



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**O IMPACTO POPULACIONAL SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS  
BRICS**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**MARIA CRISTINA DE MEIRA NAZARENO**

Mariana, 2018

**MARIA CRISTINA DE MEIRA NAZARENO**

**O IMPACTO POPULACIONAL SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS  
BRICS**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

**Orientador: Lucas Assis Atílio**

**Mariana  
DEECO/ICSA/UFOP 2018**

N335i

Nazareno, Maria Cristina de Meira.

O impacto populacional sobre o crescimento econômico do BRICS  
[manuscrito] / Maria Cristina de Meira Nazareno. - 2018.

54f.: il.: color, grafis; tabs.

Orientador: Prof. MSc. Luccas Assis Atílio.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de  
Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Ciências Econômicas e  
Gerenciais.

1. Crescimento econômico - Teses. 2. Reprodução humana - Teses. 3.  
População - Recenseamento - Teses. 4. Idéias em ação - Teses. I. Atílio, Luccas  
Assis. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 339.92

Catálogo: [ficha.sisbin@ufop.edu.br](mailto:ficha.sisbin@ufop.edu.br)

MARIA CRISTINA DE MEIRA NAZARENO

Curso de Ciências Econômicas - UFOP

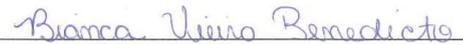
O IMPACTO POPULACIONAL SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS  
BRICS

Trabalho apresentado ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do Prof. Luccas Assis Atílio.

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Luccas Assis Atílio

  
\_\_\_\_\_  
Francisco Horácio

  
\_\_\_\_\_  
Bianca Benedicto

Mariana, 4 de dezembro de 2018

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho às duas pessoas mais importantes da minha vida, que nunca mediram esforços para apoiar meus sonhos: minha mãe Shirlei e meu pai José. Amo vocês! Dedico também às pessoas que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado pelos percursos da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, meus maiores exemplos, por todo apoio, amor e paz que sempre transmitiram para mim.

Aos professores do DEECO, em especial ao Prof. Luccas Assis Atílio, pela orientação, apoio, paciência e por ter contribuído para minha formação.

À Universidade Federal de Ouro Preto e ao Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, agradeço pelo ensino de qualidade. Ao NUPEDDES por todos os projetos de extensão que contribuíram para minha formação como pessoa e profissional.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. CRESCIMENTO ECONÔMICO E CRESCIMENTO POPULACIONAL .....	13
2.1 FATORES PARA O CRESCIMENTO ECONÔMICO .....	13
2.2 CRESCIMENTO POPULACIONAL .....	21
2.3 BRICS.....	26
3. TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO .....	31
3.1 MODELO DE SOLOW .....	31
3.2 MODELO DE ROMER .....	36
4. METODOLOGIA.....	41
4.1 DADOS .....	43
5. RESULTADOS .....	46
6. CONCLUSÃO.....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## **RESUMO**

O objetivo principal do trabalho é estimar a relação entre o tamanho da população e o crescimento econômico dos BRICS. Baseado na teoria do crescimento econômico, com ênfase nos modelos de Solow e Romer, o trabalho abrange o impacto do crescimento populacional sobre o crescimento econômico, assim como a relação entre o tamanho da população e a criação de ideias que geram inovação tecnológica e, portanto, crescimento econômico sustentado. A mensuração foi realizada por intermédio dos dados em painel, utilizando regressões com modelos de efeitos fixos, aleatórios e dados agrupados. Os resultados mostraram que um aumento na taxa de fertilidade, utilizada como *proxy* para crescimento populacional, gera um efeito negativo sobre o crescimento do PIB *per capita*, enquanto o tamanho da população apresentou uma relação positiva sobre a criação de ideias. Com isso, os resultados sustentaram empiricamente as teorias do crescimento econômico utilizadas como base teórica.

**Palavras chave:** Crescimento Econômico, Taxa de Fertilidade, Tamanho da população, Ideias.

## **ABSTRACT**

The main objective of the study is to estimate the relationship between population size and BRICS economic growth. Based on the theory of economic growth, with an emphasis on the Solow and Romer models, the paper covers the impact of population growth on economic growth, as well as the relationship between population size and the creation of ideas that generate technological innovation and, therefore, , sustained economic growth. Measurement was performed through panel data, using regressions with fixed, random effects models and pooled data. The results showed that an increase in the fertility rate, used as a proxy for population growth, has a negative effect on per capita GDP growth, while population size has a positive relation on the creation of ideas. With this, the results empirically supported theories of economic growth used as theoretical basis.

**Key words:** Economic Growth, Fertility Rate, Population Size, Ideas.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação acerca da queda nas taxas de fertilidade tem aumentado devido a alerta sobre o envelhecimento populacional e possível diminuição da parcela da população economicamente ativa. Alguns autores iniciaram as pesquisas no que cerne a estagnação populacional há muitos anos, como é o caso de Alvin Hansen (1939), que cunhou a expressão “estagnação secular”, em que seu argumento principal tange o efeito do declínio populacional sobre as taxas de investimento, formação de capital e produção.

Hansen considera que um declínio populacional altera o padrão de demanda por certos bens finais, o autor utiliza o exemplo da construção civil, expondo que uma queda populacional implica em redução da procura por novas residências, enquanto uma população mais idosa altera seu padrão de consumo visando a procura por bens de serviços pessoais, reduzindo a demanda por investimento.

Entretanto, outros autores como Daron Acemoglu e Pascual Restrepo retornaram ao debate em 2017 sobre os possíveis efeitos do envelhecimento no crescimento econômico e no processo produtivo. No artigo, a consideração principal visa a inovação tecnológica, considerando que a tecnologia é aumentadora de trabalho, ou seja, torna uma unidade de trabalho mais produtivo na presença do progresso tecnológico, dessa maneira a queda populacional seria compensada pelo avanço tecnológico atrelado ao processo produtivo.

A partir dessas discussões, esse trabalho se propôs a pesquisar os efeitos da queda na taxa de fertilidade no crescimento do PIB *per capita*, além do efeito do tamanho da população na chamada “economia das ideias”. A relação entre a taxa de fertilidade e crescimento econômico é descrita em modelos de crescimento como Solow e Romer, a hipótese principal é a de que um aumento na taxa de crescimento populacional tem uma relação negativa no crescimento do PIB *per capita*, visto que o mesmo montante de produto será distribuído por uma parcela maior de indivíduos. Entretanto, ao adicionar a “economia das ideias” no modelo de Romer, o tamanho da população passa a ter um efeito positivo sobre o aumento de ideias na economia, ou seja, quanto maior a população, maior a probabilidade de surgimento de novas ideias e, conseqüentemente, maior será a inovação tecnológica do país, viabilizando o crescimento sustentado.

Dessa maneira, o modelo de Solow foi a base no que tange o efeito negativo sobre o crescimento econômico dado um aumento da taxa de fertilidade da economia, que também é considerado por Romer. A diferença entre os dois modelos de crescimento econômico está no enfoque dado ao tamanho da população. Ao tratar a economia das ideias, Romer transforma a

população em insumo-chave para o crescimento econômico, argumentando que a probabilidade de novas ideias aumenta com o aumento populacional.

Para mensurar os efeitos das variáveis sobre o crescimento econômico e do tamanho da população sobre as ideias, foi utilizado o modelo econométrico de dados em painel, que consiste na união do modelo de cortes transversais com séries temporais, que são constituídos por três principais meios de estimação, os efeitos fixos, efeitos aleatórios e o *pooled*. O período de tempo considerado na análise foi de 2000 a 2014, devido a limitação de alguns dados após 2014 na base de dados do Penn World Table, as variáveis tiveram como base a teoria econômica, e foram retiradas das bases de dados do Penn World Table, Banco Mundial e Fraser Institute.

Os resultados obtidos corresponderam às expectativas e previsões realizadas pelos modelos de crescimento econômico de Solow e Romer. De fato, foi observado um efeito negativo no crescimento do PIB *per capita* dado um aumento na taxa de fertilidade. E, como previsto por Romer, o tamanho da população demonstrou uma relação positiva com o aumento das ideias, medida através das variáveis de publicação de artigos científicos e pedidos de patentes, além disso, assim como o descrito pelo modelo, as ideias geraram um efeito positivo no crescimento econômico.

Com isso, o trabalho possibilitou a comprovação empírica das teorias de crescimento econômico, demonstrando a importância e impacto de determinadas variáveis. Tornando relevante a preocupação acerca do declínio populacional para além da implicação na quantidade disponível de mão-de-obra e população economicamente ativa, mas também se mostrando fundamental no progresso tecnológico.

No contexto dos países emergentes de diminuição das taxas de fertilidade combinado com a pouca atenção às políticas públicas voltadas ao incentivo de P&D, investimentos pouco eficientes e defasagem nas infraestruturas sociais, embasadas na confiabilidade das instituições, é preocupante o efeito sobre as taxas de crescimento econômico e inovação tecnológica.

Visando a melhor compreensão das teorias do crescimento econômico e da importância de pesquisas acerca do declínio populacional e seus impactos, o trabalho está dividido da seguinte maneira. Na seção 2 sobre crescimento econômico e crescimento populacional, é dada uma introdução sobre a mudança nos padrões de vida da sociedade, marcado antes da Revolução Industrial por uma economia agrária, caracterizada pela limitação de recursos e altas taxas de mortalidade (VILELLA, 2013), em seguida é feita uma

introdução acerca dos fatores necessários ao crescimento econômico, que também estão presentes nas variáveis utilizadas na mensuração do modelo econométrico, dentre os fatores temos a infraestrutura social, investimento, capital humano, entre outros. Na seção 2.2 é tratada a importância do crescimento populacional e seus impactos, expondo artigos sobre o tema e alguns gráficos que mostram o declínio do crescimento populacional e também do crescimento econômico. A última seção do primeiro capítulo consiste na apresentação dos países considerados emergentes que compõem o BRICS, objeto de estudo deste trabalho, sendo exposto como surgiu e sua importância.

A seção 3 abarca a descrição dos modelos de crescimento econômico que foram utilizados como base teórica do trabalho, sendo eles o modelo de Solow descrito na seção 3.1 e o modelo de Romer na seção 3.2, demonstrando suas fórmulas matemáticas e suas bases teóricas. Em seguida, é explicada a metodologia do trabalho, o modelo econométrico utilizado, a descrição das variáveis escolhidas, assim como os resultados. Por fim, a conclusão e referências bibliográficas.

## **2. CRESCIMENTO ECONÔMICO E CRESCIMENTO POPULACIONAL**

No início de 1980 o trabalho desenvolvido por Paul Romer e Robert Lucas reacendeu o interesse ao estudo do crescimento econômico (JONES E VOLLARTH, 2015), tornando-se um campo ativo da teoria econômica. Esse capítulo dedica-se à compreensão do que é o crescimento econômico, sua importância, seus diferentes desempenhos entre os países e os fatores necessários para que haja crescimento econômico sustentado. Dentro das teorias de crescimento uma das variáveis estudadas é o crescimento populacional, que será o objeto de estudo desse trabalho, mais especificamente ao crescimento dos BRICS, conjunto econômico dos países considerados emergentes, constituído pelo Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

### **2.1 FATORES DO CRESCIMENTO ECONÔMICO**

Os séculos que antecedem a Revolução Industrial são marcados por economias agrárias, caracterizados por sua limitação quanto aos recursos, dado que seu fator fixo é a terra e seu progresso tecnológico é lento, implicando em retornos decrescentes da produção, isto é, dobra-se o insumo e a produção não cresce na mesma proporção.

Característica de economias pré-industriais, com o crescimento econômico há consequente aumento demográfico, por vezes devido à queda na taxa de mortalidade ligada a melhora na alimentação ou a maiores níveis de fecundidade, com isso o aumento na renda seria compensado pelo aumento populacional (VILELLA, 2013), não gerando aumento sustentado no crescimento econômico.

Em meados do século XVIII com a Revolução Industrial, observou-se mudanças na taxa de crescimento da renda *per capita*, devido a melhoras significativas no progresso tecnológico, bem como a divisão e especialização do trabalho, que juntamente com os avanços na tecnologia proporcionaram um aumento na produtividade do trabalhador, alterando o padrão de rendimentos decrescentes característico do período pré-industrial e o padrão de vida dos países industrializados, atingindo níveis jamais imaginados séculos atrás (VILELLA, p. 69-70, 2013), segundo o autor:

Havia progresso técnico antes da Revolução Industrial, mas seu papel no crescimento econômico era modesto. Já durante a Revolução Industrial e após o crescimento passou a ser cada vez mais dominado por melhorias na tecnologia. Esta, ao contrário de outras formas de crescimento econômico, não incorria em rendimentos decrescentes e, portanto, poderia se sustentar no tempo.

