

Jamaika Prado<sup>1</sup>  
Alain Hernández Santoyo<sup>2</sup>  
Thiago Costa Soares<sup>3</sup>

## Resumo

Nos últimos anos, as discussões relacionadas às mudanças na estrutura demográfica e seus impactos sobre a economia despertaram interesse da comunidade científica e da sociedade. Neste sentido, o presente estudo busca analisar os impactos da estrutura etária no crescimento econômico brasileiro, através de um painel de dados com as 27 unidades federativas (2002-2016). Para tanto, foi utilizado o método *Generalized Method of Moments (GMM)*, para controlar aspectos relacionados à endogeneidade das variáveis do modelo. Os resultados sugerem um efeito negativo entre a proporção da População em Idade Ativa (PIA) e o crescimento econômico, enquanto o estoque de capital físico e humano contribuíram para a produtividade agregada. Por fim, a abertura comercial não se mostrou significativa para o crescimento econômico.

Palavras chaves: Estrutura Etária, Crescimento Econômico, GMM.

## Abstract

In recent years, research related to changes in the demographic structure and its impacts on the economy have attracted the interest of the scientific community and society. In this sense, the present study pretends to analyze the impacts of the age structure on Brazilian economic growth, through a data panel with the 27 federative units (2002-2016). For this, the Generalized Method of Moments (GMM) was used to control aspects related model variables endogeneity. The results show a significant effect between the proportion of the working-age population (WAP) and economic growth, while physical and human capital stock contributed to aggregate productivity. Finally, trade liberalization did not prove to be significant for economic growth.

Keywords: Age Structure, Economic Growth, GMM.

JEL: J0, J1, C33.

Área 12 - Economia Social e Demografia Econômica

---

❖ O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

<sup>1</sup> Doutoranda em Economia Aplicada - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada (PPGEA): Departamento de Economia - End. Faculdade de Economia, Campus Universitário - Bairro Martelos - CEP: 36036-330, Juiz de Fora - MG - Brasil. E-mail: [jamaika.prado@estudante.ufjf.br](mailto:jamaika.prado@estudante.ufjf.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5305-0592>

<sup>2</sup> Professor Visitante Estrangeiro - Universidade Federal de Alfenas - Campus Varginha (UNIFAL) – Programa de Pós Graduação em Economia (PPGEconomia): Departamento de Economia - End. Avenida. Celina Ferreira Ottoni, 4000 - Padre Vitor - CEP 37048-395, Varginha, MG, Brasil. E-mail: [santoyocuba@gmail.com](mailto:santoyocuba@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2766-7019>

<sup>3</sup> Professor Adjunto - Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Governador Valadares (UFJF/GV) - Departamento de Economia - End. Avenida Dr. Raimundo Monteiro Rezende, 330 - Centro - CEP 35010- 177, Governador Valadares, MG, Brasil. E-mail: [thiago.costa@ufjf.edu.br](mailto:thiago.costa@ufjf.edu.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0117-3785>

## 1. Introdução

O estudo da relação entre população e crescimento econômico está presente na literatura, mesmo antes do reconhecimento da demografia enquanto ciência<sup>4</sup>. Como pode ser observado, em *Muqaddimah* de Ibn Khaldun (1332 – 1406) e em *A Riqueza das Nações* de Adam Smith publicada em 1776, em ambas se nota a importância da estrutura populacional no crescimento econômico.

Ainda que a percepção da importância da estrutura populacional e a economia apareçam anteriormente nas obras apresentadas como exemplo, este debate será estabelecido com a publicação em 1798 de “O Ensaio Sobre a População” pelo britânico Thomas Malthus. Em sua tese, Malthus (1872) apresenta uma visão pessimista da capacidade produtiva frente ao crescimento populacional. Porquanto, acreditava haver escassez dos meios de produção, portanto, a ausência de mecanismos capazes de conter o crescimento da população teria como resultado um maior número de pobres, aumento da mortalidade e a uma desaceleração do crescimento econômico.

A tese de Thomas Malthus foi capaz de chegar ao século XX, com a reintrodução de seu pensamento pelos demógrafos neomalthusianos nos anos de 1950, após um período de aceleração do crescimento populacional. A questão central trazida pelos neomalthusianos foi a possibilidade de que um crescimento populacional desequilibrado impactaria negativamente o bem-estar com agravamento de problemas sociais. Assim, para neomalthusianos, uma população em crescimento comprometeria o crescimento econômico com o esgotamento dos recursos naturais, aumentos do desemprego e da pobreza. Portanto, a solução proposta pelos neomalthusianos, com o objetivo de evitar uma possível explosão população consiste na adoção de políticas de controle de natalidade em países com maiores taxas de crescimento da população.

O constante declínio da mortalidade e um aumento da natalidade nos países europeus durante o século XIX levou a crer que uma explosão demográfica seria inevitável, até que as transformações sociais reduzissem as taxas de natalidade. A partir da metade do século XX, passou-se a observar quedas na mortalidade em países subdesenvolvidos, em um ritmo mais acelerado que antes observado. O declínio da natalidade foi percebido a partir da década de 1960. Com a queda da taxa fecundidade e da mortalidade, o medo de uma possível “bomba demográfica” foi deixado de lado (SATHLER, 2016).

Com o abandono da ideia de que haveria uma explosão demográfica, os estudos populacionais da demografia moderna, se concentram no fenômeno da transição demográfica, iniciada no século XIX. A transição demográfica pode ser definida como processo de mudança gradual de altas taxas de fecundidade, para baixas taxas de fecundidade e mortalidade (KINSELLA; PHILLIPS, 2005). Esse

---

<sup>4</sup> A demografia aparece como ciência na metade do século XIX. A primeira obra a utilizar o termo “demografia” foi desenvolvida pelo francês Achille Guillard, *Éléments de statistique humaine ou démographie comparée*, de 1855.

movimento ocorre em quase toda a parte do mundo, embora sua extensão e velocidade variem. Nos países desenvolvidos esse fenômeno já acontece a mais tempo, enquanto nos países em desenvolvimento passou a ser observado nas últimas três décadas (UNITED NATIONS, 2013).

No Brasil, essas transformações passam a ser evidenciadas a partir da década de 1960 e tem-se observado uma tendência de redução contínua da população em idades mais jovens (entre 0-14 anos) e uma concentração de pessoas em idade ativa<sup>5</sup> (entre 15 e 64 anos). De acordo com as projeções realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2050 o grupo de idosos com idade superior a 65 anos corresponderá a 19 % do total da população. De modo geral, a tendência é que as taxas de crescimento da população brasileira se tornem decrescentes ou mesmo negativas até a década de 2050 (IBGE, 2010).

