

O crescimento do percentual de idosos na Região Sudeste: Uma aplicação via modelo linear misto

Luiz Otávio O. Pala^{1†}, Eric B. Ferreira², Juliana Petrini³

¹*Departamento de Estatística, Universidade Federal de Alfenas.*

²*Departamento de Estatística, Universidade Federal de Alfenas.*

E-mail: eric.ferreira@unifal-mg.edu.br.

³*Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.*

E-mail: juliana.petrini@unifal-mg.edu.br.

Resumo: *A população mundial vem passando por transformações quanto ao processo de transição demográfica, decrescimento da fecundidade e aumento de idosos. No Brasil, o aumento de idosos impõe desafios às políticas públicas, dado que essa coorte populacional está associada à maiores gastos com saúde e serviços sociais. Mais precisamente as regiões Sul e Sudeste do Brasil evidenciam os maiores índices de idosos, sendo o Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul os de maior população dessa faixa etária. Dada a situação, este trabalho analisou o percentual de idosos na região Sudeste do Brasil por meio de um modelo linear misto. O modelo ajustado possibilitou a análise da Região e o comportamento individual de cada Estado, permitindo o planejamento de políticas mais gerais e específicas. Como resultado, notou-se que o Rio de Janeiro e São Paulo tendem a elevar a média de idosos, sendo o fator tempo positivamente associado para a Região.*

Palavras-chave: Envelhecimento Populacional; Medidas Repetidas; Percentual de Idosos; Sudeste.

Abstract: *Changes like population aging, demographic transition and reduced fertility have been noted in countries around the world. In Brazil, the increase of the elderly population requires more public policies, since the elderly can demand more health services. The Southeast and South regions of Brazil present the highest rates of aging, with the states of Rio de Janeiro and Rio Grande do Sul being the most affected. In this sense, this paper analyzes the percentage of the elderly at southeastern, using a mixed model. The adjusted model allowed results on the region and individual analysis for each state. The results highlighted that the states of Rio de Janeiro and São Paulo had increased the average percentage of elderly people and the trend is positively associated with this phenomenon.*

Keywords: Population Ageing; Repeated Measures; Percentage of the Elderly; Southeast.

[†]Autor correspondente: luizotavio.oliveira@gmail.com.

Introdução

Estudos demográficos, econômicos e atuariais vem abordando cada vez mais a questão relativa ao envelhecimento populacional. O envelhecimento de uma população envolve um processo dinâmico relacionando a queda na fecundidade e no nível de mortalidade; de modo que com a redução da fecundidade, o percentual de jovens decresce a longo prazo, unindo-se ao aumento da expectativa de vida ao nascer. Com isso, a população começa a apresentar um maior número de adultos e idosos e um menor número de crianças. Por consequência, a pirâmide populacional passa a apresentar um comportamento retangular, caracterizando uma população idosa (KALACHE, 1987).

As consequências do envelhecimento são notadas por diversos países no mundo. Chomik e Piggott (2015) analisaram este fenômeno na Ásia, apontando que o envelhecimento está diretamente associado a doenças crônicas e cardiovasculares, tornando necessárias novas políticas sociais para comportar o processo. Chen, Huang e Li (2017) trataram os impactos no nível de desigualdade na China e como resultado notaram que os custos sociais e econômicos resultantes deste fenômeno são significativos e podem ser preocupantes em alguns países. Contexto esse relacionado com as questões apresentadas por Kalache (1987), de que países em desenvolvimento podem defrontar-se com o aumento das doenças crônicas e com os vestígios da morbidade por doenças infecciosas e parasitárias, necessitando de mais políticas e projetos.

No Brasil, o percentual de idosos na população já é considerado relevante. As expectativas apontam que este percentual continue a crescer nos próximos anos (MIRANDA; MENDES; SILVA, 2016), sendo considerado um processo irreversível e de forma acelerada (KALACHE, 1987). Dadas condições, o planejamento de políticas é um dos desafios para as próximas décadas no Brasil e que deve ser apresentado à população (MIRANDA; MENDES; SILVA, 2016). Este planejamento deve ocorrer de forma rápida, por meio de análises de âmbito nacional e regional que gerem projetos em conformidade com a realidade social e demográfica (KALACHE, 1987).