No início da Revolução Industrial tínhamos níveis de renda média pouco acima dos níveis de subsistência, com o avanço tecnológico e consequente aumento da renda *per capita* e das taxas de crescimento econômico houveram vastas alterações nos padrões de vida ao longo dos anos, viabilizando medidas diretas e positivas no bem-estar, como queda da taxa de mortalidade infantil, aumento na expectativa de vida, alfabetização e melhora nutricional (ROMER, 2012).

Com o progresso técnico observou-se grandes aumentos no crescimento populacional, visto que o período pré-industrial foi marcado por altas taxas de natalidade e mortalidade (MINCER, 1975), principalmente devido a incidência de episódios de fome epidêmica (VILELLA, 2013). Com o aumento da produtividade, consequente incremento da renda e com a possibilidade de se transportar excedentes agrícolas, observou-se um crescente aumento da população mundial, que segundo Vilella (2013), juntamente com o progresso técnico, deveu-se também:

(...) As melhorias na saúde pessoal e pública (consumo de sabão, troca frequente de roupas, acesso a água encanada e esgotamento sanitário, casas de alvenaria etc.) – também derivados, de alguma maneira, do aumento da renda e ampliação do consumo de bens privados e públicos que a Revolução Industrial permitiu – e entende-se a extensão da queda da mortalidade a partir de então. (VILELLA, p.70, 2013)

O impacto na renda *per capita* nos países gerou bons frutos, como as acima citadas, entretanto criou uma disparidade da mesma em diferentes economias. Assim, surge a principal indagação que tange a teoria do crescimento econômico: “por que alguns países são tão ricos e outros tão pobres?”, amplamente discutido por Jones e Vollarth (2015) no livro “Introdução à Teoria do Crescimento Econômico”. A partir desse questionamento foram desenvolvidos ao longo dos anos diversos modelos em busca de uma explicação.

Em 1939 houve um rompimento acerca do que era o crescimento e desenvolvimento econômico, antes vistos como um processo natural, que sofreu mudanças a partir da publicação do artigo de Harrod, “*Essay in Dynamic Theory*”, que se tornou posteriormente o chamado modelo de Harrod-Domar em referência a Evsey Domar pelo artigo “*Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment*”, que desempenhou papel fundamental na reflexão sobre questões referentes ao desenvolvimento. A partir da publicação de Harrod, a teoria neoclássica do crescimento nasceu como uma reação ao modelo, e a “nova” teoria do crescimento endógeno evoluiu como uma reação à teoria neoclássica do crescimento (THIRLWALL, 2005).

Robert Solow, em 1956, publicou um artigo intitulado “Contribuição para a Teoria do Crescimento Econômico”, destacando a importância do progresso tecnológico para que haja um crescimento sustentado das economias, alimentando o debate acerca do crescimento econômico. Durante os anos de 1960 algumas pesquisas deram continuidade ao debate, mas não sofreram avanços significativos até 1980, quando o estudo das teorias do crescimento econômico ganhou mais força com o trabalho desenvolvido por Paul Romer e Robert Lucas, contrapondo a ideia de progresso tecnológico como variável exógena, hipótese do modelo de Solow, e adicionando ao modelo a economia das “ideias”.

Quando se fala em teoria do crescimento econômico é necessário tratar dos chamados “fatos estilizados”, que são evidências empíricas acerca de economias ricas, pobres e daquelas que passam por uma rápida trajetória de crescimento. Alguns dos fatos estilizados tratados por Jones e Vollarth (2015) é que as taxas de crescimento econômico variam substancialmente de um país para outro; não permanecem constantes ao longo do tempo - a ideia de um aumento acentuado de crescimento teve início no século XX - e os países podem passar de “pobres” para “ricos” e vice-versa, conhecido como “milagres” e “desastres” de crescimento.

Tabela 1: PIB *per capita* (em milhares de dólares constantes de 2010)

País	1990	2000	2010	2017
Brasil	7.987,05	8.779,29	11.224,15	10.888,98
China	730,77	1.771,74	4.560,51	7.329,08
Estados Unidos	36.312,41	45.055,81	48.375,40	53.128,53
Hong Kong	18.250,90	23.015,88	32.549,99	37.927,13
Madagascar	492,39	430,10	412,73	421,89

Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

O PIB *per capita* nos informa o montante de produto disponível por pessoa em cada economia, na tabela acima o PIB *per capita* encontra-se mensurado em dólares constantes de 2010, assim obtemos os dados deflacionados. Na Tabela 1 podemos observar sua variação de 1990 a 2017 no Brasil, China, Estados Unidos, Hong Kong e Madagascar. Esses países foram escolhidos para mostrar a enorme disparidade entre economias consideradas ricas, como os EUA e economias pobres como Madagascar.

Dentre as economias selecionadas, Hong Kong destaca-se por ser considerado um milagre de crescimento que teve início por volta de 1960, classificado como um país de industrialização recente (PIRs). Outro exemplo é a China com altas taxas de crescimento que se iniciaram em 1980.

Os milagres de crescimento são países que excedem a média mundial durante um período prolongado, avançando na distribuição mundial de renda, enquanto os desastres de crescimento caracterizam-se como episódios em que o crescimento do país fica muito aquém da média mundial (ROMER, 2012), como é o caso de Madagascar, Argentina e muitos países da África Subsaariana.

Buscando uma explicação à essa disparidade de crescimento entre os países, foram desenvolvidas várias hipóteses ao longo do tempo em busca dos fatores necessários ao crescimento econômico e seus impactos. Fatores de crescimento como Capital (K), Trabalho (L), Capital Humano (H) e Tecnologia (A) são a base dos modelos de crescimento e serão discutidos a seguir.

Nas teorias de crescimento utilizam-se as equações em termos *per capita*, assim retratando de forma mais aproximada o padrão de vida dos países, tornando possível analisar as mudanças no produto e capital por trabalhador na economia e quais variáveis causam impacto de crescimento sustentado ou apenas efeito de nível na renda *per capita*. De acordo com Jones e Vollarth (2015):

Com mais capital por trabalhador, as empresas geram mais produto por funcionário. Entretanto, há retornos decrescentes ao capital por trabalhador; a cada unidade adicional de capital que damos a um empregado, o produto gerado por ele cresce menos. (JONES E VOLLARTH, p. 20, 2015)

O Capital (K) está sempre presente nas funções de produção estudadas, sendo um dos insumos necessários a geração de produto, como maquinário, aluguel de equipamentos, fábricas e investimentos voltados a necessidades técnicas da produção. Além da função de produção, nos modelos de crescimento temos a função de acumulação de capital, que nos mostra como o capital é acumulado ao longo do tempo, assim temos a variação no estoque de capital sendo igual ao montante do investimento bruto, aumentadora do capital, menos o montante da depreciação ao longo do processo produtivo, caso do maquinário, por exemplo, que se deprecia ao longo do tempo, reduzindo o capital.

Outro fator primordial na função de produção é o trabalho, a quantidade de mão-de-obra que será utilizada na produção. O trabalho (L) também representa a quantidade de

trabalhadores na economia, se o país sofre um aumento na taxa de natalidade, ou na queda da mortalidade, conseqüentemente teremos mais trabalhadores disponíveis no mercado.

A taxa de crescimento populacional gera efeitos na distribuição de  $k$  e  $y$ , ou seja, no capital e produto *per capita*. No modelo de Solow, por exemplo, quando há um aumento na taxa  $n$  (crescimento populacional) sem que haja novas mudanças em investimento e depreciação, o capital *per capita* diminui, já que a economia deve contemplar mais pessoas com a mesma quantidade de capital disposta anteriormente.

Dentro do trabalho há uma separação entre a mão-de-obra não qualificada e qualificada, que chamamos de capital humano ( $H$ ), sendo o tempo gasto para obter qualificações e habilidades que o indivíduo se dispôs ao invés de trabalhar. Ao utilizar mais tempo no acúmulo de competências temos aumento nas unidades efetivas de trabalho qualificado (Jones e Vollarth, 2015). Além disso, o aumento da escolaridade impacta a remuneração do indivíduo e seu bem-estar, lhe proporcionando acesso a mais e melhores bens e serviços disponíveis na economia.

Ao discutir sobre crescimento de longo prazo, um fator essencial a ser apresentado é a tecnologia ( $A$ ), sendo classificada como aumentadora de trabalho. Como já dito no início do capítulo, o crescimento econômico deve muito ao progresso tecnológico, sem ele não seria possível uma mudança no padrão de rendimentos decrescentes presente no sistema pré-industrial. Quando  $A$  aumenta, temos progresso tecnológico, assim uma unidade de trabalho será mais produtiva conforme o avanço da tecnologia ao longo do tempo (Jones e Vollarth, 2015).

A tecnologia é parte fundamental no entendimento da chamada “trajetória de crescimento equilibrado”, um exemplo é o modelo de Solow em que supomos que a trajetória de crescimento cresce a taxa do progresso tecnológico,  $g$ , dado que apenas a tecnologia é capaz de sustentar o crescimento econômico de longo prazo, visto que outros fatores que não sejam o progresso tecnológico causam apenas um efeito de nível na economia, isto é, geram acréscimos ou decréscimos na renda *per capita*.

Os países são formados por diferentes tipos de instituições, normas, características geográficas e culturais, que influenciam nas taxas de investimento tão necessárias à economia. De acordo com os modelos estudados por Jones e Vollarth (2015), países ricos investem mais em capital e destinam mais tempo ao aprendizado do uso de novas tecnologias. Porém, o que

faz alguns países investirem mais que outros?

Para tomar a decisão de investir é preciso analisar a viabilidade do investimento, sendo necessário que se faça um levantamento acerca do seu custo-benefício. Se os benefícios superarem seus custos, então trata-se de um bom investimento e deve ser feito. Entretanto, nem sempre observamos benefícios que ultrapassem seus gastos, diante das diferenças entre custo ( $F$ ) e lucro ( $\pi$ ) observam-se variações nos investimentos de alguns países que podem decorrer da seguinte situação:

Essas variações decorrem, em larga medida, das diferenças nas políticas públicas e nas instituições – o que podemos chamar de infraestrutura social. Um bom governo oferece instituições e infraestrutura social que minimizem  $F$  e maximizem  $\pi$ , incentivando assim o investimento. (JONES E VOLLARTH, p. 143, 2015)

A infraestrutura social também compõe planejamentos econômicos e políticos, ou seja, um país que incentiva a produção ao invés de impor barreiras que visam o recebimento de tarifas que dificultam a instalação de novos empreendimentos, abre as portas para possíveis investidores, enquanto uma economia em que as regras não são seguidas, a instabilidade é alta e seu governo (ou órgãos públicos) não têm credibilidade e incentivam o desvio – corrupção, por exemplo – tende a afastar investimentos.

O ambiente econômico exerce grande influência para tornar a economia atrativa aos investidores, dado que o governo, responsável pelas leis e garantia do cumprimento das normas, tem o poder de determinar o tamanho do seu mercado, garantir estabilidade política e econômica e pode favorecer a produção em detrimento do desvio (JONES E VOLLARTH, 2015). Porém, tratando-se de política nem sempre é o que acontece, alguns governos exercem seu poder abusando na taxação de tributos e não devolvendo a sociedade os benefícios prometidos, que seriam provenientes da alta tributação; alguns, devido aos desvios e demasiadas taxas a serem pagas, geram desincentivos a empresas e empreendedores que optam por não investir no país, além disso países com instabilidade econômica afastam investidores que veem a economia como um risco.

A estabilidade do ambiente econômico, pode constituir, ela própria, um determinante fundamental dos retornos ao investimento. Uma economia em que as regras e instituições mudam com frequência pode ser um lugar arriscado onde investir. (JONES E VOLLARTH, p. 147, 2015)

Vimos que com a Revolução Industrial foi possível o crescimento econômico sustentado, isto é, que se mantém no longo prazo. Juntamente com o aumento da renda *per capita* dos países houve uma expansão na taxa do crescimento populacional, ocasionado por quedas na taxa de mortalidade e aumentos na taxa de natalidade dos países, oriundo do

incremento na renda e aumento do consumo das famílias, que proporcionou melhores condições de vida e acesso a informações médicas e sanitárias.

Com o crescente avanço do progresso tecnológico e mudança na produtividade dos trabalhadores, foram desenvolvidos ao longo dos anos modelos de crescimento econômico buscando explicar porque, mesmo com uma mudança na renda *per capita* mundial após o século XVIII, alguns países crescem mais que outros. Os fatores que influenciam no crescimento econômico dos países foram discutidos ao longo desse capítulo, mas de que maneira eles impactam o crescimento?

Economias que investem mais em capital geram aumento no seu capital por trabalhador, elevando sua produtividade e possibilitando maiores investimentos em máquinas e tecnologias que possibilitem melhoras no processo produtivo, diminuindo a quantidade de mão-de-obra necessária e aprimorando etapas de produção. Como já abordado nesse capítulo, o produto marginal do capital é decrescente, isto é, quando aumento em uma unidade meu capital por trabalhador, o produto gerado tende a diminuir. Dessa maneira o progresso tecnológico exerce seu papel mudando o padrão dos retornos decrescentes, assim, compensando a tendência declinante do produto marginal do capital (JONES E VOLLARTH, 2015).