Embora os estudos sobre a dinâmica demográfica e crescimento econômico tenham apresentado avanços significativos, muitos consideram apenas o efeito do crescimento populacional, negligenciando os componentes demográficos, especificamente as mudanças na estrutura etária. A abordagem sobre as mudanças da estrutura etária tem-se concentrado nas questões relacionadas ao mercado de trabalho, previdência, saúde e ao aumento da população idosa (CAMARANO, 2014; ALVES, 2015; DE LIMA; MATHIAS-PEREIRA, 2015; ALVES, 2016; COSTANZI; ANSILIERO, 2017; COSTA, 2018; OSAKI, 2019; PEGORARO, 2019). Sendo assim, o debate sobre as mudanças na estrutura demográfica tem-se limitado aos efeitos diretos no tamanho da população, e poucos se atentam em como a estrutura etária pode influenciar o crescimento econômico.

Nesse sentido, o presente estudo busca analisar o impacto da estrutura etária no crescimento econômico brasileiro durante o período de 2002 a 2016. Para isso, o método *Generalized Method of Moments* (GMM) foi utilizado para controlar a endogeneidade das variáveis. Nesta análise a população em idade ativa será utilizada para representar a estrutura etária da população, o uso da variável PIA é importante por, pelo menos, dois motivos: o primeiro é que a PIA consegue representar a estrutura da população, uma vez que reflete com precisão a população dependente; em segundo, estudar os impactos de uma população que está passando por um processo de envelhecimento sem considerar a PIA, pode gerar resultados tendenciosos.

## 2. Impactos da estrutura etária no crescimento econômico

Um dos primeiros estudos a relacionar os efeitos da estrutura etária com variáveis econômicas foi desenvolvido por Fair e Dominguez (1987). Neste trabalho, os autores investigam as influências da estrutura etária dos Estados Unidos no consumo, investimento em moradia, demanda por moeda e

---

<sup>5</sup> Para Alves (2004) a população em idade ativa é a parcela da população em idade de trabalhar.

participação na força de trabalho. A hipótese de que a idade é importante para explicar mudanças no padrão de consumo é consistente com a teoria do ciclo de vida. Assim, as pessoas consomem menos renda durante a idade ativa, por outro lado, os mais jovens e os idosos consomem mais do que são capazes de produzir. Esta relação também ocorre com o investimento em habitação, além disso os mais idosos costumam guardar dinheiro em espécie o que aumenta o custo das transações que realizam.

Bloom e Williamson (1998) observaram que a transição demográfica da Ásia Oriental contribuiu para as transformações econômicas, ampliando a capacidade produtiva *per capita* do Leste Asiático, uma vez que o aumento da população em idade ativa foi maior que o da população dependente no período de 1965 a 1990. Ainda argumentam que um aumento crescente da população em idade ativa reduz a renda *per capita* nessa faixa etária. Por outro lado, a maior proporção de ativos na população total reduz a razão de dependência. Enquanto uma redução da taxa de dependência aumenta a poupança agregada (BLOOM et al, 2003). Nessa mesma perspectiva Bloom e Canning (1999), sugerem que o boom econômico no Leste Asiático foi possível devido ao crescimento da população em idade ativa da Ásia Ocidental superar em cerca de dez vezes a população dependente.

Contudo, Bloom e Finlay (2009) verificaram que as transformações econômicas do Leste Asiático, não são explicadas apenas pela dinâmica demográfica, outros fatores como a abertura comercial, as taxas de poupança, a acumulação de capital e política macroeconômica contribuíram para o desempenho econômico de Leste Asiático. Além disso, afirmam serem necessárias políticas públicas para compensar o efeito negativo do envelhecimento populacional no crescimento econômico, uma vez que o aumento da expectativa de vida gera demanda por renda de aposentadoria. O estudo de Mason et al (2009) sugere que em certas condições o aumento da demanda por renda pode levar ao aumento do capital por trabalhador e ao maior consumo *per capita*.

Bloom et al (2010) investigaram a contribuição das mudanças demográficas no crescimento econômico da China e da Índia entre 1960 e 2000. Os resultados mostram que o aumento da população acima de 60 anos de idade irá reduzir a participação da força de trabalho e as taxas de poupança, o que pode levar a uma desaceleração do crescimento econômico. Golley e Tyers (2013) também examinaram o comportamento demográfico no desempenho econômico da China e da Índia no período de 2000-2030. Para gerar cenários alternativos de fecundidade utilizaram um modelo econômico global que incorpora o comportamento demográfico total e medidas de dependência. Assim, observaram que uma redução da dependência na renda real dos jovens na China não será compensada, pois haverá um aumento da dependência dos idosos. Na Índia, o índice de dependência será ainda menor, apesar do aumento inicial da fecundidade ter efeito positivo sobre o PIB, ela também reduz a renda *per capita*.

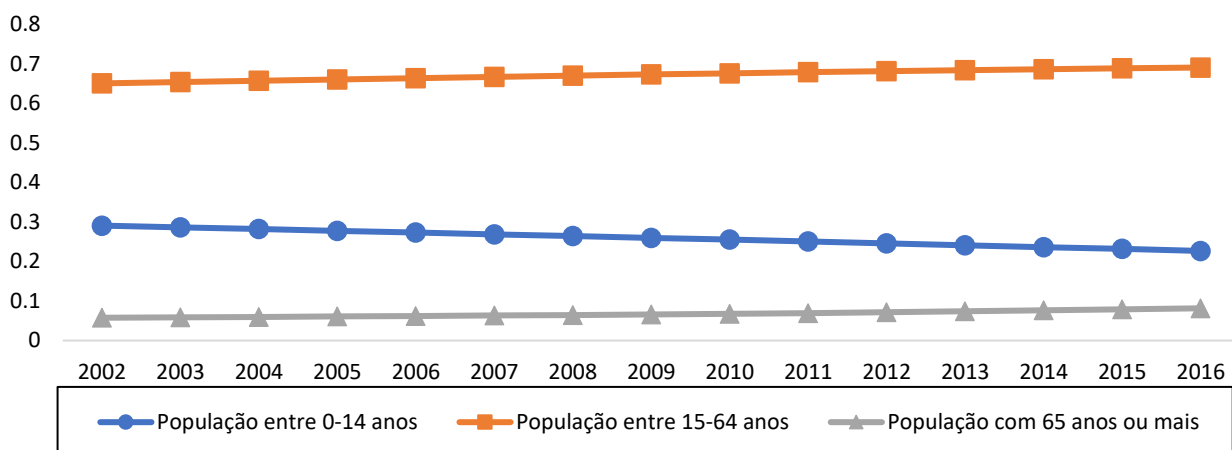
Wei e Hao (2010) analisam o efeito das mudanças demográficas sobre o crescimento na China para o período de 1989 a 2004, incorporando a estrutura etária para cada província. Assim, encontraram evidências de que a redução do número de dependentes mais jovens ocasionados pelo declínio da fecundidade impulsionou o crescimento econômico, a partir de 1989. Observaram também que, o efeito da mudança demográfica no crescimento econômico é ainda maior em províncias mais abertas às forças de trabalho. Liu e Hu (2013) também examinam essa relação para o período de 1983-2008. Os resultados encontrados mostram que a participação da população em idade ativa e o crescimento econômico são positivamente correlacionados, enquanto a taxa de natalidade apresentou uma correlação negativa. O efeito conjunto de redução nas taxas de natalidade e aumento da população em idade ativa proporcionou elevação 19,5% nas taxas de crescimento econômico da China no período analisado. Nesse sentido, Zhang et al (2015a) ao estudarem o papel da estrutura demográfica para 28 províncias no período de 1990-2005, descobriram que tanto o tamanho quanto a composição demográfica da população em idade ativa se correlacionam de forma positiva com as taxas de crescimento econômico. Também, quase um quinto do crescimento do PIB *per capita* da China foi resultado das modificações da estrutura etária, em sua maior parte das mudanças na composição.

