

Efeitos da migração, da mortalidade e da reposição de coortes sobre a variação da população em idade de trabalho das unidades da federação brasileira entre 2000 e 2022

Effects of migration, mortality and cohort turnover on the variation in the working-age population of the Brazilian federation units between 2000 and 2022

Reinaldo Onofre dos Santos

reinaldoos@cedeplar.ufmg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6762-9100>

Professor Adjunto do Departamento de Demografia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Pesquisador do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR), Brasil

Resumo

O objetivo desse trabalho é avaliar os componentes que explicam a variação da população em idade de trabalho no Brasil, entre 2000 e 2022. A diversidade regional brasileira, em vários aspectos, se traduz em uma variedade de níveis de fecundidade, mortalidade e migração. Essa diversidade promove diferentes interações entre transição de estrutura etária e perdas ou ganhos de população em idade de trabalho entre as unidades da federação. O presente estudo realizou uma decomposição da variação da população em idade de trabalho em efeitos de mortalidade, de reposição de coortes e de migração, nos períodos de 2000 a 2010 e de 2010 a 2022, por sexo e para cada unidade da federação. Os resultados mostram aumento do efeito da mortalidade e redução do efeito da reposição das cortes ao longo do tempo, além de novas formas espaciais da migração no Brasil.

Palavras-chave

Migração
População em idade de trabalho
Decomposição
Brasil

Abstract

The aim of this study is to assess the factors contributing to changes in Brazil's working-age population between 2000 and 2022. Brazil's regional diversity manifests in varying levels of fertility, mortality, and migration, which influence age structure transitions and the dynamics of the working-age population across its states. This research conducted a decomposition analysis of working-age population changes, focusing on mortality, cohort turnover, and migration effects during the periods 2000-2010 and 2010-2022, disaggregated by sex for each state. The findings indicate a rising impact of mortality and declining influence of cohort turnover over time, alongside emerging patterns of migration within Brazil.

Keywords

Migration
Working-age
population
Decomposition
techniques
Brazil

Enviado: 11/08/24

Aceptado: 20/12/24

Introdução

As mudanças demográficas que o mundo assistiu nas últimas décadas têm ganhado outros contornos, manifestando-se na dinâmica de crescimento populacional de diversas populações. Os dados das Nações Unidas sobre população (United Nations, 2024) mostram que o crescimento intrínseco negativo, manifesto pela baixa fecundidade e não compensado pelos outros componentes, já se apresenta como decrescimento em vários países. Para o Brasil, as previsões, tanto das Nações Unidas quanto do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apontam para os efeitos dos baixos níveis de fecundidade que vêm sendo registrados há décadas e que se traduzirão em crescimento negativo entre 2040 e 2045 (IBGE, 2024; United Nations, 2024).

Entretanto, tais mudanças a serem assistidas não são novidade para os demógrafos (Bloom e Freeman, 1988; Carvalho, 2001), que já assinalaram suas consequências sobre o processo de mudanças na estrutura etária da população, acarretando impactos em diversos campos, tais como transferências intergeracionais, investimento em educação, sua relação com o desenvolvimento econômico, dentre outros (Knodel et al., 1992; Queiroz e Turra, 2010; Véron et al., 2207).

Um aspecto especial dessa mudança diz respeito à chamada “janela demográfica”, ou “bônus demográfico”¹ ((Bloom, Canning e Sevilla, 2003; Carvalho e Wong, 1999; Lee e Mason, 2006; Van Der Gaag e De Beer, 2015), situação entendida como um período em que a relação entre população em idade inativa e população em idade de trabalho atinge valores baixos em decorrência da queda dos níveis de fecundidade e do aumento da sobrevivência (Lee e Mason, 2006). Nesse sentido, abre-se especial interesse em compreender os componentes que determinam a variação da população em idade de trabalho, associado à preocupação sobre seu papel no envelhecimento populacional e no mercado de trabalho (Fihel et al., 2018; Prskawetz et al., 2005).

As condições econômicas favoráveis promovidas pela variação da população em idade de trabalho despertaram especial interesse de demógrafos sobre a sua relação com as componentes demográficas, em especial fecundidade e migração, na manutenção de tais condições (Kasprowicz e Rhyne, 2013; Melo e Rios-Neto, 2020; United Nations, 2005). Em casos em que tais condições economicamente favoráveis já foram observadas, como na Europa Ocidental, estudos dedicaram-se a verificar qual o nível necessário de recuperação da fecundidade, ou reposição populacional adulta via imigração, para que a “janela demográfica” se mantenha ou que a relação entre população em idade inativa e ativa se torne sustentável ao longo do tempo (Craveiro et al., 2019; United Nations, 2000).

No Brasil, uma leitura dos dados preliminares do Censo Demográfico de 2022 aponta que o território brasileiro apresenta um maior número de regiões com crescimento negativo em relação à primeira década desse século, demonstrando que as previsões das Nações Unidas (United Nations, 2024) para o Brasil de crescimento negativo na década de 2040 pode ocorrer antes do período estimado.² Com foco nos aspectos regionais do crescimento demográfico e seu impacto na população em idade

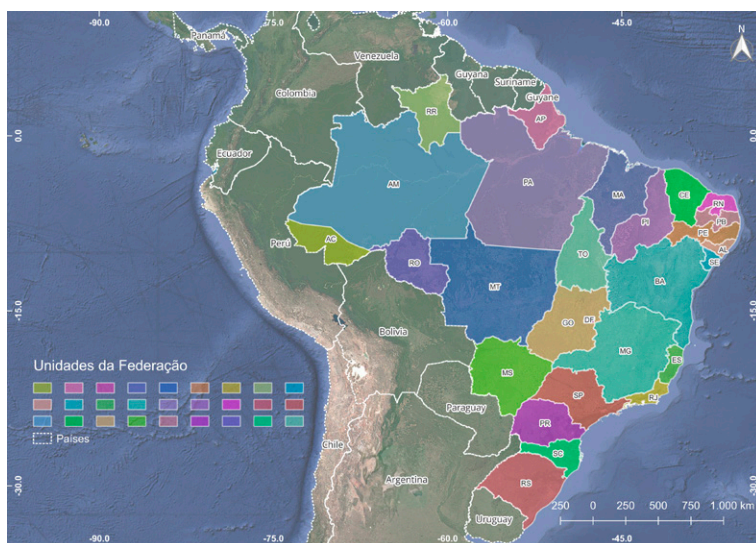
1 Melo e Rios-Neto (2020) citam que o bônus ocorre quando a razão de dependência atinge o seu mínimo, ao passo que outros autores afirmam que a janela demográfica estaria aberta quando a proporção da população com idades entre 0 e 14 anos é inferior a 30 % e a proporção da população com mais de 65 anos ainda é inferior a 15 % (Kasprowicz e Rhyne, 2013; United Nations, 2004).

2 A revisão das Nações Unidas de 2024 antecipa para 2043 o crescimento negativo para o Brasil que era previsto para 2047 na revisão anterior, de 2022 (United Nations, 2022, 2024).

de trabalho, esse artigo se propõe a identificar, em análise retrospectiva,³ a participação dos principais componentes da variação da população em idade de trabalho no Brasil entre 2000 e 2022.

Para a identificação dos componentes de mudança na população em idade de trabalho foram utilizados os três últimos censos demográficos, dados de óbitos da população entre 15 e 64 anos, provenientes do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), além da divisão territorial do Brasil em 27 unidades da federação, como apresentado na Figura 1.

Figura 1. Unidades da federação, Brasil.



Fonte: IBGE (2023).

Sabe-se que existem diferentes regimes de migração no Brasil e no interior das unidades da federação, em grande parte como resultado de diferenciais de comportamento das transições no curso de vida (Santos, 2018, 2019; Santos e Barbieri, 2019) ou heterogeneidade espacial na distribuição dos fatores de produção. Nesse sentido, a avaliação, em unidades territoriais, da variação do volume de pessoas em idade de trabalho e sua

3 Caswell (2019) destaca, nos estudos demográficos, a diferença entre estudos prospectivos ou de sensibilidade, em que se busca simular os efeitos de mudanças em uma variável demográfica em outra, e os estudos retrospectivos, ou de decomposição, que buscam analisar a participação de diferentes efeitos já observados e registrados nos dados sobre uma variável específica.

decomposição em efeito da migração e de mudanças na estrutura etária contribuem para a produção de estimativas mais precisas e hipóteses mais robustas sobre as tendências de crescimento populacional no país.

Para tanto, foi efetuada a decomposição da diferença entre as populações em idade de trabalho de 2000 a 2010 e de 2010 a 2022, a partir do método proposto por De Beer, Van Der Erf e Huisman (2012), tal como descrito na próxima seção. Em seguida, serão apresentados os resultados para os dois períodos e descritas as principais mudanças demográficas que explicam a variação da população em idade de trabalho. Por fim, serão discutidas algumas implicações resultantes de tal cenário.