Tratando da infraestrutura social – as instituições – vimos a influência da mesma para a captação de recursos do país por meio de investimentos, ao lidar com os investimentos em capital é necessário que se leve em consideração o tipo de instituição e políticas públicas da economia. Dessa maneira, países com boa infraestrutura social serão mais atrativos e obterão mais recursos, podendo investir em capital e despende mais tempo ao aprendizado de novas tecnologias, tornando a economia mais rica (JONES E VOLLARTH, 2015).

Os trabalhadores disponíveis na economia são vistos com abordagens diferentes nos modelos de Solow e Romer, aumentos na taxa de crescimento populacional não são interessantes no modelo de Solow, pois com o aumento da quantidade de trabalhadores, o investimento por trabalhador não será mais suficiente, levando a economia a um ponto em que haverá menos capital por trabalhador do que inicialmente, conseqüentemente gerando uma queda no produto *per capita* e assim tornando a economia mais pobre (JONES E VOLLARTH, 2015).

Ao acrescentar a “economia das ideias” em seu modelo, Romer traz uma nova maneira

de pensar o crescimento populacional, partindo do princípio de que com mais pessoas na economia a probabilidade do surgimento de novas ideias aumenta, com isso temos que a população é insumo-chave do modelo para que o país tenha crescimento sustentado e para o surgimento de novas tecnologias. Para Romer, a inovação tecnológica depende do estoque de ideias e do trabalho qualificado, o capital humano (H), assim as políticas públicas que incentivam investimentos em pesquisa e desenvolvimento possibilitam o aumento de cientistas na economia, propiciando o aumento de ideias e gerando efeito de nível na renda *per capita* do país.

Com isso, é possível observar como estão relacionados os fatores necessários ao crescimento, pois para que haja mais investimentos em políticas públicas – por exemplo visando a melhora na educação e incentivando pesquisas que possibilitem inovações tecnológicas – e em capital, aumentando a relação capital-trabalho e refletindo na produtividade da economia, é necessário que o país tenha uma sólida infraestrutura social, gerando efeitos positivos no crescimento econômico.

## 2.2 CRESCIMENTO POPULACIONAL

Com o desenvolvimento da teoria de Paul Romer em que se adicionava a “economia das ideias” houve uma mudança no enfoque do crescimento populacional, visto que no modelo desenvolvido anteriormente por Robert Solow o aumento da taxa de crescimento populacional gerava um impacto negativo no crescimento econômico. Entretanto, no novo modelo desenvolvido partimos do seguinte princípio (JONES E VOLLARTH, p. 70, 2015):

“As ideias aperfeiçoam a tecnologia de produção. Novas ideias permitem que o pacote de insumos gere produtos maiores ou melhores.”

É necessário destacar que o modelo implica que o aumento no tamanho da população mundial aumenta o crescimento da renda mundial, o fundamento dessa afirmação está no fato de que as pessoas são um importante insumo para a produção, e como são produtoras de conhecimento, o crescimento populacional torna-se benéfico para o aumento e expansão do conhecimento (ROMER, 2012).

A característica importante do modelo de Romer é a ausência de rivalidade presente nas ideias, o que implica em retornos crescentes de capital em uma economia com concorrência imperfeita, gerando lucro e impulsionando o incentivo a criação de novas ideias.

As ideias são bens não rivais, visto que podem ser usufruídas por qualquer um e ao mesmo tempo, a partir do momento em que foram criadas. Dessa forma o crescimento populacional propicia o aumento de novas ideias presentes na economia e consequentes inovações tecnológicas, e não apenas essa economia será beneficiada, mas todas aquelas que quiserem se utilizar da ideia. (JONES E VOLLARTH, p. 92, 2015):

As pessoas são o insumo-chave para o processo criativo. Uma população maior gera mais ideias – e, como as ideias não são rivais, todos na economia se beneficiam.

Contrapondo-se a ênfase positiva do crescimento populacional presente no modelo de Romer, temos o modelo neoclássico de crescimento, no qual o aumento na taxa de crescimento populacional ocasiona uma redução no nível de renda *per capita*, pois quanto mais pessoas na economia, maior a necessidade de capital para manter a relação capital-trabalho constante durante a trajetória de crescimento (JONES E VOLLARTH, 2015).

A partir da abordagem neoclássica, presente em modelos como o de Robert Solow, relaciona-se o crescimento populacional a redução do crescimento econômico. Com o aumento da população a economia dispõe de menos capital por trabalhador que anteriormente, portanto temos uma economia mais pobre. Assim, nesse modelo observa-se que economias

com baixo crescimento populacional tendem a ser mais ricas, enquanto no modelo de Romer o instinto é o oposto, pois economias com baixas taxas de crescimento populacional teriam menos insumo para o desenvolvimento de novas ideias.

Questões acerca do impacto do crescimento populacional foram discutidas por Alvin H. Hansen em 1939, no artigo que cunhou a expressão “estagnação secular” intitulado “*Economic Progress and Declining Population Growth*”, no qual o autor leva em consideração o efeito do declínio populacional sobre as taxas de investimento, formação de capital e produção. No artigo é exposto o pensamento de Adam Smith, que considerava o crescimento da população como consequência e causa do progresso econômico (HANSEN, 1939), contando também com o impacto da divisão do trabalho e o proveniente aumento de produtividade. Enquanto autores como Malthus e Ricardo, diferentemente do pensamento de Smith, viam com pessimismo o aumento populacional, levando em consideração questões como o esgotamento de recursos.

Para Hansen, a taxa de crescimento populacional desempenha um papel importante no fluxo de bens finais e no dinamismo produtivo, bem como no processo de formação de capital, tendo efeito sobre o processo de ampliação e aprofundamento de capital. O alargamento do capital é “*a function of an increase in final output, which in turn is due partly to an increase in population and partly to an increase in per capita productivity*” (HANSEN, p. 7, 1939). Isso ocorre quando a mudança por trabalhador é zero, mas o estoque de capital  $K$  cresce, em decorrência do crescimento populacional (JONES E VOLLARTH, 2015). Enquanto o processo de aprofundamento do capital acontece quando a economia aumenta o capital por trabalhador.

Segundo o autor a taxa de crescimento populacional teria impacto no fluxo de bens finais, como por exemplo no mercado da construção civil, pois a demanda por novas residências tende a aumentar com o aumento populacional, impulsionando os investimentos na área, o que exige grandes gastos de capital. No entanto, um país com uma população estacionária ou composta em sua grande parte por idosos, tende a diminuir a demanda por residências e aumentar sua procura por serviços pessoais, com um dispêndio menor de capital e investimento (HANSEN, 1939), dessa forma (HANSEN, p. 7, 1939):

It is therefore not unlikely that a shift from a rapidly growing population to a stationary or declining one may so alter the composition of the final flow of consumption goods that the ratio of capital to output as a whole will tend to decline.

Os estudos e preocupações que tangem a estagnação e declínio populacional se mantêm presentes, principalmente devido a mudanças na taxa de natalidade, caracterizando um processo de transição demográfica. Como já dito no capítulo 1.1, com o progresso tecnológico e conseqüente crescimento econômico observou-se uma mudança no padrão populacional da sociedade, dado que a mortalidade decresce com o incremento da renda e do consumo (MINCER, 1975), como consequência houve um aumento mundial da população e da oferta de mão-de-obra.

Com o processo de transição demográfica e atual queda nas taxas de natalidade, é necessário que se discuta os pontos que afetam os níveis de natalidade atuais. A teoria econômica conta com três implicações que podem levar a reduções no tamanho familiar: 1. urbanização; 2. custo crescente do tempo e 3. crescimento educacional (MINCER, 1975). As causas são exploradas pelo autor (MINCER, p. 30-31, 1975):

1. (...) o crescimento da produtividade reduz a demanda de mão-de-obra rural, que por sua vez, ruma para as cidades em busca de emprego e maiores salários. Como as crianças são menos produtivas e seu sustento mais caro nas cidades que no campo, os incentivos aos emigrantes para limitar o tamanho familiar são grandes. 2. O aumento dos salários no mercado de trabalho atrai pessoas cujas atividades são externas ao mercado (trabalhos caseiros e setores de subsistência) para o mercado de trabalho. (...), portanto, os incentivos às mulheres para que limitem o tamanho familiar e entrem (ou permaneçam) no mercado de trabalho continuam a crescer. 3. Com o crescimento da renda e da demanda industrial por mão-de-obra escolarizada, disciplinada e qualificada, as demandas particular e pública por instrução aumentam. Ao nível familiar, as demandas por educação prolongada das crianças representam um incentivo suplementar à redução do número de filhos. (...) quando os filhos instruídos se tornam pais tendem a ter atitudes mais favoráveis e mais informações sobre comportamentos anticoncepcionais, e a demandarem mais educação e saúde para seus filhos.

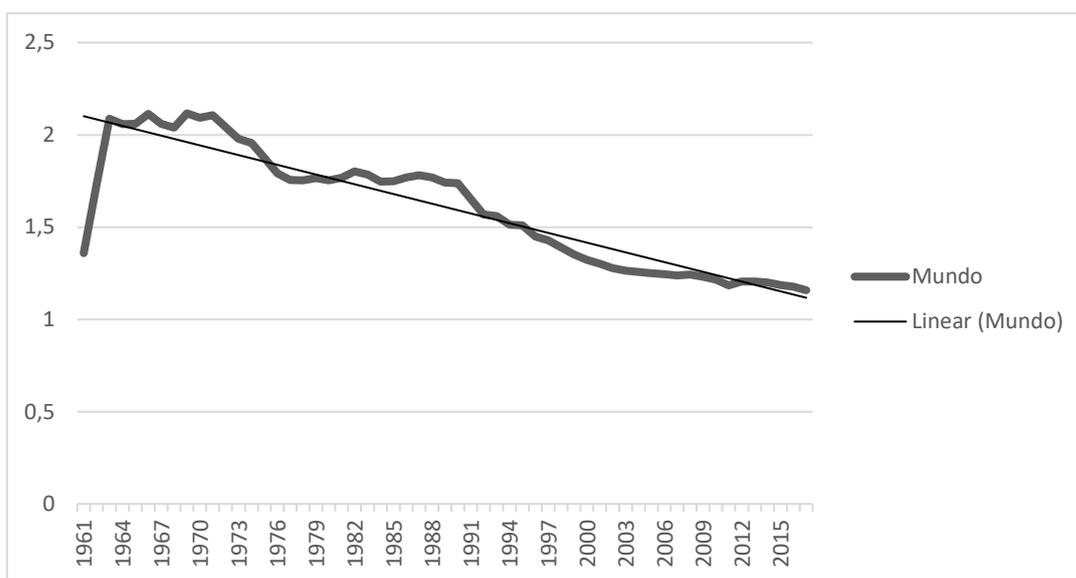
Com base na publicação e considerações feitas por Hansen, atualmente a preocupação acerca dos efeitos de uma estagnação populacional voltou a ser debatida. Daron Acemoglu e Pascual Restrepo retomaram a questão em “*Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation*”, onde propõem a discussão do efeito do envelhecimento da população no crescimento econômico e os impactos atrelados ao processo produtivo.

Ao contrário do que foi proposto por Alvin Hansen e de hipóteses como a enfatizada por Gordon (2016) de que uma população mais idosa reduziria a participação e produtividade da força de trabalho (Acemoglu e Restrepo, 2017), o artigo mostra que não há relação negativa entre o envelhecimento da população e o crescimento mais lento do PIB *per capita*. A contraposição ao que se esperava de uma relação negativa entre envelhecimento e

crescimento mais lento pode ser explicado pela tecnologia. Com a escassez de mão-de-obra devido à transição demográfica há uma maior utilização de novas tecnologias, assim, o progresso técnico exerce papel fundamental para que os efeitos negativos provenientes da queda na força de trabalho possam ser supridos. De acordo com a citação (Acemoglu e Restrepo, p. 175, 2017):

When capital is sufficiently abundant, a shortage of younger and middle-aged workers can trigger so much more adoption of new automation technologies that the negative effects of labor scarcity could be completely neutralized or even reversed.