Como observado nos estudos supracitados, a população em idade ativa tem um papel importante no crescimento econômico. Em direção oposta, o envelhecimento parece ter uma correlação negativa com o crescimento, como sugere a teoria do ciclo de vida, os idosos consomem mais do que sua capacidade de produção. Para Zhang et al (2015 a) e Golley e Zheng (2015) ao verificar a relação entre estrutura etária e crescimento econômico a população em idade ativa deve ser utilizada para representar a estrutura da população, pois reflete com precisão a população dependente. Além disso, estudar impactos de uma população em envelhecimento sem levar em consideração a PIA, pode gerar resultados tendenciosos (PENG, 2011). Diante disso, esta pesquisa irá utilizar a proporção da população em idade ativa como uma medida de dependência para verificar o efeito das mudanças demográficas sobre o crescimento econômico para o caso do Brasil.

### 3. Estrutura etária e Crescimento Econômico no Brasil

A estrutura demográfica do Brasil nas últimas décadas tem apresentado importantes mudanças. A figura 1 ilustra a evolução da população jovem de 0-14 anos, em idade ativa entre 15 - 64 anos e de idosos com 65 anos ou mais para o período de 2002 a 2016.

Figura 1 - Proporção da população total por faixa etária, 2002-2016

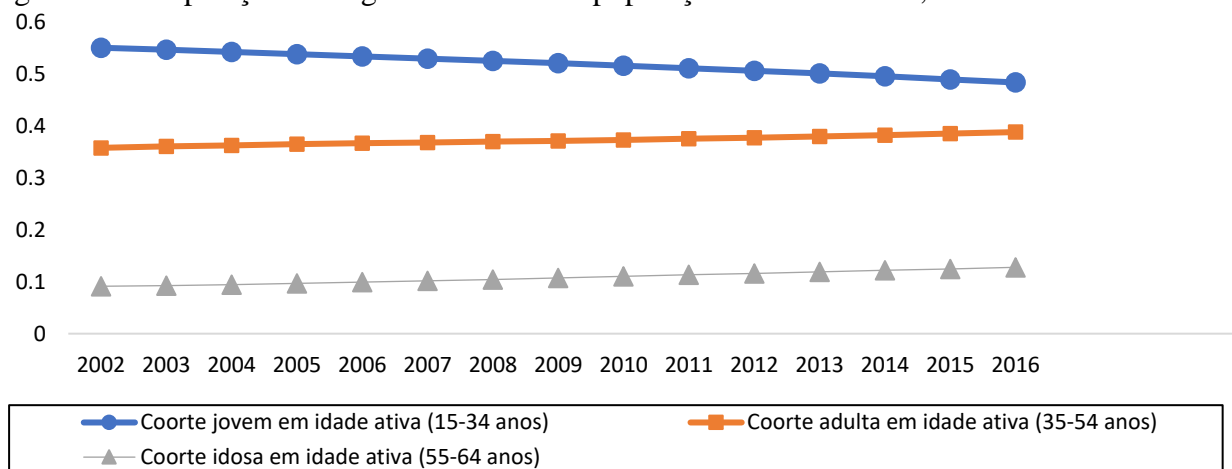


Fonte: Elaborado a partir dos dados do IBGE (2019).

Nota: As proporções foram calculadas pelos autores.

A população em idade ativa apresentou crescimento, passando de 65,1%, em 2002, para 69,1%, em 2016, levando ao declínio na razão de dependência de 35% para 31% no mesmo período. Em direção oposta, a população entre 0 e 14 passou de 29,1% para 22,6%, uma redução de quase 7% em apenas 20 anos. Com relação à população idosa, observa-se um crescimento que em 2002 os idosos representavam pouco mais de 5% da população, chegando a 8,2% em 2016. Um fato que chama atenção na evolução dos grupos etários é o aumento da população em idade ativa aliado ao crescimento da população idosa. De certo modo, isso indica que a composição interna da população em idade ativa está concentrada em idades mais avançadas. A figura 2 ilustra a evolução da composição demográfica interna da população em idade ativa no período de 2002 a 2016.

Figura 2 - Composição demográfica interna da população em idade ativa, 2002-2016.



Fonte: Elaborado a partir dos dados do IBGE (2019).

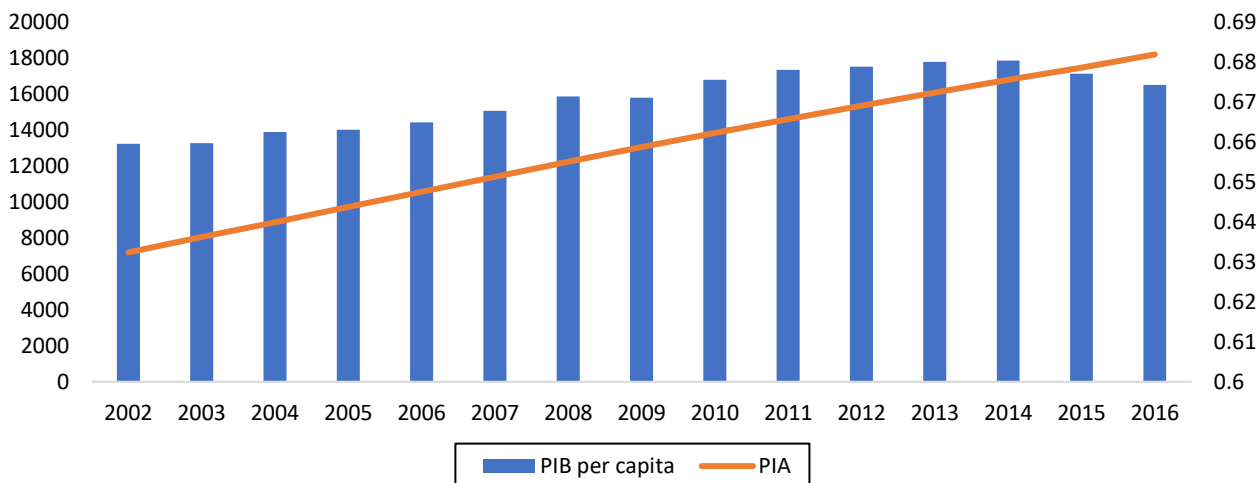
Nota: As proporções foram calculadas pelos autores.

