

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

MARIANA OLIVEIRA GALINDO

O PAPEL DO CAPITAL HUMANO NA ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ANÁLISE TEÓRICA E EMPÍRICA

UBERLÂNDIA - MG

2020

MARIANA OLIVEIRA GALINDO

O PAPEL DO CAPITAL HUMANO NA ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ANÁLISE TEÓRICA E EMPÍRICA

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e  
Relações Internacionais da Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Jonas Costa da Silva

UBERLÂNDIA - MG

2020

MARIANA OLIVEIRA GALINDO

O PAPEL DO CAPITAL HUMANO NA ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ANÁLISE TEÓRICA E EMPÍRICA

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e  
Relações Internacionais da Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Econômicas.

BANCA EXAMINADORA:

Uberlândia, 24 de Julho de 2020.

---

Prof. Dr. Guilherme Jonas Costa da Silva

---

Prof. Dr. Julio Fernando Costa Santos

---

Prof. Ms. Hugo Carcanholo Iasco Pereira

## RESUMO

Este trabalho realiza uma análise teórica e empírica acerca da teoria da aceleração do crescimento. O objetivo é mensurar a contribuição do capital humano nos episódios de aceleração do crescimento, incorporando essa variável no modelo de aceleração. São utilizados dados para 40 países no período de 1997 a 2015 e são estimados modelos em dados em painel, utilizando a metodologia GMM System com dados anuais extraído do *World Development Indicators*. As evidências encontradas mostraram que para os países analisados no período considerado, as variações do investimento em capital humano, mensurados por meio do investimento em educação, não afetaram a aceleração do crescimento dos países. Contudo, as estimações dos modelos de aceleração com capital humano mostraram que a taxa de aceleração do crescimento da renda mundial foi positiva e estatisticamente significativa, o que indica que há uma interdependência entre os países na determinação da aceleração do crescimento de cada país.

**Palavras-chaves:** Aceleração do Crescimento; Capital Humano; Modelos de Crescimento.

## ABSTRACT

This work performs a theoretical and empirical analysis of the theory about growth acceleration. The objective is to measure the contribution of human capital in episodes of accelerated growth, incorporating this variable in the acceleration model. Data are used for 40 countries from 1997 to 2015 and models are estimated in panel data, using the GMM System methodology with annual data extracted from the World Development Indicators. The evidence demonstrates that for the countries analyzed in the period considered, the variations in investment in human capital, measured through investment in education, did not affect the countries' accelerated growth. However, the estimates of the acceleration models with human capital showed that the rate of acceleration in the growth of world income was positive and statistically significant, which indicates that there is interdependence between countries in determining the acceleration of growth in each country.

**Key words:** Growth Acceleration; Human capital; Growth Models.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Modelo de Aceleração do Crescimento (1997 – 2015) .....	35
--	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>1. ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO ECONÔMICO</b> .....	<b>8</b>
1.1. TEORIA DA ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO .....	8
1.2. CAPITAL HUMANO E A ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO .....	13
1.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	17
<b>2. O MODELO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO COM CAPITAL HUMANO</b> .....	<b>19</b>
2.1. O MODELO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO: EMBASAMENTO TEÓRICO E EMPÍRICO .....	19
2.2. O MODELO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO COM CAPITAL HUMANO .....	28
2.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	30
<b>3. A INFLUÊNCIA DO CAPITAL HUMANO NA ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO</b> .....	<b>32</b>
3.1. METODOLOGIA .....	32
3.2. BASE DE DADOS .....	33
3.3. RESULTADOS EMPÍRICOS .....	33
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>

## INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é analisar teoricamente e empiricamente, por meio da análise em dados painel, a importância do capital humano na aceleração do crescimento para um conjunto de 40 países no período de 1997 a 2015.

A literatura teórica que abrange a aceleração do crescimento, busca explicar as rápidas retomadas do crescimento econômicas de um país e o que as sustentam. Vários estudos, até a década de 1950, eram influenciados pela economia clássica, que consideravam o crescimento dos países como uma função dos fatores de produção existente em cada país ou região. A literatura avançou e começou a aprofundar os seus estudos sobre o crescimento adicionando a variável capital humano nas explicações (Mankiw, Romer e Weil, 1992), devido aos rendimentos das nações serem desuniformes em relação ao capital físico. Portanto, a teoria clássica torna-se insuficiente diante algumas linhas de pensamento para explicar o crescimento de países e regiões.

De maneira inédita, o trabalho incluirá o capital humano no modelo de aceleração do crescimento de Silva & Hermida (2018) e apresentará uma investigação empírica através da estimação de dados em painel, usando a metodologia GMM System com dados anuais extraídos do *World Development Indicators* (WDI) para o período de 1997 a 2015.

Além desta introdução, o trabalho contém mais três seções. Na primeira seção, será apresentada a teoria da aceleração do crescimento econômico, o seu desenvolvimento e como o debate em torno do capital humano foi introduzido. Na seção seguinte, apresentamos o embasamento teórico e empírico do modelo de aceleração do crescimento e, posteriormente, inclui-se o capital humano no modelo matemático. Na terceira seção, apresentamos a metodologia, base de dados e os resultados encontrados com o modelo estimado. Por fim, as conclusões são apresentadas.

## 1. ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

Esse capítulo apresenta o referencial teórico e empírico sobre a aceleração do crescimento, mostrando quais são os fatores que determinam o crescimento de um país para a teoria clássica. Posteriormente, será apresentada a teoria da aceleração do crescimento com a inserção do capital humano nas explicações. O capital humano será a nossa contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

### 1.1. TEORIA DA ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

Hausmann et al. (2005), no artigo “*Growth Accelerations*”, buscam os fatores que explicam as rápidas acelerações de crescimento econômico dos países e que se sustentaram por pelo menos oito anos. No estudo, foram observados mais de 80 episódios desde a década de 1950.

Easterly et al. (1993, *apud* Hausmann et al., 2005), apontam em seu trabalho que o desempenho econômico tende a ser altamente instável, poucos países experimentaram taxas de crescimento altas por várias décadas. Segundo Pritchett (2000, *apud* Hausmann et al., 2005), normalmente os países apresentam fases de crescimento, estagnação ou declínio com tempo de duração variável.

Hausmann et al. (2005) tentam entender a relação entre o crescimento e os seus determinantes procurando casos em que a tendência de crescimento tende a passar por uma mudança evidente. Os autores captam os acontecimentos antes e após a retomada sustentada do crescimento para saber quais são os fatores que causam essa aceleração.

Os tomadores de decisão da política econômica querem compreender os fatores que podem levar a aceleração do crescimento da economia, tais como: o tempo de duração; as políticas e fatores que podem causar a aceleração; as causas da transição para o momento de aceleração; e mais, se estas estão de acordo com as visões atuais quanto à importância relativa de reformas econômicas e instituições.

Para tanto, Hausmann et al. (2005) definem a aceleração do crescimento como um aumento no crescimento *per capita* de 2 pontos percentuais ou mais, pois identificaram na maioria dos episódios uma ampla margem acima desse limite. O país deve permanecer crescendo por pelo menos oito anos e a taxa de crescimento pós-aceleração deve ser maior ou

igual a 3,5% ao ano. Por fim, o PIB deve ser maior ou igual ao nível de renda pré-aceleração, durante todo o período de aceleração do crescimento.

Nesse mesmo estudo, em primeiro lugar, as acelerações do crescimento foram bastante freqüentes, pois observaram com os dados do *Penn World Tables* (PTW) que foram mais de 80 episódios de aceleração do crescimento econômico, ou seja, que se mantiveram por pelo menos oito anos. Com efeito, encontraram a probabilidade de um país experimentar a aceleração do crescimento em algum momento durante uma década, sendo esta de 25%.

Em segundo lugar, descobrem que as acelerações do crescimento tendem a correlacionar-se com o aumento do investimento, do comércio exterior e da depreciação da taxa de câmbio real.

Em terceiro lugar, a mudança do regime político é estatisticamente significativa para a aceleração do crescimento e, em quarto lugar, relatam que a natureza de outros determinantes vai depender se a aceleração do crescimento é mantida a longo prazo ou não; citando como exemplo, os choques externos e a reforma econômica. Entretanto, os choques tendem a produzir acelerações que eventualmente falham, enquanto as reformas são consideradas um fator estatisticamente significativo no sustento das acelerações do crescimento.

Por fim, os autores apontam que as acelerações do crescimento tendem a ser altamente imprevisíveis, pois as grandes majorias das acelerações de crescimento não estão relacionadas aos determinantes tradicionais.

Hausmann et al. (2005) definem as acelerações do crescimento procurando episódios de rápido crescimento que satisfaçam as seguintes condições:

- a)  $g_{t,t+n} \geq 3,5$  pontos percentuais
- b)  $\Delta g_t \geq 2$  pontos percentuais
- c)  $y_{t+n} \geq \max(y_i), t \geq i$

Onde  $g$  é a taxa de crescimento e  $y$  o produto *per capita*.

Para um crescimento acelerado, o país deve ter uma taxa de crescimento maior ou igual a 3,5% ao ano, o crescimento deve ser 2% maior que os oito anos anteriores e o produto da economia deve ser maior do que o pico do período anterior, pré-aceleração.

Define-se o período de tempo relevante de oito anos (ou seja,  $n=7$ ). O momento em que se inicia a aceleração do crescimento é escolhido por meio do ano encontrado que maximiza a estatística  $F$  de uma regressão com uma interrupção no ano seguinte. Os países podem ter mais

de uma aceleração do crescimento, desde que os momentos de aceleração tenham mais de 5 anos de diferença. Por exemplo, poderia acelerar de 0% para 3,5%, em 1972, e depois acelerar de 3,5% para 6%, em 1997, sendo estes dois episódios distintos.