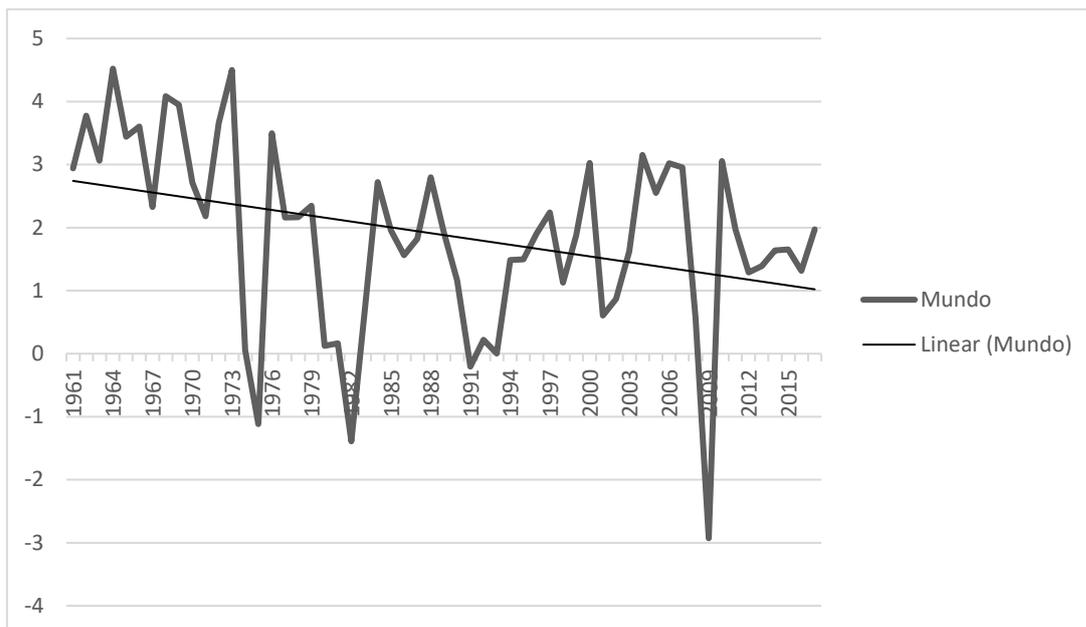
Gráfico 1: Crescimento populacional mundial (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

De acordo com o gráfico 1, é possível observar o declínio no crescimento mundial através da linha de tendência linear, com isso o surgimento de estudos e especulações acerca do seu impacto no crescimento econômico. Até aqui pudemos ver alguns dos estudos que tentam explicar o possível efeito da população nas taxas de crescimento. O gráfico acima mostra o crescimento percentual da população mundial de 1961 a 2017, a queda populacional mais acentuada é vista a partir de 1990 e desde então observa-se uma estagnação do crescimento, sendo que nos últimos anos a população têm mantido sua taxa praticamente constante, em torno de 1,2% a.a. No gráfico 2 temos os dados do crescimento percentual do PIB *per capita* no mesmo intervalo de tempo, indicando a tendência dos dados através da linha linear, nota-se que tanto o crescimento populacional quanto o crescimento econômico estão decrescendo.

Gráfico 2: Crescimento do PIB *per capita* mundial (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

Na seção anterior foram demonstrados os principais fatores para o crescimento econômico presentes nos modelos estudados. Dentre eles temos o crescimento populacional, fator exposto nessa seção. De acordo com o modelo selecionado chegamos a conclusões distintas sobre o efeito da população na economia. Alguns modelos, como o de Romer, chegariam a previsões pessimistas ao analisar o gráfico 1, dado que o crescimento populacional é essencial para o crescimento sustentado. Enquanto modelos neoclássicos consideram que o declínio populacional aumentaria a renda *per capita* da economia, gerando um efeito positivo na sua taxa de crescimento econômico.

## 2.3 BRICS

O chamado BRICS, bloco econômico dos principais países emergentes teve início em 2006 e seu nome representa a inicial de cada um dos seus países integrantes: Brasil, Rússia, Índia e China. Em 2011, a África do Sul também aderiu formalmente ao bloco. O surgimento da sigla se deu pela “dimensão do impacto dessas economias na economia mundial e sua capacidade de moldar o futuro de outros países em desenvolvimento” (ALMEIDA, 2009, p. 7), em parte devido aos seus recursos naturais, peso demográfico e expansão do mercado de consumo, embora a África do Sul possua uma dimensão populacional e econômica inferior aos outros países (RIBEIRO E MORAES, 2015). De acordo com (ALMEIDA, p. 3, 2009):

A Rússia operou uma reconversão a um capitalismo mafioso nos anos 1990, passando a contar mais como fornecedor de matérias-primas energéticas do que como participante ativo da economia mundial. O Brasil passou a ser um grande provedor de commodities alimentícias e minerais, a Índia consolidou sua presença nas tecnologias de informação, ao passo que a China industrial assumiu a liderança nos produtos de consumo de massa, com dominância dos bens eletrônicos. Todos se beneficiaram de vantagens ricardianas, com ênfase em mão-de-obra no caso chinês, tecnologia no modelo indiano e recursos naturais para o Brasil e a Rússia.

A justificativa para a criação da sigla ganha força devido à importância demográfica dos países e através do desenvolvimento tecnológico, atraindo investimentos e tornando o processo produtivo mais eficiente. Com mais investimento na economia e possível expansão de mercado e produção, a inserção no mercado internacional através de exportação de bens e serviços torna-se viável, expandindo também os valores do PIB e possibilitando o intercâmbio de ideias (ALMEIDA, 2009).

O modo de formação institucional dos países inseridos no bloco econômico é divergente, a China e a Rússia passaram por um regime socialista, o que retardou seu processo de adesão ao capitalismo, embora países como o Brasil e a Índia tenham mantido relações com a economia capitalista, houve uma forte presença do Estado marcada pelo protecionismo comercial (ALMEIDA, 2009). A inserção da África do Sul no bloco foi estratégica para buscar a representação dos países do “Sul”, mesmo com características distintas quando comparada aos demais.

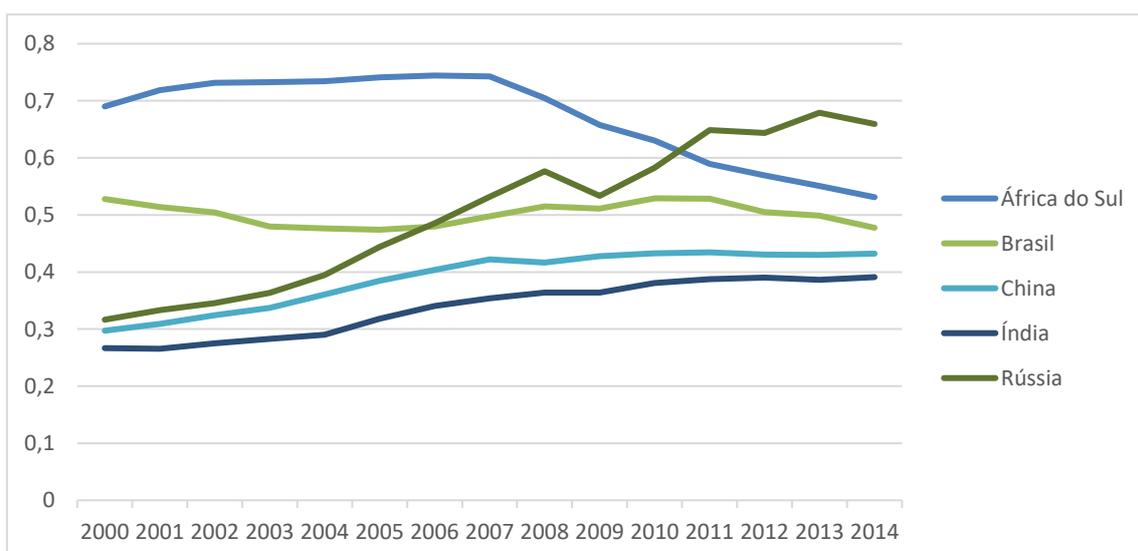
Gráfico 1: Crescimento do PIB *per capita* nos BRICS (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

De acordo com o gráfico 1 é possível perceber como está se comportando a taxa de crescimento do PIB *per capita* deflacionado dos países que compõem o BRICS de 2000 a 2016. A China, como já foi dito na seção 2.1 é considerado um milagre de crescimento, visto que tem aumentado consideravelmente sua taxa de crescimento econômico por um período prolongado, excedendo a média mundial. Observa-se que nos últimos anos todos os países sofreram uma queda no crescimento do PIB *per capita*, apesar da China manter uma taxa elevada.

Gráfico 2: Nível de produtividade total dos fatores nas PPCs atuais nos BRICS (EUA = 1)



Fonte: Elaboração própria com dados do Penn World Table 9.0

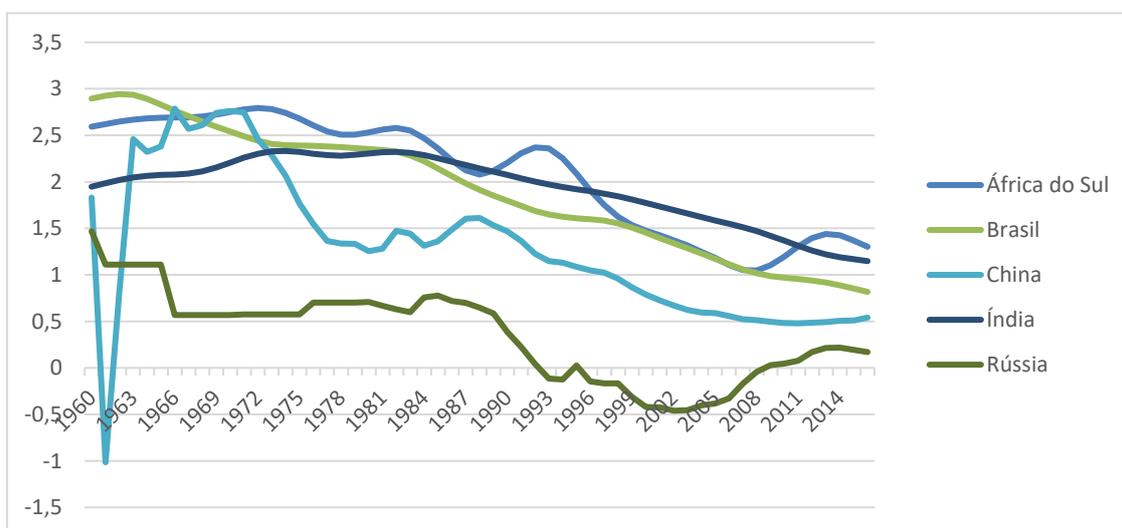
A produtividade total dos fatores é conhecida também como resíduos da contabilidade

do crescimento ou resíduo do modelo de Solow, pois “incorporam todas as diferenças de produção não contabilizadas nos insumos” (Jones e Vollarth, p. 54, 2015), consiste na parcela do crescimento do produto que não pode ser explicada por fatores como capital físico e humano, mas exerce papel fundamental para explorar as diferenças na renda *per capita* dos países. O gráfico 2 relata os níveis de produtividade total dos fatores (PTF) a taxas constantes de paridade de poder de compra (PPC) em relação aos EUA em preços correntes de 2000 a 2014. De acordo com o gráfico é possível observar um aumento no nível de PTF na China, Rússia e Índia, enquanto as taxas do Brasil e da África do Sul estão decrescendo.

Países mais ricos tendem a apresentar maiores níveis de PTF, pois geralmente têm uma produção mais eficiente. Robert Solow refere-se à alocação dos investimentos e acumulação de competências como variáveis que impactam o nível de renda e a PTF, essas diferenças nos níveis de investimento e produtividade podem ser explicadas por alguns fatores expostos na primeira seção deste capítulo, como por exemplo a infraestrutura social. De acordo com os autores Jones e Vollarth (p. 153, 2015):

Políticas que subsidiem empresas de baixa produtividade ou limitem a mobilidade do capital e do trabalho resultarão em má alocação de recursos, diminuindo a PTF. Países com uma infraestrutura social que promova a mobilidade e reduza o número de empresas de baixa produtividade terão alocação mais eficiente de recursos e maior PTF.