O envelhecimento na região Sudeste do Brasil

As características da transição demográfica bem como os indícios de envelhecimento populacional não ocorreram de forma homogênea na população brasileira. As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste já apresentam níveis mais avançados ao ponto que as regiões Norte e Nordeste detém maiores níveis de mortalidade e fecundidade, com composição etária menos envelhecida (VASCONCELOS; GOMES, 2012).

A região Sudeste é composta pelos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Apontada como uma das regiões mais economicamente desenvolvidas do país, aloca 42,5% da população nacional, com grande contribuição no Produto Interno Bruto (58,7%) (PORTAL BRASIL, 2019). A região detém de características etárias similares à região Sul, sendo essas duas as mais envelhecidas do país. No ano de 2010, abrigava 8,1% de idosos com idade superior a 65 anos (IBGE, 2010). No ano de 2012, os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais situavam-se entre as cinco primeiras posições no índice de envelhecimento do país. Esses estados eram compostos por 13, 11,6 e 11,8% do percentual de idosos, respectivamente. Como fonte de comparação, o estado do Amapá, localizado na região Norte do país, detinha de 5,1% de idosos na população no mesmo ano da análise (IBGE, 2012). Isto também pode ser visto por meio da Figura

1, que apresenta a série temporal relativa ao percentual de idosos na população brasileira, considerando cada região geográfica no período entre 1996 e 2012.

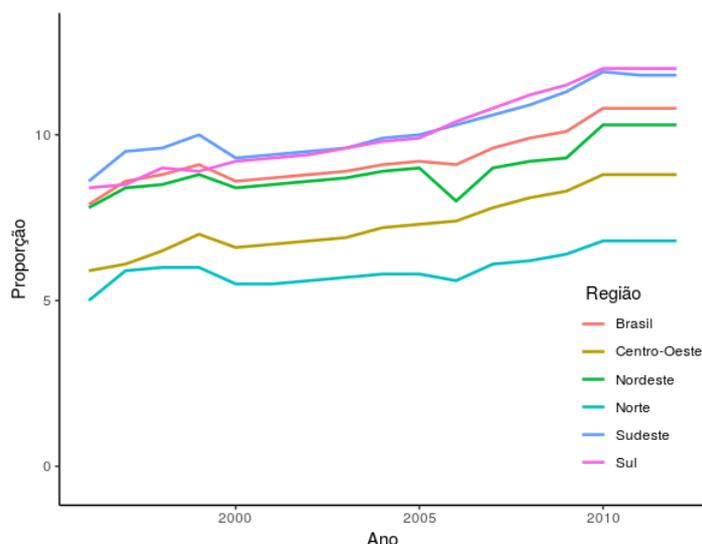


Figura 1: Proporção de idosos na população com idade superior a 60 anos, conforme as regiões brasileiras e a média nacional no período entre 1996 e 2012
 Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE (2019).

Como consequência do aumento do número de idosos e redução das coortes mais jovens, a pirâmide etária da região Sudeste modificou-se entre os anos de 2000 e 2010, como apresentado na Figura 2.