Hausmann et al. (2005) usam os dados do *Penn World Tables (PWT)*, que tem informações desde a década de 1950. Os autores eliminam da amostra todos os países com população inferior a 1 milhão (no ano mais recente para o qual possuem dados), bem como todos os países com menos de 20 pontos de dados no PWT. Considerando o período de tempo de oito anos para identificação das acelerações, nota-se que o mais antigo e mais recente ano para os quais puderam identificar episódios foram 1957 e 1992, respectivamente.

Com essa metodologia, foram identificados vários episódios de aceleração bem conhecidos e que são comumente associados a mudanças políticas discretas ou reformas econômicas. A aceleração média foi de 4,7 pontos percentuais (mediana 4). Nota-se que ainda há muitos episódios de acelerações de 7 pontos percentuais ou mais.

Os autores estimaram uma probabilidade (incondicional) de uma aceleração de crescimento dividindo o número de episódios pelo número de anos-países em que um episódio poderia ter ocorrido. Neste caso, obtiveram 2.998 possíveis ocasiões que poderiam ter ocorrido. Dividiram os 83 episódios que haviam encontrado por esse número e perceberam que a probabilidade média de uma transição de crescimento na amostra era cerca de 2% ao ano. Assim, um país típico teria cerca de 25% de chance de experimentar uma transição de crescimento em algum momento em qualquer década.

Hausmann et al. (2005) também expressam a alta taxa de ocorrência destes eventos a partir de proporção de países que experimentam pelo menos um desses episódios de aceleração. O conjunto de dados permitiu a eles buscarem acelerações de crescimento para um total de 106 países durante os 36 períodos entre 1957 e 1992. Destes 106 países, 60 tiveram pelo menos uma aceleração de crescimento e 23 países experimentaram duas (ou mais).

Os autores calcularam ainda as taxas de crescimento dos países oito anos após o início do episódio da aceleração do crescimento, pois estavam interessados tanto no início do episódio de aceleração quanto na sustentabilidade ou não deste ao longo do período. Nesse experimento, distinguem os episódios que foram e não foram mantidos no longo prazo.

Definiram 2% de crescimento como limiar, pois é, aproximadamente, a média de crescimento da OCDE no longo prazo e, portanto, é a taxa de crescimento que um país precisaria para crescer e convergir para os países industrializados. Dos 69 casos de aceleração do crescimento para os quais os cálculos podem ser realizados, concluíram que 16 apresentaram

decréscimo do produto após o final do episódio, outros 16 o crescimento foi positivo, mas lento (entre 0 e 2%), e o restante dos países, cerca de 37, tiveram crescimento acelerado.

Hausmann et al. (2005) discutiram ainda algumas questões relacionadas a robustez do método de identificação de aceleração do crescimento antes de iniciar uma análise mais profunda da correlação dos episódios de crescimento.

A primeira delas é o Parâmetro do Filtro. O elemento chave no filtro é a combinação de um alto nível de crescimento e uma aceleração significativa de crescimento. Existem muitos casos em que o crescimento melhora substancialmente, mas não atinge o limiar “rápido”. O período de oito anos, bem como os limiares de 3,5% a.a. de crescimento do produto em conjunto com um aumento de 2,0% a.a. do crescimento do produto *per capita* são defensáveis, mas reconhecidamente arbitrário.

A segunda questão, sobre os dados utilizados, foi que eles usaram os dados da versão 6.1 do *Penn World Tables* (PWT) e para ter certeza de que as estimativas dos episódios de crescimento foram robustas para o PIB *per capita*, também programaram os mesmos procedimentos utilizando os dados dos Indicadores de Desenvolvimento Mundial do Banco Mundial. Entretanto, os dados do WDI começam em 1960, o que dificultou a comparação e identificação de 30 dos 83 episódios encontrados no PWT.

Os autores concluem que 75% dos 53 episódios estão de acordo. No caso, 13 dos 53 episódios identificados pela PWT produzem resultados diferentes quando são testados pelo WDI. Cerca de 7 dos 53 episódios do PWT mostram uma aceleração do crescimento, mas não atingem o limiar para um crescimento rápido de 3,5 pontos percentuais ou a mudança do crescimento é inferior a 2%. Com efeito, a análise deixa seis episódios nos quais as fontes de dados apenas discordam, incluindo quatro instâncias em que os dados do PWT sugerem uma aceleração e os dados do WDI mostram uma queda de crescimento.

Pode haver muitas acelerações de crescimento “estatisticamente significativas” que não são classificadas como episódios de aceleração do crescimento, porque o aumento do crescimento não é economicamente expressivo. Perron (1989) e Jones e Olken, (2005b), modelaram a evolução da saída como um processo, de modo que as primeiras diferenças sejam estacionárias e os testes de “interrupções” estão testando as diferenças nas primeiras diferenças. Suspeitaram que para os seus propósitos, nada particularmente significativo paira sobre essa distinção na modelagem da evolução da produção.

Hausmann et al. (2005) testaram ainda o papel dos investimentos, das exportações, das importações, da taxa de câmbio real e da taxa de inflação. Os autores concluíram que a

aceleração do crescimento coincide com alterações dessas variáveis, exceto com a taxa de câmbio real e a inflação.

Sobre os preditores de transição do crescimento, Hausmann et al. (2005) mostram em seus estudos que, durante o período de análise (36 anos – 83 episódios de aceleração do crescimento), existem entre duas e três novas transições de crescimento que são iniciadas em todo o mundo. Centraram em três tipos de preditores: contexto externo, políticas econômicas e circunstâncias políticas. Essas três variáveis poderiam alavancar a previsão de transição de crescimento, porém os resultados mostram uma fraca correspondência entre essas variáveis e a aceleração do crescimento.

Com base em uma análise de *probit* notaram que a mudança no regime político (classificou como “positivo” a democratização e como “negativo” a autocracia); uma mudança para o regime “positivo” não apresentam o coeficiente significativo e positivo, são apenas movimentos em direção à autocracia que entram com o coeficiente estatisticamente significativo e positivo. O impacto da liberalização é muito maior (quase o dobro) do que o que haviam encontrado anteriormente. Por fim, a reforma econômica entra com um coeficiente estatisticamente significativo ao excluir a variável “termos de troca”.

Os autores acreditam que os resultados encontrados não estão claros, principalmente o motivo pelo qual as transições para a autocracia devem ter mais efeitos favoráveis sobre as acelerações do crescimento do que as transições para a democracia. Para os autores, também não está claro por que a liberalização financeira deve ter um impacto tão potente sobre a probabilidade das acelerações quando o impacto da medida mais ampla de reforma econômica é melhor.

Assim, o estudo reitera o que pensaram ser as principais revelações que saíram da análise. Primeiro, as acelerações de crescimento ocorrem com bastante frequência e alcançar o crescimento em médio prazo não é algo difícil, já que está dentro do alcance de muitos países. Segundo, a maioria das acelerações de crescimento não é procedida ou acompanhada por grandes mudanças nas políticas econômicas, acordos, circunstâncias políticas ou condições externas. Parece que as acelerações do crescimento são causadas predominantemente por alterações idiossincráticas e, em geral, de pequena escala.

No artigo de Nicolisky (2010), a partir de observações das economias, defende que o desenvolvimento tecnológico promove a aceleração do crescimento dos países. Deve existir uma vinculação entre os artigos científicos e a vida real, para que o crescimento econômico seja efetivado de modo acelerado.

Para Branco (1977), a aceleração do crescimento sustentável de um país tem como base o contínuo surgimento de novos investimentos, os quais são produzidos por uma combinação de fatores, como incorporação de recursos naturais e introdução de inovação tecnológica.

## 1.2.CAPITAL HUMANO E A ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

Por muitos anos, os estudos foram influenciados pela teoria neoclássica, que entendiam o crescimento como uma função do progresso tecnológico, do capital e do trabalho de cada país ou região (Solow, 1956).

Solow (1956) apresenta estudos de crescimento econômico determinado por fatores exógenos, tais como crescimento populacional e progresso tecnológico. O trabalho seminal se preocupa em demonstrar que o produto *per capita* é uma função crescente entre capital e trabalho, dizendo que há possibilidade de substituir trabalho por capital na produção. Estudos surgem com o intuito de justificar o progresso tecnológico, diante da lacuna que o autor deixou nas explicações do modelo.

Com a evolução dos estudos sobre a teoria do crescimento, notou-se a importância de uma variável nos modelos, devido aos rendimentos dos países serem desuniformes em relação ao capital físico. O modelo de Solow não era suficiente para explicar o crescimento dos países e de regiões para algumas teorias, fazendo-se necessário a incorporação do capital humano para explicar as elevações de produtividade.

Os estudos clássicos da economia classificam os fatores de produção terra, capital e trabalho como os elementos básicos para a produção de bens e serviços. Segundo Viana e Lima (2010), o capital humano parece ser uma variável relevante nos modelos de crescimento econômico, pois o aumento da produtividade da população está relacionado não somente à acumulação do capital físico, mas também ao acúmulo de capital humano, que serviria de suporte para minimizar os rendimentos decrescentes advindos do capital físico.

Kliksberg (1999) classifica os fatores que determinam o crescimento econômico nos seguintes tipos de capital: a) capital natural, constituído pelos recursos naturais existentes em casa país ou região, bem como a proporção de terras com boas condições de cultivo, extração vegetal e mineral, entre outros aspectos; b) capital construído (capital físico), o qual inclui a infraestrutura, bens de capital, capital financeiro e comercial; e c) capital humano, caracterizado pelos nível de associação entre os indivíduos, estudado recentemente como uma forma

determinada do crescimento econômico, tanto de base local, quanto regional. (VIANA e LIMA, 2010).

