são apresentados os resultados dos modelos propostos no estudo. Inicialmente, espera-se que o efeito da variável capital humano sobre a produção industrial seja positivo e que o produto do tempo $t-1$ afete, de forma significativa, o produto corrente.

Resumidamente, as variáveis incluídas na estimação foram: pessoal ocupado, capital físico, *proxies* para acumulação de capital humano e progresso tecnológico.

4.2.1 Modelo I: gastos com treinamento, P&D, aquisição de conhecimento externo e *softwares* como *proxy* de capital humano

Neste modelo, utiliza-se os gastos realizados com treinamento, P&D, aquisições de conhecimento externo e *softwares* na tentativa de captar o efeito dos investimentos realizados sobre a produção. Conhecendo a heterogeneidade das empresas da indústria brasileira, fez-se necessário uma estratificação que permita uma verificação mais concisa, a fim de captar efeitos não observados na análise com a população total de empresas.

As estimativas aqui apresentadas referem-se a uma amostra de aproximadamente 1.500 empresas distribuídas em território brasileiro e emoldadas nos setores de **média-alta** e **alta intensidade** tecnológica. Aquelas empresas que apresentaram dados ausentes ou reportaram algum problema na mensuração foram excluídas da amostra. Além da classificação por intensidade considera-se também o tamanho das empresas como filtro para a amostra. Optou-se por manter apenas estes setores, pois eles possuem características específicas que tendem apresentar respostas superas diante do dispêndio com capital humano, já que, segundo Sarfati (2012) e Dias (2013), setores com intensidades elevadas de tecnologias exigem mão de obra qualificada.

Os resultados apresentados na Tabela 10 foram obtidos a partir de um banco de dados em formato de painel dinâmico e estimados através do método de *System GMM*. Os valores do teste de *Sargan* demonstram uma boa adaptação dos instrumentos utilizados e consolidam a apreciação do modelo. O comportamento significativo da variável Y_{t-1} , assim como em Meyrelles Júnior, Jaime Jr e Libânio (2016); Vieira, Avellar e Verissimo (2013), comprova o caráter dinâmico do processo produção da indústria brasileira. Ao considerar o dinamismo existente na relação de crescimento do produto entre Y_t e Y_{t-1} , nota-se que a variável defasada Y_{t-1} , quando significativa, têm efeito positivo sobre o produto (Y_t). O que remete a ideia de que o bom desempenho da empresa nos anos anteriores afeta o produto corrente, assim como as decisões de investimento em capital físico, humano ou mão de obra.

Tabela 10: Resultados da estimação do primeiro modelo proposto: os gastos com o capital humano (treinamento, P&D, aquisição de conhecimento externo e *softwares*) no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira.

Variáveis	Média-alta intensidade tecnológica				Alta intensidade tecnológica			
	Tamanho da Empresa							
	Micro e pequena	Média	Média-grande	Grande	Micro e pequena	Média	Média-grande	Grande
Ln(Y _{t-1})	0,906*** (0,184)	0,565** (0,231)	0,482*** (0,106)	0,375 (0,292)	0,855*** (0,135)	0,474 (0,485)	0,561*** (0,205)	-0,102 (0,207)
Ln(L)	0,615*** (0,174)	0,905*** (0,228)	0,335*** (0,124)	0,320** (0,141)	0,370*** (0,112)	0,609** (0,274)	0,605** (0,324)	1,494 (0,703)
Ln (K)	0,229*** (0,0617)	0,285*** (0,0604)	0,121*** (0,0340)	0,114** (0,0498)	0,128*** (0,0371)	0,241 (0,181)	0,0557 (0,121)	0,489 (0,633)
Ln (PTF)	0,227** (0,1061)	0,249** (0,1271)	0,118** (0,0596)	0,1625* (0,0985)	0,0934** (0,0299)	0,469*** (0,139)	0,201*** (0,0123)	0,379*** (0,0334)
Ln (H)	-0,0320 (0,0358)	0,101*** (0,0330)	0,0426** (0,0179)	0,00666 (0,0379)	0,00916 (0,0228)	-0,0208 (0,0506)	0,0315 (0,0221)	0,0413 (0,0831)
Constante	-0,949 (2,766)	2,660 (3,274)	7,036*** (1,921)	10,08* (5,457)	1,025 (2,971)	8,018 (9,832)	8,754* (4,692)	14,37 (18,61)
Nº de observações	254	139	428	332	470	139	93	116
Nº de empresas	144	126	343	234	251	114	70	68
X ²	151,5	119,7	44,92	14,91	155,0	36,02	12,73	210,5
Teste de autocorrelação	0,0569	0,235	0,0241	0,0294	0,0525	0,0844	0,0134	0,0401
Sargan	0,5121	0,705	0,5687	0,2646	0,7725	0,8532	0,0804	0,3609
Nº de instrumentos	14	9	12	14	14	8	11	14

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa,

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

*O teste de *Sargan* não rejeita a hipótese de que as restrições sobreidentificadas são válidas.

Pode-se inferir que, ser classificada como micro ou pequena empresas faz com que o impacto do produto no tempo $t-1$ seja ainda mais expressivo do que nas demais. Além disso, observa-se que essa perturbação diminui com o aumento do tamanho da empresa. Acredita-se que aquelas empresas ditas como médias grandes e grandes apresentem uma dependência intertemporal menor em relação ao produto.

Como esperado, o efeito do fator trabalho (L) na produção apresentou quase todos os parâmetros significativos e positivos, ou seja, o aumento da mão de obra destinada à produção pode elevar o produto e ocasionar melhoras no desempenho da empresa. É interessante notar o comportamento desta variável naquelas empresas classificadas como médias e de média-alta intensidade tecnológica, pois nelas o impacto foi mais representativo para todo o período analisado.

No que se refere ao comportamento do atributo capital físico, verifica-se que ele é significativo em sua maioria e que sua acumulação apresenta, também, efeito positivo sobre o produto final da empresa. É consolidado, na teoria econômica de crescimento endógeno, o papel fundamental que acumulação de capital físico exerce na geração de crescimento. Neste caso a relação é positiva e direta, assim quanto maior for a taxa de investimento em capital físico (acumulação) maior o crescimento do produto²⁶.

Além dos resultados já apresentados deve-se considerar também o fator progresso tecnológico nas análises. No presente estudo, como discutido anteriormente, considera-se a PTF como *proxy* para tal aspecto. No que se refere ao seu comportamento verifica-se significância estatística em toda a amostra. O crescimento da produtividade total indica que o processo produtivo se tornou mais eficaz e essa mudança qualitativa nos permite usá-la como indicador de progresso tecnológico. Uma queda PTF indica perda de eficiência, o que torna o processo produtivo mais oneroso.

Observa-se pelos resultados que o efeito da PTF é maior nos setores de alta intensidade tecnológica, com coeficiente de 0,469 e 0,379 para médias e grandes empresas, respectivamente. É intuitivo pensar que nestes setores a tecnologia atua de forma resoluta, visto que é nestes que se concentram as empresas que auferem maior qualificação e exigem alto grau de evolução tecnológica. Além disso, o efeito positivo da PTF, e conseqüentemente do progresso tecnológico, demonstra que este é capaz de gerar ganhos a produção, seja diretamente ou como facilitador da criação e absorção de novos processos e tecnologia.

Por fim, como sujeito motivador da pesquisa, observa-se os efeitos dos gastos realizados pelas empresas com o capital humano. Considerando os aspectos supracitados e os resultados do modelo, nota-se que apenas nas empresas classificadas como *média* ou *média-grande* (pertencentes ao setor de média-alta intensidade tecnológica) há significância estatística. Nestas empresas, os investimentos realizados apresentam resposta positiva à produção, em que o coeficiente associado ao gasto com capital humano, $\ln(H)$, é de 0,101 para as empresas médias e de 0,0426 para as empresas com classificação médias grandes, significativos a 5% e 10%, respectivamente. Estes valores demonstram que embora positivos, o efeito dos gastos com capital humano sobre o produto final das empresas ainda é pequeno.