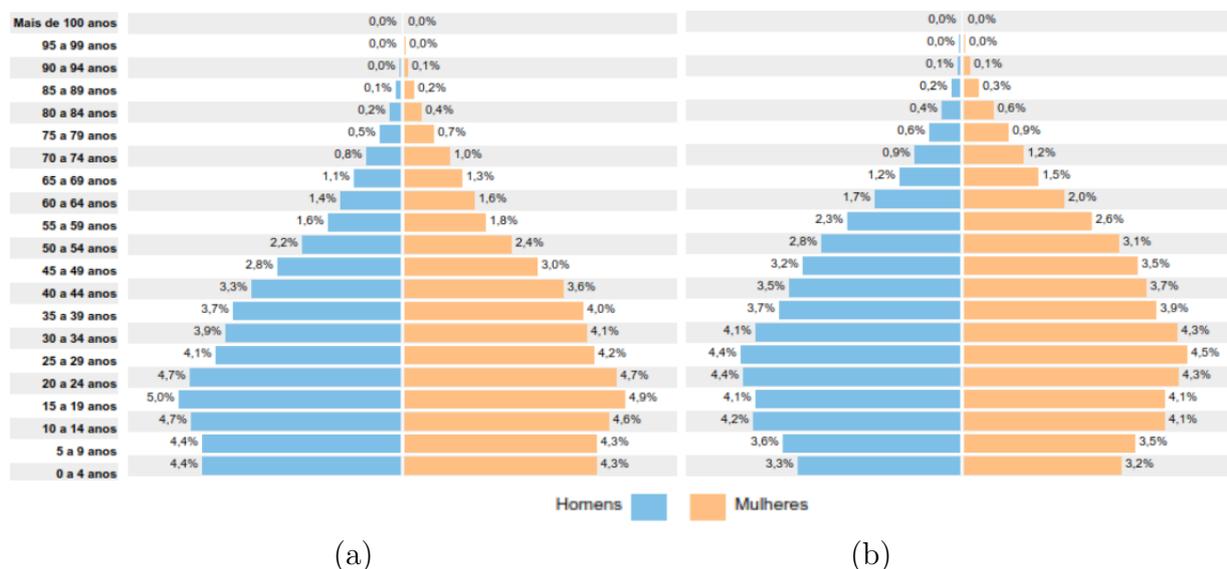


Figura 2: Pirâmides etárias da região Sudeste do Brasil nos anos de 2000 (a) e 2010 (b)
 Fonte: IBGE, 2019.

Dada a mudança, é pertinente analisar o efeito temporal deste fenômeno. Para isso,

alguns modelos estatísticos possibilitam a análise incluindo a questão longitudinal e temporal, como séries temporais e modelos mistos.

Os modelos mistos podem ser utilizados na análise de dados longitudinais, de modo que cada série temporal represente um indivíduo analisado (DEMIDENKO, 2013). Assim, pode-se assumir uma relação de independência entre os indivíduos e de dependência entre as observações deste indivíduo. Com isso, pode-se incluir efeitos fixos e aleatórios associados a cada indivíduo. Como resultado, há um modelo descrito por um intercepto e uma inclinação populacional e as respectivas variações de cada indivíduo para os modelos individuais, por exemplo (FAUSTO et al., 2008).

Há aplicações destes em áreas de ciências sociais em estudos longitudinais e em painel (FARAWAY, 2006). No contexto demográfico, foram aplicados por Villavicencio (2015) e Pereira, Spyrides e Andrade (2016) na análise do padrão de fecundidade na região Nordeste e no diagnóstico nutricional de idosos, respectivamente. Villavicencio (2015) ressaltou que estes são promissores na demografia e possibilitam políticas públicas eficientes. Assim, dada a contribuição destes em Villavicencio (2015), entende-se que tal método pode ser expandido para outros fenômenos demográficos, como o envelhecimento populacional no país, que é um fenômeno pautado nos atuais assuntos previdenciários.

Desta forma, este estudo tem por objetivo analisar o comportamento do percentual de idosos na região Sudeste do Brasil no período entre 1996 e 2012. Para isso, utilizou-se de um modelo linear misto, assumindo que cada estado possui características particulares de composição populacional e de que o processo de envelhecimento não é homogêneo entre as populações, ou seja, cada região detém de uma característica particular que pode analisada por uma componente aleatória.

Metodologia

Para este estudo, considerou-se os dados da série relativa ao percentual de idosos com idade igual ou superior a 60 anos, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), para cada Estado da Região Sudeste do Brasil. Os dados apresentam características longitudinais, coletadas anualmente, no período entre 1996 e 2012, correspondendo a 17 observações em cada região.

Assim, analisou-se através de um modelo de regressão linear misto, o efeito do tempo em relação ao percentual de idosos na Região. No contexto demográfico, tal método também foi utilizado por Barbosa e Siva e Silva (2016) para a análise da mortalidade infantil em municípios pernambucanos. Pela utilização de um modelo misto, pode-se realizar previsões para cada município, dado o comportamento ao longo dos anos.

Considerando que o envelhecimento não será homogêneo nas localidades do país e que cada população detém características particulares, conforme tratado por Vasconcelos e Gomes (2012), assumiu-se um modelo linear misto com interceptos aleatórios associados a cada Estado. Tendo em vista a questão longitudinal do fenômeno, inseriu-se também um parâmetro associado a estrutura de autocorrelação serial a partir de uma matriz AR($p = 1$). Assim, foi adotado o seguinte modelo:

$$Y_i = \alpha_j + \beta_1 t_i + \phi u_{i-1} + \epsilon_i, \quad (1)$$

em que Y_i corresponde à proporção de idosos observada no ano i ; α_j representa o intercepto aleatório associado à região Sudeste (se $j = 0$) e ao Estado j , para $j = 1, 2, 3, 4$;

β_1 corresponde a inclinação do modelo e t corresponde ao ano no qual foi observado o percentual de idosos, $t = 1, \dots, 17$; ϕ e ϵ_i representam o coeficiente de autocorrelação e o erro aleatório, respectivamente.