Materiais e métodos

Existem vários estudos dedicados a produzir análises retrospectivas sobre a população em idade de trabalho. Prskawetz et al. (2005), por exemplo, em seu estudo para decompor indicadores de força de trabalho, aplicam o método de decomposição de Vaupel (1992) e Vaupel e Canudas-Romo (2002) sob o argumento de que a mudança na variável de interesse ao longo do tempo pode assumir a forma exponencial, logística ou qualquer outra forma, ao passo que o método de decomposição de Kitagawa (1955) assume variação linear apenas.

Do ponto de vista da migração, Plane (1987) utiliza uma adaptação do método *shift-share* para compreender o papel de diversos sistemas na variação da população migrante, a saber, o sistema de crescimento e o sistema migratório.

O método empregado neste trabalho para decompor a variação da força de trabalho nos componentes migração, mortalidade e reposição de coortes foi proposto por De Beer, Van Der Erf e Huisman (2012). O mesmo método foi utilizado em outros momentos, como por Ghio, Natale e Goujon (2021) e Ghio, Goujon e Natale (2022) para avaliar o papel da migração na variação da força de trabalho em unidades territoriais europeias para fins estatísticos (NUTS⁴) entre 2015 e 2019. Kashnitsky, De Beer e Van Wissen (2017) utilizaram o método como parte do processo

4 Sigla do termo original em francês: *Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques*.

de decomposição das taxas de suporte em efeito da migração, reposição das coortes e mortalidade. Rusu (2022) aplica o método para estimar o efeito da migração sobre o processo de envelhecimento populacional da Romênia. Drobnjaković et al. (2022) analisaram a relação entre o efeito da reposição de coortes e o efeito da migração, classificando regiões da Sérvia de acordo com valores das duas variáveis (alto-alto, alto-baixo, baixo-alto e baixo-baixo).

O método parte da equação da variação da força de trabalho e os componentes responsáveis pelo crescimento desta população (equação 1).

$$\Delta_{50}P_{15}^{t,t+n} = {}_{50}P_{15}^{t+n} - {}_{50}P_{15}^t = E_{\text{reposição de coortes}} - E_{\text{Mortalidade}} + E_{\text{Migração}} \quad (1)$$

Onde $\Delta_{50}P_{15}^{t,t+n}$ é a variação da população em idade de trabalho, definida pelo grupo etário de 15 a 64 anos. Trata-se da diferença entre essa população no tempo $t+n$ e t (${}_{50}P_{15}^{t+n} - {}_{50}P_{15}^t$). $E_{\text{reposição de coortes}}$ corresponde ao efeito da reposição de coortes, $E_{\text{Mortalidade}}$ é o efeito da mortalidade e $E_{\text{Migração}}$ é o efeito da migração sobre a variação da população em idade de trabalho.

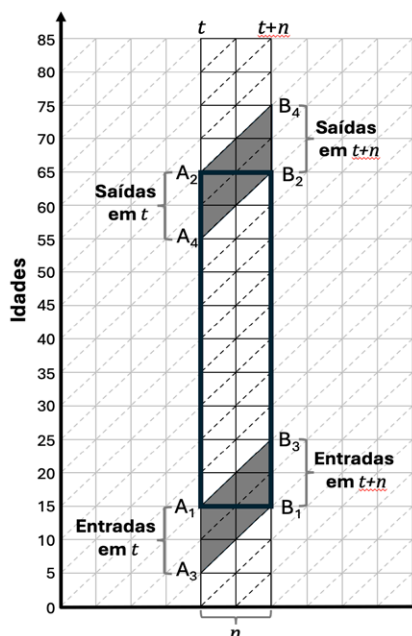
O efeito mortalidade é dado pelo número de óbitos entre as idades 15 e 64 anos no intervalo entre os períodos de análise e registrados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), ou seja, entre t e $t+n$ (equação 2).

$$E_{\text{Mortalidade}} = {}_{50}D_{15}^{t,t+n} \quad (2)$$

O efeito de reposição de coortes refere-se à diferença entre as coortes que entraram na idade de trabalho e aquelas que saíram deste grupo no período entre t e $t+n$, tal como descrito na Figura 2.

A estimativa do tamanho da reposição de coortes depende do número de indivíduos no período t que participam da transição no intervalo n , sendo representado no diagrama de Lexis pelos indivíduos na base e no topo do retângulo. A estimação do número de indivíduos que entram na população em idade de trabalho pode ser expressa pelo número de indivíduos em t no segmento A_1 - A_3 , adicionando metade do crescimento, ou da variação, entre os indivíduos da coorte entre os dois períodos, ou seja, a adição de metade da subtração entre os segmentos B_3 - B_1 e A_1 - A_3 (equação 3). Nesse caso, pressupõe-se que metade dos efeitos da migração e da mortalidade, responsáveis pela variação do tamanho da coorte

Figura 2. Reposição de coortes representado no diagrama de Lexis.



Ao lado, o diagrama de Lexis ilustra o papel da reposição de coortes na variação da população em idade de trabalho num dado período.

A variação da população em idade de trabalho é representada pelo retângulo A1, A2, B2 e B1.

O paralelogramo A1, A3, B1 e B3 representa a coorte de indivíduos que possuía idade entre 5 e 14 anos no momento t e que entrará na população em idade de trabalho durante o período n (entre t e $t+n$), com idade entre 15 e 24 anos em $t+n$.

O paralelogramo A2, A4, B2 e B4 representa a coorte de indivíduos que possuía idade entre 55 e 64 anos no momento t e que sairá da população em idade de trabalho durante o período n (entre t e $t+n$), com idade entre 65 e 74 anos em $t+n$.

O paralelogramo A1, A4, B2 e B3 representa a coorte de indivíduos que possuía idade entre 15 e 54 anos no momento t e que permanece na população em idade de trabalho durante o período n , com idade entre 25 e 64 anos em $t+n$, não participando da reposição de coortes.

Fonte: Adaptado de De Beer, Van Der Erf e Huisman (2012).

no intervalo, ocorre fora da população em idade de trabalho (triângulo A₁, A₃ e B₁), ao passo que metade será capturada dentro da variação da população em idade de trabalho (triângulo A₁, B₁ e B₃).

$$E_{\text{reposição de coortes, entradas}} = \underbrace{n P_{15-n}^t + \frac{n P_{15}^{t+n} - n P_{15-n}^t}{2}}_{\text{Efeito de Entrada na população em idade de trabalho}} \quad (3)$$

Onde $n P_{15-n}^t$ é a população da coorte n anos mais jovem no período t . $n P_{15}^{t+n}$ é a população da coorte, entre 15 e 15+n, no período $t+n$. Para a população de saída, o raciocínio é o mesmo, ou seja, define-se a população entre 65-n e 64 anos no período t e adiciona-se metade da variação entre essa população e a população entre 65 e 65+n no período $t+n$ (equação 4). Tal como ocorre com a coorte de entrada, pressupõe-se que metade dos efeitos da migração e da mortalidade, responsáveis pela variação do tamanho da coorte no intervalo, ocorre fora da população em idade de trabalho (triângulo A₂, B₂ e B₄), ao passo que metade será capturada dentro da variação da população em idade de trabalho (triângulo A₂, A₄ e B₂).

$$E_{\text{reposição de coortes, saídas}} = \underbrace{n^{p^t}_{65-n} + \frac{n^{p^{t+n}}_{65} - n^{p^t}_{65-n}}{2}}_{\substack{\text{Efeito de saída} \\ \text{na população em idade de} \\ \text{trabalho}}} \quad (4)$$

O efeito total da reposição de coortes é dado pelo tamanho da coorte de entrada, subtraído o tamanho da coorte de saída, ou seja:

$$E_{\text{reposição de coortes}} = \underbrace{n^{p^t}_{15-n} + \frac{n^{p^{t+n}}_{15} - n^{p^t}_{15-n}}{2}}_{\substack{\text{Efeito de Entrada} \\ \text{na população em idade de} \\ \text{trabalho}}} - \underbrace{n^{p^t}_{65-n} + \frac{n^{p^{t+n}}_{65} - n^{p^t}_{65-n}}{2}}_{\substack{\text{Efeito de saída} \\ \text{na população em idade de} \\ \text{trabalho}}} \quad (5)$$

Fica explícita a facilidade de se trabalhar com intervalos intercensitários por serem, geralmente, intervalos decenais. Isso implica que, entre 2000 e 2010, os grupos etários envolvidos na reposição de coortes são: 5 a 14 anos e 55 a 64 anos em 2000; e 15 a 24 e 65 a 74 anos em 2010. Tal cenário facilita a computação dos dados, pois trata-se de agregações de grupos quinquenais de idade.