Muitos estudos se preocuparam em explicar a importância do Capital Humano sobre o nível de renda e a taxa de crescimento dos países, dimensionado pelo nível de educação e conhecimento da população, que passa a ser uma variável importante no conceito e no modelo de desenvolvimento econômico.

Segundo Mincer (1958), indivíduos que procuram aumentar o seu capital humano são indivíduos pacientes, pois os investimentos em capital humano são feitos a longo prazo, pois, espera-se que a qualificação adquirida por esses indivíduos proporcionará no futuro um aumento salarial que compense esse investimento realizado. Explica o papel da educação sobre a distribuição de renda, a educação estaria relacionada aos impactos de acumulação de capital humano sobre o crescimento e o nível de renda dos países. O investimento em capital humano impactaria a produtividade e o crescimento da economia, podendo ocasionar em dispersões entre rendimentos pessoais.

Becker (1962) analisa os impactos de investimento em educação e saúde, tem entre seus objetivos explicar o padrão de rendimento dos trabalhadores e da distribuição de renda. Em seu estudo, chega ao resultado de que os investimentos em capital humano são capazes de gerar maiores efeitos do que investimentos em capital físico.

Schultz (1960) propõe tratar a educação como um investimento no homem e trata das consequências desse investimento como uma forma de capital, chamada por ele de capital humano. Para o autor, a educação é um aumento de capital humano (estoque de capital), que gera aumentos importantes na renda nacional. De acordo com Viana e Lima (2010), Schultz (1964) defende que a qualificação e o aperfeiçoamento da população, advindos do investimento em educação, elevariam a produtividade dos trabalhadores e os lucros dos capitalistas, impactando na economia como um todo.

Hirschman (1961, *apud* Viana e Lima, 2010), afirma que uma das alternativas para minimizar as disparidades regionais seria a realização de investimentos que produzissem efeitos positivos sobre o crescimento econômico, tal como no setor educacional, ou seja, no capital humano.

O capital humano pode refletir no crescimento de um país de forma direta e indireta. Diretamente, o capital humano afeta a renda por meio da melhora na produtividade marginal do trabalho, mantendo todos os outros fatores constantes (capital e tecnologia). Os efeitos indiretos do capital humano são aqueles que influenciam na criação e na difusão tecnológica.

Nakabashi e Figueiredo (2005) mostram como o capital humano é importante insumo na criação de tecnologias, portanto, afirmam que produzir e promover a difusão tecnológica são um elemento chave para o crescimento de um país no longo prazo. O capital humano é o principal fator na criação de novas ideias e, portanto, para o avanço tecnológico de forma geral (NAKABASHI E FIGUEIREDO, 2005). Assim, como a aceleração do crescimento depende positivamente da capacidade tecnológica de um país, depende também do capital humano.

A teoria do capital humano complementa a ideia da divisão social do trabalho como instrumento de qualificação e especialização do trabalhador no processo produtivo. O que difere a teoria do capital humano das teorias clássicas é o seu caráter endógeno, pois a teoria vai além de fatores externos, depende da qualificação profissional e do nível de instrução da população.

Nelson e Phelps (1966) desenvolvem um modelo no qual o capital humano tem um papel decisivo no processo de difusão tecnológica. Segundo os autores, a teoria de crescimento econômico concentrou-se no papel da educação no que se refere ao trabalho rotineiro, de maneira mais simplificada, as teorias especificam uma função de produção na qual a produção depende de capital tangível e trabalho efetivo.

Essas especificações pressupõem que homens com baixa escolaridade possam ser substitutos perfeitos de homens com alta escolaridade. Fazem suposição de que a absorção e uso de novas tecnologias são dependentes do nível de educação e do hiato tecnológico existente entre o nível de tecnologia de um país e a fronteira tecnológica. Islam (1995, *apud* Nakabashi e Figueiredo 2005), encontra evidências que dão suporte ao modelo de difusão de tecnologia de Nelson e Phelps (1966). Sua medida de tecnologia é altamente correlacionada com o estoque de capital humano por trabalhador de cada país.

O estudo empírico de Benhabib e Spiegel (1994), mencionado por Nakabashi e Figueiredo (2005), mostra que o capital humano pode influenciar o crescimento da renda por meio de diferentes canais: i) criação de tecnologia, incentivando a difusão de tecnologia; e ii) diretamente pela melhora da capacitação da força de trabalho.

O artigo de Mankiw et al. (1992), critica o modelo de Solow (1956), por assumir que o crescimento econômico é uma função de produção neoclássica padrão com retornos decrescentes de capital. Esse modelo fornece previsões testáveis sobre como essas variáveis influenciam o aumento do nível de renda no estado estacionário. No artigo, os autores contestam o modelo de Solow (1956) relatando que, embora o modelo explique corretamente as direções dos efeitos da economia e do crescimento populacional, não consegue prever corretamente as magnitudes.

Mankiw et al. (1992), complementa o modelo de Solow com a acumulação de capital humano e capital físico. Os autores afirmam que a exclusão do capital humano no modelo de Solow pode explicar por que as influências estimadas da poupança e do crescimento populacional se apresentam de forma muito significativa. Esse fato se justifica por dois motivos: primeiro, a acumulação de capital físico e crescimento populacional têm maiores impactos na renda quando a acumulação de capital humano é considerada; segundo, o acúmulo de capital humano pode estar correlacionado com as taxas de poupança e taxas de crescimento populacional, o que implicaria que a omissão do capital humano causaria a polarização dos coeficientes estimados para a economia e crescimento populacional.

Lucas (1988, *apud* Mankiw et al., 1992), assume que, embora haja uma diminuição do retorno à acumulação do capital físico quando o capital humano é mantido constante, os retornos do capital reprodutível (capital humano e capital físico) são constantes.

Romer (1989) descreve uma estrutura teórica sobre o capital humano em um modelo endógeno, tem como objetivo estudar a relação entre o capital humano e o crescimento. Em seu trabalho, conclui que o nível inicial de alfabetização ajuda a explicar o investimento e a taxa de investimento ajuda a explicar a taxa de crescimento dos países.

Mankiw et al., (1992), adiciona o capital humano no modelo de Solow (1956) e assume que o capital humano se deprecia a mesma taxa que o capital físico, assim, demonstram como a renda *per capita* depende do crescimento populacional e acumulação de capital físico e humano. No modelo, os autores restringem o foco a investimento de capital humano na forma de educação. Concluem que a adição de capital humano ao modelo de Solow melhora o seu desempenho. Utilizar o capital humano elimina as anomalias preocupantes – os altos coeficientes de investimento e sobre o crescimento populacional nas regressões (MANKIW, et al., 1992).

Os autores sugerem que as diferenças internacionais de renda *per capita* são mais bem compreendidas utilizando o capital humano e físico no modelo de Solow (1956). Nesse modelo, a produção depende do capital físico e capital humano, sendo essa produção usada para investimento em recursos de capital físico, investimento em capital humano e consumo (MANKIW, et al., 1992).

O modelo de crescimento econômico de Mankiw et al. (1992) apresenta algumas implicações: i) não existem externalidades substanciais para a acumulação de capital físico; ii) apesar da ausência das externalidades, a acumulação de capital físico tem um impacto maior na renda *per capita* do que o modelo de Solow implica; iii) o crescimento populacional também

tem um impacto maior na renda *per capita* do que o modelo de Solow, indicando que o novo modelo com capital humano também deve se espalhar mais, sugerindo que um crescimento populacional mais alto diminui o fator total de produtividade; iv) o novo modelo apresentado no artigo tem implicações para a dinâmica da economia quando esta não está em estado estacionário.

Em suma, o modelo de Mankiw et al. (1992) mostra que o modelo de Solow se torna consistente desde que se considere o capital físico e humano. O modelo diz que a poupança, a educação e o crescimento populacional explicam as diferenças de renda per capita entre os países.

O artigo de Lucas Jr (1988) tem o objetivo de apresentar uma teoria do desenvolvimento econômico para fornecer algum tipo de estrutura para organizar os fatos, julgar quais representam oportunidades e quais são necessidades. Nesse artigo, o autor assume que os modelos apresentados nos trabalhos de Solow (1956) e Denison (1961), que são modelos clássicos, mas não são consistentes.

A teoria do capital humano mostra que a forma pela qual o indivíduo aloca seu tempo em várias atividades no atual período pode afetar a sua produtividade ou o seu nível de capital humano em períodos futuros (LUCAS JR, 1988).

Lucas Jr (1988) considera os efeitos no capital humano, o que ele chama de efeito interno e efeito externo. Efeito interno são as decisões que o indivíduo toma por conta própria e o efeito externo são os fatos que contribuem para a produtividade de todos os fatores de produção. Acumulação de capital humano é uma atividade social, envolvendo grupo de pessoas de maneira que nenhuma afete a acumulação de capital físico (LUCAS JR, 1988).

No modelo de Lucas Jr (1988), o autor diz que encontra uma “mecânica” capaz de abranger melhor as explicações do crescimento, já que pode ser utilizado junto com os modelos clássicos de desenvolvimento econômico, explicando melhor a diferença de renda entre países.

Gould et al. (1993), dimensiona o capital humano por meio do nível de educação de cada indivíduo. Barros e Lee (2001), falam que a *proxy* para investimento em capital humano por trabalhador é a variação dos anos de escola de população acima de 25 anos.