²⁶ Este impacto é evidenciado pelos estudos de Barro (1991), Levine e Renelt (1992), Benhabib e Spiegel, (1994), Mauro (1995), Rajan e Zingales (1996), Dreher (2006), Batten e Vo (2009), Fabro e Aixelá (2009) e Aisen e Veiga (2013).

Assim como em Nakabashi (2010) e Dias (2014), acredita-se que os resultados apresentados, não significância estatística do capital humano, estão relacionados às divisões setoriais da nossa indústria. Normalmente, setores menos intensivos em tecnologia tendem a exigir mão de obra menos qualificada. No entanto, não se deve esquecer a importância da qualificação da mão de obra, pois é ele que garantirá a empresa condições de melhorias no processo produtivo, seja via criação ou absorção de novos processos, produtos e tecnologia.

Também sobre essa discussão, Dias (2014) afirma que: “A demanda por capital humano menos qualificado tem como destaque o alto custo de ajustamento que supera o capital humano qualificado em todos os setores, exceto nos serviços de alta tecnologia (DIAS, p, 7, 2014)”. Nesse mesmo trabalho, o autor destaca a importância premente de qualificação de pessoas com escolaridade com pelo menos segundo grau (11 anos de escolaridade) para os setores em geral, com exceção para aqueles voltados para serviços de alta tecnologia. Esse pode ser um dos fatores que explicam o pequeno efeito encontrado nas análises. Segundo a PNAD (2012), em 2012, aproximadamente, 25,5% da população brasileira tinha segundo grau completo e 11,3% nível superior.

Adicionalmente, outro fator que pode contribuir para o baixo impacto do capital humano sobre a indústria brasileira relaciona-se ao grau de desenvolvimento ao qual o país está inserido. Em suma, países desenvolvidos tendem a apresentar uma força de trabalho mais qualificada por serem mais dinâmicos. Para Nakabashi e Figueiredo (2005) o caráter dinâmico da produção desses países garantem o investimento direto e o poder de difusão de conhecimento e novas tecnologias.

Por fim, os resultados apresentados no modelo I com relação à acumulação de capital físico, mão obra e progresso tecnológico atenderam ao pressuposto esperado no início da pesquisa. No entanto, a acumulação de capital humano destoou da hipótese inicial de impacto positivo sobre a produção, mesmo que significativa em alguns grupos da amostra. Deve-se considerar os aspectos já citados que podem interferir na relação capital humano e crescimento, além de considerarmos o seu processo de mensuração. Não há na economia um consenso acerca da sua mensuração, haja vista que o capital humano é inerente ao indivíduo e que o fator qualidade pode superar o fator quantidade, mas ainda é escasso na literatura um método exato e não oneroso que permita captar os efeitos quantitativos e qualitativos, simultaneamente.

4.2.2 Modelo II: índice de capital humano como *proxy*

O segundo modelo proposto no estudo indica como *proxy* para o capital humano um índice construído por análise fatorial como demonstrado anteriormente (item 5.5). O objetivo é obter um indicador que capte o efeito de variáveis latentes ao capital humano sobre a produção. Partindo de uma amostra de, aproximadamente, 7.600 empresas e 11.200 observações os dados foram classificados de acordo com sua intensidade tecnológica, **baixa, média-baixa, média-alta e alta**. As estratificações da amostra permitem uma homogeneização para as observações, em que as interações são medidas em grupos de empresas que apresentem no mínimo o mesmo grau de especificação tecnológica e setorial.

A principal mudança neste modelo está na inclusão do efeito, mesmo que parcialmente, da educação formal sobre a produção, que pode ser captado pelo número de graduados, mestres e doutores. Assim como no modelo I, os dados são organizados em um painel dinâmico, estimado a partir do método *System GMM*. Os resultados estimados são apresentados na Tabela 11. Neste caso, vale ressaltar, a perda de significância em alguns estratos das variáveis econômicas acumulação de capital físico e mão de obra empregada na produção. O que remete a conclusão que um maior estreitamento da divisão da amostra, considerando também o tamanho das empresas, pode levar a uma melhor adequação do modelo.

Os testes apresentados, autocorrelação e *Sargan*, novamente demonstram uma boa adaptação dos instrumentos utilizados na estimação descartando a presença de correlação entre eles e o erro e a hipótese de sobreidentificação.

Mesmo com a perda de significância de alguns parâmetros observa-se o efeito significativo e positivo da variável Y_{t-1} em todos os grupos analisados, como é visto na Tabela 11. Se comparado ao primeiro modelo, nota-se um aumento nos coeficientes relacionados, cujo coeficiente máximo foi, aproximadamente, 0,9 para Y_{t-1} . Neste segundo modelo, ele variou entre 1,239; 1,122; 1,026 e 1,095 para setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica, respectivamente. Ou seja, aumentos no produto no tempo passado, são capazes de reproduzir ganho no tempo corrente de forma mais expressiva no modelo II, o que pode estar relacionado aos ganhos advindos capital humano adquirido no passado.

Tabela 11: Resultados da estimação do segundo modelo proposto utilizando o índice de capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira.

Variáveis	Intensidade tecnológica			
	Baixa	Média-Baixa	Média-Alta	Alta
Ln(Y_{t-1})	1,239*** (0,103)	1,122*** (0,151)	1,028*** (0,0801)	1,095*** (0,158)
Ln(L)	0,0954 (0,142)	0,108 (0,136)	0,303*** (0,0688)	0,332 (0,292)
Ln(K)	0,0399 (0,0488)	0,0497 (0,0537)	0,106*** (0,0224)	0,112 (0,0974)
Ln(PTF)	0,137*** (0,0310)	0,252*** (0,0747)	0,0253 (0,0337)	0,252** (0,113)
ICH	-0,984 (0,759)	1,054*** (0,387)	-1,658 (3,251)	1,604** (0,5480)
Constante	-3,452*** (1,292)	-0,813 (2,138)	-1,186 (2,316)	-2,894 (4,303)
Nº de observações	6.632	1.712	2.150	697
Nº de empresas	4.553	1.228	1.402	468
X ²	1162	306,1	501,3	305,0
Teste de autocorrelação	0,103	0,0717	0,0717	0,0819
Sargan ^o	0,251	0,703	0,459	0,712
Nº de instrumentos	14	14	14	14

Nota: ^oO teste de *Sargan* não rejeita a hipótese de que as restrições sobreidentificadas são válidas;

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fonte: elaboração própria.

Os resultados demonstrados na Tabela 11 apontam uma perda de significância para os setores de baixa, média-baixa e alta intensidade no que diz respeito ao fator trabalho (L) na produção. No entanto, quando significativo esse efeito é positivo sobre a variável dependente, logo, aumentos na mão de obra indicam aumentos na produção.

Outra perda expressiva no modelo tange o efeito da acumulação de capital físico, o que vai de encontro às hipóteses de que o capital físico é um dos impulsionadores do crescimento. Novamente a não significância é observada os setores de baixa, média-baixa e alta intensidade. Ademais, admitir o capital humano como fator relevante ao processo de produção não invalida a participação do capital físico, propulsor da eficiência e dos ganhos de produtividade, o que corrobora com a ideia de melhor adequação do modelo I. Ressalta-se que quando significativa, a acumulação de capital físico apresenta efeito positivo sobre a produção.

Como se nota, o fator progresso tecnológico (medido através da PTF) não apresenta mudanças significativas em relação ao modelo anterior. Com exceção dos setores de média

alta intensidade tecnológica, a PTF é significativa e apresenta efeito positivo sobre o produto final das empresas, ou seja, ganhos no progresso tecnológico geram aumentos no produto das empresas brasileiras.

