

O IMPACTO POPULACIONAL SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO DO BRICS (2000-2014)

Autor: Maria Cristina de Meira Nazareno, graduanda em Ciências Econômicas/UFOP.
Co-autor: Prof. Me. Luccas Assis Attílio/UFOP.

Resumo:

O objetivo desse trabalho é analisar a relação entre o tamanho da população e o crescimento econômico do BRICS entre os anos 2000 e 2014. Baseando-se nos modelos de Solow e Romer e utilizando dados em painel, as estimativas sugerem uma associação positiva entre as duas variáveis. Maior população tem maior probabilidade de geração de novas ideias, as quais propiciam maior crescimento econômico. Resultados secundários mostram que a taxa de fertilidade se relaciona de forma negativa com o crescimento econômico e a produção de ideias é fator positivo para maior dinamismo produtivo. As estimativas econométricas confirmam as previsões dos modelos.

Palavras-chave: Crescimento econômico; ideias; população.

Área temática: 2. Teoria Econômica e Economia Aplicada.

1. Introdução

Atualmente há a preocupação com o declínio do crescimento populacional, o qual pode afetar o tamanho da população e, por conseguinte, o crescimento econômico. Essa atenção à transição demográfica não é nova. Hansen (1939) cunhou o termo estagnação secular para explicar uma possível queda do desempenho econômico na primeira metade do século XX. Apesar de suas previsões não terem se concretizado, esse termo voltou ao debate econômico em virtude da redução do crescimento populacional em escala mundial.

A partir dessa discussão, esse trabalho se propôs a pesquisar os efeitos do tamanho da população sobre o crescimento econômico do BRICS. Baseia-se nos modelos de Solow e Romer, os quais incorporam a população para explicar o crescimento. De forma secundária, mas igualmente importante, analisa-se o efeito da taxa de fertilidade e das ideias sobre o crescimento econômico.

Para mensurar esses efeitos, foi utilizado dados em painel, entre os anos 2000 e 2014, com a base de dados do Banco mundial, da Penn World Table (PWT) 9.0 e do Fraser Institute. Os resultados confirmam as previsões dos modelos: maior população é associada com maior crescimento econômico. O canal de ligação entre a população e a renda são as ideias (tecnologia). Resultados secundários mostram o efeito negativo do aumento da taxa de fertilidade sobre o crescimento econômico.

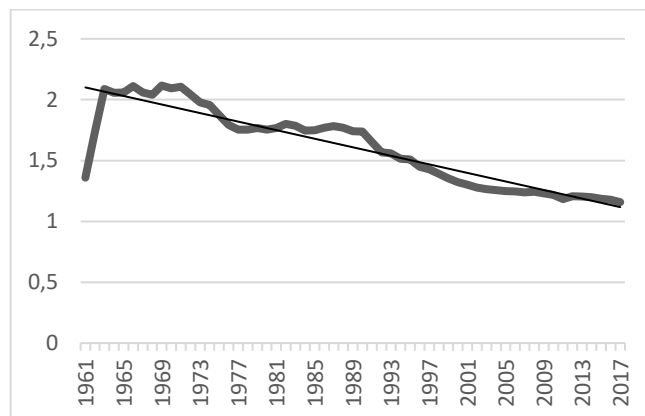
Justifica-se esse artigo com base em 3 pontos. O primeiro é a atual tendência declinante do crescimento populacional – o presente trabalho fornece subsídios para compreender os efeitos dessa queda. O segundo ponto é para investigar as fontes de maior crescimento econômico do BRICS. Embora o foco seja a população, outras variáveis poderão ser analisadas nas regressões, como o capital humano. Por fim, as diferenças de renda entre países e continentes se tornam mais evidentes. *Ceteris paribus*, economias serão mais pobres quanto maior a taxa de fertilidade, o que é apresentado nas estimativas econométricas.

O artigo está dividido em 4 seções além dessa introdução. A seção 2 apresenta dados sobre o BRICS; a seção 3 descreve os modelos de Solow e Romer; a seção 4 realiza o exercício econométrico; a seção 5 tece comentários conclusivos.

2. Análise descritiva

Essa seção apresentará dados relativos à economia mundial e à amostra em análise. O gráfico 1 mostra a tendência declinante do crescimento populacional mundial. A linha de tendência (reta mais fina do gráfico) confirma essa afirmação. Exceto em alguns períodos de oscilação, a expansão populacional perdeu ímpeto. Tal fato acarretou na discussão sobre a tendência do crescimento econômico, resgatando o trabalho de Hansen (1939).