### 1.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentada a literatura teórica referente à teoria da aceleração do crescimento. Estudos buscaram fatores, bem como as variáveis, que explicam as acelerações de

crescimento e o que as sustentam. Hausmann et al. (2005) define uma aceleração como: aumento do crescimento *per capita* de 2 pontos percentuais ou mais; crescer por 8 anos ou mais; a taxa de crescimento do país pós aceleração deve ser, pelo menos, de 3,5% ao ano e; o PIB deve ser maior ou igual ao nível de renda pré-aceleração durante todo o período de aceleração do crescimento.

Apresentamos como os estudos eram influenciados pela teoria neoclássica, que entendiam o crescimento como uma função do progresso tecnológico, do capital e do trabalho de cada país e região. Solow (1956) deixa uma lacuna sobre o progresso tecnológico, o que faz surgir outros estudos para essa explicação.

Além disso, foi apresentada a evolução dos estudos, notando a importância da variável capital humano, devido aos rendimentos dos países serem desuniformes em relação ao capital físico. O modelo de Solow se torna insuficiente para a explicação de crescimento econômico, então é necessária a incorporação do capital humano no modelo, assim como faremos adiante neste trabalho.

## 2. O MODELO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO COM CAPITAL HUMANO

Nesse capítulo vamos apresentar o modelo de aceleração do crescimento desenvolvido por Silva e Hermida (2018). Com esta apresentação, daremos a nossa contribuição ao trabalho adicionando a variável Capital Humano no modelo de aceleração do crescimento das economias.

### 2.1. O MODELO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO: EMBASAMENTO TEÓRICO E EMPÍRICO

Silva e Hermida (2018) desenvolvem um modelo matemático que mostra a aceleração do crescimento conduzida pelas exportações, no qual endogenizaram a elasticidade-renda da demanda por exportações e importações. Os autores se apoiaram nos trabalhos de Thirlwall (1979) e Fagerberg (1988) para desenvolver o modelo matemático de aceleração do crescimento, o qual inclui o lado da oferta por meio de elementos que captam a competitividade internacional. Empiricamente, testam o modelo usando dados em painel para uma amostra de 63 países entre 1997 e 2011.

A “Lei de Thirlwall” e as leis de Kaldor (1966) são à base da teoria do crescimento liderado pela demanda que considera a existência de restrições decorrentes da estrutura produtiva, dificultando a expansão sustentável da demanda consistente com o equilíbrio do balanço de pagamentos. Para estes modelos, a disponibilidade de fatores de produção e a taxa de progresso tecnológico que se adapta ao aumento da demanda, já que as condições de demanda que determinam o nível de produção no longo prazo.

Fagerberg (1988), de forma inovadora, introduz o debate sobre a necessidade de incorporar o lado da oferta no modelo de crescimento liderado pelas exportações, por meio da competitividade tecnológica. Para tanto, o autor encontra uma equação que determina a participação de mercado das exportações, que é uma função dos fatores tecnológicos (escopo, capacidade de imitação, inovação tecnológica), capacidade de produção física, crescimento dos preços relativos e demanda externa. (SILVA e HERMIDA, 2018)

Os autores justificam a escolha desses dois referenciais como ponto de partida para seu modelo de aceleração do crescimento por três razões. Primeiramente, consideram a abordagem orientada para a demanda e, especificamente, a abordagem de crescimento liderado pelas exportações mais adequadas, porque as exportações têm uma característica única quando

comparada aos outros componentes da demanda agregada: é o único determinante da demanda capaz de compensar as importações, o que poderia ser crucial para o desenvolvimento de um país, quando não puder produzir internamente alguns bens necessários ao crescimento (como bens de capital). Em segundo lugar, nessa perspectiva, o modelo Thirlwall é o primeiro e um dos modelos mais férteis da teoria do crescimento liderado pelas exportações. Terceiro, há uma falta de ligação entre Thirlwall e os modelos pós-keynesianos com a abordagem neoschumpeteriana - eles não apontam as causas para as diferenças entre as elasticidades de renda da demanda entre países, o que pode ser feito a partir das contribuições de Fagerberg, que explica o padrão de especialização do comércio e as diferenças entre essas elasticidades por meio de aspectos tecnológicos (SILVA e HERMIDA, 2018).

Silva e Hermida (2018) partem do modelo de Thidwall, no qual assume que os preços relativos são mensurados sob uma moeda comum ao longo do tempo e descrevem a equação que determina as exportações da seguinte forma:

$$X_{it}^k = \sum_{k \neq j}^j \varepsilon_{it}^k Z_t^k \quad (1)$$

Por simplicidade, representam a soma da elasticidade-renda da demanda por exportações do setor que produz o bem  $i$  (no país  $k$ ) para o país  $j$ , com o  $j \neq k$  que é multiplicada pela renda mundial,  $Z_t^k$ , ou parceiros comerciais de  $k$ . Portanto, chegam à definição:

$$X_{it}^* = \sum_{k \neq j}^k \sum_{j=1}^j \varepsilon_{it}^k Z_t^j \quad (2)$$

$X_{it}^k$ : Exportação do setor que produz o bem  $i$  no país  $k$  em um determinado período;

$X_{it}^*$ : Exportações do mundo do setor que produz o bem  $i$  no país  $j$ , com  $j \neq k$  em um dado período;

$\varepsilon_{it}^k$ : Elasticidade-renda da demanda das exportações do setor que produz o bem  $i$  no país  $k$ , com  $j \neq k$  em um dado período;

$\sum_{j=1}^j \sum_{j \neq k}^k \varepsilon_{it}^k Z_t^k$ : Soma da elasticidade-renda da demanda das exportações do setor que produz o bem  $i$  em outros países, que é ponderado pela renda no mundo,  $Z_t^k$ , (ou parceiros comerciais de  $k$ ), em um dado período.

As exportações de um determinado país dependem da renda mundial e da elasticidade-renda da demanda por exportações, enquanto as exportações globais são uma função crescente da renda mundial e da soma da elasticidade de renda da demanda de outros países. De acordo com Fagerberg (1988), uma maneira de medir a competitividade internacional de um país é baseada no indicador de participação de mercado:

$$MS_{it}^k = \frac{X_{it}^k}{X_{it}^*} \quad (3)$$

Onde:

$MS_{it}^k$ : Participação de mercado do país k no total de exportações do setor que produz a commodity i no resto do mundo, em um determinado período.

Substituindo as equações (1) e (2) em (3), chegam a:

$$MS_{it}^k = \frac{\sum_{k \neq j}^k \epsilon_{it}^k Z_t^k}{\sum_{j=1}^j \sum_{j \neq k}^j \epsilon_{it}^j Z_t^k} \quad (4)$$

Seguindo Fagerberg, os autores mostram a seguinte equação:

$$MS_{it}^k = A \cdot (C_{it}^k)^c \left( \frac{T_{it}^k}{T_{it}^*} \right)^a \left( \frac{P_{it}^k}{P_{it}^*} \right)^{-b} \quad (5)$$

Onde:

A: Constante

$C_{it}^k$ : Capacidade produtiva da indústria que produz o bem i no país k, em um dado período;

$P_{it}^* = \left( \frac{1}{j} \right) \sum_{j=1}^j P_{it}^j$ : É a média de preço na indústria que produz o bem i no mercado internacional;

$T_{it}^* = \left( \frac{1}{j} \right) \sum_{j=1}^j T_{it}^j$ : É a média mundial de tecnologia usada pelas indústrias que produzem o bem i;

$\frac{P_{it}^k}{P_{it}^*}$  : Diferença entre preços do bem i praticado no país k e a média de preços do resto

do mundo;

$\frac{T_{it}^k}{T_{it}^*}$  : Diferença da competitividade tecnológica de produção do bem i entre o país k e

o resto do mundo.

As constantes a, b e c são parâmetros que medem a sensibilidade do  $MS_{it}^k$  em relação às variáveis. O sinal negativo na constante b é devido ao fato de  $P > P^*$ , que afeta negativamente a competitividade do país (quanto maior o preço doméstico em relação ao preço externo, menor será a competitividade internacional do país k).

Juntando as equações (4) e (5), mostram que:

$$\varepsilon_{it}^k Z_t = \sum_{k \neq j} \sum_{j=1}^j \varepsilon_{it}^k Z_t^j A. (C_{it}^k)^c \left( \frac{T_{it}^k}{T_{it}^*} \right)^a \left( \frac{P_{it}^k}{P_{it}^*} \right)^{-b} \quad (6)$$

$$\text{Onde: } \varepsilon_{it}^k Z_t = \sum_{j \neq k}^j \varepsilon_{it}^k Z_t^j$$

A equação (6) demonstra que a elasticidade-renda da demanda por exportações do setor que produz o bem i no país k é uma função crescente da soma da elasticidade-renda mundial mais a capacidade de produção e o hiato tecnológico; no entanto, é uma função decrescente da diferença nos preços domésticos em relação à média dos preços internacionais.

Os autores transformam a equação (6) em logaritmo e a diferenciam em relação ao tempo:

$$\frac{\dot{\varepsilon}_{it}^k}{\varepsilon_{it}^k} = \frac{(\sum_{j=1}^j \dot{\gamma}_{it}^{*j})}{(\sum_{j=1}^j \gamma_{it}^{*j})} + c \frac{\dot{c}_{it}^k}{c_{it}^k} + a \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) - b \left( \frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} - \frac{\dot{P}_{it}^*}{P_{it}^*} \right) - \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} \quad (7)$$

Com  $j \neq k$ .

Onde:  $\gamma_{it}^{*j} = \varepsilon_{it}^k Z_t^k$ : elasticidade da demanda para as exportações mundiais ponderadas por seus padrões de renda.