Para o intervalo entre 2010 e 2022, os grupos de idade utilizados respeitaram o intervalo intercensitário, ou seja: 3 a 14 anos e 53 a 64 anos em 2010; e 15 a 26 anos e 65 a 76 anos em 2022. Como já é conhecido na literatura, o grupo etário de 0 a 4 anos tende a ser o mais subenumerado em levantamentos censitários, com cobertura inferior ao grupo de 5 a 9 anos (Santos e Gonçalves, 2018; Wong et al., 2020). Ainda assim, assume-se que esse efeito se dilui no intervalo, por ser um grupo etário curto em relação ao período e à variação do crescimento da coorte.

Um ponto importante é que, com as mudanças demográficas na fecundidade e na mortalidade, imagina-se que a sucessão de coortes introduza um número cada vez menor de indivíduos na população e, com o aumento da sobrevivência de cada coorte, a reposição de coortes estaria se reduzindo, com coortes maiores de saída em relação a suas antecessoras.

A estimação do efeito migração é produzida por resíduo, ou seja, pela variação da população em idade de trabalho adicionando-se o efeito da mortalidade e subtraindo-se o efeito da reposição de coortes (equação 6).

$$E_{\text{Migração}} = \Delta_{50}P_{15}^{t,t+n} + E_{\text{Mortalidade}} - E_{\text{reposição de coortes}} \quad (6)$$

$$E_{\text{Migração}} = \Delta_{50}P_{15}^{t,t+n} + {}_{50}D_{15}^{t,t+n} - \left[\left(nP_{15-n}^t + \frac{nP_{15}^{t+n} - nP_{15-n}^t}{2} \right) - \left(nP_{65-n}^t + \frac{nP_{65}^{t+n} - nP_{65-n}^t}{2} \right) \right]$$

Isso implica que o efeito da migração é um efeito líquido, mas não pode ser confundido com saldo migratório. Isso porque o saldo migratório estimado de forma indireta considera a projeção de uma coorte fechada e sua comparação com a coorte observada, aberta aos fluxos migratórios no final do período (Carvalho, 1982). A diferença entre a população observada e a projetada fechada configura-se no saldo migratório, também chamado de migração líquida.

Entretanto, o efeito migração não é medido, neste trabalho, como efeito de coorte, mas sim dentro do efeito de idade. Estima-se a perda ou ganho populacional atribuído aos movimentos migratórios na variação presente no retângulo A_1 - A_2 - B_2 - B_1 (Figura 2). Em outros termos, estima-se a perda ou ganho a partir de movimentos que ocorreram quando os indivíduos estavam dentro da população em idade de trabalho, diferente da abordagem de projeção de coortes.

Por se tratar de uma estimação por resíduo, o efeito líquido não distingue o que seria migração interestadual ou internacional. Além disso, o efeito da migração carrega eventuais desvios das estimativas de estoque populacional e de mortalidade, traduzidas em erros de enumeração censitária e sub-registro de óbitos (ver Apêndice).

Sobre os erros de enumeração censitária é importante ressaltar alguns pontos. As variações na enumeração entre os censos afetarão o indicador de reposição de coortes e, por conseguinte, afetarão também o efeito migração, uma vez que este é estimado por resíduo. Além disso, ressalta-se que se trata de avaliar a cobertura censitária em grupos etários distintos, uma vez que, se n é o intervalo intercensitário, no censo demográfico mais antigo do decênio a faixa etária é definida entre 15 – n e 64 anos completos (“entradas” + população em idade de trabalho) e, no censo demográfico mais recente, a faixa etária é definida entre 15 e 64 + n (“saídas” + população em idade de trabalho).

A partir dessa constatação, pode inferir que os erros de cobertura censitária – ou enumeração – irão afetar a estimativa de diferentes formas,

podendo ser descritos em alguns casos. No primeiro caso, se o *erro de subenumeração existir e for o mesmo nos dois censos demográficos* (mesmo grau de cobertura), haverá redução dos valores absolutos da quantidade de pessoas que entram, saem e permanecem na população em idade de trabalho. Todavia, em termos relativos, a reposição de coortes permanece a mesma que no cenário em que houvesse cobertura completa em ambos os censos demográficos. Nessa situação, a variação da população em idade de trabalho reduz-se, da mesma forma que a reposição de coortes, aumentando a participação relativa da mortalidade – em termos relativos – na explicação da variação da população em idade de trabalho. Por conseguinte, o efeito migração também é *menor* (menos negativo ou menos positivo), se comparado com o cenário em que não há erros de enumeração.

Na situação em que existem *erros de enumeração iguais por idade, porém com diferença entre os censos*, haverá, também, mudanças na reposição de coortes. Se o grau de enumeração for menor no primeiro censo do período, ocorrerão redução das entradas e aumento das saídas na população em idade de trabalho, se comparado com a situação de total cobertura nos dois censos, em termos absolutos e relativos. Além disso, a variação da população em idade de trabalho irá aumentar pelo mesmo motivo. Nesse caso, com o aumento da variação da população em idade de trabalho, redução da reposição de coortes e efeito mortalidade constante, o resultado torna o efeito migração menos negativo, ou mais positivo.

No sentido inverso, se o menor grau de enumeração existe no segundo censo, a reposição de coortes tenderá a aumentar, a partir do crescimento das entradas e da redução das saídas na população em idade de trabalho, se comparado com a situação de ausência subenumeração nos dois censos. Nesse caso, a variação da população em idade de trabalho também irá reduzir-se e, por conseguinte, o efeito migração será alterado. Assim, com menor variação da população em idade de trabalho, maior reposição de coortes e mantendo o efeito mortalidade constante, o efeito migração tende a ser mais negativo, ou menos positivo, em relação ao cenário de ausência de erros de enumeração.

Por fim, *erros de enumeração diferenciais por idade* abrem várias possibilidades de análise, pois podem afetar positiva ou negativamente a variação da população em idade de trabalho, bem como suas entradas e saídas. O efeito das entradas, saídas e da variação total da população em idade de trabalho sobre a migração dependerá de como graus diferenciais de cobertura censitária diferem entre os censos e estão distribuídos entre os grupos de idade.⁵

Existem vantagens de se usar registro de óbitos para a estimação do efeito da migração. Imaginemos que o efeito de reposição de coortes seja igual a zero e que não há óbitos de pessoas que estavam no início do intervalo considerado para a variação da população em idade de trabalho. Nesse cenário, a variação da população em idade de trabalho seria zero, na ausência de migração. Agora imaginemos que, nesse exemplo, ocorresse apenas a chegada de imigrantes em idade de trabalho e que todos eles morreram no intervalo. O resultado seria que, se não há sub-registro de óbitos, o efeito da migração seria dado apenas pelos óbitos, já que a reposição de coortes seria igual a zero. Nesse caso, todos os migrantes, mesmo que registrados como óbitos, seriam contabilizados como efeito da migração.

Do mesmo modo, se há uma população, tal como no exemplo anterior, com reposição de coortes igual a zero e óbitos de pessoas que estavam em idade de trabalho no início do período igual a zero, um valor negativo da população em idade de trabalho seria atribuído a efeito negativo da migração líquida, mesmo que esses indivíduos estejam todos mortos no final do período. O fato é que o uso dos registros de óbitos torna a decomposição mais sensível aos eventos migratórios, captando melhor seu efeito, em detrimento do uso de tabelas de sobrevivência, que estimariam os óbitos apenas daqueles que estão presentes no início do intervalo e são mais eficientes para estimação de variações de estoque populacional. O Tabela 1 resume os efeitos do uso de tabelas de sobrevivência e estatísticas de óbitos sobre a imigração e emigração.

5 Para mais detalhes, o Apêndice apresenta a decomposição da variação da população em idade de trabalho nos efeitos puros de migração, mortalidade e reposição de coorte, bem como nos erros de sub-registro de óbitos, subenumeração nas faixas etárias da população em idade de trabalho, grupos de entrada e de saída.

Tabela 1. Efeitos do uso de estatísticas de óbitos e tabelas de sobrevivência sobre a estimação do efeito da migração sobre a variação da população em idade de trabalho.

	Tabelas de sobrevivência	Estatísticas de óbitos
Imigração	Eventos: subestimação	Eventos: correto
	Variação de estoque: correto	Variação de estoque: sobrestimação
	(A)	(B)
Emigração	Eventos: subestimação	Eventos: correto
	Variação de estoque: correto se os riscos de óbito ou migrar forem independentes	Variação de estoque: correto
	(C)	(D)

Fonte: Elaboração própria.