Em relação ao índice de capital humano verifica-se que, quando significativos, os coeficientes apresentam efeito positivo sobre a produção. Esse prognóstico é observado apenas nos setores de média-baixa e alta intensidade tecnológica, com coeficientes de 1,054 e 1,604, respectivamente. Os resultados para os setores de alta intensidade tecnológica já eram esperados, visto que quanto maior intensificação tecnológica da empresa, maior a expectativa de qualificação da mão de obra. O interessante nestes resultados relaciona-se a melhor resposta do setor de média-baixa tecnologia frente ao de média-alta, a qual se mostrou não significativa diante do investimento em capital humano.

Novamente, o baixo impacto do capital humano sobre o processo produtivo das empresas pode estar relacionado a fatores com especialização setorial, já que as empresas brasileiras concentram-se nos setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica (aproximadamente 70%). Isso representa também um nível de desenvolvimento da economia e diversificação produtiva.

Em síntese, os resultados encontrados para o modelo II apresentam um comportamento semelhante ao do modelo I no que diz respeito ao capital humano, quando significativo. Para ambos, mesmo que pequeno, o impacto é positivo sobre a produção, o que valida a hipótese inicial de que o investimento em capital humano afeta positivamente a produção da empresa. No entanto, ao considerar as variáveis relacionadas ao capital físico e ao trabalho na produção, tem-se uma melhor adaptação do primeiro modelo.

4.2.3 Modelo III: gastos com variáveis de capital humano e o índice de capital humano como *proxy*

O terceiro modelo proposto no trabalho apresenta uma regressão mista que incorpora o índice de capital humano (IDH) e os investimentos diretos realizados pelas empresas em treinamento, P&D, aquisições de conhecimento externo e *softwares* como demonstra a Tabela 12. Considerando uma amostra de aproximadamente 5.000 empresas e 7.500 observações o teste de *Sargan* e autocorrelação garantem uma boa adequação dos instrumentos e permitem a continuidade das análises, vale lembrar que aquelas empresas que apresentaram alguma inconsistência ou ausência nos dados foram excluídas da amostra. As

5.000 empresas analisadas no modelo foram classificadas de acordo com sua intensidade tecnológica, sendo distribuídas entre **baixa, média-baixa, média-alta e alta** intensidade, novamente com maior concentração no setor de baixa intensidade tecnológica, 52,5%²⁷. Apesar de um pequeno ganho nas estáticas de *Sargan*, nota-se também uma perda de participação da acumulação de capital físico (K) e do fator trabalho (L) no modelo.

Tabela 12: Resultados da estimação do terceiro modelo proposto utilizando o índice fatorial e os gastos diretos realizados com capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira.

Variáveis	Intensidade tecnológica			
	Baixa	Média-Baixa	Média-Alta	Alta
Ln (Y _{t-1})	1,314*** (0,101)	1,309*** (0,0999)	1,264*** (0,150)	1,022*** (0,0964)
Ln (L)	0,0404 (0,0943)	0,0122 (0,0888)	0,0854 (0,0850)	0,326*** (0,0663)
Ln (K)	0,0186 (0,0320)	0,000290 (0,0287)	0,0351 (0,0299)	0,115*** (0,0223)
Ln(PTF)	0,136*** (0,0345)	0,379*** (0,0681)	0,260*** (0,0638)	0,00406 (0,0443)
ICH	-1,022** (0,513)	3,689 (4,722)	1,170*** (0,417)	0,847 (4,302)
Ln(H)	0,0135 (0,0104)	0,0373* (0,0206)	0,0100 (0,0168)	0,00954 (0,0178)
Constante	-4,525*** (1,565)	-1,233 (2,824)	-3,053 (2,664)	-1,901 (2,895)
Nº de observações	3.916	1.141	1.009	1.369
Nº de empresas	2,625	780	697	881
X ²	366,1	284,8	158,0	264,3
Teste de Autocorrelação	0,0982	0,132	0,0670	0,0597
Sargan*	0,7162	0,5612	0,7803	0,6873
Nº de instrumentos	15	15	15	15

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa,

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

*O teste de *Sargan* não rejeita a hipótese de que as restrições sobreidentificadas são válidas,

Na regressão conjunta apresentada neste modelo observa-se a significância da acumulação de capital físico (K) e do fator trabalho (L) apenas nos setores de alta intensidade tecnológica, com coeficientes positivos de 0,115 e 0,325, respectivamente. Quando

²⁷ Ao considerar a estratificação também por tamanho da empresa houve perda considerável de consistência dos resultados e optou-se por apresentar os resultados apenas da divisão por intensidade tecnológica. No entanto, a tabela com essa estimação é reportada nos anexos.

significativos, aumentos na acumulação de capital físico e pessoas envolvidas na produção impulsionam o crescimento do produto positivamente.

No que se refere ao aspecto progresso tecnológico (ou comportamento da PTF), se significativo, tem-se um impacto positivo sobre o produto das empresas brasileiras, que ocorre nos setores de baixa (0,136), média-baixa (0,379) e média-alta tecnologia (0,260). Como discutido, o progresso tecnológico tem um papel fundamental no desempenho das empresas, ele está diretamente ligado à capacidade de criação e absorção de inovações, além de melhorar as condições de competitividade. Os resultados encontrados no presente trabalho são semelhantes aos apresentados por Levine e King (1994), Ferreira (2000), Goedhuys (2007), Wanderley, Silva e Leal (2012), que demonstram a participação satisfatória da PTF sobre o produto final das empresas.

Ao se incluir no modelo as duas *proxies* utilizadas para mensurar o capital humano, tem-se uma alteração no comportamento do ICH para os setores de baixa intensidade tecnológica, o coeficiente é estatisticamente significativo a 10%, porém, contrário ao esperado, visto que apresenta impacto negativo sobre a produção. Acredita-se que o efeito negativo para o setor esteja ligado à sua natureza (setores menos tecnológicos exigem menor qualificação)²⁸. Considera-se que mais de 50% das indústrias brasileiras estão classificadas neste setor, e que o índice calculado incorpora a alta qualificação de mão de obra (graduados, mestres e doutores) e os custos da acumulação, não seria absurdo encontrar arranjos que demonstrem o impacto negativo sobre a produção. É intuitivo pensar que profissionais capacitados sejam mais eficientes em setores que exijam maior conhecimento, o que em muitos casos é ocasionado pelo ônus gerado na manutenção destes profissionais. Isso está atrelado ao fato de os gastos com altos salários ou investimentos auferidos na capacitação do capital humano ultrapassarem os ganhos gerados na produção. Nos setores de média alta tecnologia essa interação se inverte, o coeficiente é significativo e positivo, o que corrobora a ideia de que setores com alto grau de tecnologia necessitam de mão de obra qualificada, sendo que o efeito do capital humano no seu crescimento passa a ser mais elevado.

No que concerne aos efeitos dos investimentos diretos em capital humano (H), diferentemente do esperado, o coeficiente (0,0373) mostra-se significativo a 10% apenas no setor de média-baixa intensidade tecnológica, o sinal encontrado é positivo, ou seja, o

²⁸ Fernandes e Meneses-Filho (2002) analisaram os setores exportadores e importadores da economia brasileira e concluíram que estes auferem uma demanda maior por pessoas com conhecimento intermediário, ou seja, aqueles com 5 a 11 anos de estudo o que caracteriza uma mão de obra menos qualificada.

aumento dos investimentos diretos tem impacto positivo no produto final. No entanto, nos demais setores não há evidência de que estes dispêndios afetem diretamente a produção.