Considerando a elasticidade-renda da demanda por importações do setor que produz o bem  $i$  no país  $k$  como  $\pi_i^k$ , e a elasticidade-renda da demanda pelas exportações mundiais como  $\pi_i^*$ , de modo que o mesmo que foi demonstrado para  $\varepsilon_i^k$  é válido para  $\pi_i^k$ :

$$\frac{\dot{\pi}_i^k}{\pi_i^k} = \frac{(\sum_{j=1}^J \dot{\gamma}_{it}^j)}{(\sum_{j=1}^J \gamma_{it}^j)} - c \frac{\dot{c}_{it}^k}{c_{it}^k} - a \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) + b \left( \frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} - \frac{\dot{P}_{it}^*}{P_{it}^*} \right) - \frac{\dot{\gamma}_{it}^k}{\gamma_{it}^k} \quad (8)$$

Com  $j \neq k$ .

Onde:  $\gamma_{it}^j = \varepsilon_{it}^j Z_{it}^k$ : elasticidade da demanda pelas importações do país  $k$ , ponderada pelo próprio padrão de renda.

No entanto, os autores relatam que a capacidade de oferecer o bem  $i$  no país  $k$ , no período  $t$ ,  $c_{it}^k$ , é determinada por outros três fatores:

$$\frac{\dot{c}_{it}^k}{c_{it}^k} = v^k \frac{\dot{Q}_{it}^k}{Q_{it}^k} + \delta^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} - l^k \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} \quad (9)$$

Onde:

$\frac{\dot{c}_{it}^k}{c_{it}^k}$ : Taxa de crescimento da capacidade do país  $k$  oferecer o bem  $i$ , no período  $t$ ;

$\frac{\dot{Q}_{it}^k}{Q_{it}^k}$ : Taxa de crescimento da capacidade tecnológica do país  $k$  oferecer o bem  $i$ , no período  $t$ , o que é possível no país por meio da difusão tecnológica, com a fronteira tecnológica do país;

$\frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k}$ : Crescimento da capacidade de produção, infraestrutura, equipamentos e construções.

$\frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k}$ : Taxa de crescimento da renda mundial, a qual afeta negativamente a capacidade produtiva, pois reduz a possibilidade de resposta à demanda externa somente por meio da produção doméstica.

A difusão tecnológica e sua contribuição para o crescimento econômico é uma função crescente da distância entre o nível total de apropriação do conhecimento no país em relação ao país que está na fronteira tecnológica, fato que implica:

$$\frac{\dot{Q}_{it}^k}{Q_{it}^k} = f - f \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} \quad (10)$$

Onde:  $f$  é uma constante positiva e  $\frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*}$  é a relação entre o nível tecnológico desenvolvido pelo país  $k$  que oferece o bem  $i$  em relação aos países com fronteira tecnológica (variável exógena).

Segundo Silva e Hermida (2018), quanto menor o nível tecnológico do país  $k$ ,  $Q_{it}^k$ , em relação ao nível tecnológico dos países fronteiriços, maior a distância em termos de padrão tecnológico deste país em relação ao parceiro  $e$ , portanto, maior o impacto do *spread* de certo conhecimento sobre a taxa de crescimento da capacidade tecnológica  $e$ , conseqüentemente, da capacidade produtiva.

Colocaram a equação (10) na equação (9), temos:

$$\frac{\dot{C}_{it}^k}{C_{it}^k} = v^k f - f \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} + \delta^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} - l^k \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} \quad (11)$$

Colocando a equação (11) nas equações (7) e (8), temos:

$$\frac{\dot{\varepsilon}_{it}^k}{\varepsilon_{it}^k} = \frac{(\dot{Y}_{it}^{*j})}{(Y_{it}^{*j})} + cv^k f_x - cv^k f_x \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} + c\delta_x^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} - cl_x^k \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} + a_x^k \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) - b_x^k \left( \frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} - \frac{\dot{P}_{it}^*}{P_{it}^*} \right) - \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} \quad (12)$$

$$\frac{\dot{\pi}_t^k}{\pi_t^k} = \frac{(\dot{Y}_{it}^k)}{(Y_{it}^k)} - cv^k f_m + cv^k f_m \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} - c\delta_m^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} + cl_m^k \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} - a_m^k \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) + b_m^k \left( \frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} - \frac{\dot{P}_{it}^*}{P_{it}^*} \right) - \frac{\dot{Y}_t^k}{Y_t^k} \quad (13)$$

Com  $j \neq k$ . Além disso, os sobrescritos  $M$  e  $X$  são parâmetros de sensibilidade das equações acima, que se referem às exportações e importações, para denotarmos a distinção que existe entre os parâmetros de cada elasticidade de renda da demanda.

Portanto, a partir das equações (12) e (13), podemos endogeneizar as elasticidades-renda da demanda por exportações e importações em função do equilíbrio da balança de pagamentos, o desempenho dos fatores tecnológicos seria capaz de proporcionar uma mudança na estrutura produtiva que pode ser estratégica para uma determinada economia, uma vez que reduz o grau de exposição a desequilíbrios externos. Assim, explica também as diferenças nos índices de elasticidades-renda das exportações e importações do país em relação aos seus parceiros comerciais.

O modelo de Thirlwall apresentado pelos autores supõe que a taxa de crescimento da produção das economias no longo prazo ( $g_{yt}^k$ ), é uma função da razão entre a elasticidade-renda da demanda pelas exportações e as importações totais do país multiplicado pelo crescimento da taxa de rendimento mundial ( $g_{zt}$ ).

$$g_{yt}^k = \frac{\varepsilon_{it}^k}{\pi_i^k} g_{zt} \quad (14)$$

Transformando a equação (14) em logaritmo e diferenciando em relação ao tempo, temos:

$$g_{yt}^k = g \dot{\varepsilon}_{it}^k - g \dot{\pi}_i^k + g_{zt} \quad (15)$$

A equação (15) é uma equação diferencial, também chamada de aceleração do crescimento econômico. Nota-se que é uma função cuja variável dependente é a aceleração do crescimento do produto nacional,  $g_{yt}^k$ , e seus determinantes são a aceleração do crescimento da produção mundial,  $g_{zt}$ , e as taxas de crescimento das elasticidades-renda da demanda por exportações e importações.

Colocando as equações (12) e (13) na equação (15) e considerando  $\dot{g}_{zt} = \frac{\dot{z}_t}{z_t} - \frac{\dot{z}_{t-1}}{z_{t-1}}$ , temos:

$$\begin{aligned}
g_{yt}^k &= \frac{(\dot{\gamma}_{it}^j)}{(\gamma_{it}^j)} - \frac{(\dot{\gamma}_{it}^k)}{(\gamma_{it}^k)} + (cv^k f_x + cv^k f_m) \left(1 - \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*}\right) \\
&+ [(c\delta_x^k + c\delta_m^k)] \left(\frac{\dot{\mu}_{it}^k}{\mu_{it}^k}\right) + [1 + (c\delta_x^k + c\delta_m^k)] \frac{\dot{Y}_t^k}{Y_t^k} \\
&- [1 + (cl_x^k + cl_m^k)] \left(\frac{\dot{Z}_t}{Z_t}\right) - (a_x^k + a_m^k) \left(\frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*}\right) \\
&+ (b_x^k + b_m^k) \left(\frac{\dot{u}_{it}^*}{u_{it}^*} - \frac{\dot{u}_{it}^k}{u_{it}^k}\right) + \left(\frac{\dot{Z}_t}{Z_t} - \frac{\dot{Z}_{t-1}}{Z_{t-1}}\right)
\end{aligned} \tag{16}$$

Também consideram que o preço cobrado no país k pelo bem i, é uma função do custo unitário da produção doméstica com fatores de produção. Adotando a ideia de que o preço é uma função da margem de lucro:

$$P_{it}^k = b'^n u_{it}^k \tag{17}$$

Onde:

$P_i$  é a unidade de preço no país k;

$u_{it}$ : é a unidade de custo praticado pelo país k;

$b' = \frac{m}{1-n}$ , uma constante que expressa os parâmetros m e n, que mensuram o poder de estabilidade de preço da firma em relação as outras e o custo de produção. Em termos de taxa de crescimento, temos:

$$\frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} = \frac{\dot{u}_{it}^k}{u_{it}^k} \tag{18}$$

Além disso, considerando também que a produção física é igual ao grau de utilização da capacidade multiplicado pela produção real, temos:

$$K_{it}^k = \mu_{it}^k Y_t^k \tag{19}$$

Onde:

$\mu$ : é a utilização da capacidade instalada, o limite de produção ou a capacidade máxima de produção da economia k.

Em termos de taxa de crescimento, temos:

$$\frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} = \left( \frac{\dot{\mu}_{it}^k}{\mu_{it}^k} \right) + \left( \frac{\dot{Y}_t^k}{Y_t^k} \right) \quad (20)$$

Isso significa que o crescimento da produção física é uma função positiva do crescimento da capacidade instalada. Então, quando uma economia estiver operando com fatores de nível de pleno emprego ou no máximo de sua capacidade instalada,  $\frac{\dot{\mu}_{it}^k}{\mu_{it}^k}$ , será zero.

Da mesma forma, o crescimento da produção física,  $\frac{\dot{Y}_t^k}{Y_t^k}$  também depende do crescimento econômico, que é uma função de todos os fatores de produção que o restringem, tais como: capital físico, capital humano, infraestrutura, e assim por diante.