Nota-se uma semelhança nos padrões de transição demográfica dos grupos em idade ativa com a transição da população em geral. Na figura 8, observa-se um declínio da coorte jovem em idade ativa (15-34 anos) de 6,7% (55% em 2002 para 48,3% em 2016), acompanhada de um aumento de 3,1% da coorte de 35 a 54 anos no período (35,7% em 2002 para 38,8% em 2016) e de 3,6 % da coorte idosa em idade ativa (9,1% em 2002 para 12,7% em 2016). Com isso, pode-se perceber claramente que a população brasileira caminha para um processo de envelhecimento profundo.

Do ponto de vista econômico, o envelhecimento da população pode ser considerado prejudicial ao crescimento econômico, uma vez que a oferta de trabalho decresce e há um aumento da população dependente em relação à população em idade ativa. Como exemplo, a China tem vivido essa experiência, a partir do aumento de idosos e uma população em idade ativa decrescente, o país passou a encontrar dificuldades para manter seu nível de crescimento econômico, para tentar corrigir esse problema futuramente, a política do filho único foi flexibilizada para dois filhos, com a intenção de permitir o aumento da força de trabalho nas próximas décadas.

Com relação à PIA, o Brasil ainda possui vantagens econômicas temporárias, pois ainda existe uma maior concentração de pessoas entre 15 e 64 anos. A figura 3 mostra a relação entre a renda *per capita* e a população em idade ativa no período de 2002-2016.

Figura 3 - Relação entre renda *per capita* e população em idade ativa, no período de 2002-2016.



Fonte: Elaborada a partir dos dados do IBGE (2019).

Notas: O PIB *per capita* (R\$ a preços de 2010, esquerda) e a PIA (% , direita).

Como se observa na figura 3, a população em idade ativa apresenta uma relação positiva com a renda. Com exceção dos períodos de desaceleração econômica, a renda apresentou crescimento. Nota-se ainda que a população entre 15-64 anos representa mais de 68% do total da população em 2016.

Kelley e Schmidt (2005) chamam atenção para a associação de uma maior população em idade ativa a maiores taxas de crescimento econômico, sendo necessário considerar a velocidade em que a

população produtiva aumenta. Assim, quando o crescimento da PIA ocorre de forma mais lenta e a taxa de investimento é maior que a taxa de crescimento dessa população, o capital por trabalhador aumenta. Por outro lado, quando o crescimento da PIA ocorre de forma mais rápida do que o crescimento do investimento, o impacto da população produtiva na renda é negativo, uma vez que a produtividade por trabalhador se reduz. Isso significa que o aumento da população em idade ativa pode não garantir os benefícios que muitos estudos sugerem, depende da capacidade de cada país de absorver um maior número de trabalhadores na economia (BLOOM et al, 2010).

Para entender a questão da produtividade por trabalhador no período em análise, torna-se necessário tratar das políticas de incentivo ao crescimento econômico. Em 2002 a taxa de crescimento da economia foi de 3,05%, com a instabilidade política devido às eleições presidenciais, o crescimento do PIB em 2003 ficou comprometido e cresceu apenas 1,14%. Com um baixo desempenho da economia e uma taxa de desemprego aberto de 12%<sup>6</sup>, foram adotadas políticas de expansão da demanda. Essas políticas visavam o aumento da utilização da capacidade ociosa e a redução do desemprego. Para isso, foram utilizados mecanismos fiscais e monetários, dentre eles: aumento dos gastos públicos; aumento significativo do salário mínimo real, acima do crescimento da produtividade; redução das taxas de juros e expansão do crédito. A Tabela 1 mostra as taxas de variação média por períodos da PIA, População Economicamente Ativa (PEA) e da população ocupada e crescimento do PIB, a fim de capturar o incremento da produtividade por trabalhador ocupado.

Tabela 1 - Taxas de crescimento médias das variáveis (% a.a.)

Período	PIA	PEA	População ocupada	PIB	Produto por trabalhador
2004/2010	1,71	1,71	2,62	4,47	1,80
2011/2015	1,19	0,70	0,68	0,98	0,30

Fonte: Adaptado de Giambiagi (2016)

Como pode ser observado na Tabela 1, as políticas de incentivo à demanda deram certo no período de 2004-2010 a taxa de crescimento apresentou um aumento de 4,47% mesmo com o baixo desempenho da economia em 2003 e 2009. Para Giambiagi (2016) na equação “Produto = Emprego X Produtividade por trabalhador” o fator que mais contribuiu para o crescimento, foi o expressivo aumento da população ocupada de 2,62% a.a. Já a produtividade por trabalhador apresentou um crescimento de 1,8% a.a., considerado bom para o período, mas não suficiente para manter os níveis de crescimento nos próximos anos.

<sup>6</sup>Taxa de desemprego aberto contabiliza pessoas que procuraram trabalho nos últimos 30 dias e não exerceram nenhum trabalho nos últimos sete dias anteriores à entrevista.



No período 2011-2015 percebe-se um baixo crescimento da economia de 0,98% a.a. Com uma taxa de desemprego da ordem de metade da verificada em 2003 a população ocupada cresceu a taxas inferiores ao período anterior. Já a produtividade por trabalhador apresentou um crescimento de apenas 0,30%.