A estimação dos parâmetros do modelo foi realizada via máxima verossimilhança Restrita através do pacote *nlme* no Software R (R CORE TEAM, 2019), analisou-se o gráfico QQ-Plot dos resíduos do modelo geral e dos modelos individuais associados a cada Estado. Por fim, realizaram-se algumas previsões dos valores futuros da série, possibilitando a discussão dos resultados.

Resultados

Analisando a série temporal do percentual de idosos nos Estados do Sudeste, pode-se notar que o Rio de Janeiro é o Estado com o maior percentual de idosos entre os anos de 1996 e 2012. São Paulo e Minas Gerais apresentam comportamento semelhante no período, mantendo-se acima do Espírito Santo, que é o menos envelhecido da Região.

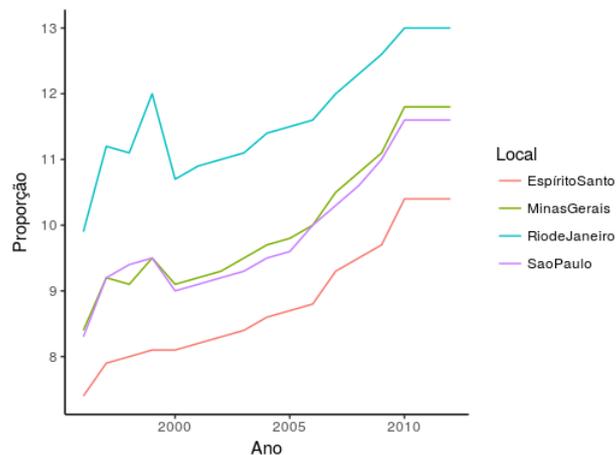


Figura 3: Proporção de idosos na Região Sudeste do Brasil segundo o Estado, analisada no período entre 1996 e 2012

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

A componente de tendência é graficamente verificada nas séries, sendo confirmada pelo teste de hipóteses de *Cox Stuart* sob a hipótese nula de ausência de tendência a um nível de significância de 5% para as quatro localidades analisadas (p -valor = 0,007). Esse resultado já era graficamente esperado, dado que esses Estados compõem o ranking dos mais envelhecidos do país nos últimos anos.

Conforme o modelo apresentado anteriormente, a Tabela 1 apresenta os coeficientes de média geral estimado para a região, ou seja, para a região Sudeste como um todo ($j = 0$).

Desta forma, pode-se notar que os dois parâmetros são significativos e diferentes de zero para a explicação do fenômeno. O efeito temporal é positivamente associado, de modo que o avançar de uma unidade no espaço de tempo, a média do percentual de idosos é elevada em 18,95% na Região. Entretanto, analisando os modelos individuais com intercepto aleatório associado a cada Estado, tem-se os seguintes resultados:

Tabela 1: Coeficientes estimados pelo modelo de regressão de média geral para a região Sudeste

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor-p
α_0	8,4068	0,5914	0
β_1	0,1895	0,0168	0
ϕ	-0,256	-	-

Tabela 2: Efeitos aleatórios (α_0) e fixos (β_i) estimados para cada Estado da Região Sudeste

Localidade	β_1	α_0
Espírito Santo	0,1895	7,1806
Minas Gerais	0,1895	8,3432
Rio de Janeiro	0,1895	9,8707
São Paulo	0,1895	8,2325

A partir dos parâmetros estimados, é possível analisar o gráfico do modelo ajustado para o fenômeno. A Figura 4 apresenta o modelo geral ajustado e individuais para cada Estado da localidade.