De um modo geral, os resultados encontrados nos três modelos demonstram que em algum grau o capital humano tem efeito sobre o produto das empresas da indústria de transformação brasileira, principalmente, quando se considera as especificações de setores e tamanho, como analisado no modelo I. Entretanto, ao considerar apenas as divisões setoriais da indústria, a resposta aos elementos relacionados ao capital humano, em especial, o ICH, a acumulação de capital físico e o fator trabalho perdem significativa participação na produção destas empresas. Pode-se afirmar ainda que os escopos abordados no estudo demonstram um grande grau de especificidade da amostra e que, talvez, estratificações ainda mais detalhadas melhorem as respostas dos modelos.

Os resultados apresentados confirmam hipóteses previstas em estudos recentes acerca do tema (TEIXEIRA, 1999; NAKABASHI e FIGUEIREDO, 2008; BARBOSA-FILHO, PESSÔA e VELOSO, 2010; DIAS, 2014; QUEIRÓS 2014), demonstrando que o efeito do capital humano sobre o crescimento está fortemente relacionado ao grau de desenvolvimento do país e em qual setor de produção se concentram suas empresas. Os autores reconhecem a importância do capital no processo produtivo das empresas, contudo, os impactos indiretos (capacidade de absorção e criação de novos produtos e processos, ganho de eficiência, salto tecnológico, melhoria na diversificação da produção) do capital humano sobre a produção tornam-se muito mais perceptivos e significativos do que aqueles mensurados diretamente na função de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos apresentados por Lucas (1988) e Romer (1990) colocam o capital humano sobre uma nova perspectiva diante das teorias de crescimento. O reconhecimento do caráter endógeno do progresso tecnológico e do capital humano como fator de produção passam a explorar uma parcela do crescimento ainda não explicada pelos modelos clássicos da época e caráter não decrescente do capital. Ao resgatar a teoria do capital humano apresentada por Mincer (1958), Schultz (1961; 1973), Hirschman (1961) e Becker (1964) os autores incorporam essa variável ao processo de alavancagem de produtividade e crescimento das economias. O capital humano apresenta-se, então, como fator de ajustamento econômico que é capaz de afetar o nível de produção, emprego e renda, mesmo que indiretamente.

Nessa perspectiva, o presente trabalho se propôs a identificar a participação do capital humano no crescimento do produto da indústria de transformação brasileira e avaliar seu impacto sobre os ganhos de eficiência a partir dos investimentos diretos nos fatores a ele relacionados e na educação formal. Os resultados encontrados apontaram que o capital humano está relacionado a um conjunto de variáveis de difícil mensuração e classificação e que, em muitos casos, o impacto direto sobre a função de produção torna-se não significativo. Além disso, existem transbordamentos advindos de forma indireta da qualificação da mão de obra, ou seja, do indivíduo afeta de maneira mais expressiva o produto. Observamos ainda, que a estruturação da indústria brasileira em grupos, considerando a classificação das atividades industriais pela intensidade tecnológica empregada na produção e pelo tamanho da empresa, pode levar a resultados mais interessantes e significativos ao longo das regressões.

As hipóteses levantadas no trabalho, em sua maioria, foram confirmadas pela significância estatística dos parâmetros. Isso corrobora a ideia de que o capital humano tem impacto positivo sobre a produção. No entanto, algumas questões precisam ser consideradas. A primeira refere-se ao fato de que inserir o capital humano diretamente na função de produção pode levantar dúvidas sobre a melhor forma de avaliar seu impacto. Além disso, os métodos de mensuração de acumulação do capital humano presentes na literatura podem não ser eficazes e gerarem resultados condizentes com a realidade.

Parte da literatura nacional e internacional que trata da relação crescimento econômico/capital humano defende que o mesmo funciona muito mais como um

impulsionador de *spillovers* que aumentam a produtividade do capital físico e do trabalho. É essa característica que leva aos resultados não significativos da inserção direta na função de produção. Há alguns autores que o relacionam ao investimento em P&D, classificando-o como definidor da taxa do avanço tecnológico e, conseqüentemente, do produto *per capita da economia*.

Uma das maiores dificuldades encontradas no trabalho foi a mensuração da acumulação de capital humano dentro das empresas, principalmente, pelo fato de o conhecimento ser inerente ao indivíduo, as empresas conseguem reter por um tempo a tecnologia ou a inovação produzida a partir de uma ideia, mas não o indivíduo. A falta de métodos que permita a quantificação consistente da qualidade da mão de obra pode afetar de forma negativa as estimativas apresentadas nos estudos. O espaço temporal utilizado para as análises é relativamente curto, considerando a complexidade da variável capital humano e o tempo de resposta que o investimento nela realizado pode exigir. Além da falta de condições para mensurar o fator qualitativo do capital humano afeta de forma negativa as respostas apresentadas nos modelos. E por fim, por se tratar de uma pesquisa nacional, que abarca um número muito grande de questões e empresas, sofre-se com o problema de omissão de informação que pode levar a reprodução de resultados subestimados.

O caráter dinâmico do fator produto mostrou-se significativo e consistente nas análises, o que nos leva a pensar em um comportamento semelhante para o capital humano. Sugere-se para trabalhos futuros a adoção do caráter dinâmico do capital humano, cujos investimentos realizados em tempos passados sejam de alguma forma inseridos nas estruturas dos modelos, para identificar possíveis relações intertemporais dessa variável com o produto final das empresas. Indica-se, ainda, um diagnóstico mais elaborado e preciso sobre o investimento direto das empresas em capital humano, para assim, identificar em que categorias o investimento deve ser realizado na educação formal de nível básico, secundário, superior, em treinamentos, na aquisição de conhecimento ou nos processos de P&D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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... Recife: ANPEC, 1997.
- ANTUNES, M. T. P., MARTINS, E. **Gerenciando o Capital Intelectual: uma proposta baseada na controladoria de grandes empresas brasileiras**. Revista de Administração Eletrônica da UFRGS (READ), Porto Alegre, edição nº 55, Vol. 13, Jan/Abri, 2007.
- ARAÚJO, Jair Andrade de. **Pobreza, desigualdade e crescimento econômico: três ensaios em modelos de painel dinâmico**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Fortaleza, 2009.
- ARELLANO, M.; BOND, S. **"Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations"**. Review of Economic Studies, Blackwell Publishing, vol. 58(2), p. 277-97, April, 1991.
- ARELLANO, M.; BOVER, O. **Another look at the instrumental variable estimation of error-components models**. Journal of Econometrics - Elsevier, vol. 68(1), p. 29-51, Jul. 1995.
- ARGILÉS, R; POTTERS, L; POTTERS, M. **R&D and Productivity: Testing Sectoral Peculiarities Using Micro Data**. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), Sevilla, 2005.
- AZEVEDO, P. F.(1992). **Esforço Tecnológico Através de Investimentos em Capital Humano nas Empresas do Setor de Bens de Capital Brasileiro**. USP/FEA: São Paulo, 139 p.
- BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. Wiley, Chichester.
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. **Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano – 1992-2007**. Revista Brasileira de Economia, v. 64, n. 2, jun. 2010.
- BARRO, R; LEE, J. W. **International Measures of Schooling Year and Schooling Quality"**. American Economic Review. Papers and Proceedings, Pittsburgh, n. 86, p. 218-223, mai., 1996
- BARRO, R; LEE, J. W. **Sources of economic growth. Carnegie - Rochester Conference of Public Policy**, New York, n. 40, pgs 1-46, 1994.