O bom desempenho da economia no primeiro período foi baseado na redução da capacidade ociosa, ou seja, a produtividade por trabalhador cresceu devido às altas taxas de desemprego. A partir de 2011, nota-se que a taxa de desemprego havia caído pela metade e que tais políticas de expansão da demanda já não eram mais suficientes para a manutenção das taxas de crescimento. Como observado por Giambiagi (2016) as políticas de expansão da demanda devem ser acompanhadas de políticas de expansão da oferta, caso contrário o crescimento não será consolidado. Para Fernando Veloso e Lia Valls Pereira em Giambiagi (2016):

“quando os fatores responsáveis pelo crescimento começam a se esgotar, em particular o estoque de trabalhadores subempregados se exaure e os salários passam a se elevar, reduzindo a competitividade de bens intensivos em mão de obra. Os ganhos de produtividade associados à realocação de recursos entre setores e à adoção de tecnologias importadas também tendem a diminuir e o crescimento passa a depender cada vez mais de aumentos de produtividade dentro dos setores, principalmente no setor de serviços, que se torna progressivamente preponderante na produção do emprego total.”

Diante da falta de investimentos pelo lado da oferta (educação, infraestrutura, poupanças dentre outros fatores) o Brasil passou a apresentar um crescimento cada vez menor. Além disso, a taxa de desemprego aberto superou a taxa do período inicial, com uma taxa de 13,5%, em 2016 (IBGE, 2019).

#### 4. Metodologia

A escolha do modelo de regressão utilizado tem como base os estudos (HALKOS; PAIZANOS, 2013; ZHANG et al., 2018). Dessa forma, o modelo utilizado pode ser descrito através da função de produção estendida (SOLOW, 1956), comumente utilizada em análises de crescimento econômico, que pode ser escrita da seguinte maneira:

$$\ln PIBpc_{i,t} = \alpha + \beta_0 \ln PIBpc_{i,t-1} + \beta_1 \ln PIA_{i,t} + \beta_2 \ln CAPpc_{i,t} + \beta_3 \ln HUM_{i,t} + \beta_4 \ln ABER_{i,t} + \eta_i + \mu_{i,t} \quad (1)$$

Onde,  $\alpha$ : é o intercepto comum;  $\ln PIBpc_{i,t}$ : representa o nível de crescimento pelo o logaritmo da renda *per capita*;  $\ln PIBpc_{i,t-1}$ : corresponde o logaritmo da renda *per capita* defasada;  $\ln PIA_{i,t}$ : é o logaritmo da parcela da população em idade ativa;

$\ln CAP_{pc}$ : representa o logaritmo do estoque de capital *per capita* (consumo de energia elétrica *per capita*);  $\ln HUM_{i,t}$ : é o logaritmo do estoque de capital humano;

$\ln ABER_{i,t}$ : é o logaritmo do grau de abertura comercial medido pela razão das importações e exportações pelo PIB;  $\eta_i$ : corresponde aos efeitos específicos não observáveis de cada estado;  $i$ : representa as unidades federativas ( $i = 1, 2, \dots, 27$ ) e  $t$ : é o número de anos ( $t = 2002, 2003, \dots, 2016$ ). As variáveis de estoque de capital foram introduzidas para controlar o efeito da renda. Dado que, o Brasil possui 27 unidades federativas, ao longo de 15 anos, tem-se um total de 405 observações.

Espera-se que a população em idade ativa tenha impacto positivo no crescimento econômico, uma vez que esta variável serve como um indicativo do tamanho da população produtiva em relação a não produtiva. Também se espera que os estoques de capital físico e capital humano contribuam para a produtividade agregada no país, visto que o estoque de capital traduz a capacidade de investimentos da economia e o estoque de capital humano representa a capacidade produtiva da força de trabalho. Por último, uma economia mais aberta pode proporcionar um crescimento mais rápido da produtividade, e por fim, um crescimento da renda *per capita*.

Para capturar o efeito da estrutura etária no crescimento econômico utilizou-se o método *Generalized Method of Moments* (GMM) em diferenças. Proposto por Arellano e Bond (1991) trata-se de um método mais robusto, que utiliza séries de tempo defasada como instrumento das variáveis em primeira diferença e exige apenas que os regressores sejam exógenos, flexibilizando o pressuposto de exogeneidade estrita. O GMM em diferenças se apoia na transformação do modelo através da defasagem da variável dependente e das defasagens das variáveis endógenas e nas diferenças das variáveis que são estritamente exógenas. A estimação por GMM em diferenças para os determinantes do crescimento econômico permite controlar a persistência da variável dependente no tempo.

O estimador GMM em diferenças é obtido em dois estágios. No primeiro estágio assume-se o pressuposto de independência dos erros e homocedasticidade entre as unidades transversais e no tempo. No segundo estágio utiliza-se os resíduos obtidos no primeiro estágio para calcular de forma consistente a matriz de variância e covariância, assim a hipótese de que os erros são independentes e homocedásticos é relaxada.

Para verificar a validade das hipóteses do modelo estimado são aplicados dois testes: Autocorrelação de Primeira e de Segunda ordem e Teste de Restrição sobre identificadoras de Hansen/ Sargan. O primeiro teste, proposto por Arellano e Bond (1991), testa a autocorrelação de Primeira e Segunda ordem nos resíduos em diferenças. Assim, espera-se rejeitar a hipótese nula de que os erros transformados não sejam correlacionados de primeira ordem. Já no teste de autocorrelação de segunda ordem, espera-se que os erros sejam não correlacionados, ou seja, que a estatística seja não significativa.

O segundo teste serve para verificar a validade dos instrumentos utilizados. Para que os instrumentos sejam válidos, é necessário que duas condições sejam satisfeitas: 1) que os instrumentos sejam correlacionados com os regressores endógenos; 2) de ortogonalidade, ou seja, que os instrumentos obtidos não sejam correlacionados com o erro. Esta condição pode ser verificada pela estatística J de Sargan (1982) que testa a hipótese de validade dos instrumentos para obter os estimadores com mínima variância assintótica, contra a de não adequação dos instrumentos, quando a variância assintótica não é mínima.

#### 4.1 Variáveis e fontes de dados

Nesta pesquisa, a parcela da população em idade ativa representada pelo grupo composto por pessoas entre 15 e 64 anos, foi utilizada para caracterizar a estrutura etária da população. Conforme os estudos (ZHANG et al, 2015A , ZHANG et al, 2015B; GOLLEY; ZHENG,2015; ZHANG et al, 2018) a parcela da população em idade ativa pode representar a relação entre a população em idade ativa e a população dependente. Além disso, desconsiderar a população em idade ativa quando estuda os impactos de uma população que está envelhecendo pode gerar resultados tendenciosos (PENG, 2011; LIU; HU, 2013; ZHANG et al, 2018).