No caso de uso de tabelas de sobrevivência, os óbitos estimados subestimariam a migração líquida negativa, pois computariam os óbitos de emigrantes como óbitos de não migrantes, assim como subestimariam também a migração líquida positiva, por computar apenas os óbitos dos residentes no início do intervalo, não incluindo os óbitos dos migrantes. Por outro lado, as tabelas de sobrevivência captariam melhor o efeito da migração sobre a variação de estoque, ignorando os óbitos de imigrantes – que não contribuiriam para o estoque no final do período – e estimando como óbitos aqueles que morreram após o evento migratório. Esse último caso só é verdadeiro se os riscos de emigrar e morrer no intervalo forem independentes, ou seja, não há riscos maiores ou menores de óbito, dado que o indivíduo vivenciou o evento migratório, além do risco de morrer ser o mesmo para emigrantes e não migrantes na origem.

Por outro lado, o uso de estatísticas vitais são sensíveis aos eventos, seja pela contabilização dos óbitos de imigrantes no destino, seja pela não contabilização dos óbitos dos emigrantes após a emigração. No primeiro caso, os óbitos são somados à variação de estoque populacional e sobrestimam o efeito da migração (equação 6). No segundo caso, as estatísticas de óbitos, ao não captarem os registros de emigrantes, deixam para a emigração, estimada por resíduo, a explicação das ausências na população no final do período. Nesse caso, as estimativas de óbitos captam corretamente os eventos emigratórios e não incluem vieses nas estimativas de *variação de estoque* promovidas pelo efeito líquido da migração.

Uma questão que se torna importante é o sub-registro de óbitos. Nesse caso, como a mortalidade é adicionada à variação da população em idade de trabalho para a estimação do efeito da migração, o sub-registro de óbitos irá sobrestimar a migração líquida negativa e subestimar a migração líquida positiva. Isso ocorrerá ao não computar parte dos óbitos que seriam dos imigrantes ou dos não migrantes, deixando para o resíduo a explicação da ausência de registros, o que será traduzido como emigração. Assim, parte do efeito positivo da migração seria absorvido e apagado pelo sub-registro de óbitos.⁶

A próxima seção apresentará os resultados da decomposição. Para facilitar a compreensão da magnitude dos efeitos de cada componente, os efeitos foram divididos pela população no final de cada intervalo (2010 e 2022). Como os intervalos entre os censos demográficos são distintos (10 e 12 anos), os resultados da decomposição do período 2010-2012 foram multiplicados por 0,833 (i.e.10/12).

Resultados

O Brasil é um país com grande extensão territorial e sua diversidade regional – físico-territorial e socioeconômica – manifesta-se em seus diferenciais de nível, padrão e evolução das componentes demográficas (Fernandes et al., 2016; Gonçalves et al., 2023; Santos, 2019; Santos e Gonçalves, 2023).

A Tabela 2 apresenta dados do IDH, Índice de Gini, taxa média de crescimento populacional e população para o Brasil e suas unidades da federação. Exceto pelo estado do Amapá, todas as unidades da federação apresentaram aumento, entre 2010 e 2021, do Índice de Desenvolvimento Humano, com convergência entre todas as unidades territoriais (*sigma-convergence* passa de 4,8 % para 3,9 %). Entretanto, as desigualdades regionais, apesar da convergência, ainda persistem, com os maiores valores para o indicador concentrados nas regiões Sul e Sudeste do país em detrimento das demais regiões.

6 A demonstração algébrica do efeito do sub-registro e da subenumeração encontra-se no Apêndice.

Quanto ao Índice de Gini, que mede a concentração de renda, todas as unidades da federação apresentaram queda nesse indicador, apesar de ter ocorrido divergência em sua evolução (*sigma-convergence* 3,8 % para 4,3 %). Destaque deve ser dado ao Rio de Janeiro, com IDH praticamente estável no período 2010-2021, além de uma das menores reduções do Índice de Gini.

Tabela 2. Índice de Desenvolvimento Humano, Índice de Gini e dados populacionais por unidades da federação do Brasil, 2010-2022.

Unidades da federação	IDH		Índice de Gini		População			Taxa média de cresc. anual	
	2010	2021	2010	2021	2000	2010	2022	2000-2010	2010-2022
Acre	0,663	0,710	0,630	0,539	557.526	733.559	830.018	2,74%	1,03%
Alagoas	0,631	0,684	0,630	0,526	2.822.621	3.120.494	3.127.683	1,00%	0,02%
Amapá	0,708	0,688	0,600	0,529	477.032	669.526	733.759	3,39%	0,76%
Amazonas	0,674	0,700	0,650	0,541	2.812.557	3.483.985	3.941.613	2,14%	1,03%
Bahia	0,660	0,691	0,620	0,546	13.070.250	14.016.906	14.141.626	0,70%	0,07%
Ceará	0,682	0,734	0,610	0,549	7.430.661	8.452.381	8.794.957	1,29%	0,33%
Distrito Federal	0,824	0,814	0,630	0,566	2.051.146	2.570.160	2.817.381	2,26%	0,77%
Espírito Santo	0,740	0,771	0,560	0,508	3.097.232	3.514.952	3.833.712	1,27%	0,72%
Goiás	0,735	0,737	0,550	0,467	5.003.228	6.003.788	7.056.495	1,82%	1,35%
Maranhão	0,639	0,676	0,620	0,530	5.651.475	6.574.789	6.776.699	1,51%	0,25%
Mato Grosso do Sul	0,729	0,742	0,560	0,496	2.504.353	3.035.122	3.658.649	1,92%	1,56%
Mato Grosso	0,725	0,736	0,550	0,461	2.078.001	2.449.024	2.757.013	1,64%	0,99%
Minas Gerais	0,731	0,774	0,560	0,487	17.891.494	19.597.330	20.539.989	0,91%	0,39%
Paraíba	0,658	0,698	0,610	0,562	6.192.307	7.581.051	8.120.131	2,02%	0,57%
Paraná	0,749	0,769	0,530	0,475	3.443.825	3.766.528	3.974.687	0,90%	0,45%
Pará	0,646	0,690	0,620	0,529	9.563.458	10.444.526	11.444.380	0,88%	0,76%
Pernambuco	0,673	0,719	0,620	0,579	7.918.344	8.796.448	9.058.931	1,05%	0,25%
Piauí	0,646	0,690	0,610	0,516	2.843.278	3.118.360	3.271.199	0,92%	0,40%
Rio de Janeiro	0,761	0,762	0,590	0,565	14.391.282	15.989.929	16.055.174	1,05%	0,03%
Rio Grande do Norte	0,684	0,728	0,600	0,587	2.776.782	3.168.027	3.302.729	1,32%	0,35%
Rio Grande do Sul	0,746	0,771	0,540	0,468	10.187.798	10.693.929	10.882.965	0,48%	0,15%
Rondônia	0,690	0,700	0,560	0,458	1.379.787	1.562.409	1.581.196	1,24%	0,10%
Roraima	0,707	0,699	0,630	0,596	324.397	450.479	636.707	3,28%	2,88%
Santa Catarina	0,774	0,792	0,490	0,424	5.356.360	6.248.436	7.610.361	1,54%	1,64%
São Paulo	0,783	0,806	0,560	0,533	37.032.403	41.262.199	44.411.238	1,08%	0,61%
Sergipe	0,665	0,702	0,620	0,568	1.784.475	2.068.017	2.210.004	1,47%	0,55%
Tocantins	0,699	0,731	0,600	0,513	1.157.098	1.383.445	1.511.460	1,79%	0,74%
Brasil	0,727	0,766	0,600	0,544	169.799.170	190.755.799	203.080.756	1,16%	0,52%

Fonte: IBGE. Censos Demográficos (2000,2010,2022), FJP/IPEA/PNUD (2022).

Entre 2000 e 2022, todas as unidades da federação apresentaram crescimento populacional, segundo os dados dos censos demográficos (Tabela 2). Entretanto, exceto por Santa Catarina, todas as unidades da federação reduziram seu ritmo de crescimento, com taxas médias anuais no período 2010-2022 inferiores ao período anterior (2000-2010).

A Figura 3 apresenta a variação da população em idade de trabalho para as unidades da federação nos períodos 2000-2010 e 2010-2022 para homens e mulheres. O indicador foi dividido pela população no final do período para dar melhor percepção sobre a dimensão em relação à população. Nota-se que o padrão espacial da variação tende a ser o mesmo nos dois períodos, com maior variação da população em idade de trabalho mais ao noroeste do país – em especial no estado de Roraima –, ao passo que as unidades da federação ao leste do território possuem menor variação do indicador.