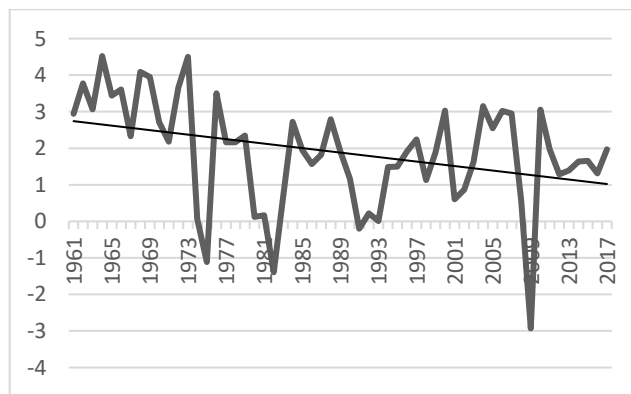
Gráfico 1: Crescimento populacional mundial (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

Outro fato importante de ter em mente é a desaceleração do crescimento econômico mundial. O gráfico 2 retrata essa observação. O dinamismo produtivo das décadas de 1960, 1970 e 1980 abriu lugar para a queda da produção – ou desaceleração (Ribeiro, 2015). Apesar da melhora do crescimento nos anos iniciais do século XXI, a tendência é declinante. No ano de 2009 há uma grande queda do crescimento em virtude da crise financeira de 2007/2008 que ocorreu nos Estados Unidos da América (EUA), mas que disseminou efeitos deletérios em todo o globo, com destaque na Europa Ocidental.

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



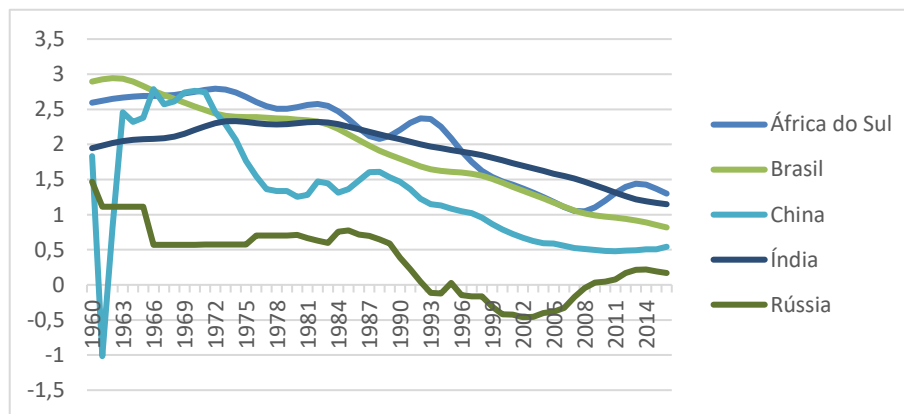
Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

A literatura de crescimento econômico denota que o estoque de capital físico, o estoque de capital humano, as instituições e a tecnologia são fatores fundamentais para o crescimento econômico (Velo et al, 2013; Acemoglu e Restrepo, 2017). Esse trabalho relaciona a população com o crescimento, sob o arcabouço do modelo de Romer, de que maior população tem maior probabilidade de gerar novas ideias (tecnologia), às quais promovem o crescimento. Obviamente não se pode afirmar que existe uma relação entre os gráficos 1 e 2, uma vez que muitas variáveis podem afetar o crescimento, entre elas a população e as ideias. Assim, essa análise ocorrerá na seção 4.

Agora a amostra do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) será analisada. Em primeiro lugar, vale justificar o porquê de estudar esse bloco. O BRICS ficou famoso por, juntamente com outros países emergentes, sustentar o crescimento econômico até a crise financeira de 2007 (Almeida, 2009; Vasconcelos, 2012). Dessa forma, há uma importância em compreender os fatores que acarretaram tal crescimento. Assim, o gráfico 3 mostra o

crescimento populacional do grupo. Da mesma forma vista no gráfico 1, o gráfico 3 tem uma tendência decrescente para todos os países do bloco. Ou seja, tanto a economia mundial quanto o BRICS tem tendência declinante no tocante à expansão da população.