Seguindo a literatura (GROSSMAN; KRUEGER,1991; SHAFIK; BANDYOPADHYAY, 1992; PANAYOTOU, 1993; SELDEN; SONG,1994; SURI;CHAPMAN, 1998; MUHAMMAD et al, 2012; ZHANG et al, 2018), o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* corresponde ao nível de crescimento econômico. A abertura comercial, medida pela soma das importações e as exportações dividida pelo PIB, foi adicionada para verificar o impacto do comércio exterior (BLOOM; FINLAY, 2009; BLOOM et al, 2010). Para medir a produtividade da economia, foi utilizada a média de anos de estudos das pessoas com 25 anos ou mais, como *proxy* do estoque de capital humano (SOLOW, 1956; LUCAS ER, 1988; MANKIW et al, 1992; CANGUSSU et al, 2010; COELHO & FIGUEIREDO, 2007; SILVA; RESENDE, 2009). Devido a indisponibilidade de dados de estoque de capital físico para as unidades federativas, utilizou-se o consumo de energia elétrica como uma *proxy*. O consumo de energia elétrica como *proxy* do estoque de capital físico encontra justificativas no estudo de Pinheiro e Veloso (2015), neste estudo argumentam que o consumo de energia elétrica é a principal força motriz dos equipamentos em uma economia, setor, estado ou região.

Os dados utilizados na pesquisa são quantitativos e secundários. A periodicidade dos dados é anual, compreendendo o período entre 2002 e 2016. A escolha se deu pela disponibilidade conjunta dos dados. Os dados referentes ao PIB *per capita* foram deflacionados e nivelados aos preços de 2010 em reais, a proporção da população em idade ativa, dada pela razão entre a população em idade ativa e a população total. As importações e exportações foram convertidas em reais (R\$ mil), o consumo

de energia elétrica em termos *per capita* (MWH), a *proxy* de estoque de capital humano (média de anos de estudos das pessoas com 25 anos ou mais), foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Geografia (IBGE), órgão vinculado ao Ministério da Economia.

## 5. Resultados e discussões

Essa seção é composta pelas estatísticas descritivas das variáveis e dos principais resultados obtidos a partir da metodologia proposta e as discussões dos resultados.

### 5.1 Análise descritiva

Nesta seção são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no estudo, bem como a análise de cada uma delas durante o período observado. A Tabela 2, mostra o resumo de algumas estatísticas descritivas para as variáveis utilizadas no período de 2002-2016.

Tabela 2- Estatísticas descritiva das variáveis utilizadas no estudo no período de 2002-2016.

Variáveis	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mín	Máx
ABERT	405	0.15578	0.12592	0.00316	0.58626
PIA	405	0.65797	0.0335	0.57655	0.72658
PIBpc	405	15751.4	9128.33	4593.62	55340.5
ENERpc	405	1.63925	0.65512	0.44632	3.537
HUM	351	6.60788	1.18651	3.98239	10.082

Fonte: Elaborada a partir dos resultados do estudo.

A pesquisa utiliza cinco variáveis durante o período de 2002 a 2016, para as 27 unidades federativas do Brasil. Observa-se um total de 405 observações para variáveis de grau de abertura entre os estados, proporção da população em idade ativa, renda *per capita* e consumo de energia *per capita*. Já a *proxy* da variável de estoque de capital humano possui um total de 351 observações, devido ao encerramento desta série no ano de 2014.

Os desvios apresentados mostram que há forte heterogeneidade no PIB *per capita* e no estoque de capital humano entre as UFs. Como pode-se observar, o PIB *per capita* apresenta um valor mínimo de R\$ 4.593,62 (a preços de 2010) e um valor de máximo de R\$ 55.340,50 (a preços de 2010). O estoque de capital humano apresenta uma média de 6,6 anos de estudos, com valor mínimo de 3,9 anos de estudos e valor máximo de 10 anos de estudos da população com 25 anos ou mais.

## 5.2 Modelo de Crescimento Econômico

A função de crescimento foi estimada para captar o efeito da estrutura etária no crescimento econômico. Conforme destacado por Zhang et al (2018) a composição demográfica de uma população pode alterar os níveis de crescimento de uma economia.

Para encontrar o modelo que mais se aproxima com os objetivos da pesquisa, foram testados três modelos. A tabela 3 apresenta as estimativas dos resultados dos modelos de crescimento econômico. Em todos os modelos o PIB *per capita* defasado foi considerado como variável endógena e as demais variáveis estritamente exógenas.

Tabela 3 - Estimativas do crescimento econômico

Variáveis	Modelo I	Modelo II	Modelo III
$\ln PIBpc_{t-1}$	0.287***	0.297***	0.796***
$\ln PIA$	-0.613**	-0.471NS	-1.320***
$\ln CAPpc$	0.223***	0.233***	0.278***
$\ln HUM$	0.745***	0.680***	
$\ln ABER$	0.008NS		
$R^2$	0,989	0,986	0,985
Teste AR (1)	0,001	0,001	0,0004
Teste AR (2)	0,164	0,189	0,544
J Sargan	23,19 (0,508)	31,73 (0,134)	26,00 (0,353)

Fonte: Elaborada a partir dos resultados da pesquisa obtidos através do Eviews 9.

Notas: \*\*\* significante a 1%, \*\* significante a 5%, \* significante a 10% e NS não significativo. Os instrumentos utilizados foram: Modelo 1: ( $\ln PIBpc$ , -2,  $\ln PIA$ , -1,  $\ln CAPpc$ , -1 e  $\ln ABER$ ); Modelo 2 e Modelo 3: ( $\ln PIBpc$ , -2,  $\ln PIA$ , -1,  $\ln CAPpc$ , -1).

Ao estimar os modelos I, II e III verificou-se que há concordância entre eles, uma vez que os coeficientes apresentaram os mesmos sinais. Entretanto, nem todas as variáveis foram relevantes para explicar o crescimento econômico.

Já, em relação ao ajustamento dos modelos, aproximadamente 98% do crescimento econômico pode ser atribuído às variáveis explicativas. No que diz respeito à validade dos instrumentos utilizados, em todos os modelos, os instrumentos são válidos, visto que a estatística J de Sargan (1982) não foi significativa, ou seja, não é possível rejeitar a hipótese nula de que os instrumentos são não correlacionados com o termo de erro. Além disso, os testes de autocorrelação de Arellano e Bond (1991) não permitem rejeitar a hipótese nula de que os erros transformados não são correlacionados de primeira ordem, já o teste de autocorrelação de segunda ordem, foi não

significativo. Esse resultado é essencial para verificar a consistência do estimador de GMM em diferenças.

Como existe concordância entre os modelos tanto para os sinais dos coeficientes, como para os testes de consistência do estimador, foi escolhido o modelo que se mostrou mais completo, que é o Modelo I. Dessa forma, a seguir, todas as análises são referentes ao modelo I.