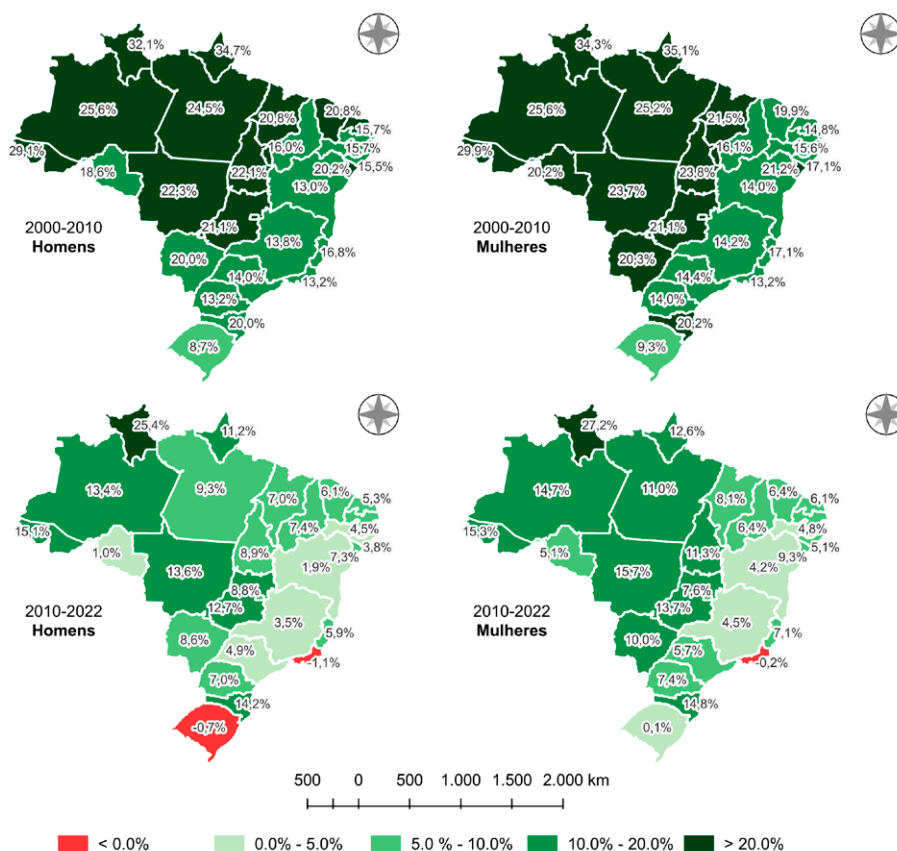
Apesar de o padrão espacial ser similar nos dois períodos, todas as unidades da federação registraram queda na variação da população em idade de trabalho, manifestando os efeitos da mudança na estrutura etária. Entre 2010 e 2022 observou-se variação negativa da população em idade de trabalho para homens e mulheres, no estado do Rio de Janeiro, e para homens, no Rio Grande do Sul.

Como proposto, a diferença entre a população de 15 a 64 anos pode estar associada a diferentes níveis de mortalidade, mudanças no tamanho e longevidade das coortes ao longo do tempo e diferenciais de migração líquida, mudanças resultantes de condições socioeconômicas diferenciais entre as unidades da federação no Brasil.

A Figura 4 apresenta o efeito mortalidade na decomposição da variação da população em idade de trabalho. Nota-se uma maior concentração do efeito mortalidade nas unidades da federação mais ao Sul e Sudeste do país, ao passo que os menores valores se concentram mais ao Norte. Dois pontos merecem destaque: o nível da participação do efeito mortalidade, em termos absolutos, aumentou para todas as unidades da federação;⁷ e o efeito é maior para homens do que para mulheres.

7 Para Santa Catarina, há uma pequena queda em termos relativos, o que reflete o maior efeito da migração sobre o denominador, como será apresentado mais adiante.

Figura 3. Variação da população em idade de trabalho, por sexo, segundo unidades da federação do Brasil, 2000-2022.

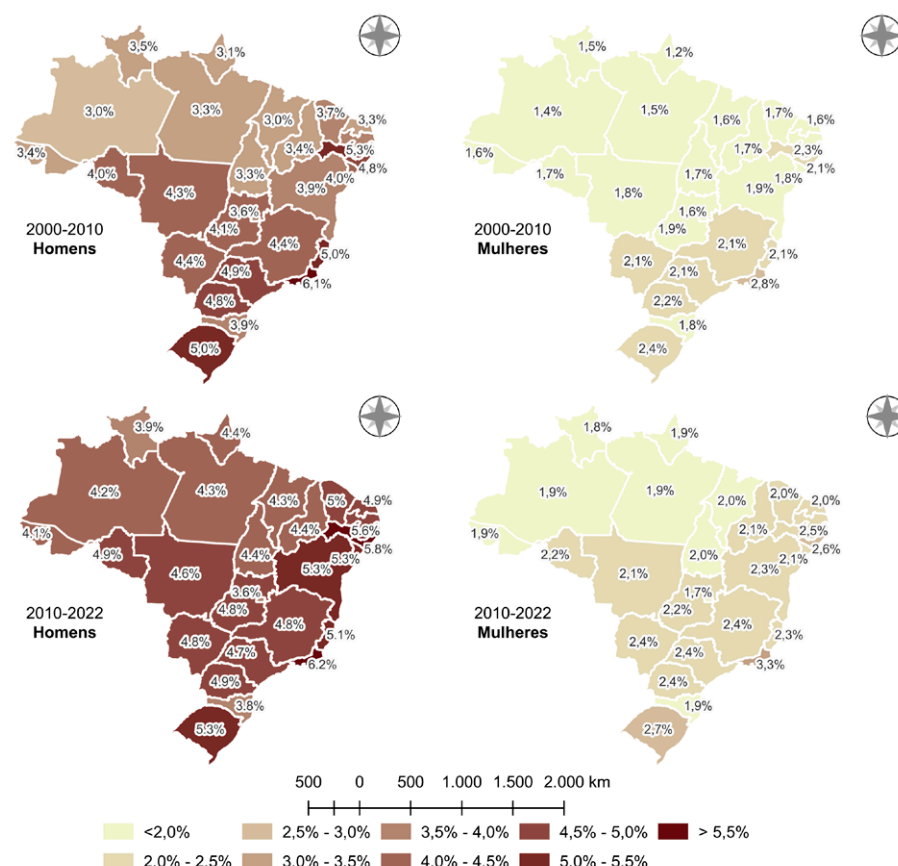


Nota: Sistema de Coordenadas Lat/long. Datum SIRGAS 2000. Os efeitos foram divididos pela população de 15 a 64 anos no final do período.

Fonte: IBGE (2000,2010,2022,2023).

O fato de ser maior para homens é esperado, considerando-se o efeito da sobremortalidade masculina, em especial devido a causas externas. Entretanto, o aumento, que poder ser contraintuitivo em um primeiro momento, refere-se a um efeito de composição etária dentro da população de 15 a 64 anos, com aumento da população com idade mais avançada e maior risco de óbito, em relação à população mais jovem dentro do grupo.

Figura 4. Efeito da mortalidade sobre a variação da população em idade de trabalho, por sexo, segundo unidades da federação do Brasil, 2000-2022.

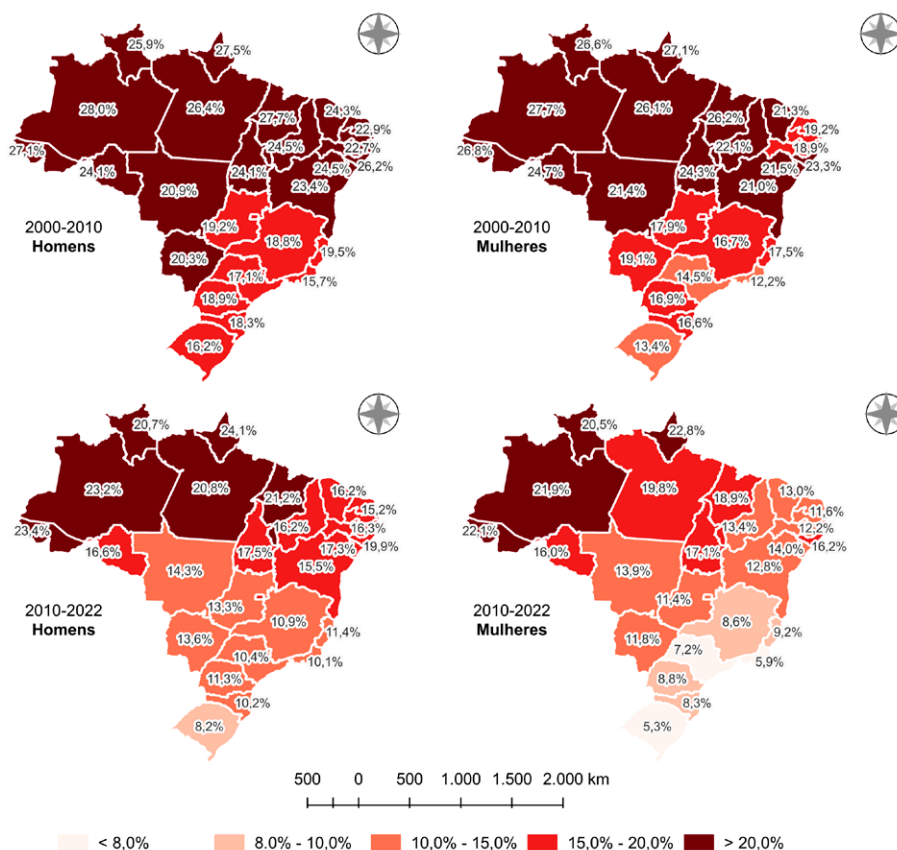


Nota: Sistema de Coordenadas Lat/long. Datum SIRGAS 2000. Os efeitos foram divididos pela população de 15 a 64 anos no final do período.