- BARRO, Robert J. **Determinants of economic growth: a cross-country empirical study.** National Bureau of Economic Research, 1996.
- BECKER, G. S. **Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis.** The Journal of Political Economy, Vol. 70, No. 5, Part 2: Investment in Human Beings, pp. 9-49, Chicago, 1962.
- BENAVENTE, J. M. **The role of research and innovation in promoting productivity in Chile.** Economics of Innovation and New Technology, 15(4/5), 301-315, 2002.
- BERCHIELLI, F. O. **Investimento em Capital Humano: parâmetro para a determinação de uma política de desenvolvimento econômico.** Revista de administração Mackenzie. Ano 1, n.1, 2000, p. 83-101.
- BLAUG, M. **La metodología de la economía.** Trad. Ana Martinez Pujana. Madrid: Alianza Editorial, 1985.
- BLUNDELL, R; BOND, S. **Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models.** Journal of Econometrics – Elsevier, v. 87(1), 115-143, 1998.
- 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, 2010.
- CASELLI, F.; COLEMAN, W.J. **The world technology frontier.** American Economic Review, Pittsburgh, 96, 499–522, 2006.
- COE, D. T.; HELPMAN, E. **International R&D spillovers.** European Economic Review- Elsevier, v. 39, n. 5, p. 859-887, 1995.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. **Absorptive capacity: new perspective on learning and innovation.** Administrative Science Quarterly, New York, v.35, p.138-152, 1990.
- CONNOLLY, M. P. **Human capital and growth in the Post-Bellum South: a separate but unequal story.** The Journal of Economic History, Cambridge, v. 64, n. 2, p. 1-39, 2004.
- CRUZ, Bruno O.; FURTADO, Bernardo A.; MONASTERIO, Leonardo; RODRIGUES Jr., Waldery. **Economia Regional e Urbana.** Cap. 10. Brasília - DF. 2011
- DE ALMEIDA RIBEIRO, Erica C. B., GONÇALVES, Eduardo, FREGUGLIA, Ricardo S. **Transbordamentos de Tecnologia e Capacidade de Absorção: Uma Análise para os Estados Brasileiros.** *Revista Economia*, 2013.

- DE LA FUENTE, Angel et al. **Human capital and productivity**. Nordic Economic Policy Review, v. 2, n. 2, p. 103-132, 2011.
- DE NEGRI, Fernanda. **Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra. Tecnologia, exportação e emprego**. Brasília: Ipea, 2006.
- DIAS, J. **Restrição da oferta e demanda por capital humano qualificado e o crescimento econômico e das exportações dos estados brasileiros**. BNDES/ANPEC, (Séries Working Paper, n. 30), 2012.
- DIAS, J.; DIAS, M. H. A . **Crescimento econômico, emprego e educação em uma economia globalizada**. Ed. Eduem/UEM- PR, Maringá-PR, p.89, 1999.,
- DIAS, J.; DIAS, M. H. A.; LIMA, F. F. **Os efeitos da política educacional no crescimento econômico: teoria e estimativas dinâmicas em painel de dados**. Revista de Economia Política, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 232-251, 2009.
- DIAS, Joilson. **Desafios da qualificação no brasil: demandas dos setores tradicionais e tecnológicos de curto e longo prazo por mão-de-obra qualificada**. In: Anais do XLI Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics], 2014.
- DRUCKER, P. F. A Sociedade Pós-Capitalista. São Paulo: Pioneira, 1999.
- EASTERLY, W., LEVINE, R. **It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models**. The World Bank Economic Review. v. 15, p. 177-219, Oxford, 2001.
- FARAZMAND, A. **Innovation in Strategic Human Resource Management: Building Capacity in the Age of Globalization. Public Organization**. Review, Netherland, v.4, n. 1, p. 3-24, mar, 2004.
- FERREIRA, A. H. **Convergence in Brazil; recent trends and long-run prospects**. Applied Economics, v32, n,4, p.479-489. Mar 2000.
- GOEDHUYS, Micheline et al. **The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil**. the Netherlands: UNU-MERIT, 2007.
- GOMES, V., PESSÔA, S., VELOSO, F. **Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira: Uma Análise Comparativa**. Pesquisa e Planejamento Econômico, v. 33, n. 3, Rio de Janeiro, 2003.

- HALL, R. E.; JONES, C. I. **Why do some countries produce so much more output per worker than others?** *Quarterly Journal of Economics*, New York, v. 114, n. 1, p. 83-116, fev. 1999.
- HIGACHI, H. Y.; CLEMENTE, A. **Economia e desenvolvimento regional**. São Paulo: Editoria Atlas, 2000.
- HIRSCHMAN, A. **Estrategia de desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- HOWITT, Peter; AGHION, Philippe. **Capital accumulation and innovation as complementary factors in long-run growth**. *Journal of Economic Growth*, Springer. v. 3, n. 2, p. 111-130, 1998.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de inovação tecnológica 2005 – PINTEC (2008)**. Rio de Janeiro, IBGE, 2008.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diferenciais salariais no Brasil: um breve panorama**. ISSN 1415-4765. Brasília, DF. 2014.
- JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**; tradução de Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- JONES, C. I. **Sources of U.S. economic growth in a world of ideas**. *The American Economic Review*, New York, v. 92, n. 1, p. 220-239, 2002.
- KLENOW, P.; RODRÍGUEZ-CLARE, A. **The neoclassical revival in growth economics: has it gone too far?** In: BERNANKE, Ben e ROTEMBERG, Julio (Eds.). *NBER Macroeconomics Annual*. MIT Press, *Massachusetts*, p. 73-114, 1997.
- KYRIACOU G. A. **Level and Growth Effects of Human Capital : a Cross-Country Study**. *Economic Journal*, nº 49, p, 783-792, 1991.
- LAU, L. J.; JAMISON, D. T.; LIU, S. C.; RIVKIN, S. **Education and economic growth: some cross-country evidence from Brazil**. *Journal of Development Economics*, v. 41, n. 1, p. 45-70, June 1993.
- LEVINE, Ross; RENELT, David. **A sensitivity analysis of cross-country growth regressions**. *The American economic review*, p. 942-963, 1992
- LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. **Estimating production functions using inputs to control for unobservables**. *Review of Economic Studies*, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.

- LEVINSOHN, James; PETRIN, Amil. **Estimating production functions using inputs to control for unobservables**. *The Review of Economic Studies*, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.
- LOUREIRO, A. O. F.; COSTA, L. O. **Uma breve discussão sobre os modelos com dados em painel**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Nota Técnica nº 37. Fortaleza, CE. 2009
- LUCAS, R. **On the mechanics of economic development**. *Journal of monetary economics*, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.
- LUCAS, R. **Why doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?** *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 80, p. 92-96, 1990.
- MACHADO, A. F.; SIMÕES, R. F., & DINIZ, S. C. **Urban Amenities and the Development of Creative Clusters: The Case of Brazil**. *Current Urban Studies*. Vol.1, No.4, 92-101. 2013
- MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, New York, v. 107, n. 2, p. 407- 437, 1992.
- MARKUSEN, A., HALL, P., & GLASMEIER, A. **High Tech America: The what, how and why of sunrise industries**. Boston: Allen and Irwin. 1986.
- MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. Madrid: Aguilar, 1957
- MARTIN, M. A. G.; HERRANS, A. A. **Human capital and economic growth in spanish regions**. *IAER*, v. 10, n. 4, p. 257-64, 2004.
- MEYRELLES FILHO, Sérgio F.; JÚNIOR, Frederico Gonzaga Jayme; DE ASSIS LIBÂNIO, Gilberto. **Mobilidade de capitais e crescimento econômico: elementos para uma síntese teórica**. *Economia e Sociedade*, v. 18, n. 3, p. 439-467, 2016.
- MINCER, J. **Investment in human capital and personal income distribution**. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 66, p. 281-302, 1958.
- MINCER, J. **Schooling, Experience and Earnings**. *Human Behavior & Social Institutions*, South Band, nº. 2, p. 41-63, 1974.
- MONASTERIO, L. **Indicadores de Análise Regional e Espacial**. In: Org.
- MORO, Sueli et al. **A dimensão espacial do potencial exportador das firmas industriais brasileiras**. *As Empresas Brasileiras e o Comércio Internacional*, p. 109, 2006.