A partir da estimação do modelo I, observa-se que todas as variáveis foram significantes ao nível de 5%, exceto a variável de abertura que não apresentou significância estatística. Com relação aos sinais, apenas a variável que mede a proporção da PIA apresentou sinal diferente do esperado.

Iniciando pela proporção da população em idade ativa, tem-se um efeito negativo no crescimento econômico. Em uma análise semelhante para as províncias da China, Golley e Zheng (2015) também encontraram uma relação negativa entre população produtiva e crescimento econômico. Conforme destacado por Bloom e Williamson (1998) ao mesmo tempo em que um crescimento da população em idade ativa promove o crescimento econômico, o aumento da PIA pode levar a uma redução na renda *per capita* dessa faixa etária como a que ocorreu na Ásia Ocidental entre 1965 e 1990.

Os resultados para PIA, segundo Kelley e Schmidt (2005) são esperados para países que apresentam um crescimento mais rápido da força de trabalho em relação à taxa de crescimento dos investimentos, gerando impacto negativo no capital por trabalhador. Outro fator que contribui para que esse efeito seja negativo está relacionado à capacidade da economia de absorver novos trabalhadores (BLOMM et al, 2010).

Como esperado, o estoque de capital *per capita* apresenta relação positiva e significativa com o crescimento. Conforme apontado por Golley e Zheng (2015) o aumento do investimento em equipamentos e estruturas elevam a produtividade da economia. Em relação ao estoque de capital humano, os resultados obtidos mostram que o aumento da média dos anos de estudos aumenta o capital por trabalhador. Esses resultados em conjunto contribuíram para o aumento da produtividade agregada no país.

Para Golley e Zheng (2015) o efeito negativo da população em idade ativa no crescimento econômico associado aos efeitos positivos do estoque de capital físico e humano no crescimento pode levar a duas possibilidades: a primeira delas é que os investimentos no período foram baixos e as taxas de crescimento da força de trabalho cresceram de forma rápida, mas não no mesmo ritmo que as taxas de estoque de capital. Durante o período analisado a população em idade ativa passou de 116 milhões de pessoas em 2002, para 142 milhões de pessoas, em 2016, um fator multiplicador de 1,23. Já o estoque de capital passou de 266 milhões de reais para 973 milhões de reais, um fator multiplicador de 3,7. A segunda trata da deterioração da qualidade da força de trabalho. Em relação aos anos médios de estudos da população brasileira, observou-se um aumento de 5,8 em 2002, para

7,4 anos, em 2016. Entretanto, um aumento expressivo da população não qualificada e inexperiente em relação à população qualificada, gera um custo e não um benefício para a produtividade agregada. Esses argumentos aliados aos de Kelley e Schmidt (2005) e Bloom et al (2010) parecem fazer sentido para o Brasil no período estudado.

Como destacado por Giambiagi (2016) esse período foi marcado por um aumento do custo do trabalho, com um crescimento do salário mínimo real acima do crescimento da produtividade, pela falta de investimentos pelo lado da oferta que inviabilizou a competitividade do país, pelo aumento da ociosidade no final do período e pela baixa produtividade por trabalhador. Diante disso, o “Bônus Demográfico” ou “Janela de Oportunidade” parece não ter sido bem aproveitado. No longo prazo, o fim do “Bônus Demográfico” poderá ser benéfico ao crescimento da produtividade por trabalhador, com uma população envelhecida, a força de trabalho crescerá a uma velocidade menor, de modo, que o investimento em educação, infraestrutura dentre outros, poderão crescer a uma velocidade superior ao da PIA e a economia consiga absorver os novos trabalhadores e aumentar o capital por trabalhador.

Quanto à abertura comercial, apesar de apresentar um sinal positivo, não foram encontradas evidências de que o grau de abertura comercial influencia o crescimento econômico. Resultados semelhantes para a significância do grau de abertura foram encontrados por Jayanthakumaran e Liu (2012), Shahbaz et al (2012) e Golley e Zheng (2015).

## 6. Considerações finais

Com as mudanças significativas na estrutura etária da população, essa pesquisa buscou analisar os impactos da estrutura etária no crescimento econômico brasileiro, durante o período de 2002 a 2016. Para isso, utilizou-se um modelo de regressão baseada na função de produção de Solow e estimado pelo método GMM em diferenças, a fim de obter os efeitos ao longo prazo e controlar possíveis problemas de endogeneidade das variáveis.

Ao analisar o efeito da estrutura etária no crescimento econômico, verificou-se que a população em idade ativa tem uma relação negativa no crescimento da renda *per capita*. Esse comportamento se deve ao baixo investimento no período, aliado ao aumento dos custos do trabalho, da baixa produtividade por trabalhador e da capacidade da economia em absorver os novos trabalhadores.

Com relação à produtividade agregada, o estoque de capital físico e humano contribuíram para o crescimento da renda no período. Por outro lado, não foi possível observar a contribuição da abertura comercial no crescimento econômico.

No geral, os resultados encontrados mostram que, a longo prazo, o envelhecimento populacional pode não ser tão prejudicial ao crescimento econômico, uma vez que o crescimento mais

lento da força de trabalho, aliado às políticas macroeconômicas favoráveis ao aumento da produtividade, poderá elevar o capital por trabalhador.

Cabe ressaltar que existem limitações nesta pesquisa. Tais limitações remetem à disponibilidade dos dados, por exemplo, não foram encontradas informações sobre a formação bruta de estoque de capital para as unidades federativas no período estudado. Também, a série utilizada para a proxy de estoque de capital humano apresenta dados faltantes, pois houve encerramento da Pesquisa Nacional de Domicílios para esses dados.

Por fim, esta pesquisa não teve a intenção de instituir uma solução única ou definitiva para os problemas relacionados às questões demográficas e ao crescimento econômico no Brasil, mas considera-se que os resultados encontrados são importantes para a tomada de decisões referentes ao envelhecimento populacional. No entanto, novas pesquisas podem ser feitas para preencher as lacunas deste estudo.