A equação (21) resume o modelo de Silva e Hermida (2018):

$$\begin{aligned} g_{yt}^k &= \frac{(\dot{\gamma}_{it}^{*j})}{(\gamma_{it}^{*j})} - \frac{(\dot{\gamma}_{it}^k)}{(\gamma_{it}^k)} + (cv^k f_x + cv^k f_m) \left( 1 - \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} \right) \\ &+ [(c\delta_x^k + c\delta_m^k)] \left( \frac{\dot{\mu}_{it}^k}{\mu_{it}^k} \right) + [1 + (c\delta_x^k + c\delta_m^k)] \frac{\dot{Y}_t^k}{Y_t^k} \\ &- [1 + (cl_x^k + cl_m^k)] \left( \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} \right) - (a_x^k + a_m^k) \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) \\ &+ (b_x^k + b_m^k) \left( \frac{\dot{u}_{it}^*}{u_{it}^*} - \frac{\dot{u}_{it}^k}{u_{it}^k} \right) + \left( \frac{\dot{Z}_t}{Z_t} - \frac{\dot{Z}_{t-1}}{Z_{t-1}} \right) \end{aligned} \quad (21)$$

Com  $j \neq k$ .

Essa modelo de aceleração do crescimento do país k, depende:

- i) A aceleração do crescimento depende positivamente da diferença entre o somatório da elasticidade da renda das exportações e importações;
- ii) Depende positivamente da difusão da capacidade tecnológica
- iii) Positivamente do crescimento da utilização da capacidade instalada, o que permite um aumento da taxa de crescimento da acumulação de capital (capacidade de produção física), infraestrutura, equipamentos e construções no país k;
- iv) Negativamente do hiato tecnológico, no sentido de que quanto maior a diferença no crescimento da competitividade tecnológica do país k, em relação ao crescimento da

competitividade tecnológica do resto do mundo, menor será a aceleração do crescimento.

- v) Positivamente sobre a taxa de crescimento da renda e, portanto, depende das taxas de crescimento de todos os fatores de produção, uma vez que estimula o investimento devido ao princípio da aceleração;
- vi) Positivamente sobre a diferença nos custos unitários de produção praticados interna e externamente. Assim como a competitividade internacional e a taxa de crescimento do produto, quanto menor o custo da produção nacional em relação a outros mercados, maior será a aceleração do crescimento;
- vii) Negativamente sobre o crescimento atual da renda mundial no período  $t$ , expressando uma demanda crescente pelas exportações globais, desencadeada pelo aumento da renda global, que captura o efeito do aumento da concorrência internacional sobre as exportações do país  $k$ ;
- viii) Finalmente, há um efeito positivo da aceleração do crescimento da renda mundial, demonstrando que existe uma interdependência entre os países.

## 2.2.O MODELO DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO COM CAPITAL HUMANO

Partindo do modelo de Silva e Hermida (2018), temos que o crescimento econômico depende positivamente da difusão da capacidade tecnológica e da utilização da capacidade instalada. Como a aceleração do crescimento econômico depende positivamente dos fatores de produção, pode-se afirmar que esta também é função do capital humano. Assim, modificaremos o modelo da seguinte forma:

$$\delta^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} = r^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} + h^k \frac{\dot{H}_{it}^k}{H_{it}^k} \quad (22)$$

Onde:

$\frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k}$  é o crescimento do capital físico na produção do bem  $i$  no país  $k$ , no período  $t$ ;

$\frac{\dot{H}_{it}^k}{H_{it}^k}$  é o crescimento do capital humano na produção do bem  $i$  no país  $k$ , no período  $t$ .

$r^k$  e  $h^k$  são as sensibilidades da aceleração do crescimento a uma variação do capital físico e do capital humano, respectivamente.

O capital humano é visto como um facilitador do processo de difusão tecnológica, portanto, vamos adicionar à variável “capital humano” na taxa de crescimento da capacidade do país k.

Substituindo a equação (22) em (11), teremos o seguinte:

$$\frac{\dot{C}_{it}^k}{C_{it}^k} = v^k f - f \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} + r^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} + h^k \frac{\dot{H}_{it}^k}{H_{it}^k} - l^k \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} \quad (23)$$

Substituindo a equação (23) em (7) e (8), teremos uma nova elasticidade renda da demanda para exportações e importações:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{\varepsilon}_{it}^k}{\varepsilon_{it}^k} &= \frac{(\dot{\gamma}_{it}^{*j})}{(\gamma_{it}^{*j})} + cv^k f_x - cv^k f_x \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} + cr_x^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} + ch_x^k \frac{\dot{H}_{it}^k}{H_{it}^k} - cl_x^k \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} + a_x^k \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) \\ &\quad - b_x^k \left( \frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} - \frac{\dot{P}_{it}^*}{P_{it}^*} \right) - \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \frac{\dot{\pi}_i^k}{\pi_i^k} &= \frac{(\dot{\gamma}_{it}^k)}{(\gamma_{it}^k)} - cv^k f_m + cv^k f_m \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*} + cr_m^k \frac{\dot{K}_{it}^k}{K_{it}^k} + ch_m^k \frac{\dot{H}_{it}^k}{H_{it}^k} - cl_m^k \frac{\dot{Z}_{it}^k}{Z_{it}^k} - a_m^k \left( \frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*} \right) \\ &\quad + b_m^k \left( \frac{\dot{P}_{it}^k}{P_{it}^k} - \frac{\dot{P}_{it}^*}{P_{it}^*} \right) - \frac{\dot{\gamma}_{it}^k}{\gamma_{it}^k} \end{aligned} \quad (25)$$

As equações (24) e (25) mostram que o crescimento das elasticidades-renda da demanda das importações e exportações depende dos fatores tecnológicos em relação a outros países: inovação tecnológica e capacidade de imitação, infraestrutura ou capacidade física de produção, capacidade de produção pelo capital humano, crescimento da demanda externa e a diferença de preços relativos. Na sequência, demonstra-se que as outras equações.

Substituindo na equação de taxa de crescimento da economia, portanto, colocando as equações (24) e (25) na equação (15), teremos:

$$\begin{aligned}
g_{yt}^{k\cdot} &= \frac{(\dot{\gamma}_{it}^{*j})}{(\gamma_{it}^{*j})} - \frac{(\dot{\gamma}_{it}^k)}{(\gamma_{it}^k)} + (cv^k f_x + cv^k f_m) \left(1 - \frac{Q_{it}^k}{Q_{it}^*}\right) + (ch_x^k + ch_m^k) \frac{\dot{H}_t^k}{H_t^k} \\
&+ [(cr_x^k + cr_m^k)] \left(\frac{\dot{\mu}_{it}^k}{\mu_{it}^k}\right) + [1 + (cr_x^k + cr_m^k)] \frac{\dot{Y}_t^k}{Y_t^k} \\
&- [1 + (cl_x^k + cl_m^k)] \left(\frac{\dot{Z}_t}{Z_t}\right) - (a_x^k + a_m^k) \left(\frac{\dot{T}_{it}^k}{T_{it}^k} - \frac{\dot{T}_{it}^*}{T_{it}^*}\right) \\
&+ (b_x^k + b_m^k) \left(\frac{\dot{u}_{it}^*}{u_{it}^*} - \frac{\dot{u}_{it}^k}{u_{it}^k}\right) + \left(\frac{\dot{Z}_t}{Z_t} - \frac{\dot{Z}_{t-1}}{Z_{t-1}}\right)
\end{aligned} \tag{26}$$

Assim, chegamos à equação final, que é a principal contribuição deste trabalho, qual seja, introduzir o capital humano na aceleração do crescimento de um país.

### 2.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse capítulo foi apresentada a teoria sobre a aceleração do crescimento e quais são as condições para a situação do país se enquadrar no quadro de aceleração. As condições adotadas para um país apresentar uma aceleração do crescimento é que a taxa de crescimento seja maior ou igual a 3,5% ao ano, o crescimento do produto per capita deve ser 2% maior que os oito anos anteriores e o produto da economia devem ser maiores do que o pico do último ano antes da aceleração do crescimento.

Demonstrou-se ainda que a aceleração do crescimento dependa positivamente da diferença entre o somatório da elasticidade de renda das exportações e importações; positivamente da difusão da capacidade tecnológica; positivamente do crescimento da utilização da capacidade instalada; negativamente do hiato tecnológico; positivamente da taxa de crescimento da renda; positivamente da diferença do custo unitário de produção praticado interna e externamente; negativamente do crescimento da renda mundial; e, por fim, positivamente da aceleração do crescimento mundial, demonstrando que há uma interdependência entre os países.

Com as alterações realizadas no modelo de crescimento econômico, conclui-se que o capital humano pode ser um fator importante para a aceleração do crescimento. A partir deste modelo, vamos testar empiricamente a hipótese do papel do capital humano na aceleração do crescimento no próximo capítulo, tendo como ponto de referência teórica a teoria do capital

humano. Nesse estudo queremos entender se o capital humano é capaz de contribuir de maneira significativa para a aceleração do crescimento.

### 3. A INFLUÊNCIA DO CAPITAL HUMANO NA ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

Este capítulo tem por objetivo de testar empiricamente a influência do capital humano na aceleração do crescimento econômico. Esse capítulo se divide em outras três seções, além dessa introdução. Na primeira seção serão abordados os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo; na segunda seção será apresentada a base de dados e; na terceira seção, serão apresentados os resultados empíricos, bem como a análise estatística descritiva.

#### 3.1. METODOLOGIA

Geralmente, as bases de dados são organizadas na forma de séries temporais, cortes transversais e/ou dados combinados. Segundo Gujarati e Porter (2011), uma série temporal é um conjunto de observações dos valores que uma variável assume em diferentes momentos do tempo. Dados em corte transversal são dados em que uma ou mais variáveis foram coletadas no mesmo ponto do tempo. Dados combinados são aqueles em que há elementos de séries temporais e cortes transversais.