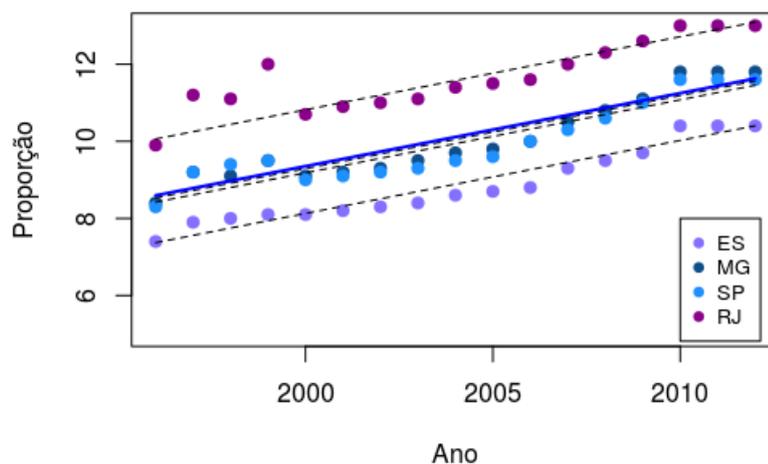


Figura 4: Modelo geral (reta contínua) e individuais (retas tracejadas) para a região Sudeste e para cada Estado, respectivamente

A Figura 5 apresenta o gráfico QQ-Plot dos resíduos do modelo geral estimado, confrontados com a distribuição teórica assumida pelo modelo com as respectivas bandas de confiança à um nível de 95%.

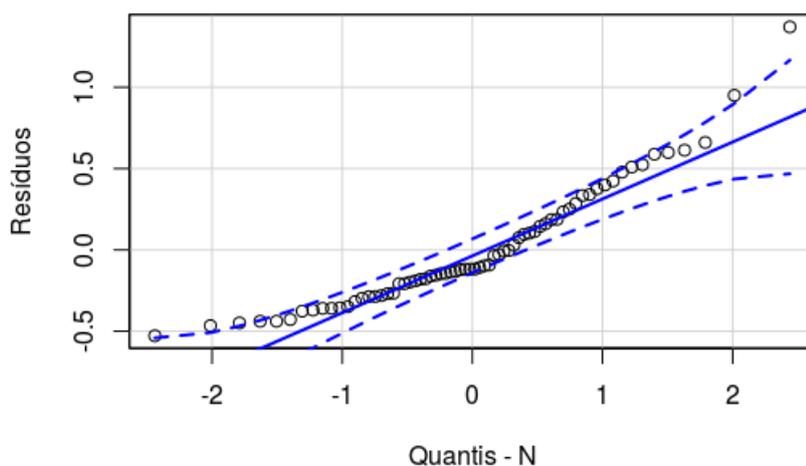


Figura 5: Gráfico QQ-Plot dos resíduos do modelo geral estimado

A partir da análise gráfica dos resíduos do modelo geral, a Figura 6 apresenta o gráfico QQ-Plot dos resíduos dos modelos individuais de cada localidade da Região, confrontados com os quantis da distribuição normal padrão.

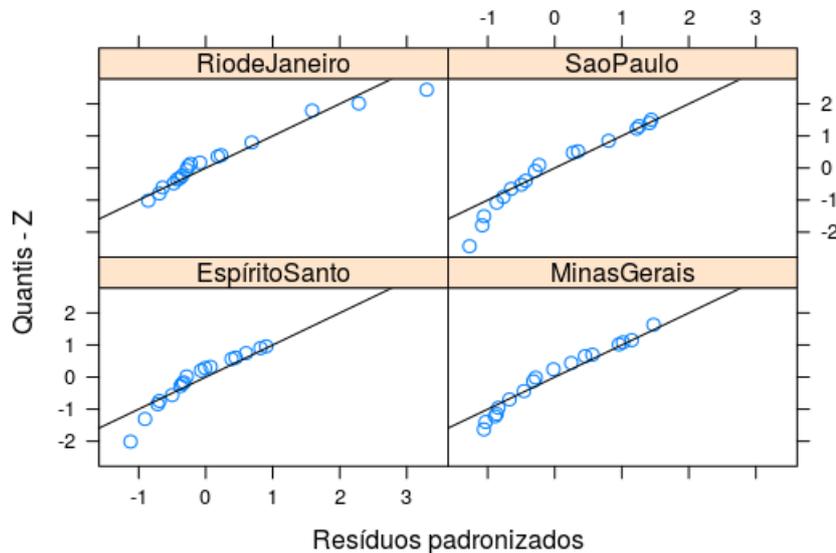


Figura 6: Gráfico QQ-Plot dos resíduos dos modelos individuais

Pode-se notar o efeito positivo do tempo na proporção de idosos durante o período analisado. As previsões do modelo geral apontam um percentual médio de idosos de 11,81%, 12,00% e 12,19% para os anos de 2013, 2014 e 2015, respectivamente no Sudeste. Para o Rio de Janeiro, o Estado mais envelhecido da Região, é previsto um percentual de