## Referências

- ALVES, J.E.D.; Crise no mercado de trabalho, bônus demográfico e desempoderamento feminino. **E-book**, p. 21-44, 2016.
- ALVES, J.E.D.; O fim do bônus demográfico e o processo de envelhecimento no Brasil. **Revista Longeviver**, n. 45, 2015.
- ARELLANO, M.; BOND, S.; Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The review of economic studies**, v. 58, n. 2, p. 277-297, 1991.
- ARELLANO, M.; BOND, S.; Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The review of economic studies**, v. 58, n. 2, p. 277-297, 1991.
- BLOOM, D. E.; CANNING, D.; Economic development and the demographic transition: the role of cumulative causality. **CAER discussion papers**, v. 51, 1999.
- BLOOM, D. E.; CANNING, D.; FINK, G.; Implications of population ageing for economic growth. **Oxford review of economic policy**, v. 26, n. 4, p. 583-612, 2010.
- BLOOM, D. E.; CANNING, D.; GRAHAM, B.; Longevity and life-cycle savings. **Scandinavian Journal of Economics**, v. 105, n. 3, p. 319-338, 2003.
- BLOOM, D. E.; FINLAY, J. E.; Demographic change and economic growth in Asia. **Asian Economic Policy Review**, v. 4, n. 1, p. 45-64, 2009.
- BLOOM, D. E.; FINLAY, J. E.; Demographic change and economic growth in Asia. **Asian Economic Policy Review**, v. 4, n. 1, p. 45-64, 2009.
- BLOOM, D. E.; WILLIAMSON, J. G.; Demographic transitions and economic miracles in emerging Asia. **The World Bank Economic Review**, v. 12, n. 3, p. 419-455, 1998.
- CAMARANO, A.A. Organizadora. Novo regime demográfico: uma nova relação entre população e desenvolvimento?. 2014.
- CANGUSSU, R. C.; SALVATO, M. A.; NAKABASHI, L.; Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW *versus* Mincer. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 40, n. 1, p. 153-183, 2010.
- COELHO, R. La. P.; FIGUEIREDO, L.; Uma análise da hipótese da convergência para os municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, n. 3, p. 331-352, 2007.



COSTA, C. K. F. et al.; Desafios Econômicos Decorrentes da Dinâmica Demográfica Brasileira. **A Economia em Revista-AERE**, v. 20, n. 1, p. 1-13, 2018.

COSTANZI, R. N.; ANSILIERO, G.; **Impacto fiscal da demografia na previdência social**. Texto para Discussão, 2017.

DE LIMA, D. V.; MATIAS-PEREIRA, J.; A dinâmica demográfica e a sustentabilidade do regime geral de previdência social brasileiro. **Revista de Administração Pública**, v. 48, n. 4, p. 847-868, 2014.

FAIR, R. C.; DOMINGUEZ, K. ME.; Effects of the changing US age distribution on macroeconomic equations. 1987.

GIAMBIAGI, F.; Fim do Ciclo: O Governo Dilma. In: GIAMBIAGI, Fabio; CASTRO, Lavinia Barros de; VILLELA, André Arruda. *Economia Brasileira Contemporânea: (1945-2015)*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 239- 272.

GOLLEY, J.; TYERS, R.; Contrasting giants: demographic change and economic performance in China and India. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 77, p. 353-383, 2013.

GOLLEY, J.; ZHENG, W. E. I. Population dynamics and economic growth in China. **China Economic Review**, v. 35, p. 15-32, 2015.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Environmental impacts of a North American free trade agreement. **National Bureau of Economic Research**, 1991.

HALKOS, G. E.; PAIZANOS, E. A. The effect of government expenditure on the environment: an empirical investigation. **Ecological Economics**, v. 91, p. 48-56, 2013.

IBGE. [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. **Censo demográfico**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2010.

KELLEY, A. C.; SCHMIDT, R. M. Evolution of recent economic-demographic modeling: A synthesis. **Journal of Population Economics**, v. 18, n. 2, p. 275-300, 2005.

KINSELLA, K. G.; PHILLIPS, D. R.; **Global aging: The challenge of success**. Washington, DC: Population Reference Bureau, 2005.

LIU, S.; HU, A.; Demographic change and economic growth: Theory and evidence from China. **Economic modelling**, v. 35, p. 71-77, 2013.

LIU, S.; HU, A.; Demographic change and economic growth: Theory and evidence from China. **Economic modelling**, v. 35, p. 71-77, 2013.

LUCAS, R. E.; On the mechanics of economic development. **Econometric Society Monographs**, v. 29, p. 61-70, 1998.

MALTHUS, T. R. **An Essay on the Principle of Population**. 1872.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D.N.; A contribution to the empirics of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 107, n. 2, p. 407-437, 1992.

MASON, A. et al.; Population aging and intergenerational transfers: Introducing age into national accounts. In: *Developments in the Economics of Aging*. University of Chicago Press, 2009. p. 89-122.

MUHAMMAD, S.; TIWARI, A. K.; KHAN, S.; Is energy consumption *per capita* stationary? Evidence from first and second generation panel unit root tests. 2012.OSAKI, M. M; As ameaças ao setor de saúde brasileiro. **Revista de Administração em Saúde**, v. 19, n. 75, 2019.PANAYOTOU, T. et.al. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. **International Labour Organization**, 1993.PEGORARO, L. S. J.; O envelhecimento da força do trabalho no Brasil: evidências a partir dos dados da previdência social e consequências na segurança do trabalho. **Engenharia Segurança do Trabalho-Florianópolis**, 2019.

PENG, X.; China's demographic history and future challenges. **Science**, v. 333, n. 6042, p. 581-587, 2011.

PINHEIRO, A. C.; VELOSO, F.; **Rio de Janeiro: um estado em transição**. Editora FGV, 2015.

SATHLER, D.; População, consumo e ambiente: contribuições da Demografia para a questão ambiental. **Anais**, p. 1-17, 2016.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions? **Journal of Environmental Economics and Management**, 27, n. 2, 1994. 147-162.

SHAFIK, N.; BANDYOPADHYAY, S. **Economic growth and environmental quality: time-series and cross-country evidence**. World Bank Publications. [S.l.]. 1992.

SHAHBAZ, M.; JALIL, A.; DUBE, S. Environmental Kuznets curve (EKC): Times series evidence from Portugal, 2010.

SILVA, A.; Manoel A.; RESENDE, G. M.; Crescimento econômico comparado dos municípios alagoanos e mineiros: uma análise espacial. 2006.

SOLOW, R. M.; A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

SURI, V.; CHAPMAN, D.; Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. **Ecological economics**, v. 25, n. 2, p. 195-208, 1998.

UNITED NATIONS. **World Population Aging**, 2013. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York: United Nations, 2013.

WEI, Z.; HAO, R.; Demographic structure and economic growth: Evidence from China. **Journal of Comparative Economics**, v. 38, n. 4, p. 472-491, 2010.

ZHANG, H.; ZHANG, H.; ZHANG, J.; Demographic age structure and economic development: Evidence from Chinese provinces. **Journal of Comparative Economics**, v. 43, n. 1, p. 170-185, 2015. A

ZHANG, Z. et al.; Empirical study on the environmental pressure *versus* economic growth in China during 1991–2012. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 101, p. 182-193, 2015. B

ZHANG, Z. Y. et al.; How does demographic structure affect environmental quality? Empirical evidence from China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 133, p. 242-249, 2018.