Gráfico 3: Crescimento populacional nos BRICS (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

De acordo com o gráfico 3, observa-se o declínio da taxa de crescimento populacional ao longo dos anos em todos os países que compõem o BRICS. É interessante ressaltar que a partir de 2015 a China alterou a política do filho único, que tinha como objetivo o controle

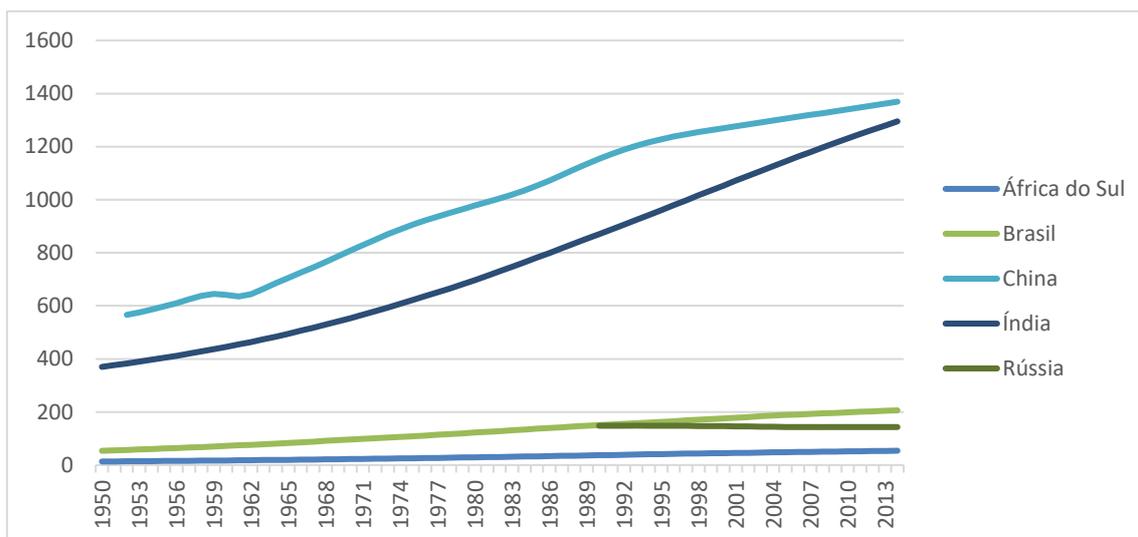
populacional. Devido ao envelhecimento populacional e queda da força de trabalho em idade ativa, houve uma alteração na lei, permitindo que cada família tivesse no mínimo dois filhos. Apesar da mudança, a taxa de natalidade continuou decrescendo, o que pode ser explicado por fatores como o custo de vida e altos gastos com educação e saúde (BBC NEWS, 2017).

Seguindo a hipótese do modelo de Solow, há uma relação negativa entre a taxa de crescimento populacional e o crescimento econômico, para o autor a queda na taxa de crescimento populacional tornaria a economia mais rica, visto que o seu produto *per capita* aumentaria, dispondo de mais capital por trabalhador do que no início e levando a economia a um novo estado estacionário, ponto onde o investimento é igual a depreciação do capital. Assim, o investimento por trabalhador é maior do que o necessário para manter constante o capital, gerando um efeito de nível na renda *per capita*. Se houvesse um aumento na taxa de crescimento populacional, o investimento por trabalhador não seria suficiente para manter o capital por trabalhador constante, desse modo a razão capital-trabalho decresce até o ponto em que a economia dispõe de menos capital por trabalhador do que no início, gerando uma queda no produto *per capita*, o que é suprido no modelo de Romer pela “economia das ideias”, esse raciocínio e descrição modelos serão formalizados no próximo capítulo.

Para Romer, a possibilidade de surgimento de novas ideias e inovação tecnológica compensaria a queda na renda *per capita* sugerida por Robert Solow. Dessa forma, sob a perspectiva do modelo de Romer o gráfico 3 não seria interessante para o crescimento econômico sustentado pois “o número de potenciais inovadores também será crucial para determinar o número total de novas ideias que a economia produzirá” (JONES E VOLLARTH, p. 79, 2015), com o declínio do crescimento populacional há uma redução da probabilidade de novas ideias, o que se reflete na taxa de crescimento da economia, visto que o insumo-chave do modelo é a população. Assim, temos a taxa de crescimento definida da seguinte maneira (JONES E VOLLARTH, p. 91, 2015):

A taxa de crescimento dessa economia é determinada pelos parâmetros da função de produção de ideias e pela taxa de crescimento de pesquisadores que, em última instância, é dada pela taxa de crescimento da população.

Gráfico 4: Tamanho da população nos BRICS (em milhões)



Fonte: Elaboração própria com dados do Penn World Table 9.0

O tamanho populacional tem crescido desde a Revolução Industrial, devido ao maior acesso a saúde, queda na taxa de mortalidade, ao incremento na renda e consumo das famílias (MINCER, 1975). O aumento populacional gera um acréscimo na oferta de força de trabalho e de acordo com o modelo de Romer é o responsável pelo crescimento sustentado da economia.

Ao longo desse capítulo foi possível analisar a importância de alguns fatores para o crescimento econômico sustentado da economia, em especial a taxa de crescimento populacional que como visto no gráfico 3 tem decrescido ao longo dos últimos anos. Com o declínio populacional surgiram preocupações acerca do seu impacto na taxa de crescimento econômico. Autores como Hansen (1939) sugeriram que essa queda teria efeito nas taxas de investimento e dinamismo produtivo da economia, enquanto outros autores como Daron Acemoglu e Pascual Restrepo (2017) supõem que a tecnologia é a chave para suprir a falta de mão-de-obra.

É importante destacar que tanto o modelo de Solow como o de Romer são favoráveis ao tamanho da população, visto que a população é insumo essencial para o processo produtivo. Porém, enquanto para Solow taxas elevadas de crescimento populacional influenciam negativamente no crescimento econômico, devido à queda no produto *per capita*, para Romer o aumento populacional tende a suprir a queda na renda *per capita* ao elevar as possibilidades de inovações tecnológicas e ideias, favorecendo assim o crescimento sustentado da economia.

### 3. TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

O presente capítulo visa explorar os dois modelos da teoria do crescimento econômico vistos até aqui, o primeiro é o modelo neoclássico de Robert Solow, e o outro o modelo endógeno de Romer, para isso foi utilizado como base o livro “Introdução à Teoria do Crescimento Econômico” dos autores Charles I. Jones e Dietrich Vollarth. Os modelos têm diferentes abordagens quanto aos fatores necessários ao crescimento, mais especificamente em relação à taxa de crescimento populacional da economia, ao tratar de questões como o estado estacionário, o dito “equilíbrio”, em que a taxa de depreciação do capital igual ao investimento, que permite encontrar um ponto no qual o capital por trabalhador se mantém constante, sendo possível observar o impacto da taxa de crescimento populacional no produto por trabalhador final no modelo de Solow, bem como a dinâmica de crescimento do modelo de Romer, com a adoção da economia das ideias. Além da descrição dos modelos, através da análise de modelos econométricos utilizando os dados de crescimento econômico e populacional no bloco econômico dos BRICS, busca-se a compreensão do comportamento dessas variáveis e sua relação com os modelos selecionados para este trabalho.

#### 3.1 MODELO DE SOLOW

Essa seção se propõe a descrever o modelo de Solow com tecnologia, demonstrando como a economia é capaz de obter um crescimento sustentado e uma trajetória de crescimento equilibrado. No modelo, a variável que permite o crescimento de longo prazo da economia é o progresso tecnológico, dessa maneira a função de produção do modelo adiciona a variável exógena  $A$  (tecnologia), e com isso uma unidade de trabalho torna-se mais produtiva conforme o avanço tecnológico.

$$Y = F(K, AL) = K^a(AL)^{1-a} \quad (1)$$

$$\tilde{y} = \frac{Y}{AL} \text{ e } \tilde{k} = \frac{K}{AL} \quad (2)$$

A função de produção (1) é composta pelos insumos  $K$ ,  $A$  e  $L$ , representando o capital, tecnologia e trabalho respectivamente e  $a$  compreendido entre 0 e 1, demonstrando que a função está sujeita a rendimentos decrescentes de capital. A função é uma Cobb-Douglas com retornos constantes de escala, permitindo que o crescimento do produto seja proporcional ao insumo, além disso temos a variável exógena  $A$  determinada fora do modelo, como aumentadora de trabalho.

A equação (2) trata das variáveis capital e produto representados como capital-tecnologia e produto-tecnologia, ao passo que a equação é dividida pelas variáveis A (tecnologia) e L (trabalhadores). Dessa forma, temos a função de produção em unidades efetivas de trabalho:

$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha \quad (3)$$

A chamada trajetória de crescimento equilibrado ocorre quando as variáveis do modelo crescem a uma mesma taxa constante, no caso à uma taxa  $g$  do progresso tecnológico, revelando como mecanismo responsável pelo crescimento *per capita* no longo prazo. Como já visto, a função de produção tem retornos decrescentes do capital por trabalhador, sendo assim uma unidade adicional de capital disposta ao trabalhador gera um produto que cresce cada vez menos, a variável que surge para “suprir” essa queda é a tecnologia, capaz de alterar os retornos decrescentes de capital.

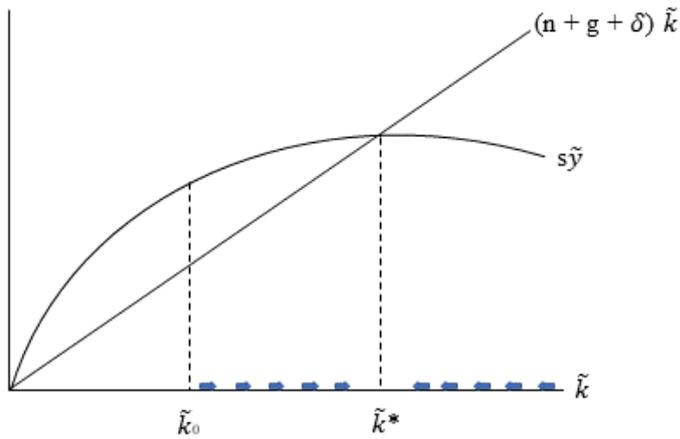
Além da função de produção, outra equação fundamental para o modelo de Solow é a função de acumulação de capital, que descreve como o capital se acumula ao longo do tempo, em que  $\dot{\tilde{k}}$  representa a variação no estoque de capital por período;  $s\tilde{y}$  é o investimento da economia;  $n$  a taxa de crescimento populacional,  $g$  a taxa de progresso tecnológico e  $\delta$  a taxa de depreciação do capital.

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + \delta)\tilde{k} \quad (4)$$

A equação (4) está em termos por trabalhador e a tecnologia, isto é, foi dividida por  $AL$ . A equação representa que a variação no estoque de capital é igual do montante do investimento menos o montante da depreciação do capital, a taxa de crescimento populacional e o progresso tecnológico.

No modelo a economia é fechada e a poupança equivale ao investimento, sendo assim o que não é consumido é poupado e esse investimento advindo da poupança representa a acumulação de capital. A partir dessa equação encontra-se o chamado estado estacionário, que representa o ponto em que o montante de investimento é igual a depreciação, mantendo constante a razão capital-tecnologia.

Figura 1: Diagrama de Solow com progresso tecnológico



Fonte: Elaboração própria

Segundo a Figura 1 é possível observar o chamado estado estacionário, que permite explicar as diferenças nas taxas de crescimento de diferentes economias, como o porquê algumas crescem a taxas elevadas enquanto outras mantém suas taxas constantes ao longo do tempo. De acordo com o modelo, economias que se encontram longe do estado estacionário mantêm altas taxas de crescimento, isso ocorre quando o investimento por trabalhador é superior ao necessário para manter constante a relação capital-trabalho, como é visto na razão capital-tecnologia  $\tilde{k}_0$ , o ponto encontra-se afastado do seu estado estacionário representado pelo  $\tilde{k}^*$  e por isso mantém crescimento elevado, cessando ao encontrar o ponto em que depreciação se iguala ao investimento, enquanto isso economias que se encontram próximas ao seu ponto estacionário crescem a taxas menores, pois estão perto da sua trajetória de crescimento equilibrado.

A solução do modelo para o estado estacionário utiliza a razão produto-tecnologia expressa pela equação (3), dada a condição do estado estacionário, em que  $\dot{\tilde{k}} = 0$ , fazendo com que o investimento seja igual a depreciação. No entanto, buscando tornar o modelo mais próximo da realidade,  $Y$  é dividido apenas pelo número de trabalhadores disponíveis na economia denotado como  $L$ , tornando-se a razão produto por trabalhador ( $Y/L$ ).

$$y^*(t) = A(t) \left( \frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (5)$$

Na equação (5) temos que o produto e tecnologia dependem do tempo e que a razão produto por trabalhador de longo prazo é determinada pela tecnologia, taxa de investimento e pela taxa de crescimento populacional. No modelo, a variável causadora do crescimento sustentado é o progresso tecnológico, sem isso a acumulação de capital recai sobre os rendimentos decrescentes, enquanto as taxas de investimento e crescimento populacional

geram um efeito de nível na renda *per capita*, não se mantendo no longo prazo (Jones e Vollarth, 2015).

Com o avanço tecnológico compensando os retornos decrescentes que decaem sobre a acumulação de capital, outro fator influenciado é a produtividade do trabalho, que de acordo com Jones e Vollarth (p. 39, 2015) “aumenta tanto diretamente, em função das melhorias tecnológicas, quanto indiretamente, pela acumulação de capital adicional que essas melhorias tornam possível”.