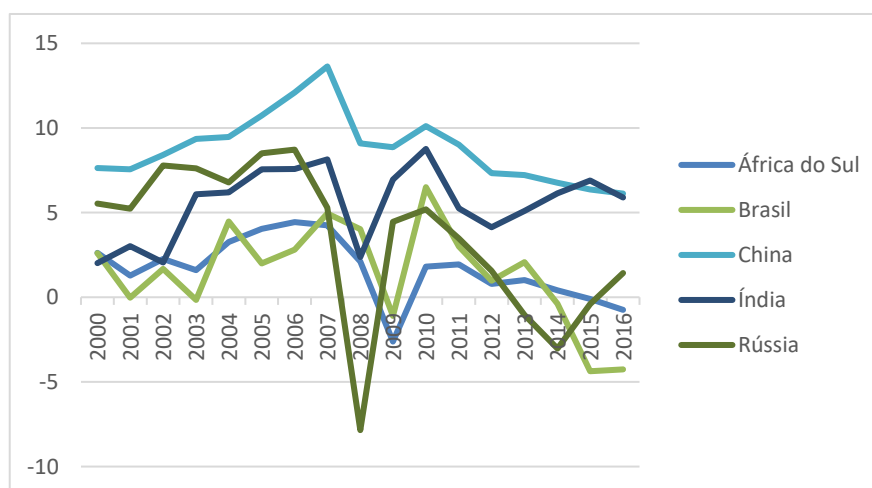
Gráfico 3: Crescimento populacional nos BRICS (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

Resta analisar o crescimento econômico do BRICS (gráfico 4). O espaço temporal é de 2000 em diante pois é nesse período que os países integrantes do bloco apresentou expressivo crescimento. Todas as economias signatárias sofrem com a crise de 2007, umas mais que outras, tendo a China sentido menos e a Rússia sofrido mais. Após essa crise o crescimento mostra dificuldade de voltar aos níveis pré-crise.

Gráfico 4: Crescimento do PIB *per capita* nos BRICS (% anual)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial

Conclusões preliminares podem ser construídas. A primeira é a de que a economia mundial tem desacelerado o crescimento econômico. A segunda é que o crescimento populacional tanto em escala mundial quanto em menor escala – BRICS – também tem se reduzido. Sobre o BRICS, a expansão da produção se enfraqueceu nos últimos anos, o que pode trazer riscos para a economia mundial, uma vez que essas economias auxiliavam a puxar o crescimento mundial.

3. Modelos de Solow e Romer

Essa seção descreverá os dois modelos da teoria do crescimento econômico utilizados como base teórica, o primeiro é o modelo neoclássico de Robert Solow, e o outro o modelo endógeno de Romer. A forma da apresentação segue o livro de Jones e Vollarth (2015), embora não haja distinção significativa entre os artigos nos quais foram publicados os modelos (Solow, 1956; Romer, 2012). Julgou-se a didática desse livro mais apropriada para fins de apresentação.

3.1 Modelo de Solow

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.

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

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

A função de produção (1) é composta pelos insumos K , A e L , representando o capital físico, tecnologia e trabalho respectivamente, e α 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.

A equação (2) trata das variáveis capital e produto representadas como capital-tecnologia e produto-tecnologia, ao passo que a equação é dividida pelas variáveis A (tecnologia) e L (trabalhadores). Dessa forma, tem-se 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 a 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 compensar 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 δ 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 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.

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), e assim pode-se isolar a tecnologia para o lado direito da equação (5):

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

Na equação (5) o produto e a tecnologia variam ao longo do tempo e 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* (Jones e Vollarth, 2015). Ademais, observa-se que o crescimento populacional se relaciona de forma negativa com a produção per capita.

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.

3.2 Modelo de Romer

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

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

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 δ .

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

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 λ corresponde à produtividade dos cientistas e pesquisadores – o qual foi adicionado por Jones e Vollarth (2015) para acrescentar maior poder explicativo à equação -, enquanto ϕ 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 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).

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.

Realizando algumas operações algébricas, a solução do modelo é a seguinte:

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

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. Exercício econométrico

4.1 Dados

A base de dados utilizada no modelo de regressão econométrico consiste nas variáveis dispostas na tabela 1, 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 – além de que, como dito na seção 2, o dinamismo produtivo tenha sido forte a partir de 2000. 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 1: Variáveis e descrição

Variáveis	Descrição	Fonte
<i>abert</i>	Abertura comercial(% 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> real (%)	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>	Consumo do governo em % do PIB	Penn World Table
<i>inv</i>	Formação bruta de capital fixo/PIB	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

Fonte: Elaboração própria.