Para testar a importância do capital humano na aceleração do crescimento, utiliza-se a metodologia de Dados em Painel, já que a mesma unidade em corte transversal será acompanhada ao longo do tempo. Mais especificamente, um conjunto de dados em painel (ou dados longitudinais) consiste em uma série de tempo para cada membro do corte transversal do conjunto de dados (WOOLDRIGDE, 2006). Segundo o autor, uma das características essenciais dos dados em painel é que as mesmas unidades do corte transversal são acompanhadas ao longo de um determinado período e a ordenação do conjunto não é importante. Dados em painel têm uma dimensão espacial e outro temporal (GUJARATI e PORTER, 2011).

Wooldridge (2006) apresenta algumas vantagens dos dados em painel. A primeira delas é que podemos fazer diversas observações sobre a mesma variável permite controlar certas características que não são observadas em determinada variável. A segunda vantagem é que os dados em painel nos permitem estudar a importância das defasagens do comportamento ou o resultado de tomar decisões.

Gujarati e Porter (2011) também apresentam as vantagens de utilizar dados em painel:

- i) Heterogeneidade: As técnicas de estimação dos dados em painel podem levar em consideração a heterogeneidade que há nas variáveis analisadas;
- ii) Informações: Dados em painel oferecem mais informações, maior variabilidade, menos colinearidade, mais graus de liberdade e eficiência;
- iii) Dinâmica da Mudança: Por estudar repetidas observações em corte transversal, os dados em painel se tornam mais adequados para analisar a dinâmica da mudança;
- iv) Mensurar efeitos: Dados em painel detectam e medem melhor os efeitos que não podem ser observados em um corte transversal puros ou em uma série temporal pura;
- v) Complexidade: Dados em painel permitem estudar modelos de comportamento mais complicado; e
- vi) Minimizar o viés.

Para utilizar Dados em Painel, torna-se importante saber como os dados serão armazenados, pois os diferentes períodos de tempo da mesma análise de corte transversal devem ser facilmente encadeados.

### 3.2. BASE DE DADOS

Para estimar o modelo matemático desenvolvido nesse trabalho de aceleração do crescimento, utilizamos variáveis de capital humano retiradas do *World Development Indicators* (WDI). Partimos da premissa de que o investimento em educação é um investimento importante para potencializar a participação do capital humano na aceleração do crescimento, tal como Gould (1993) calculou. As demais variáveis foram as mesmas do estudo de Silva e Hermida (2018). Vamos utilizar o período de 1997 a 2015, para 40 países, devido a disponibilidade dos números para as variáveis.

### 3.3. RESULTADOS EMPÍRICOS

Nota-se que, o período selecionado é marcado pela crise de 2008 na economia, fato que impactou as taxas de crescimento dos países nos anos seguintes a essa crise. Portanto, utilizaremos uma variável *dummy* assumindo o valor 1 nos anos de 2008, 2009 e 2010, para controlar o impacto da crise na aceleração do crescimento dos países.

Estimamos para esse modelo a seguinte equação:

$$\dot{g}_{yt}^k = \beta_0 + \beta_1 tl_{kt} + \beta_2 ltg_{kt} + \beta_3 \dot{k}_t + \beta_4 \dot{z}_t + \beta_5 \dot{g}_{kt} + \beta_6 ginf_{kt} + \beta_7 ge_{kt} + u_{kt} \quad (27)$$

Sendo:

$tl_{kt}$ : Difusão tecnológica no país  $k$  no período  $t$ .

$ltg_{kt}$ : hiato tecnológico no país  $k$  no período  $t$ ;

$\dot{k}_t$ : Acumulação de capital físico no país  $k$  no período  $t$ ;

$\dot{z}_t$ : Crescimento atual da renda mundial no período  $t$ ;

$\dot{g}_{kt}$ : Taxa de crescimento da renda mundial no período  $t$ ;

$ginf_{kt}$ : Taxa de inflação do país  $k$  no período  $t$ ;

$ge_{kt}$ : Taxa dos gastos do governo com educação no país  $k$  no período  $t$ ;

$u_{kt}$ : Diferença dos custos unitários no país  $k$  no período  $t$ .

O objetivo do presente estudo é por meio do modelo econométrico, avaliar o sinal e a significância estatísticas da variável difusão tecnológica, hiato tecnológico, acumulação de capital, taxa de crescimento da renda do mundo, taxa de aceleração do crescimento da renda mundial, diferença de inflação e capital humano.

Assim, vamos avaliar o impacto e a importância de cada variável na aceleração do crescimento econômico. No caso, foram estimados sete modelos diferentes, mudando em cada um deles a variável que representa o capital humano. As variáveis *proxy* testadas para o capital humano foram: taxa de crescimento de desemprego com educação básica, taxa de crescimento de desemprego com educação intermediária, taxa de crescimento da força de trabalho com educação intermediária, taxa de crescimento da força de trabalho com educação básica, taxa de crescimento da força de trabalho com educação avançada, taxa de crescimento de gastos de educação primária, taxa de crescimento de gastos com educação secundária, taxa de crescimento de gastos com educação terciária e taxa de crescimento de gastos com educação total.

A ideia é identificar a importância do capital humano na aceleração do crescimento ao longo do período observado. Em todos os exercícios econométricos, foram realizadas as estimações dos coeficientes, todas por meio do System GMM, o teste de ausência de auto correlação de segunda ordem, AR (2), o teste Hansen, que avalia a validade do conjunto de instrumentos e o teste Hansen-Difference, que avalia a exogeneidade dos instrumentos. Os resultados serão apresentados nas tabelas com as estimações do modelo da aceleração do crescimento. Novamente, os dados utilizados foram retirados do WDI no período de 1997 a 2015.

**Tabela 1 - Modelo de Aceleração do Crescimento (1997 – 2015) (continua)**

	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>	<b>Modelo 3</b>
Variáveis	GDEB	GDEI	GFTEB
Difusão Tecnológica	-0.2151991* (0.1219994)	-0.1622708 (0.1090146)	-0.277178*** (0.097228)
GAP Tecnológico	-3654.11* (1678.731)	-3501.614** (1712.419)	-1965.434 (2525.761)
Acumulação de Capital	0.0818388 (0.0574916)	0.0872837 (0.527465)	0.1604482* (0.0889499)
Taxa de Crescimento da Renda do Mundo	-0.1271059 (0.107405)	-0.1276011 (0.1040303)	-0.1223373 (0.1138243)
Aceleração do Crescimento do Mundo	1.098359*** (0.1074023)	1.10076*** (0.1095034)	1.027511*** (0.1341008)
Diferença de Inflação	1584.617 (2652.073)	1080.505 (2746.237)	9645.489 (6798.229)
Capital Humano	6624.186 (22223.1)	-23047.49 (52072.35)	-144400.5 (136499.1)
Dummy Year 2008	-62761.59 (28271.92)**	-61019.71** (26854.85)	-14565.11 (28800.46)
Dummy Year 2009	18364.65 (29238.75)	36681.66 (51409.43)	61107.79 (56846.47)
Dummy Year 2010	-128982.7 (81798.31)	-119321.9 (78425.85)	-163589 (69647.77)**
Observações	495	499	463
Número de id	38	39	35
Arellano-Bond Teste para AR (2) em 1º diferença: z	-0.93	-0.88	-1.11
AR(2):Pr>z	0.354	0.379	0.268
Hansen teste: P>chi²	1.000	1.000	1.000
Diff Hansen Test: P>chi²	1.000	1.000	1.000
Número de instrumentos	107	107	105

**Fonte:** Elaboração própria.

Nota: Desvio padrão em parênteses.

\*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatísticas a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Todos os modelos incluem *dummies* de tempo.

**Tabela 1 - Modelo de Aceleração do Crescimento (1997 – 2015) (conclusão)**

	<b>Modelo 4</b>	<b>Modelo 5</b>	<b>Modelo 6</b>	<b>Modelo 7</b>
Variáveis	GGEP	GGES	GGETERC	GGET
Difusão Tecnológica	-0.451209 (0.0410831)	-0.0609985** (0.0233181)	-0.423922 (0.0342699)	-0.030067 (0.0647225)
GAP Tecnológico	-2099.559 (1870.094)	-2678.563** (1013.724)	725.3636 (1056.746)	44.18293 (2049.509)
Acumulação de Capital	0.173753*** (0.0492584)	0.189742*** (0.0687561)	0.1814109 (0.1339238)	0.0630323 (0.065288)
Taxa de Crescimento da Renda do Mundo	-0.2234146 (0.232747)	-0.2103947 (0.1989487)	0.2255175 (0.1799958)	0.2958907*** (0.1076667)
Aceleração do Crescimento do Mundo	1.010189*** (0.2253852)	0.9584916*** (0.1575844)	0.828513*** (0.1770537)	0.5256349*** (0.1613901)
Diferença de Inflação	-757.7545 (1047.36)	-1613.718** (623.1274)	-4001.933 (4346.258)	-6176.216 (4655.026)
Capital Humano	301072.6 (308430.3)	-172172.7 (127972.9)	-178666.9 (192155)	-43233.06 (4655.026)
Dummy Year 2008	17881.55 (19835.65)	8177.07 (7742.556)	-90368.07* (47564.23)	-58990.98** (24194.55)
Dummy Year 2009	-11411.82 (34005.01)	-145.9893 (26512.71)	-20425.63 (58158.8)	-10795.33 (50646.19)
Dummy Year 2010	-232725.6 (169271.3)	-172374.3 (135667.2)	-377252.2 (167274.2)**	-199864* (108555.6)
Observações	453	446	517	622
Número de id	36	36	39	40
Arellano-Bond Teste para AR (2) em 1º diferença: z	-0.71	-0.22	0.22	-1.12
AR(2):Pr>z	0.480	0.828	0.824	0.264
Hansen teste: P>chi²	1.000	1.000	1.000	1.000
Diff Hansen Test: P>chi²	1.000	1.000	1.000	1.000
Número de instrumentos	104	104	107	105

**Fonte:** Elaboração própria.

Nota: Desvio padrão em parênteses.