Em busca da melhor compreensão dos fatores necessários ao crescimento do produto, Solow publicou em 1957 o artigo intitulado “*Technical Change and the Aggregate Production Function*”, que cunhou a chamada “contabilidade do crescimento”, feita a partir da decomposição da equação (6) para obter as causas do crescimento do produto (Jones e Vollarth, 2015).

$$Y = BK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (6)$$

A função de produção (6) é composta pelo parâmetro B, que é um termo de produtividade. Para obter a fórmula da decomposição do crescimento, é preciso tirar os logaritmos e derivar a função, chegando a seguinte equação:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha) \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{B}}{B} \quad (7)$$

O parâmetro B na equação (7), representa o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF), a fórmula final mostra que o crescimento do produto se deve à média ponderada do capital e do trabalho, mais a taxa de crescimento de B, a PTF (Jones e Vollarth, 2015). Entretanto, o interesse do modelo é o crescimento do produto por trabalhador, buscando tornar o modelo mais próximo da realidade, dessa maneira a equação (7) é reescrita subtraindo  $\dot{L}/L$  de ambos os lados, obtendo a taxa de crescimento do produto por trabalhador:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + \frac{\dot{B}}{B} \quad (8)$$

A partir da equação (8) observa-se que a taxa de crescimento do produto por trabalhador é decomposta pelo capital físico por trabalhador e pelo crescimento da PTF. O progresso tecnológico influencia na taxa de crescimento da produtividade, uma vez que torna uma unidade de trabalho mais eficiente que anteriormente. De acordo com os autores Jones e Vollarth (p. 42, 2015):

Recentemente, vários economistas têm sugerido que a revolução da tecnologia da informação associada à adoção generalizada de computadores pode explicar tanto a desaceleração da produtividade depois de 1973 quanto o recente aumento no crescimento da produtividade. De acordo com essa hipótese, o crescimento desacelerou temporariamente enquanto a economia adaptava suas fábricas às novas técnicas de produção associadas à tecnologia da informação e enquanto os trabalhadores aprendiam a tirar proveito das novas tecnologias.

As diferenças tecnológicas podem explicar a disparidade nos níveis de produtividade em diversos países, bem como seu processo de acumulação de fatores, ou seja, suas diferentes taxas de investimento em educação, saúde, fortalecimento das instituições e capital físico são exemplos de fatores que impactam em parte no crescimento das economias.

### 3.2 MODELO DE ROMER

O modelo neoclássico de crescimento, tratado anteriormente, tinha como pressuposto que o motor do crescimento econômico é o progresso tecnológico, entretanto a variável tecnologia era exógena, não sendo explicada pelo modelo. Mas, o que sustenta o progresso tecnológico? O modelo endógeno de crescimento se propõe a compreender o que sustenta o progresso técnico, em busca dessa explicação o modelo considera a tecnologia como variável endógena.

Romer adiciona ao modelo a “economia das ideias”, visto que as ideias podem aperfeiçoar a tecnologia de produção, tornando mais efetivo o processo de produção das empresas. Importante característica das ideias é a ausência de rivalidade, isto é, uma ideia pode ser utilizada por milhares de pessoas ao mesmo tempo, enquanto bens rivais, como por exemplo um celular, não pode ser utilizado por duas pessoas ao mesmo tempo. Além disso, os produtos gerados com base nas ideias têm retornos crescentes de escala devido a seus custos fixos, uma vez criada, cada cópia adicional terá um custo marginal menor, com isso uma unidade de insumo a mais gera mais que o dobro de produto.

Diferente do modelo de Solow em que a economia estava em concorrência perfeita, no modelo endógeno considera-se uma economia em concorrência imperfeita, permitindo que os indivíduos obtenham lucro econômico, o que não é possível num modelo com concorrência perfeita, assim é criado um ambiente competitivo que incentiva a pesquisa e inovação através da possibilidade de obtenção de lucro a partir das ideias, o que permite que as empresas cobrem um preço superior ao seu custo marginal, pois “só quando os indivíduos são encorajados pela promessa crível de grandes retornos, por meio do mercado, é que ocorre a inovação sustentada” (Jones e Vollarth, p. 77, 2015).

A população é o insumo-chave da inovação, com mais potenciais inovadores na economia, maiores as chances do surgimento de ideias. Assim, a população tem um efeito positivo sobre as ideias, sendo o motor do crescimento econômico, visto que contribui para o progresso tecnológico sustentado.

A função de produção nos mostra que o insumo capital (K), trabalho não qualificado (Ly) e estoque de ideias (A) se combinam para gerar produto.

$$Y = K^\alpha (AL_y)^{1-\alpha} \quad (9)$$

A função (9) apresenta retornos constantes de escala em relação a K e L, mas quando acrescentado o estoque de ideias surgem os retornos crescentes, dessa maneira dobrando os insumos o produto aumentará mais que o dobro, o caráter crescente deve-se a natureza não rival das ideias.

O processo de acumulação de capital segue a mesma equação básica vista no modelo de Solow, o capital aumenta quando a poupança da economia cresce e se deprecia à taxa  $\delta$ .

$$\dot{K} = sY - (n + g + \delta)K \quad (10)$$

Supondo que mais pesquisadores na economia tendem a aumentar o número de ideias, a variável A é endógena no modelo e é descrita como:

$$\dot{A} = \bar{\theta}L_A \quad (11)$$

Em que  $\dot{A}$  é o número de novas ideias inventadas em qualquer ponto do tempo;  $\bar{\theta}$  é a taxa de descoberta de novas ideias e  $L_A$  representa o trabalho qualificado.

A taxa de descoberta de novas ideias pode ser crescente ou decrescente, quando invenções do passado impactam positivamente na produtividade de um pesquisador, então  $\bar{\theta}$  é crescente. No entanto,  $\bar{\theta}$  torna-se decrescente de A quando ideias óbvias são descobertas primeiro, enquanto as que estão por vir tornam-se cada vez mais difíceis de serem descobertas. Tendo isso em mente, é possível modelar a taxa  $\bar{\theta}$  como:

$$\bar{\theta} = \theta A^\phi \quad (12)$$

Em que  $\phi > 0$  corresponde ao aumento da produtividade quando há aumento do estoque de ideias já descobertas,  $\phi < 0$  representa que ao passar do tempo torna-se mais difícil a descoberta de uma nova ideia e se  $\phi = 0$  indica que a produtividade não depende do estoque de ideias.

Ao substituir a equação (12) na (11), é possível obter a função de produção geral de ideias:

$$\dot{A} = \theta L_A^\lambda A^\phi \quad (13)$$

Na função (13) observa-se que a inovação depende do estoque de ideias e trabalho qualificado. O parâmetro  $\lambda$  corresponde à produtividade dos cientistas e pesquisadores, enquanto  $\phi$  representa o transbordamento de conhecimento.

É necessário estabelecer a parcela da população que se dedica ao trabalho para gerar produto e a fatia que trabalha na geração de ideias, a soma do trabalho qualificado e não qualificado nos mostra o total de trabalhadores disponíveis na economia. Dessa maneira:

$$L = L_A + L_y \quad (14)$$

Com isso, a parcela constante  $L_A/L = sr$  corresponde à proporção da população que se dedica à pesquisa, enquanto  $(1 - sr) = L_y/L$  é a parte da população que se dedica a gerar produto para a economia.

Para analisar a trajetória de crescimento equilibrado no modelo de Romer, divide-se a equação (13) pela variável A:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \theta \frac{L_A^\lambda}{A^{1-\phi}} \quad (15)$$

Aplicando o logaritmo:

$$\ln g = \ln \left( \frac{\theta L_A^\lambda}{A^{1-\phi}} \right)$$

$$\ln g = \ln(\theta L_A^\lambda) - \ln(A^{1-\phi})$$

$$\ln g = \ln \theta + \ln L_A^\lambda - \ln(A^{1-\phi})$$

$$\ln g = \ln \theta + \lambda \ln L_A - (1 - \phi) \ln A$$

Derivando em relação ao tempo:

$$0 = 0 + \frac{\lambda L_A}{L_A} - (1 - \phi) \frac{\dot{A}}{A} \quad (16)$$

Em que,  $\frac{\lambda L_A}{L_A}$  representa a taxa de crescimento dos cientistas ao longo do tempo que corresponde a taxa de crescimento populacional, com isso  $\frac{\dot{L}_A}{L_A} = n$ , substituindo na equação (16):

$$0 = 0 + \lambda n - (1 - \phi) g_A$$

$$(1 - \phi) g_A = \lambda n$$

$$g_A = \frac{\lambda n}{(1 - \phi)} \quad (17)$$

A taxa de crescimento no longo prazo representada pela equação (17) é “determinada pelos parâmetros da função de produção de ideias e pela taxa de pesquisadores que, em última instância, é dada pela taxa de crescimento da população” (Jones e Vollarth, p. 91, 2015), segundo os autores:

A fim de gerar crescimento exponencial, o número de novas ideias deve expandir-se ao longo do tempo. Isso ocorrerá se o número de pesquisadores for crescente – em decorrência, por exemplo, do crescimento da população mundial. Mais pesquisadores significam mais ideias sustentando o crescimento no modelo. Nesse caso, o crescimento das ideias está claramente relacionado com o crescimento da população.

No modelo de Solow foi visto que o aumento na taxa de investimento e crescimento populacional gerava um efeito de nível na economia, não influenciando no crescimento de longo prazo. Nessa seção, as políticas públicas, como investimento em pesquisa e desenvolvimento, e o aumento de cientistas aumentam temporariamente a taxa de progresso tecnológico e o nível de renda *per capita* ao longo da trajetória de transição até que se encontre o novo estado estacionário, mas não se sustenta no longo prazo, assim como visto no modelo de Solow. O motor do crescimento é o progresso tecnológico e o tamanho da população tem papel importante no crescimento sustentado da economia, uma vez que é insumo-chave por aumentar a possibilidade de inovação tecnológica através de novas ideias que maximizam e aperfeiçoam a produção.

Para encontrar a solução de longo prazo do modelo, o princípio segue a mesma intuição da seção anterior, divide-se a equação de acumulação de capital por  $AL_y$ , encontra-se o estado estacionário, em que o investimento se iguala a depreciação. A mesma divisão é feita com a função de produção, chegando a seguinte função, tendo  $s_k$ ,  $n$ ,  $g_A$  e  $\delta$  como a taxa de poupança, crescimento populacional, progresso tecnológico e depreciação, respectivamente.

$$\frac{Y}{AL_y} = \left( \frac{s_k}{n + g_A + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

Sabendo que  $L_y = (1 - sr)L$ , a função é escrita como:

$$\frac{Y}{A(1 - sr)L} = \left( \frac{s_k}{n + g_A + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

Como  $\frac{Y}{AL_y}$  não contempla toda a população, não mostra o produto *per capita* real da economia, com isso reescreve-se novamente a função, dividindo Y por L, transformando a equação em termos por trabalhador (y).

$$y = \left( \frac{s_k}{n + g_A + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A(1 - sr)$$

Retornando a função (13) e a dividindo por A, considerando os seguintes parâmetros como  $\lambda = 1$  e  $\phi = 0$  e isolando A:

$$A = \frac{\theta L_A}{g_A}$$

Sabendo que  $L_A = srL$  e substituindo na função do produto *per capita*, encontra-se a solução de longo prazo:

$$y^*(t) = \left( \frac{s_k}{n + g_A + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - sr) \frac{\theta sr L^*(t)}{g_A} \quad (18)$$

No longo prazo o produto *per capita* no estado estacionário cresce em função do aumento do tamanho da população ( $L^*$ ), que permite que mais ideias sejam descobertas, incentivando a inovação, propiciando o progresso tecnológico e o crescimento sustentado da economia. Além da população, a taxa de poupança/investimento, progresso tecnológico e crescimento populacional também impactam no produto em equilíbrio da economia, como no modelo de Solow, a taxa de crescimento populacional gera efeito negativo sobre o produto *per capita*, visto que com o aumento da razão  $n$  no denominador, o produto tende a decair, em contrapartida a “economia das ideias” atrelada ao tamanho da população vem suprir essa queda.

#### 4. METODOLOGIA

A econometria é uma análise quantitativa dos fenômenos econômicos desenvolvidas com base na teoria econômica, utilizando métodos de inferência para sua mensuração, obtendo uma dimensão espacial e outra dimensão temporal (Gujarati, 2011).

Dentre as vantagens de utilizar os dados em painel em relação à outros métodos pode ser citado a heterogeneidade entre as unidades, ou seja, é possível relacionar indivíduos, empresas, países, estados, entre outros; ao mesclar séries temporais e dados de corte transversal obtêm-se “dados mais informativos, mais variabilidade e menos colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência” (Gujarati, p. 514, 2011); possibilita a análise da dinâmica da mudança, podendo “detectar e medir efeitos melhor do que quando a observação é feita por meio de corte transversal puro ou série temporal pura”. (Gujarati, p. 514, 2011).

O painel utilizado na análise pode ser denominado equilibrado ou desequilibrado. É chamado de painel equilibrado aquele em que “cada unidade de corte transversal tiver o mesmo número de observações de séries temporais” (Gujarati, p 516, 2011) e quando o número de observações difere entre as unidades utilizadas, é considerado um painel desequilibrado.