Fonte: IBGE (2000,2010,2022,2023).

A explicação de que o aumento do número de óbitos está associado ao envelhecimento populacional dentro do grupo de 15 a 64 anos deve estar relacionado a um processo de redução da reposição das coortes. Isso porque, por definição, o envelhecimento ocorreria a partir do momento em que as coortes mais jovens a entrar no grupo etário são menores que suas antecessoras e, por seu turno, as coortes que estão saindo seriam maiores que suas predecessoras. A Figura 5 corrobora essas afirmações.

Figura 5. Efeito da reposição de coortes sobre a variação da população em idade de trabalho, por sexo, segundo unidades da federação do Brasil, 2000-2022.



Nota: Sistema de Coordenadas Lat/long. Datum SIRGAS 2000. Os efeitos foram divididos pela população de 15 a 64 anos no final do período.

Fonte: IBGE (2000,2010,2022,2023).

Na análise da reposição de coortes, três pontos merecem destaque. O primeiro é a redução da reposição de coortes em todas as unidades da federação, em termos absolutos e relativos, entre os períodos 2000-2010 e 2010-2022, para ambos os sexos. O segundo ponto é que a reposição de coortes é maior para homens do que para mulheres. Isso deve-se ao fato de que as coortes de entrada possuem razão de sexo favorável aos homens, ao passo que as coortes de saída femininas são maiores do que as masculinas. Esse resultado é coerente com o menor efeito mortalidade feminino, o que faz com que as coortes de mulheres sejam mais longevas e, por conseguinte, a reposição de coortes seja menor.

O terceiro ponto é a distribuição regional da reposição de coortes, que marca diferenças regionais no Brasil em relação à transição da estrutura etária. As unidades da federação nas regiões Sul e Sudeste possuem menores valores para a reposição de coortes, demonstrando maior avanço na transição da estrutura etária devido à redução do tamanho das coortes mais recentes e ao envelhecimento das coortes mais antigas, com destaque para São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com menores valores do indicador para ambos os sexos nos dois períodos. Por sua vez, unidades da federação mais ao Norte apresentam valores maiores da reposição de coortes, em especial Amazonas, Acre, Amapá, Pará, Roraima, Tocantins e Maranhão, efeito de um tempo de transição ainda tardio.

Quanto ao efeito da migração líquida, a Figura 6 mostra os diferenciais regionais, de sexo e de período. Os resultados demonstram novas configurações espaciais da migração no Brasil, efeito tanto de condições econômicas quanto demográficas.

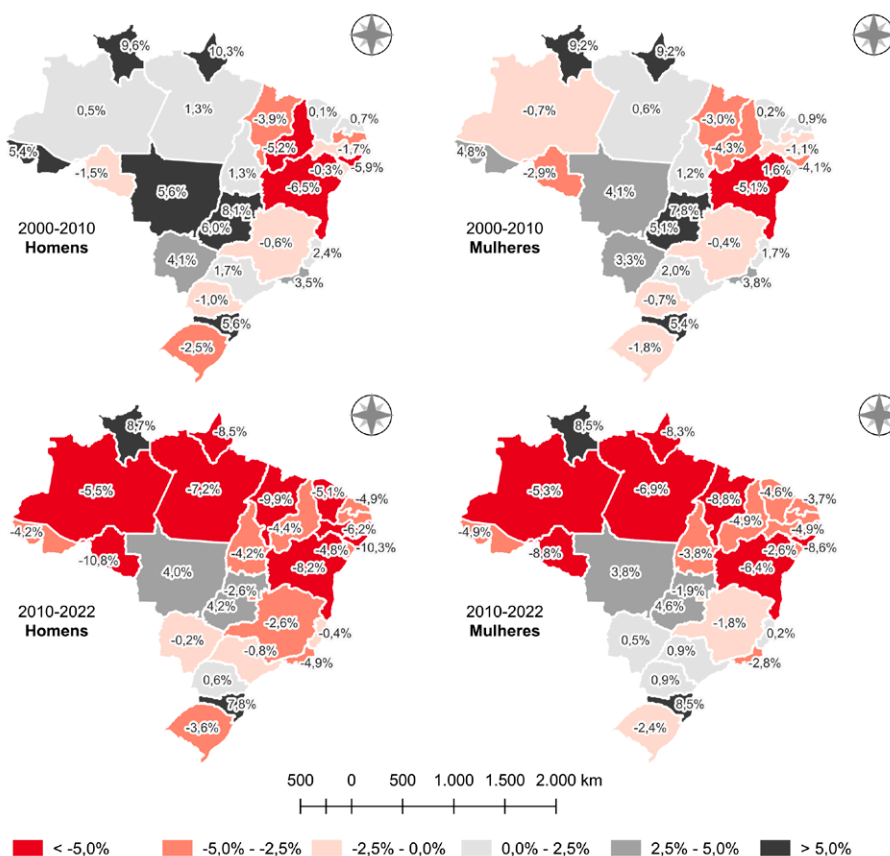
No que diz respeito aos diferenciais por sexo, homens e mulheres possuem orientação similar do efeito da migração sobre a variação da população em idade de trabalho, ou seja, a migração líquida tende a ser positiva ou negativa para ambos os sexos de forma similar, exceto para Sergipe (negativo para homens e positivo para mulheres) e Amazonas (positivo para homens e negativo para mulheres) entre 2000 e 2010. No período 2010-2022, destacam-se Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e São Paulo, com efeitos negativo da migração para homens e positivo para mulheres.

Quanto à magnitude do efeito da migração, nota-se que o impacto da imigração líquida é maior para as mulheres, exceto para Roraima e Mato Grosso, ao passo que a emigração líquida é mais expressiva para homens. A configuração espacial também mudou bastante, sendo uma demonstração provável da contínua transformação do padrão migratório no país⁸ (Brito, 2000, 2015).

8 Uma vez mais, cabe o alerta sobre a possibilidade de diferenciais de enumeração entre os censos demográficos que podem afetar as estimativas.

As unidades da federação da região Norte, que atraíam população desde o avanço da fronteira agrícola, passaram a ser expulsoras de população em idade de trabalho. Os efeitos positivos de Roraima são sustentados pela imigração internacional de venezuelanos ocorrida na segunda metade do período 2010-2022, além da atividade minerária, em especial garimpo, em áreas indígenas. Nas unidades da federação do Nordeste, os valores positivos de Ceará e Rio Grande do Norte deram lugar a valores negativos, incluindo essas unidades ao arco de perdas populacionais em idade de trabalho que se estende do Acre até a Bahia, ou seja, os estados das regiões Norte (exceto Roraima) e Nordeste.

Figura 6. Efeito da migração sobre a variação da população em idade de trabalho, por sexo, segundo unidades da federação do Brasil, 2000-2022.



Nota: Sistema de Coordenadas Lat/long. Datum SIRGAS 2000. Os efeitos foram divididos pela população de 15 a 64 anos no final do período.

Fonte: IBGE (2000,2010,2022,2023).

A região Centro-Oeste permaneceu com sua capacidade atrativa, relativa à população, com redução de intensidade para homens e mulheres e efeitos negativos, porém próximos de zero, para os homens no Mato Grosso do Sul. Goiás manteve-se atraindo população, mas o Distrito Federal passou a apresentar efeitos líquidos negativos, predominando a expulsão populacional. Mesmo com essa inversão do Distrito Federal, a região Centro Oeste continuou atraindo população, diferentemente da região Norte.

As regiões Sul e Sudeste apresentaram mudanças em 2010-2022 em relação ao período 2000-2010. No Sul, Santa Catarina aumentou sua atração populacional líquida, ao passo que Rio Grande do Sul ampliou suas perdas da população em idade de trabalho, quando analisados os períodos 2000-2010 e 2010-2022. Paraná, no mesmo horizonte temporal, passou de expulsor líquido para atrator, para ambos os sexos.