- NAKABASHI, L.; FIGUEIREDO, L. **Mensurando os impactos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento**. Revista de Economia Aplicada, Ribeirão Preto, v. 12, p. 151-171, 2008
- NARULA, R.; MARIN, A. **FDI spillovers, absorptive capacities and human capital development: evidence from Argentina**. Quarterly Journal of Economics, New York, vol. 70 n. 1, p. 65-94, 2003.
- NERI, M. **O retorno da educação no mercado de trabalho**. Centro de Políticas Sociais do IBRE/FGV e da EPGE/FGV. 2006.
- NETO G. S. B., NAKABASHI L., SAMPAIO A. V. **Determinantes do capital físico: o papel do capital humano e da qualidade institucional**. In: XLI Encontro Nacional de Economia, 2014, Natal. Anais... Natal: ANPEC, 2014.
- OECD - **Organization for Economic Co-operation and Development**. The Well- Being of Nations: The Role of Human and Social Capital. Paris: OECD, 2001.
- OECD. **Entrepreneurship at a glance 2011**. Paris: OECD Publishing, 2011.
- PAVARINA, PRJP; CELLA, Daltro; PERES, F. C. **A percepção das atividades administrativas: produtores rurais e profissionais da assistência técnica**. In: Anais do XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Juiz de Fora. 2003.
- PEREZ-TRUGLIA, Ricardo. **Applied econometrics using Stata**. Manual Department of Economics, Harvard University, 2009.
- PODRECCA, Elena; CARMECI, Gaetano. **Fixed investment and economic growth: new results on causality**. Applied Economics, v. 33, n. 2, p. 177-182, 2001.
- PONCHIROLI, O. **O Capital Humano como Elemento Estratégico na Economia da Sociedade do Conhecimento sob a Perspectiva da Teoria do Agir Comunicativo**. UFSC: Florianópolis, 105 p., 2000.
- PRITCHETT, Lant. **Where has all the education gone?**. World Bank Policy Research Working Paper, n. 1581, 1996.
- RIBEIRO, E. C B. A.; GONÇALVES, E.; FREGUGLIA, R. S. **Transbordamentos de Tecnologia e Capacidade de Absorção: Uma Análise para os Estados Brasileiros**. Revista Economia, vol.14 n.1, p. 3-27, 2013.

- ROCHA, L. A. et al. **Crescimento Econômico e a interação entre capital humano e grau de desenvolvimento tecnológico dos países.** In: 42º ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. Natal. Anais. Rio de Janeiro: ANPEC, 2014.
- ROGERS, M. **R&D and Productivity in the UK: evidence from firm level data in the 1990s.** Economics Series Working Papers 255, University of Oxford, 2006.
- ROMER, P. M. **Human capital and growth: theory and evidence.** National Bureau of Economic Research. Working Paper, n. 3173, nov. 1989.
- ROMER, P. M. Increasing Returns and Long—Run Growth. *Journal of Political Economy*, Massachusetts, v. 94, p. 1002-1037, out. 1986
- RUSKIN, J. **A Joy For Ever (and Its Price of Market).** [1880]. George Allen. Edit by T. E. Cook and A. Wedderburn. 1905.
- SANTOS, D. F. L.; POPADIUK, S. Influência do Capital Humano no Sistema de Inovação da Firma: A Formação de um Construto. *Revista Organizações em Contexto-online*, v. 7, n. 13, p. 107-127, 2011.
- SARGAN, J. D. **The estimation of economic relationships using instrumental variables** *Econometrica*, v. 26, p. 393-415, 1958.
- SARGAN, John D. **The estimation of economic relationships using instrumental variables.** *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p. 393-415, 1958.
- SARGAN, John Denis. *Lectures on advanced econometric theory.* Ed. Meghnad Desai. B. Blackwell, 1988.
- SCHULTZ, Theodore W. “**The Investment in Human Capital**”, *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 5 (1), p. 1-17, 1961.
- SHIMIZU, U. K. **A influência da inovação no desempenho das firmas no brasil.** (Tese de doutorado). São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2013.
- SILVEIRA, Raul. **Concentração industrial regional, especialização geográfica e geografia econômica: evidências para o Brasil no período 1950-2000.** *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 189-208, 2005.
- SOLOW, R. **A Contribution to the theory of economic growth.** *Quarterly Journal of Economics*, New York, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.
- TEIXEIRA, A. **Capacidade de Inovação e capital Humano.** Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Porto, 1996

- TREGENNA, F. **“Characterising deindustrialization: An analysis of changes in manufacturing employment and output internationally”**. Cambridge Journal of Economics, 33, pp. 433-466, 2008.
- VIANA, G.; LIMA, J. F. **Capital humano e crescimento econômico**. Interações (Campo Grande), vol.11 no.2, Campo Grande jul./dez, 2010.
- VIEIRA, Flávio Vilela; AVELLAR, APM; VERÍSSIMO, Michele Polline. **Indústria e crescimento: análise de painel**. São Paulo: Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, 2013.
- WANDERLEY, C. A. N.; SILVA, A. C.; LEAL, R. B.. **Tratamento contábil de ativos biológicos e produtos agrícolas: uma análise das principais empresas do agronegócio brasileiro**. Pensar Contábil, v. 14, n. 53, 2012.
- WILSON, R. A.; BRISCOE, G. **The impact of human capital on economic growth: a review. Impact of Education and Training, Third Report on Vocational Training Research in Europe: background report**. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, Cedefop Reference series, v. 54, 2004.
- ZHANG, R.; SUN, K.; DELGADO, M.; KUMBHAKAR, S. **Productivity in China's high technology industry: Regional heterogeneity and R&D**. MPRA Paper nº. 32507, posted 31. Jul. 2011.
- ZUCOLOTO, G. F. **Desenvolvimento tecnológico por origem de capital no Brasil: P&D, patentes e incentivos públicos**. (Tese de doutorado). Rio de Janeiro: Instituto de Economia-UFRJ, 2009.

APÊNDICE

a) Estimação da produtividade total dos fatores (PTF): Método de Levinsohn e Petrin

O método de estimação proposto por Levinsohn e Petrin (2003) constitui um modelo semi-paramétrico de dois estágios com a inversão de uma função de demanda que engloba insumos intermediários que expressam a produtividade. Levinsohn, Poi e Petrin (2004) um questão chave na estimativa de produção é a correlação entre os choques de produtividade não observáveis. Para os autos as empresas respondem a choques positivos na expansão da produção. O grande diferencial dos autores é a adoção de insumos intermediário como *proxy* para esses choques não observáveis, ou seja, para aquela parcela da produção que não é explicada pelos modelos convencionais. Para os autores adotar apenas o investimento é muito oneroso, pois existem custos de ajustamento substanciais, visto que a metodologia só seria válida para empresas que apresentassem investimentos não nulos. A adoção de investimentos intermediários mitiga o problema de possíveis vieses de omissão e gerados por aquelas empresas que apresentam investimento zero.

Em suma Levinsohn e Petrin (2003), baseam-se no trabalho de Olley e Pakes (1996) e adotam métodos estruturais que tentam corrigir os efeitos de variáveis não observadas correlacionados. A proposição da utilização do consumo de insumos intermediário como *proxy* para variabilidade da produtividade vincula-se ao pensamento: "aumentos de produtividade tornam a firma mais eficiente, essa maior eficiência leva um aumento do produto, levando a um maior consumo de insumos intermediários (LEVINSOHN e PETRIN, 2003, p. 28).