Para realizar a estimação de modelos de regressão com dados em painel usualmente utiliza-se duas abordagens, dos efeitos fixos e aleatórios. O modelo de efeitos fixos considera que cada unidade de corte transversal tem seu próprio valor de intercepto, dando maior individualidade a cada um deles, entretanto, seu valor é invariante ao longo do tempo e, por calcular individualmente cada intercepto, o modelo consome um elevado número de graus de liberdade. Outro pressuposto é que o termo de erro e os X estão correlacionados, essa correlação decorre de possíveis fatores inclusos no componente de erro que podem ser determinantes fundamentais para influenciar nas variáveis explanatórias.

O segundo modelo de regressão é conhecido como “modelo de componente dos erros” ou “modelo dos efeitos aleatórios”, diferente do modelo anterior, o intercepto representa um valor médio de todos os interceptos individuais estimados na regressão, e o componente de erro consiste no desvio de cada intercepto do seu valor médio calculado. Como é calculado um valor médio constante para o intercepto, o modelo não consome tantos graus de liberdade como no anterior. O pressuposto para utilizar o modelo dos efeitos aleatórios é que o termo de

erro e os X não estejam correlacionados.

Ao optar por qual modelo é o mais adequado para a regressão é necessário analisar quais as premissas da regressão, ou seja, se o termo de erro e os regressores estão correlacionados ou não, a eficiência dos graus de liberdade, se é uma amostra aleatória ou não, etc. Outro termo utilizado para estimar os dados em painel é o chamado *pooled data* ou dados agrupados, sendo a maneira mais “simples” para lidar com os dados, uma vez que é estimada uma única regressão agrupada com todos os dados dispostos na base, sendo possível a utilização do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) para estimação.

A equação de efeitos fixos, em que o intercepto varia para cada indivíduo, mas é constante ao longo do tempo, é descrita por:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_x x_{kit} + e_{it} \quad (19)$$

Enquanto os efeitos aleatórios pressupõem que o intercepto varia para cada país, mas não ao longo do tempo. Com a seguinte função:

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{it} + \beta_3 x_{it} + e_{it} \quad (20)$$

Em que,  $\beta_1$  representa o valor comum médio para o intercepto e o termo  $e_i$  reflete as diferenças de cada país.

$$\beta_{1i} = \beta_1 + e_i \quad (21)$$

Dessa forma, encontra-se a seguinte equação:

$$y_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{it} + \beta_3 x_{it} + e_{it} + u_{it} \quad (22)$$

Onde  $u_{it}$  representa o erro combinado. Ao juntar o termo de erro específico  $e_{it}$ , com o elemento do erro combinado  $u_{it}$ , obtém-se  $w_{it}$ , que é o termo de erro composto.

$$w_{it} = e_{it} + u_{it} \quad (23)$$

Com isso, tem-se a equação final:

$$y_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{it} + \beta_3 x_{it} + w_{it} \quad (24)$$

## 4.1 DADOS

A base de dados utilizada no modelo de regressão econométrico consiste nas variáveis dispostas na Tabela 2, para todos os países que compõem o BRICS no período de análise de 2000 a 2014, escolhido devido a consolidação do bloco econômico apenas em 2006 e com a adesão a África do Sul em 2011. Em sua maioria, os dados estão disponíveis no site do Banco Mundial, outros no *Penn World Table* e *Fraser Institute*. As variáveis selecionadas têm como base a teoria econômica, enfatizando as usuais nos modelos de crescimento econômico de Solow e Romer.

Tabela 2: Variáveis e descrição

Variáveis	Descrição	Fonte
<i>abert</i>	Abertura comercial, comércio de mercadorias (% PIB)	Banco Mundial
<i>artigos</i>	Artigos de revistas científicas e técnicas (número de artigos científicos e de engenharia publicados)	Banco Mundial
<i>cap</i>	Índice de capital humano por pessoa, relacionado com a média de anos de estudo e o retorno à educação.	Penn World Table
<i>cresc</i>	Taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> (%)	Banco Mundial
<i>est</i>	Estado de direito e propriedade privada (sistema legal e direitos de propriedade)	Fraser Institute
<i>expec</i>	Expectativa de vida (em anos)	Banco Mundial
<i>fert</i>	Taxa de fertilidade (nascimentos por mulher)	Banco Mundial
<i>gasto</i>	Gasto público, participação do consumo do governo (PPCs atuais)	Penn World Table
<i>inv</i>	Investimento medido pela taxa de formação bruta de capital (Paridade do Poder de Compra - PPC)	Penn World Table
<i>inf</i>	Taxa de inflação, deflator do PIB (% anual)	Banco Mundial
<i>patentes</i>	Pedidos de patentes, por residentes	Banco Mundial
<i>pop</i>	Tamanho da população (em milhões)	Penn World Table

Como visto nas seções anteriores, os modelos de Solow e Romer partem do pressuposto que um aumento na taxa de crescimento populacional  $n$  gera um efeito negativo

no produto *per capita* da economia, como visto nas soluções dos modelos a taxa  $n$  encontra-se no denominador e ao aumenta-lo ocorre uma redução na razão produto por trabalhador. Assim, para testar se a relação entre o produto *per capita* e a taxa de crescimento populacional é aplicável empiricamente, obtém-se a equação (25):

$$\text{cresc}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{fert}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{u} \quad (25)$$

Onde os  $\beta$ 's são os coeficientes a serem estimados,  $\hat{u}$  é o termo de erro,  $i$  representa o país e  $t$  é o tempo.

Como *proxy* para a taxa de crescimento populacional utilizou-se a variável *fert*, ou seja, a taxa de fertilidade medida em nascimentos por mulher, segundo a tradução livre da descrição do Banco Mundial: “A taxa de fecundidade total representa o número de filhos que nasceriam de uma mulher se ela vivesse até o final de sua idade fértil e tivesse filhos de acordo com as taxas de fecundidade específicas por idade do ano especificado”.

As próximas equações auxiliam na mensuração do impacto do tamanho da população (variável *pop*) no aumento de ideias na economia. Ao descrever a “economia das ideias”, Romer argumenta que a população é insumo-chave para o crescimento sustentado, uma vez que com uma população maior, a probabilidade do surgimento de novas ideias aumenta e, conseqüentemente, a inovação tecnológica. São duas as variáveis utilizadas para medir esse efeito: os artigos científicos publicados e os pedidos de patentes.

$$\text{artigos}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{pop}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{u} \quad (26)$$

$$\text{patentes}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{pop}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{u} \quad (27)$$

Por fim, a última equação busca investigar se há realmente uma relação empírica entre crescimento econômico e o aumento de ideias, assim, a variável dependente é a taxa de crescimento do PIB *per capita* e as variáveis independentes utilizadas para medir as ideias são os artigos científicos publicados e os pedidos de patentes. Ao tornar a tecnologia endógena ao modelo, Romer utiliza a “economia das ideias” para descrevê-la, partindo do princípio de que a inovação tecnológica é impulsionada através de novas ideias.

$$\text{cresc}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{fert}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} +$$

$$\hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{\beta}_{10} \text{artigos}_{it} + \hat{u} \quad (28)$$

$$\text{cresc}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{fert}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{\beta}_{10} \text{patentes}_{it} + \hat{u} \quad (29)$$

Todas as variáveis foram estimadas em log. O modelo log-log é utilizado para linearizar uma equação, ao aplicar o log é possível reduzir possíveis discrepâncias nos valores e reduzir as dispersões, além de permitir analisar as elasticidades dos parâmetros estimados.

## 5. RESULTADOS

A primeira regressão estimada encontra-se na Tabela 3, em que foi mensurado o efeito da taxa de fertilidade no crescimento econômico, para isso utilizou-se a equação (25). O resultado fortaleceu a teoria dos modelos de crescimento de Solow e Romer.

Tabela 3: Impacto da taxa de fertilidade no crescimento econômico

Crescimento	(1) EF	(2) EA	(3) Pooled	(4) Pooled robusto
Investimento	2.03** (0.78)	0.64 (0.48)	0.64 (0.48)	0.68 (0.50)
Capital humano	-5.40** (2.54)	-3.26*** (0.77)	-3.26*** (0.77)	-2.75*** (0.80)
Expectativa de vida	-6.51** (2.81)	-3.09* (1.68)	-3.09* (1.68)	-2.54 (1.75)
Fertilidade	-2.43** (0.92)	-3.78*** (0.66)	-3.78*** (0.66)	-3.32*** (0.69)
Inflação	0.08 (0.13)	0.23* (0.12)	0.23* (0.12)	0.22* (0.12)
Estado de direito	-1.21 (1.14)	0.25 (1.08)	0.25 (1.08)	0.38 (1.13)
Abertura comercial	0.03 (0.43)	-0.11 (0.29)	-0.11 (0.29)	-0.12 (0.30)
Gasto público	-0.17 (0.42)	-0.66 (0.46)	-0.66 (0.46)	-0.51 (0.48)
R2	0.50	0.39	0.61	0.56
N	67	67	67	67
F	6.84		11.27	9.24
Prob>F	0.00	0.00	0.00	0.00

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.010$

EF: efeitos fixos

EA: efeitos aleatórios

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com o modelo de Solow, com o aumento na taxa de crescimento populacional “dado o montante corrente do estoque de capital,  $k^*$ , o investimento por trabalhador já não é mais suficiente para manter constante a razão capital-trabalho. (...) Assim, a razão capital-trabalho começa a cair.” (Jones e Vollarth, p. 27, 2015). Essa queda

persiste até um novo ponto de estado estacionário, em que a economia dispõe de menos capital por trabalhador, tornando-se mais pobre, como visto no diagrama de Solow. Segundo os resultados obtidos através das regressões econométricas, o aumento de 1% na taxa de fertilidade resulta em um decréscimo em mais de 2% na taxa de crescimento do PIB *per capita*.

As demais variáveis expressas no modelo tem como base a teoria econômica, como a taxa de investimento, amplamente discutida nos modelos de Solow e Romer, que argumentam que políticas que elevam o investimento por trabalhador na economia, geram um crescimento de nível da renda *per capita*. Na seção sobre os fatores necessários para o crescimento econômico, foi visto como o fortalecimento das instituições influenciam num ambiente mais confiável e de maior estabilidade econômica e política. Uma variável que atua diretamente na estabilidade econômica de um país é a inflação, é possível utilizar como exemplo países que possuem taxas de hiperinflação, como Venezuela atualmente e o Brasil nos anos 80, que tiveram suas instituições enfraquecidas devido a instabilidade causada por excessivas taxas de inflação mensal e suscetíveis planos de estabilização fracassados, como foi o caso dos Planos Cruzado, Bresser e Verão, que além de custos sociais também geram custos políticos.

Na Tabela 4 estão mensurados os efeitos das equações (26) e (27), tendo como base o modelo de Romer, que torna a tecnologia endógena adicionando ao modelo a teoria da economia das ideias, argumentando que a propriedade essencial das ideias é ser um bem não rival, isto é, a partir do momento em que uma ideia é criada, qualquer pessoa pode usufruí-la. Além disso, com a possibilidade de auferir lucros, devido à concorrência imperfeita, as empresas incentivam a pesquisa, como maneira de tornar a produção mais eficiente e visando a diminuição de custos.

Característica fundamental do modelo é a importância dada ao tamanho da população, tornando-o insumo-chave para o crescimento de longo prazo. Como a inovação tecnológica depende de novas ideias que surgem na economia, com um aumento do tamanho da população, há um conseqüente aumento na probabilidade de ideias, tendo como *proxy* os artigos científicos publicados e os pedidos de patentes. De acordo com os resultados, o aumento de 1% no tamanho da população, gera um efeito positivo sobre o aumento de artigos científicos e de patentes, mostrando que a teoria do modelo é aplicada empiricamente nos países que compõem os BRICS.