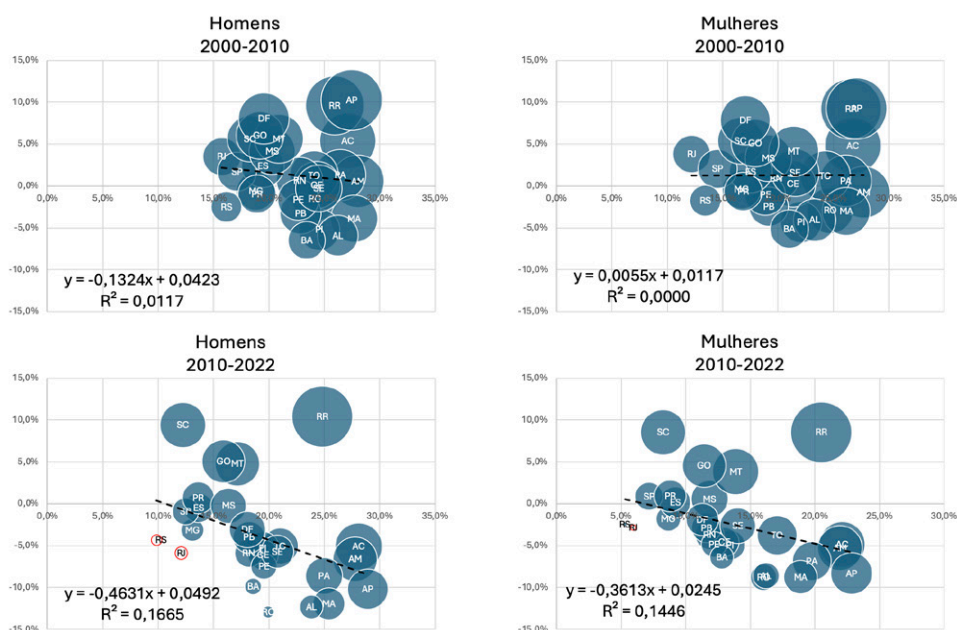
A região Sudeste, por seu turno, apresentou mudanças significativas, com aumento do efeito emigratório sobre o imigratório na população em idade de trabalho em todas as unidades da federação da região. Minas Gerais intensificou seu efeito de migração líquida entre os dois períodos para ambos os sexos, ao passo que São Paulo e Espírito Santo reduziram o efeito positivo para mulheres. Entre 2000-2010 e 2010-2022, todos os estados do Sudeste apresentaram efeitos de migração negativa para homens, com superação da emigração sobre a imigração em São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Para mulheres, essa inversão de sinal ocorreu apenas no Rio de Janeiro.

Por fim, o Figura 7 traz a relação entre a reposição de coortes e o efeito da migração sobre a população em idade de trabalho. Essa relação é investigada também por Ghio, Natale e Goujon (2021) e Drobnjaković et al. (2022) e serve para classificar as unidades territoriais e suas populações segundo valores de reposição de coortes positivos e negativos, além dos efeitos de migração, positivos e negativos, oferecendo quatro tipos de relação. No Brasil, ao menos na escala das unidades da federação, ainda não se assiste aos efeitos de reposição de coortes negativos, que seriam típicos de estágios mais avançados de transições da estrutura etária.

Entre 2000 e 2010, a variação da força de trabalho, a reposição das coortes e o efeito da migração não mostraram uma relação clara, quando

analisados na escala das unidades da federação (Figura 7). Entretanto, chama a atenção a relação inversa entre o efeito da migração e da reposição de coortes sobre a força de trabalho no período 2010-2022, boa parte explicada pelos diferenciais regionais da transição da estrutura etária no Brasil: regiões com maiores efeitos de reposição de coortes possuem migração líquida negativa predominante, ao passo que o inverso ocorre em unidades da federação como Santa Catarina, Goiás, Mato Grosso e Paraná, com baixos efeitos de reposição de coortes e efeito migração positivo. Nota-se a exceção de Roraima que, devido ao conhecido fluxo migratório estrangeiro, possui uma alta reposição de coortes, em função do processo tardio de transição da estrutura etária somado ao elevado efeito migratório positivo (Figura 7).

Figura 7. Relação entre reposição de coortes e efeito migração, por sexo, segundo unidades da federação do Brasil, 2000-2022.



Nota: Eixo x representa a reposição das coortes, eixo y o efeito da migração e o tamanho das bolhas representam a variação da população em idade de trabalho. As bolhas vermelhas representam variação negativa da população em idade de trabalho.

Fonte: IBGE. Censos Demográficos (2000,2010,2022).

Discussão

Os resultados do trabalho mostram um avanço da transição da estrutura etária no Brasil a partir da redução do efeito de reposição de coortes sobre a variação da força de trabalho. Em todas as regiões, para ambos os sexos e nos dois períodos analisados, o efeito de reposição de coortes foi superior aos demais efeitos, demonstrando que a combinação dos efeitos de tamanho das coortes e da mortalidade é superior ao efeito da migração.

Apesar disso, nota-se a tendência de redução da participação da reposição de coortes, uma vez que no cenário de decréscimo ainda maior do nível de fecundidade e, ao mesmo tempo, em um cenário de aumento contínuo da longevidade, a relação entre as cortes de entrada e de saída tende a diminuir cada vez mais. Traduzindo de outra forma, o efeito estruturante da fecundidade sobre a estrutura etária reduzirá o tamanho das coortes mais jovens e, por conseguinte, gerará impactos sobre a disponibilidade de força de trabalho, ampliando a razão entre população em idade inativa idosa e população em idade ativa. Em resumo, espera-se que, com o passar do tempo, o efeito de reposição de coortes se torne negativo, como já visto em países europeus (Drobnjaković et al., 2022; Chio, Natale e Goujon, 2021).

Além disso, deve-se destacar que, em um cenário de riscos constantes de emigração em todas as unidades da federação, a variação da estrutura etária, com coortes de entrada no grupo etário entre 15 e 64 anos cada vez menores e as coortes de saída proporcionalmente maiores, favoreceria a redução do volume total da imigração e, em alguns cenários, aumento da emigração. Isso deve-se ao fato de o padrão etário da migração ser predominantemente marcado por jovens adultos, com taxas de risco de emigração mais elevadas em idades abaixo dos 30 anos. Em um cenário de redução da reposição de coortes, salvo choques externos de migração, haveria decréscimo do volume migratório nessas idades, ao passo que a migração de retorno ou reemigração para outras regiões, que possuem risco maior em idades acima de 30 anos, seriam responsáveis pelos fluxos de saída crescentes (Rogers e Castro, 1981; Santos, 2019).

O efeito da mortalidade não apresentou grandes surpresas quanto às dimensões avaliadas, ou seja: aumento do efeito de forma generalizada; homens com efeitos superiores às mulheres; e diferenciais regionais não tão significativos. A melhoria na qualidade dos registros, contudo, deve afetar as estimativas, com a redução do sub-registro de óbitos. Imagina-se que esse efeito mortalidade tenda a se estabilizar ou mesmo se reduzir, caso a longevidade das coortes aumente e os óbitos se concentrem cada vez mais em idades superiores a 64 anos. Contudo, ressalta-se que os resultados podem ser afetados pelos diferenciais regionais de sub-registro de óbitos, influenciando, indiretamente, o efeito migração da decomposição.

Sobre o efeito da migração, chama a atenção o fato de que padrões tradicionais de migração parecem estar mudando (Baeninger, 2008, 2012; Brito, 2009, 2015; Matos, 2002). Essa mudança na *forma espacial* da migração, representada por efeitos na decomposição da força de trabalho, não significa, imediatamente, novas *estruturas* de migração.⁹ As mudanças podem ser colocadas em um modelo mais amplo de interpretação, compactado em três dimensões elementares. Na primeira, a *orientação dos fluxos* pode ser alterada em decorrência da reorientação de alguns fatores de produção, redistribuindo os postos de trabalho – ou outros fatores de atração – espacialmente no território nacional. Na segunda, a *dinâmica demográfica*, manifesta pela mudança na estrutura etária da população das unidades da federação de origem, pode afetar o volume dos fluxos migratórios, mesmo sem alterar os riscos de emigração por idade. E, na terceira dimensão, o *risco de emigração* possui forte papel, por ser determinado pelas condições gerais nos locais de origem, sejam na esfera socioeconômica, ambiental ou social. Como já demonstrado no Brasil por Santos (2018, 2019) e Santos e Barbieri (2019), a propensão a migrar sofrerá aumento ou redução ao longo do curso de vida dos indivíduos. Além disso, as transições do curso de vida e os riscos de emigração

9 Tomam-se emprestadas as noções de forma, função, estrutura e processo de Milton Santos (1985). Nesse trabalho adaptam-se os dois conceitos, atribuindo a *forma espacial* à noção de expressão da *estrutura social* que condiciona a migração como processo de reprodução social, demonstrando padrões espacialmente explícitos, mapeáveis e passíveis de serem descritos por meio de modelos matemáticos e cartografia. A estrutura social da migração se traduziria como mecanismos sociais ou a própria formação socioespacial, que criam as condições para que a migração ocorra, ela mesma, como forma de reprodução social dos indivíduos.

possuem diferenciais regionais que afetam o volume da migração do sistema territorial de população.¹⁰

Acrescentam-se, ainda, dois elementos importantes ao cenário de mudanças apresentado pelas decomposições da população em idade de trabalho. O primeiro deles é que os resultados são afetados pela pandemia de COVID-19 no período entre 2010 e 2022, tanto no componente mortalidade quanto na migração, exigindo cautela antes de advogar a favor de novos padrões espaciais da migração no Brasil. Como a pandemia de COVID-19 ocorreu no final do período 2010-2022, a reposição de coortes ainda não teria sofrido grandes efeitos, pois mudanças no nível e padrão da fecundidade não afetariam diretamente as coortes de entrada em idade de trabalho.