A função de produção adotada pelas os autores é uma Cobb-Douglas, para uma determinada firma i:

$$Y_t = K^\alpha L^{(1-\alpha)} \quad (1)$$

A nova equação proposta pelosa após a transformação e adoção dos insumos intermediários é dada por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_L L_t + \beta_K K_t + \beta_i i_t + w_t + \mu_t \quad (2)$$

em que y é o log do produto, k é o log do estoque de capital, l é o log do trabalho e $t i$ é a função demanda por insumos intermediários. Faz-se uma restrição quanto à monotonicidade da função de modo que seja possível inverter a função. Assim a equação para o segundo estágio é representada por:

$$Y_t^* = \beta_0 + \beta_K K_t + \beta_I i_t + E \left[\frac{w_t}{w_{t+1}} \right] + \mu_t \quad (3)$$

Como apresentado em Levinsohn e Petrin (2003), na prática há informações sobre diversos insumos intermediários. Os dados disponíveis de insumos devem ser relativos ao consumo real em determinado período, ou seja, devem ser levadas em consideração as aquisições no período, descontadas as variações de estoque. Escolhido o insumo que se utilizará como proxy para a produtividade, nada impede que os outros entrem na equação do primeiro estágio como variáveis livres.

No primeiro estágio Levinsohn e Petrin (2003) estimam os valores dos coeficientes de trabalho e variáveis livres. No segundo estágio a primeira condição de momento identifica β_K , pois o capital não responde ao choque na produtividade, e o segundo momento identifica β_I (o insumo usado como *proxy*), pois a escolha de matéria-prima do último período não está correlacionada com o choque contemporâneo.

Assim, a PTF²⁹ é estimada por:

$$\widehat{W}_{it} = Y_{it} - \widehat{\beta}_K K_{it} + \widehat{\beta}_L L_{it} \quad (4)$$

de modo que \widehat{W}_{it} pode ser interpretado como um de eficiência que multiplica a parcela da produção explicada pelos insumos. Assim a produtividade total da produção é dada por:

$$\widehat{W}_{j,t} = \sum_{j=1}^n \widehat{W}_{i,j,t} S_{i,j,t} \quad (5)$$

em que $S_{i,j,t} = Y_{i,j,t} / \sum_{j=1}^n Y_{i,j,t}$.

b) Anos de estudo formal como *proxy* para o capital humano

²⁹ Para melhor entendimento ver artigo original Levinsohn e Petrin (2003) e Messa (2015).

A mensuração do capital humano é um tema bastante controverso no meio acadêmico. Entretanto, após estudos iniciais como Mankiw, Romer e Weil (1992) que utilizam taxas de matrícula como forma de mensurar o estoque de capital humano, a literatura econômica passou a utilizar os dados de anos médios de escolaridade da população economicamente ativa (PEA) para auxiliar no cálculo do estoque de capital humano.

Com intuito de inserir a média dos anos de estudos formal nos cálculos de capital humano cria-se uma variável que representasse esta média nas empresas da indústria de transformação. usando como *proxy* para média anos de estudo os valores apresentados pela PNAD, calculados com a população economicamente ativa e classificados de acordo com a CNAE 2.0. Diante disso, foi construída uma variável que considerasse a classificação por intensidade tecnológica. Assim,

- i. Setores classificadas como de baixa intensidade tecnológica apresentam uma média de anos de estudo de 6,243 anos;
- ii. Setores classificados como de média - baixa intensidade tecnológica apresentam uma média de anos de estudo de 6,538 anos;
- iii. Setores classificadas como de média - alta intensidade tecnológica apresentam uma média de anos de estudo de 7,805 anos;
- iv. Setores classificadas como de alta intensidade tecnológica apresentam uma média de anos de estudo de 7,986 anos.

Ainda de acordo com a organização do sistema acadêmico brasileiro, um doutor estuda, em média, 22 anos, um mestre 18 anos e um graduado apresenta, em média, 15 anos de estudo. A partir disso, a variável *estudo* foi definida por:

$$Anos_estudo = [(doutores * 22) + (mestres * 18) + (graduados * 16) + (ensino_medio * media_setor)] / pessoal_ocupado \quad (6)$$

Nesta perspectiva propõe-se a utilização da média dos anos, juntamente aos gastos diretos com capital humano no modelo. Em que, a média dos anos de estudos dos trabalhadores de cada empresa é calculada via média de anos estudos do setor. A média do setor é divulgada pela Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD), através das series estatísticas da pesquisa é possível obter a média de anos de estudo de acordo com o

código CNAE da classificação da atividade desenvolvida, junto a essa média indexamos os anos de estudos de especialista, um mestre e um doutor relacionando-os com o número de funcionários e seu respectivo grau de formação. Assim, constrói-se a proposta para o modelo como demonstra a expressão 7

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \delta \ln Y_{it-1} + \beta_1 \ln PTF_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln \text{anos_estudo}_{it} \quad (7)$$

Com resultados poucos significativos para o estudo optou-se por não discuti-los e apenas reporta-los em nível de apreciação, como mostra a Tabela A1, do Anexo deste trabalho.

ANEXOS

Tabela A1: Resultados da estimação utilizando média dos anos de estudo e os gastos diretos realizados com capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira

Variáveis	Intensidade Tecnológica															
	Baixa				Média-baixa				Média-alta				Alta			
	Pequena	Média	Média-grande	Grande	Pequena	Média	Média-grande	Grande	Pequena	Média	Média-grande	Grande	Pequena	Média	Média-grande	Grande
Ln (Y _{t-1})	1,358*** (0,106)	0,876 (0,640)	-0,0750 (0,699)	0,870*** (0,311)	1,057*** (0,160)	0,223 (0,660)	0,466** (0,220)	0,203 (0,411)	0,993*** (0,189)	0,716** (0,352)	0,685*** (0,234)	0,604* (0,328)	0,860*** (0,122)	0,783 (0,571)	0,898** (0,384)	-0,0224 (1,433)
Ln (L)	0,0196 (0,0987)	0,0323 (0,172)	0,285 (0,242)	0,138 (0,172)	0,276 (0,264)	0,304 (0,504)	0,166** (0,0715)	0,105 (0,0664)	0,568*** (0,184)	0,459 (0,614)	0,303*** (0,107)	0,302** (0,144)	0,369*** (0,105)	1,049* (0,539)	-0,177 (0,326)	1,554 (2,581)
Ln(K)	0,0120 (0,0334)	0,0237 (0,0678)	0,0688 (0,0886)	0,0402 (0,0640)	0,0948 (0,0869)	0,0541 (0,111)	0,0598** (0,0237)	0,0376** (0,0189)	0,213*** (0,0654)	0,186 (0,155)	0,121*** (0,0322)	0,112** (0,0485)	0,128*** (0,0348)	0,368* (0,188)	-0,0483 (0,0982)	0,511 (0,861)
Ln (PTF)	0,187*** (0,0381)	-0,195 (0,973)	0,544 (0,341)	0,338*** (0,105)	0,356** (0,153)	0,210 (0,199)	0,306*** (0,0959)	0,226*** (0,0763)	0,276*** (0,103)	0,0960 (0,132)	0,0985 (0,0880)	0,129 (0,0851)	0,0665 (0,102)	0,497*** (0,171)	0,340*** (0,121)	0,514*** (0,131)
Média_anos_estudos	-0,119*** (0,0447)	0,337 (0,482)	-0,715 (0,456)	-0,141 (0,176)	-0,413*** (0,157)	0,172 (0,139)	-0,172** (0,0837)	-0,0506*** (0,0196)	-0,114 (0,104)	-0,427 (0,596)	-0,310 (0,335)	-0,232 (0,230)	0,0391 (0,108)	-0,353 (0,375)	-0,404 (0,426)	-0,328 (0,572)
Ln(H)	-0,0102 (0,0111)	-0,0662 (0,104)	-0,0130 (0,0371)	0,0221 (0,0198)	-0,0234 (0,0339)	0,0141 (0,0800)	-0,00453 (0,0200)	0,0204 (0,0168)	-0,0320 (0,0210)	0,0175 (0,0902)	0,0317 (0,0265)	-0,00975 (0,0274)	0,00900 (0,0230)	-0,00259 (0,0678)	0,0500*** (0,0160)	0,0262 (0,117)
Constante	-4,400*** (1,693)	-1,996 (4,295)	26,14** (11,37)	5,036 (6,347)	2,892* (1,688)	10,56 (11,36)	11,55*** (3,853)	16,09** (6,942)	-1,023 (3,644)	6,880 (5,044)	7,317* (4,268)	8,632 (5,349)	0,350 (3,028)	3,912 (8,052)	9,132 (6,825)	16,44 (16,66)
Nº de Observações	3.916	134	364	336	307	122	359	274	254	139	428	332	470	139	93	116
Nº de empresas	2.625	123	294	241	172	109	292	198	144	105	306	170	222	100	70	68
X ²	315,9	225,4	17,03	72,05	527,0	50,29	24,11	82,87	71,43	562,7	32,27	18,35	193,0	63,21	173,9	127,4
Teste de autocorrelação	0,102	0,536	0,0248	0,0254	0,153	0,0564	0,0164	0,0165	0,0636	0,377	0,0236	0,0312	0,0533	0,0848	0,0153	0,0266
Teste Sargan	0,670327	0,91791	0,807692	0,717262	0,560261	0,893443	0,81337	0,722628	0,566929	0,906475	0,801402	0,704819	0,534043	0,820144	0,752688	0,586207
Nº de instrumentos	15	9	12	12	15	9	12	15	15	10	13	15	15	9	12	15