idosos de 13,28% em 2013 e 13,66% em 2015. Fato que indica um crescimento do número de idosos na região como um todo, até mesmo para o Espírito Santo, Estado com menor percentual de idosos da Região Sudeste. As demais previsões podem ser analisadas na Figura 7, correspondendo ao período de 1996 a 2019.

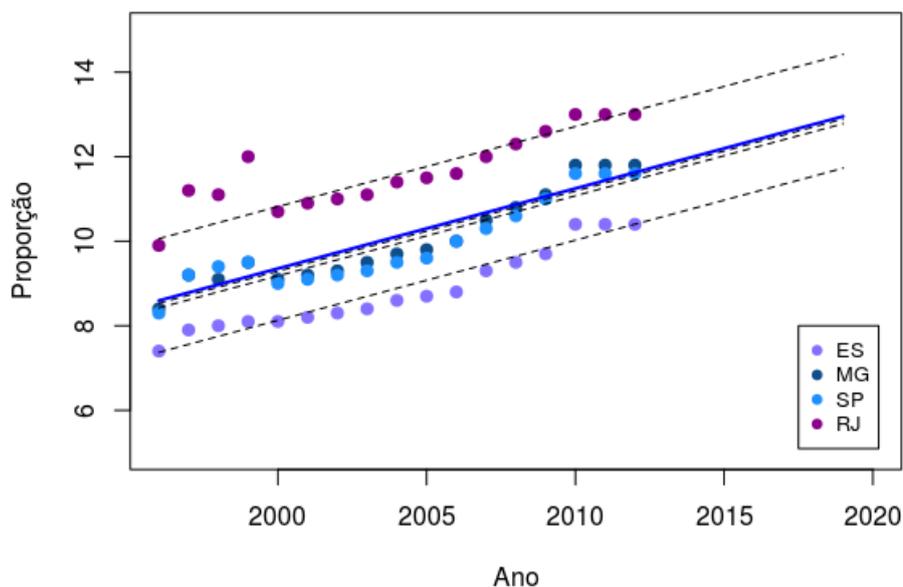


Figura 7: Proporção de idosos prevista para os anos de 2013 a 2019 por localidade e para a região Sudeste

As previsões apresentadas na Figura 7 indicam que em 2019 12,95% da população da região Sudeste do Brasil será classificada como idosa, ou seja, com idade superior a 60 anos. Essa proporção prevista aproxima-se do percentual de idosos registrado em 2017 na Ásia e no Mundo, de 12% e 13%, respectivamente (UNITED NATIONS, 2017). Esse percentual é menor quando comparado à Europa, que deteve de um percentual de 25% em 2017 conforme as perspectivas populacionais das Nações Unidas (2017). É válido ressaltar que as previsões realizadas abrangeram uma janela máxima de seis anos em função do reduzido número de observações das séries temporais que estão disponibilizadas somente até o ano de 2012, prejudicando também a análise do erro de previsão nos anos após 2012.

Como visto, o fato do envelhecimento está presente em diferentes magnitudes e de forma acelerada em algumas populações. O rápido crescimento está impactando também no cenário mundial. A população idosa dobrará entre os anos de 2015 e 2050, atingindo um percentual de 22% (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018). E essas transformações já serão evidenciadas no ano de 2020, onde o número de idosos será maior que o de crianças com idade inferior a 5 anos, e em 2050 onde 80% dos idosos estarão vivendo em países de renda baixa e média (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018). Essas afirmações contribuem para a necessidade de planejamento de políticas voltadas para o fenômeno no Brasil, abrindo espaço para estudos que avaliem tal magnitude e consequências do envelhecimento.