\*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatísticas a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Todos os modelos incluem *dummies* de tempo

Em todos os modelos estimados, rejeita-se a hipótese nula do teste AR (2), ou seja, rejeita-se a hipótese de autocorrelação de segunda ordem entre as variáveis. Também foi realizado o teste Hansen, confirmando a validade do conjunto de instrumentos. No teste Hansen-Difference, teste para exogeneidade dos instrumentos, comprova a exogeneidade dos instrumentos utilizados.

No primeiro modelo estimado (1), a variável GDEB, taxa de crescimento do desemprego com educação básica, representa o capital humano. A difusão tecnológica foi

significativa para a aceleração do crescimento dos países, porém o sinal apresentado foi diferente do sinal esperado, já que o impacto da difusão tecnológica na aceleração do crescimento dos países foi negativo, portanto, a fronteira tecnológica de um país impacta negativamente a aceleração do crescimento. O hiato tecnológico também foi outra variável que se apresentou significativa no modelo, tendo um impacto negativo para a aceleração do crescimento. A aceleração do crescimento da renda mundial foi uma variável com sinal positivo e significativo para o modelo econométrico. A variável acumulação de capital físico, taxa de crescimento da renda mundial no período, inflação e a taxa de crescimento de desemprego com educação básica não foram significativas para a aceleração do crescimento.

O segundo modelo (2) foi estimado com a variável GDEI, taxa de crescimento de desemprego com educação intermediária, que representa o capital humano, mas essa também não foi significativa para a aceleração do crescimento. O hiato tecnológico se apresentou significativo a 5% e o sinal foi negativo, ou seja, o hiato tecnológico causa impactos negativos na aceleração do crescimento de um país. A acumulação de capital físico não foi significativa para o modelo estimado, assim como as variáveis taxa de crescimento da renda mundial e inflação. A aceleração do crescimento da renda mundial apresentou um sinal positivo e uma significância a 1%. A crise em 2008 se mostrou relevante para a aceleração do crescimento dos países, a *dummy* apresentou uma significância a 5% e o seu impacto para o modelo foi negativo.

No terceiro modelo (3), a variável capital humano foi GFTEB, taxa de crescimento da força de trabalho com educação básica, porém a variável não se mostrou significativa para o modelo estimado. A variável difusão tecnológica apresentou significância a 1% e um sinal negativo, portanto, a difusão tecnológica é uma variável importante para explicar a aceleração do crescimento, já o hiato de difusão tecnológica não apresentou resultado de significância. A acumulação de capital físico, que mensura a capacidade de expansão da produção física da economia, apresentou um resultado significativo a 10% e um sinal positivo, portanto a acumulação de capital físico contribui positivamente para a aceleração do crescimento do país. A taxa de crescimento da renda dos países apresentou um sinal negativo, porém não apresentou significância no modelo, enquanto que a taxa de aceleração do crescimento da renda mundial apresentou um resultado significativo a 1% e um sinal positivo. A *dummy* do ano 2010 se mostrou significativa a 5%. A inflação não foi significativa para o modelo, portanto, a competição via preços não é relevante para a aceleração do crescimento.

No quarto modelo estimado (4), a variável para capital humano foi à taxa de crescimento dos gastos com educação primária, GGEP, ela também não foi uma variável significativa para

a explicação da aceleração do crescimento. Nesse modelo, apenas as variáveis acumulação de capital físico e taxa aceleração do crescimento da renda mundial apresentaram um nível de significância, ambas a 1% e com o sinal positivo.

A taxa de crescimento com gastos em educação secundária, GGES, foi a variável utilizada no quinto modelo (5) para capital humano. O p valor não se mostrou significativo para o modelo. A difusão tecnológica e o hiato tecnológico foram variáveis que foram significativas para o modelo e o impacto dessas variáveis para a aceleração do crescimento foi negativo. A acumulação de capital físico foi significativa para a explicação do modelo com um impacto positivo e nível de significância a 1%, assim como a taxa de aceleração do crescimento da renda mundial. Nesse modelo, a inflação se torna significativa, o nível de significância foi de 5% e o sinal apresentado foi negativo, ou seja, a competição via preços é importante para a explicação da aceleração do crescimento, impactando de forma negativa.

O sexto modelo (6) trouxe a taxa de crescimento dos gastos com educação terciária, GGETERC, para representar capital humano, mas esta não foi significativa para o modelo também, portanto o capital humano não explica a aceleração do crescimento. Nesse modelo, apenas a variável taxa de aceleração do crescimento da renda mundial apresentou significância e sinal positivo, e as *dummies* de tempo 2008 e 2010, com o sinal negativo. As demais variáveis foram irrelevantes para a explicação.

No sétimo modelo (7), a taxa de crescimento dos gastos com educação total foi a variável, GGET, para capital humano. A variável não foi significativa para a explicação da aceleração do crescimento. A renda dos países e a taxa de aceleração do crescimento da renda mundial foram significativas para a explicação do modelo, ambas a 1%. As *dummies* de tempo 2008 e 2010 também foram significativas para o modelo e com o sinal negativo, portanto, impactam de maneira negativa a aceleração do crescimento. As demais variáveis utilizadas não foram importantes para a explicação do modelo.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo analisar teórica e empiricamente a importância do capital humano na aceleração do crescimento.

A literatura clássica destacou a importância do capital humano para o crescimento dos países. Assim, o trabalho tem duas contribuições para a literatura. Primeiramente, apresenta-se um modelo matemático no qual se incorpora o capital humano na aceleração do crescimento. Na sequência; tem-se uma contribuição empírica, no qual testa-se o papel desta variável na explicação da aceleração do crescimento.

Teoricamente, a literatura e o modelo matemático demonstraram que o capital humano pode ser uma variável chave num processo de aceleração do crescimento. Entretanto, por meio da estimação de modelos de crescimento em painel, System GMM, as evidências encontradas mostraram que para os países analisados no período considerado, a variável capital humano não foi estatisticamente significativa. Assim, empiricamente, as variações do investimento em capital humano, mensurados por meio do investimento em educação, não afetaram a aceleração do crescimento dos países.

Contudo, as estimações dos modelos de aceleração com capital humano mostraram que a taxa de aceleração do crescimento da renda mundial foi positiva e estatisticamente significativa, o que indica que há uma interdependência entre os países na determinação da aceleração do crescimento de cada país.

Por fim, pode-se concluir neste trabalho que, apesar do investimento em capital humano ser teoricamente importante para explicar a aceleração do crescimento econômico, empiricamente não há evidências de que a variável é estatisticamente significativa para a aceleração do crescimento dos países.

## REFERÊNCIAS

- BARRO, Robert J.; LEE, Jong-Wha. International data on educational attainment: updates and implications. **oxford Economic papers**, v. 53, n. 3, p. 541-563, 2001.
- BARROS, Ricardo Paes de; MENDONÇA, Rosane. Investimentos em educação e desenvolvimento econômico. 1997.
- BRANCO, Roberto da Cunha Castello. **Crescimento acelerado e o mercado de trabalho: a experiência brasileira**. 1977. Tese de Doutorado.
- BECKER, Gary S. Investment in human capital: A theoretical analysis. **Journal of political economy**, v. 70, n. 5, Part 2, p. 9-49, 1962.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. *Econometria Básica-5*. Amgh Editora, 2011.
- GOULD, David M. et al. What determines economic growth. **Economic Review**, v. 2, 1993.
- HAUSMANN, Ricardo; PRITCHETT, Lant; RODRIK, Dani. Growth accelerations. *Journal of economic growth*, v. 10, n. 4, p. 303-329, 2005.
- LUCAS JR, Robert E. On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 1988, 22.1: 3-42.
- NICOLSKY, Roberto. Tecnologia e aceleração do crescimento. **Artigo disponível no endereço [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/artigos\\_roberto.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/artigos_roberto.pdf)**. Acesso em, p. 02-04, 2010.
- MANKIW, N. Gregory; ROMER, David; WEIL, David N. A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 1992, 107.2: 407-437.
- MINCER, Jacob. Investment in human capital and personal income distribution. *Journal of Political Economy*. v. 66, n. 4, ago. 1958.
- MENEZES-FILHO, Naércio Aquino. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. IFB, 2007.
- NAKABASHI, Luciano; FIGUEIRÊDO, Lízia. Capital humano e crescimento: impactos diretos e indiretos. Textos para discussão CEDEPLAR UFMG, n. 267, 2005.
- NELSON, Richard R.; PHELPS, Edmund S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. **The American economic review**, v. 56, n. 1/2, p. 69-75, 1966.
- PESARAN, M. Hashem. **Time series and panel data econometrics**. Oxford University Press, 2015.
- ROODMAN, David. How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The stata journal*, 2009, 9.1: 86-136.

ROMER, Paul M. **Human capital and growth: theory and evidence**. National Bureau of Economic Research, 1989.

SCHULTZ, Theodore W. Capital formation by education. **Journal of political economy**, v. 68, n. 6, p. 571-583, 1960.

SILVA, G. J. C.; HERMIDA, C. C. Industry, Competitiveness, External Trade and Growth Acceleration. *Investigacion Economica JCR* v. 77, p. 94-124, 2018.

SOLOW, ROBERT M. A Contribution to the theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, vol.70, N.1, 1956, pp.65-94

VIANA, Giomar; LIMA, Jandir Ferrera. Capital humano e crescimento econômico. *Interações*, v. 11, n. 2, p. 137-148, 2010.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. Pioneira Thomson Learning, 2006.