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa

A Tabela A2 apresenta os resultados da utilização do IDH como *proxy* para o capital humano considerando a classificação por intensidade tecnológica (**baixa, média-baixa, média-alta e alta**) e o tamanho das empresas. Observa-se a não significância do parâmetro em boa parte da amostra, assim optou-se por apenas reportar os valores.

Tabela A2: Resultados da estimação utilizando o índice de capital humano com *proxy* para o capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira, considerando as quatro classificações de intensidades tecnológicas e o tamanho da empresa

Variáveis	Intensidade Tecnológica															
	Baixa				Média-baixa				Média-alta				Alta			
	Pequena	Média	Média-grande	Grande	Pequena	Média	Média-grande	Grande	Pequena	Média	Média-grande	Grande	Pequena	Média	Média-grande	Grande
n (Y _{t-1})	1,598*** (0,460)	0,679* (0,381)	0,805* (0,452)	1,168*** (0,316)	1,667** (0,694)	1,028** (0,415)	-0,000924 (0,236)	0,839*** (0,115)	0,422 (0,491)	0,523 (0,519)	0,475 (0,363)	0,892*** (0,205)	0,0538 (0,499)	0,263 (0,496)	0,662*** (0,221)	0,181 (0,197)
Ln (L)	0,175 (0,401)	0,148 (0,107)	0,187 (0,265)	0,219 (0,261)	-0,0724 (0,236)	0,0376 (0,0965)	0,188*** (0,0552)	0,601*** (0,163)	0,499*** (0,180)	0,359** (0,159)	0,103 (0,154)	0,306*** (0,117)	-1,363*** (0,159)	0,251 (0,274)	0,0929 (0,457)	0,592 (0,364)
Ln(K)	0,0532 (0,121)	0,0490 (0,0385)	0,0666 (0,0958)	0,0719 (0,0899)	0,0618 (0,0642)	0,0268 (0,0329)	0,0611*** (0,0160)	0,222*** (0,0607)	0,154** (0,0671)	0,105** (0,0468)	0,0342 (0,0526)	0,106*** (0,0397)	-0,378*** (0,0479)	0,0843 (0,109)	0,0453 (0,140)	0,194 (0,118)
Ln (PTF)	0,660** (0,318)	0,297** (0,118)	0,179*** (0,0501)	0,310** (0,145)	0,0665 (0,134)	0,220*** (0,0837)	0,190*** (0,0664)	0,206** (0,0985)	0,0701 (0,132)	0,220** (0,0921)	0,122 (0,116)	0,0942 (0,127)	0,628*** (0,191)	0,467** (0,199)	0,0900 (0,0989)	0,536*** (0,0979)
IDH	16,05 (27,46)	4,272 (9,297)	-4,242 (3,506)	-6,740 (4,762)	-3,425 (2,392)	0,767 (1,163)	-0,571* (0,305)	1,110 (3,501)	-6,008 (5,989)	0,308 (2,294)	-3,686 (4,652)	-2,531 (4,415)	38,32** (19,42)	-4,398 (12,46)	-5,038 (3,898)	-9,660 (9,473)
Constante	-16,12 (18,09)	4,034 (9,701)	7,134 (6,663)	1,201 (4,127)	-8,383 (9,854)	0,0457 (6,936)	19,06*** (4,300)	-0,242 (3,006)	10,50 (7,656)	7,451 (9,070)	12,08* (6,175)	2,168 (5,324)	2,074 (4,461)	16,45 (12,42)	9,092* (5,112)	21,65*** (7,590)
Nº de Observações	380	740	539	414	338	670	396	308	345	770	486	549	121	275	158	143
Nº de empresas	351	596	370	240	308	541	286	174	312	614	322	279	107	215	113	78
X ²	234,2	45,33	38,26	69,55	453,2	27,96	50,82	161,9	33,21	18,78	26,44	73,69	340,8	41,82	22,64	65,02
Teste de autocorrelação	0,318	0,0575	0,0557	0,163	0,453	0,0363	0,0177	0,0540	0,103	0,0340	0,0399	0,0546	0,0924	0,0317	0,0556	0,0157
Teste Sargan	0,667	0,076	0,103	0,289	1,471	0,051	0,177692	0,93	0,106	0,030	0,082	0,264	3,185	0,194	0,200	0,83
Nº de instrumentos	8	11	13	14	8	13	14	14	9	13	14	14	8	8	12	14

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa
 *** p<0,01, ** p<0,05, * p

A Tabela A3 apresenta os resultados da utilização dos anos de estudo como *proxy* para o capital humano considerando a classificação por intensidade tecnológica (baixa, média-baixa, média-alta e alta). Observa-se a não significância do parâmetro em boa parte da amostra, assim optou-se por apenas reportar os valores,

Tabela A3: Resultados da estimação utilizando a média dos anos de estudo como *proxy* para o capital humano no período de 1998 a 2011 pela indústria de transformação brasileira, considerando as quatro classificações de intensidades tecnológicas.

Variáveis	Intensidade Tecnológica			
	Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
n (Y_{t-1})	0.952*** (0.0891)	1.007*** (0.0875)	0.983*** (0.0963)	0.907*** (0.107)
Ln (L)	0.430*** (0.151)	0.273** (0.134)	0.397*** (0.111)	0.589*** (0.163)
Ln(K)	0.157*** (0.0535)	0.117** (0.0544)	0.142*** (0.0448)	0.204*** (0.0597)
Ln (PTF)	0.146*** (0.0295)	0.143** (0.0624)	0.175*** (0.0523)	0.276*** (0.0794)
Anos de estudo	-0.132*** (0.0290)	-0.0541** (0.0261)	-0.219*** (0.0425)	-0.173* (0.0994)
Constante	0.342 (0.700)	-0.592 (1.169)	1.170 (0.886)	1.503 (1.436)
Nº de Observações	8,696	2,252	2,795	905
Nº de empresas	4,860	1,314	1,495	495
X ²	2642	724.8	1589	433.3
Teste de autocorrelação	0.0847	0.0683	0.0771	0.0866
Teste Sargan	-	-	-	-
Nº de instrumentos	14	14	14	14