Considerações finais

Com o efeito do envelhecimento populacional, estudos apontam que as localidades Brasileiras não envelhecerão de forma homogênea. Tal afirmação é considerável, pois cada Estado e/ou Região detém costumes, hábitos e condições sociais diferentes que relacionam-se com o envelhecimento de uma população. Entretanto, o problema do envelhecimento é uma realidade que está sendo presenciada em diversos países pelo mundo bem como no Brasil, que já apresenta populações mais envelhecidas no Estado do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

O Sudeste é uma Região Brasileira que já apresenta indícios de envelhecimento, de modo que a população do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais estão entre aquelas com o maior percentual de idosos do Brasil e com níveis cada vez mais avançados. Essa condição pode ser preocupante em uma região com grande participação na economia do país, necessitando de previsões acerca do desenvolver desse fenômeno e possibilitando formas de planejamento.

Assim, a utilização de um modelo linear misto possibilitou a análise e realização de previsões do percentual de idosos para a Região e para cada Estado. Tal contribuição propicia basicamente dois níveis: a elaboração de políticas para o percentual de idosos esperados no Sudeste e informações individuais acerca desse percentual em cada Estado, via utilização de um intercepto aleatório.

Em suma, é fundamental que os planejamentos aqui apontados englobem questões como o atendimento a saúde de idosos e previdenciárias. Essa última sendo discutida atualmente em função do aumento do número de idosos e da expectativa de vida ao nascer que podem pressionar o sistema previdenciário ou elevar o riscos de carteiras de seguradoras.

Por fim, entende-se que as considerações levantadas podem ser enriquecidas na inclusão de efeitos aleatórios no coeficiente associado ao efeito temporal do percentual de idosos. Tal condição possibilitaria a análise do efeito temporal individual em cada localidade, tendo como premissa a condição de Kalache (1987). Além dessa, uma sugestão de expansão deste para todas as Regiões do Brasil pode ser considerada, possibilitando o levar de informações que contribuam com políticas ao nível nacional.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências bibliográficas

BARBOSA E SILVA, C; SILVA, P. A mortalidade infantil nos municípios de Pernambuco utilizando Modelo Linear Generalizado Misto. *VII Congresso da Associação Latino Americana de População*. 2016.

CHEN, X.; HUANG, B. LI, S. Population ageing and inequality: Evidence from China. *The World Economy*, v. 41, n. 8, p. 1976 - 2000, 2017.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 180-190, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

- CHOMIK, R.; PIGGOTT, J. Population Ageing and Social Security in Asia. *Asian Economic Policy Review (AEPR)*, v. 41, n. 8, p. 1976 - 2000, 2015.
- DEMIDENKO; E. *Mixed Models: Theory and Applications with R*. Wiley-Interscience, 2 ed., 2013.
- FARAWAY; J. *Extending the Linear Model with R*. Chapman & Hall/CRC. 2006.
- FAUSTO, M; CARNEIRO, M; ANTUNES, C; PINTO, J; COLOSIMO, H.O modelo de regressão linear misto para dados longitudinais: uma aplicação na análise de dados antropométricos desbalanceados. *Cad. Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 513 - 524. 2008.
- IBGE. Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 190.755.799 pessoas. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&idnoticia=1866&t=primeiros-resultados-definitivos-censo-2010-populacao-brasil-190-755-799-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 25 Fev, 2019.
- IBGE. Proporção de idosos na população. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2012/a14.def>. Acesso em: 25 Fev, 2019.
- KALACHE, A. Envelhecimento populacional no Brasil: uma realidade nova. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 0.3, n. 3, 1987.
- MIRANDA, G.; MENDES, A.; SILVA, A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. *Rev. bras. geriatr. gerontol*, v. 19, n. 3, p. 507 - 519, 2016.
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248. 2017.
- PEREIRA, I; SPYRIDES, M; ANDRADE, L. Estado nutricional de idosos no Brasil: uma abordagem multinível. *Cad. Saúde Pública*, v. 35, n. 5, 2016.
- PORTAL BRASIL. *Brasil: Região Sudeste*. Disponível em: http://www.portalbrasil.net/regiao_sudeste.htm. Acesso em: 25 Fev, 2019.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Envelhecimento e saúde. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso em: 8 Abril, 2019.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 180-190, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

VASCONCELOS, A.; GOMES, M. Transição demográfica: a experiência brasileira. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 21, n. 4, 2012.

VILLAVICENCIO, L. *Fecundidade do Nordeste Brasileiro: uma abordagem com Modelos Não Linear de Efeitos Mistos*. 2015. 100f. Dissertação (Mestrado em Demografia) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

Sigmae, Alfnas, v.8, n,2, p. 180-190, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).