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 aumentá-la 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 (19). Lembrando que *fert* representa o crescimento populacional.

$$\text{cresc}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{fert}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{u} \quad (19)$$

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

As próximas equações auxiliam na mensuração do impacto do tamanho da população (variável *pop*) no aumento de ideias na economia, pressuposto explorado no modelo de Romer. As *proxys* para a criação de ideias são os artigos científicos publicados e os pedidos de patentes.

$$\text{artigos}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{pop}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{u} \quad (20)$$

$$\text{patentes}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{pop}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{u} \quad (21)$$

Por fim, a última equação busca investigar se há realmente uma relação empírica entre crescimento econômico e o aumento de ideias.

$$\text{cresc}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{fert}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{\beta}_{10} \text{artigos}_{it} + \hat{u} \quad (22)$$

$$\text{cresc}_{it} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \text{cap}_{it} + \hat{\beta}_3 \text{inv}_{it} + \hat{\beta}_4 \text{expec}_{it} + \hat{\beta}_5 \text{fert}_{it} + \hat{\beta}_6 \text{inf}_{it} + \hat{\beta}_7 \text{est}_{it} + \hat{\beta}_8 \text{abert}_{it} + \hat{\beta}_9 \text{gasto}_{it} + \hat{\beta}_{10} \text{patentes}_{it} + \hat{u} \quad (23)$$

Todas as variáveis foram estimadas em log, permitindo a análise das elasticidades. E para testar a robustez dos resultados, todas as equações serão regredidas em efeitos fixos, efeitos aleatórios, *pooled* e regressões robustas. Por fim, não foram detectados os problemas de autocorrelação e heterocedasticidade.

4.2 Resultados

A primeira regressão estimada encontra-se na tabela 2, em que foi mensurado o efeito da taxa de fertilidade sobre crescimento econômico. Para isso utilizou-se a equação (19). O resultado fortaleceu a teoria dos modelos de crescimento de Solow e Romer.

De acordo com o modelo de Solow, com o aumento na taxa de crescimento populacional o montante corrente do estoque de capital não será mais suficiente para manter constante a razão capital-trabalho, levando a uma queda que 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*. O efeito negativo da taxa de fertilidade é observado em todas as regressões estimadas.

A taxa de investimento foi significativa apenas na primeira regressão, com sinal positivo, conforme esperado. Estranho foram os resultados do capital humano, da expectativa de vida e da taxa de inflação, que se mostraram com sinais contrários ao esperado. As duas primeiras prejudicam o crescimento, enquanto a última variável auxilia. Não há respaldo na literatura para esses resultados (Mincer, 1975; Pritchett, 1997; Thirlwall, 2005). As demais

variáveis foram não significativas.

Na Tabela 3 estão mensurados os efeitos das equações (20) e (21), 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 surgimento de ideias, tendo como *proxy* os artigos científicos publicados e os pedidos de patentes.

Das 8 especificações da tabela 3, em 7 oportunidades a variável de população é significativa e com sinal positivo, confirmando as previsões do modelo de Romer. Dependendo da forma utilizada para realizar as regressões, a elasticidade da população se alterava. Ela oscilou entre 0,44 e 7,4%. Para além da análise dos valores, o principal é o sinal do coeficiente, este se mostrou positivo.

Tabela 2: 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.

Tabela 3: 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.

A tabela 4 trata do impacto da criação de ideias sobre o crescimento do PIB *per capita*, estimado através das equações (22) e (23). Os resultados fortalecem a teoria de Romer, mostrando que o aumento na criação de ideias impulsiona positivamente o crescimento do PIB *per capita*. A variável artigos científicos tem elasticidade maior do que 1, isto é, o aumento de 1% na produção de artigos eleva o PIB a uma taxa superior a 1%. Já as patentes, embora significativa, tem elasticidade menor do que 1.

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.

Tabela 4: Impacto do aumento de novas ideias sobre o 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.

5. Conclusão

O artigo analisou os fatores de crescimento econômico do BRICS entre 2000 e 2014, com dados em painel e se baseando nos modelos de Solow e Romer. A ênfase recaiu sobre o tamanho da população sobre o crescimento econômico, confirmando as previsões de uma relação positiva entre as duas variáveis. Resultados secundários mostraram que o crescimento populacional reduz o crescimento econômico.

Dado que, conforme visto no gráfico 1, o crescimento da população tem se reduzido ao longo do tempo, isso terá um efeito sobre o tamanho da população e, por consequência, sobre o crescimento econômico. Poder-se-á questionar se a desaceleração do crescimento econômico vista no gráfico 2 poderá contar com esse efeito adicional.

É nesse ponto que o artigo tem o seu mérito. Ele mostrou que de fato o tamanho da população tem um efeito sobre o crescimento, por meio das ideias. Em termos de políticas públicas esse resultado pode ajudar nas diretrizes para, caso julgar necessário, implementar políticas para reverter a trajetória decrescente da produção.

O assunto não se esgota nesse artigo. Novas pesquisas devem ser realizadas para testar os resultados obtidos, bem como detalhar de forma mais minuciosa o *link* ideias e crescimento. Talvez a abordagem microeconômica se mostre importante.

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.
- 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.
- FRASER INSTITUTE. Economic Freedom. Disponível em <<https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom>>.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- THIRLWALL, 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.

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>>.