Tabela 4: Impacto do tamanho da população no aumento de novas ideias

(1) a (4) Artigos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(5) a (8) Patentes	EF	EA	Pooled	Pooled robusto	EF	EA	Pooled	Pooled robusto
Investimento	-0.34 (0.25)	1.08*** (0.17)	1.08*** (0.17)	1.08*** (0.19)	1.39*** (0.43)	-0.29 (0.53)	-0.96*** (0.19)	-0.96*** (0.19)
Capital humano	1.73 (1.14)	2.47*** (0.30)	2.47*** (0.30)	2.45*** (0.33)	-2.89 (1.83)	5.47*** (0.93)	2.66*** (0.33)	2.66*** (0.33)
Expectativa de vida	0.89 (0.79)	4.33*** (0.69)	4.33*** (0.69)	4.36*** (0.76)	-0.21 (1.48)	8.70*** (1.84)	7.11*** (0.66)	7.11*** (0.66)
Inflação	0.04 (0.04)	-0.09** (0.04)	-0.09* (0.04)	-0.09* (0.05)	-0.10 (0.07)	-0.18 (0.13)	0.03 (0.05)	0.03 (0.05)
Estado de direito	0.27 (0.31)	-0.63 (0.39)	-0.63 (0.39)	-0.65 (0.42)	-0.92 (0.65)	3.95*** (1.30)	1.88*** (0.47)	1.88*** (0.47)
Abertura comercial	-0.25 (0.16)	0.45*** (0.11)	0.45*** (0.11)	0.46*** (0.12)	0.24 (0.31)	1.08*** (0.35)	1.43*** (0.13)	1.43*** (0.13)
Gasto público	-0.99*** (0.16)	-0.51*** (0.19)	-0.51*** (0.19)	-0.49** (0.20)	-2.52*** (0.24)	-0.99** (0.49)	0.37** (0.17)	0.37** (0.17)
População	7.38*** (1.50)	0.44*** (0.05)	0.44*** (0.05)	0.44*** (0.06)	3.74 (2.48)	0.78*** (0.13)	0.71*** (0.05)	0.71*** (0.05)
R2	0.94	0.83	0.98	0.98	0.85	0.31	0.98	0.98
N	59	59	59	59	74	74	74	74
F	85.03		345.00	285.77	42.48		333.61	333.61
Prob>F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.010$

EF: efeitos fixos. EA: efeitos aleatórios.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 5 trata do impacto do aumento de novas ideias no crescimento do PIB *per capita*, estimado através da equação (28) e (29). Como visto nos modelos de Solow e de Romer, o crescimento sustentado ocorre na presença do progresso tecnológico, entretanto, Solow considera a tecnologia exógena, ou seja, o progresso tecnológico não é modelado, enquanto Romer através das ideias busca torná-la endógena.

Assim, é possível observar a relação entre as ideias através dos artigos e patentes, que segundo os resultados impactam positivamente no crescimento econômico, como previsto pelo modelo de Romer. De acordo com Jones e Vollarth (p. 83, 2015):

“O aumento da população, juntamente com o desenvolvimento dos direitos de propriedade intelectual (direitos de propriedade, de modo geral), combinaram-se para desempenhar um papel crítico no desencadeamento da Revolução Industrial e no crescimento econômico sustentado que se seguiu.”

Os pressupostos principais do trabalho e das teorias utilizadas foram verificados. De fato, um aumento na taxa de crescimento populacional gera um efeito negativo no crescimento econômico, premissa presente nos dois modelos, visto que “o crescimento populacional reduz o nível de renda ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado” (Jones e Vollarth, p. 92, 2015). Enquanto o tamanho da população desempenha um papel fundamental no processo de crescimento sustentado, devido a possibilidade de expansão do processo criativo e da utilização de novas tecnologias em todo o mundo, por meio da propriedade não rival das ideias, beneficiando todos na economia.

Outra premissa igualmente abordada nos dois modelos é a de que políticas públicas geram efeito apenas no nível da renda *per capita*, não viabilizando um crescimento de longo prazo. Assim, aumento na poupança do governo e na participação de P&D, por exemplo, apenas elevam a renda *per capita* até um novo ponto de estado estacionário, em que a economia segue crescendo conforme o progresso tecnológico.

Tabela 5: Impacto do aumento de novas ideias no crescimento do PIB *per capita*

Crescimento	(1) EF	(2) EA	(3) Pooled	(4) Pooled robusto	(5) EA	(6) EF	(7) Pooled	(8) Pooled robusto
Investimento	3.06*** (0.94)	-1.16* (0.61)	-1.16* (0.61)	-0.99* (0.58)	2.45*** (0.85)	0.63 (0.43)	0.63 (0.43)	0.63 (0.46)
Capital humano	-13.56*** (4.16)	-4.26*** (0.83)	-4.26*** (0.83)	-3.87*** (0.79)	-5.65** (2.53)	-3.28*** (0.68)	-3.28*** (0.68)	-3.22*** (0.73)
Expectativa de vida	-6.07* (3.60)	-10.49*** (2.62)	-10.49*** (2.62)	-10.68*** (2.51)	-6.60** (2.80)	-5.90*** (1.62)	-5.90*** (1.62)	-5.66*** (1.76)
Fertilidade	-2.91** (1.23)	-2.64*** (0.76)	-2.64*** (0.76)	-2.35*** (0.72)	-2.45*** (0.91)	-2.09*** (0.71)	-2.09*** (0.71)	-2.09*** (0.76)
Inflação	0.10 (0.15)	0.30** (0.14)	0.30** (0.14)	0.30** (0.13)	0.05 (0.14)	0.35*** (0.11)	0.35*** (0.11)	0.35*** (0.12)
Estado de direito	-2.70** (1.13)	1.32 (1.10)	1.32 (1.10)	1.54 (1.06)	-1.54 (1.16)	-0.82 (0.98)	-0.82 (0.98)	-0.79 (1.07)
Abertura comercial	-0.86* (0.50)	-1.01*** (0.36)	-1.01*** (0.36)	-1.24*** (0.35)	0.17 (0.45)	-0.47* (0.27)	-0.47* (0.27)	-0.45 (0.29)
Gasto público	1.77** (0.72)	0.84 (0.65)	0.84 (0.65)	1.07* (0.62)	-0.81 (0.68)	0.35 (0.47)	0.35 (0.47)	0.33 (0.51)
Artigos	0.65 (0.43)	1.17*** (0.28)	1.17*** (0.28)	1.20*** (0.27)				
Patentes					-0.25 (0.21)	0.36*** (0.08)	0.36*** (0.08)	0.34*** (0.09)
R2	0.67	0.42	0.73	0.73	0.52	0.40	0.70	0.66

N	53	53	53	53	67	67	67	67
F	8.92		12.62	13.15	6.29		14.94	12.34
Prob>F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Standard errors in parentheses. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ . EF: efeitos fixos. EA: efeitos aleatórios.

## 6. CONCLUSÃO

Devido as discussões e preocupações acerca das taxas de fertilidade cada vez menores e suas implicações em diversos ramos que desencadeiam efeitos diretos na economia, o presente trabalho se propôs a discutir esse fenômeno e utilizar a teoria do crescimento econômico para explicá-la empiricamente.

Foram discutidos dois possíveis impactos do declínio populacional no âmbito econômico. O primeiro trata da taxa de crescimento populacional, ou taxa de fertilidade, que de acordo com as teorias de Solow e Romer tem uma relação inversamente proporcional com o produto *per capita* da economia, isto é, quanto menor a taxa de fertilidade, maior será o crescimento do produto *per capita*. O segundo impacto trata do modelo de Romer, em que a tecnologia é endógena, sendo explicada pelo modelo e seu surgimento se dá através da “economia das ideias”, em que a população se torna insumo-chave para o progresso tecnológico. Dessa maneira, Romer supõe que quanto maior o tamanho da população, maior a probabilidade de aumentos significativos na inovação tecnológica do país.

Algumas limitações encontradas durante o percurso foram os dados, principalmente na base do Penn World Table, que os disponibiliza apenas até 2014. Dessa maneira, foi utilizado um período relativamente curto, de 2000 a 2014. Além da limitação da base de dados, o período analisado leva em consideração a formação do bloco econômico, que foi consolidado em 2006, tendo a entrada da África do Sul em 2011. O bloco do BRICS é composto por apenas 5 países, limitando o número de observações da amostra.

O debate sobre os possíveis efeitos de uma estagnação nas taxas de fertilidade é um tema atual, podendo gerar inúmeras ramificações, seja através dos modelos de crescimento econômico, como assuntos ligados diretamente às contas do governo, como os impactos na previdência social, na produtividade, capacidade ociosa de empresas, cuidados com a saúde, visto que com uma população, no longo prazo, predominantemente mais idosa as demandas por investimentos na área da saúde tendem a ser maiores, bem como há uma possível mudança na estrutura de investimentos da economia, como visto no artigo do Alvin Hansen (1939), que debate sobre uma alteração no padrão da demanda da economia. Por fim, são inúmeras as possibilidades de pesquisa a partir dos fenômenos demográficos e suas relações com as variáveis macroeconômicas.

Dado que é um assunto atual e o trabalho deu atenção aos fatores necessários para que haja crescimento econômico, é possível relacionar alguns resultados obtidos no trabalho com a atualidade. Dentre os resultados apresentados anteriormente, é possível observar que o gasto

público gera um efeito negativo no crescimento do PIB *per capita*, entretanto, visto que políticas públicas são essenciais principalmente no contexto de análise de um bloco econômico de países considerados emergentes, uma possibilidade para continuar o investimento em programas sociais se dá através de uma reforma tributária justa, implementando o chamado “imposto progressivo”, que arrecada proporcionalmente a renda, gerando um aumento da receita do governo, fazendo com que possa dispor de gastos nessa área sem prejudicar suas contas.

Outra variável que impacta positivamente o crescimento econômico é a abertura comercial, que possui um efeito direto na balança comercial do governo, em que são contabilizados nossos gastos com importação e receitas com exportação, como foi observado uma relação positiva sobre o crescimento econômico, a partir desse resultado podem ser pensadas algumas políticas visando a melhora das contas públicas, além disso “uma reforma política que aumenta o investimento em capital e na acumulação de qualificações é outro” (Jones e Vollarth, p. 137, 2015).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation. **American Economic Review**, v. 107, n. 5, p. 174-79, 2017. Acessado em 27/07/2018.
- ALMEIDA, Paulo Roberto de. O papel dos Brics na economia mundial. **Cebri-Icone-Embaixada Britânica Brasília: Comércio e Negociações Internacionais para Jornalistas**. Rio de Janeiro, p. 57-65, 2009. Acessado em 18/07/2018.
- BBC NEWS. Pequim: British Broadcasting Corporation, 2017. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-38729390>>. Acessado em 03/09/2018.
- DUARTE, Patricia Cristina; LAMOUNIER, W. Moura; TAKAMATSU, Renata Tourala. Modelos econométricos para dados em painel: Aspectos teóricos e exemplos de aplicação à pesquisa em contabilidade e finanças. Belo Horizonte: UFMG . Disponível em: <[http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/176819/mod\\_resource/content/1/Artigo%20-%20Modelos%20em%20Painel.pdf](http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/176819/mod_resource/content/1/Artigo%20-%20Modelos%20em%20Painel.pdf)>. Acessado em 18/11/2018.
- FRASER INSTITUTE. Economic Freedom. Disponível em <<https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom>>.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica*. 5ª edição. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- HANSEN, Alvin H. Economic Progress and Declining Population Growth. **The American Economic Review**, v. 29, n. 1, p. 1-15, 1939. Acessado em 27/07/2018.
- JONES, Charles I; VOLLARTH, Dietrich. *Introdução à Teoria do Crescimento Econômico*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- MINCER, Jacob. População e força de trabalho no crescimento econômico. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, p. 25-40, out. 1975. ISSN 1806-9134. Acessado em 07/07/2018.
- PENN WORLD TABLE. International Comparisons of Production, Income and Prices 9.0. Disponível em <<http://febpwt.webhosting.rug.nl/>>.
- PRITCHETT, Lant. Divergence, Big Time. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 11, n. 3, p. 3-17, 1997. Acessado em 19/07/2018.
- RIBEIRO, Elton Jony Jesus; MORAES, Rodrigo Fracalossi de. De BRIC e BRICS: como a África do Sul ingressou em um Clube de Gigantes. **Contexto int. Rio de Janeiro**, v. 37, n. 1, p. 255-287, abr. 2015. Acessado em 16/08/2018.
- ROMER, David. *Advanced Macroeconomics*. 4ª edição. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2012.

SOLOW, Robert M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956. Acessado em 18/08/2018.

THIRWALL, Anthony Phillip. *A natureza do crescimento econômico: um referencial alternativo para compreender o desempenho das nações*. Brasília: IPEA, 2005.

VASCONCELOS, Ana Maria Nogales; GOMES, Marília Miranda Forte. Transição demográfica: a experiência brasileira. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 539-548, dez. 2012. Acessado em 07/07/2018.

VELOSO, Fernando; FERREIRA, Pedro Cavalcanti; GIAMBIAGI, Fabio; PESSÔA, Samuel; et al. *Desenvolvimento econômico: uma perspectiva brasileira*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WORLD BANK GROUP. Indicators Data. Disponível em <<https://data.worldbank.org/indicator>>.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS – DEECO – ICSEA  
COLEGIADO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS



Certifico que a aluna Maria Cristina de Meira Nazareno, autora do trabalho de conclusão de curso intitulado O IMPACTO POPULACIONAL SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS BRICS, efetuou as correções sugeridas pela banca examinadora e que estou de acordo com a versão final do trabalho.

Lucas Assis Atílio

Mariana, 10 de dezembro de 2018