O segundo elemento a ser adicionado é a sensibilidade das estimativas ao nível de registro de óbitos e cobertura censitária dos grupos etários nos censos demográficos (ver Apêndice) pelo fato da migração ser estimada por resíduo. Sabe-se que o efeito real da migração líquida, a partir dos dados estimados, seria dado por

$$EM = \widehat{EM} + \left[({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) + {}_{50}V_{15}^{t,t+y} - \left(\frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2} \right) \right] \quad (7)$$

Onde \widehat{EM} é estimado com dados observados a partir da equação 6. Nota-se que o efeito migração é diretamente afetado pela diferença entre os erros de cobertura censitária nas idades de 15 a 64 anos (${}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t$). Apesar da razoabilidade de considerar que essa diferença absoluta seja próxima de zero pelo cancelamento entre os erros, é intuitivo pensar que uma melhoria na cobertura censitária tenderia a sobrestimar o efeito migração (tornando-o menos negativo ou mais positivo), ao passo que uma piora tenderia a subestimá-lo (tornando-o mais negativo ou menos positivo).

10 O termo sistema territorial de população é usado aqui como sinônimo de meta-população, ou seja, uma população composta por subpopulações que estão integradas e que transitam entre si (Caswell, 2001). Nesse caso, o uso do termo "territorial" tem o objetivo de explicitar o caráter espacial da delimitação das subpopulações.

Somado a esses efeitos, há também que se verificar o comportamento do erro na coorte, estimado a partir da diferença entre as médias de ${}_yC_{15-y}^t$ e ${}_yC_{15}^{t+y}$ e de ${}_yC_{65}^{t+y}$ e ${}_yC_{65-y}^t$ (sendo y o intervalo intercensitário). Na equação 7, nota-se que esse é o efeito dos erros na reposição de coortes e que se trata, por sua vez, da diferença nos erros entre os censos que são captados pelas coortes de entrada, subtraídos os mesmos efeitos nas coortes de saída da população em idade de trabalho. Nesse caso, quando a reposição de coortes tende a ser cada vez menor, ou até mesmo negativa, imagina-se que essa diferença dos erros de enumeração assumirá a tendência de redução em termos absolutos. Contudo, vale ressaltar que o grupo etário de entrada, $(15-y$ a $15)$ é afetado pela subenumeração dos primeiros grupos etários que comumente ocorre nos censos demográficos (Santos e Gonçalves, 2018; Wong et al., 2020). De todo modo, como trata-se de efeitos absolutos, o efeito do erro de enumeração dos censos demográficos na componente de reposição de coortes tende a ser menor que o efeito do diferencial de enumeração entre os censos nas idades entre 15 e 64 anos.

Por fim, vale ressaltar que os óbitos de pessoas entre 15 e 64 anos possuem efeito aditivo sobre o efeito da migração, ou seja, quanto maior o seu valor, maior será o real efeito da migração sobre a variação da força de trabalho. Isso implica que um menor número de óbitos registrados em razão de sub-registro pode afetar a estimativa de migração, por não considerar que parte da variação de estoque populacional é dado pela mortalidade, deixando para ser explicado pela estimação residual, ou seja, sobrestimando a emigração líquida ou subestimando a imigração líquida.

Considerações finais

Esse trabalho teve como objetivo analisar os componentes que explicam as variações na população em idade de trabalho. A diversidade de manifestações dos efeitos da reposição das coortes, da migração e da mortalidade demonstra que a heterogeneidade, em termos de distribuição espacial da população e desenvolvimento, também se manifesta em termos de dinâmica demográfica em períodos recentes.

Os resultados trazem luz para a dinâmica recente do comportamento demográfico, mesmo analisando apenas uma fração da população, mas

que favorece a interpretação de outras dimensões na produção de estimativas. Por exemplo, sabe-se que a migração de adultos, especialmente mulheres, é altamente correlacionada com a migração de crianças e, por isso, as primeiras faixas de idade podem ter sua qualidade de enumeração aferida a partir do efeito de migração de adultos, em complemento ao uso de estatísticas vitais.

Por outro lado, a avaliação regional da migração e da reposição de coortes facilita a análise espacial e oferece insumos para políticas territoriais que buscam reduzir as desigualdades regionais, inclusive aquelas que tentam minimizar as perdas de capital humano, principalmente em situações para as quais não se dispõe de dados detalhados sobre a realidade da população.

A partir dos resultados deste trabalho, deve-se considerar que o efeito negativo da migração, que foi ampliado para a maior parte das unidades da federação no Brasil, pode ser explicado por: novos padrões de migração interna; subenumeração censitária adulta, maior em 2022 do que em 2010 em algumas unidades da federação; e emigração internacional. Para cada uma dessas hipóteses, há a necessidade de se avançar na análise dos dados dos censos demográficos e dos registros de óbitos do período 2010-2022, recorrendo a métodos e fontes alternativos para entender a participação dessas possíveis causas nos resultados deste trabalho. Caso identifique-se que a enumeração censitária e o registro de óbitos possuem níveis satisfatórios, novas formas espaciais da migração podem estar emergindo, de maneira efêmera ou permanente, entre 2010 e 2022, demonstrando os efeitos de mudanças conjuntas da dinâmica demográfica, do risco de emigração e da orientação dos fluxos na migração brasileira.

Referências

- Baeninger, R. (2008). Rotatividade migratória: Um novo olhar para as migrações no século XXI. In *Anais do XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. ABEP. <https://proceedings.science/encontro-abep?lang=pt-br>
- Baeninger, R. (2012). Migrações internas no Brasil no século 21: Entre o local e o global. In *Anais do XVIII Encontro Nacional de Estudos*

- Populacionais*. ABEP. <https://proceedings.science/encontro-abe-p?lang=pt-br>
- Bloom, D. E. e Freeman, R. B. (1988). Economic development and the timing and components of population growth. *Journal of Policy Modeling*, 10(1), 57-82. [https://doi.org/10.1016/0161-8938\(88\)90035-X](https://doi.org/10.1016/0161-8938(88)90035-X)
- Bloom, D., Canning, D. e Sevilla, J. (2003). *The demographic dividend: A new perspective on the economic consequences of population change*. Rand Corporation. <https://doi.org/10.7249/MR1274>
- Brito, F. (2000). Brasil, final de século: A transição para um novo padrão migratório. In *Anais do XII Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. ABEP. <https://proceedings.science/encontro-abe-p?lang=pt-br>
- Brito, F. (2009). As migrações internas no Brasil: Um ensaio sobre os desafios recentes. In *Anais do VI Encontro Nacional sobre Migrações*. ABEP. https://files.alapop.org/congreso5/files/pdf/alap_2012_final770.pdf
- Brito, F. (2015). *A transição para um novo padrão migratório no Brasil*. (Textos para Discussão, n. 526). UFMG/Cedeplar. <https://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20526.pdf>
- Carvalho, J. A. M. e Wong, L. (1999). Demographic and socioeconomic implications of the rapid fertility decline in Brazil: A window of opportunity. In G. Martine, M. Gupta e L. Chen (Eds.), *Reproductive change in India and Brazil* (pp. 208-239). Oxford University.
- Carvalho, J. A. M. (1982). Migrações internas: Mensuração direta e indireta. *Revista Brasileira de Estatística*, 43(171), 549-583.
- Carvalho, J. A. M. (2001). Para onde iremos: Algumas tendências populacionais no século XXI. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 18(1/2), 7-13. https://rebep.org.br/revista/article/download/339/pdf_319
- Caswell, H. (2001). *Matrix population models: Construction, analysis, and interpretation* (2. Ed.). Sinauer Associates, Inc.
- Caswell, H. (2019). *Sensitivity analysis: Matrix methods in demography and ecology*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10534-1>
- Craveiro, D., Oliveira, I. T., Gomes, M. S., Malheiros, J., Moreira, M. J. G. e Peixoto, J. (2019). Back to replacement migration: A new European perspective applying the prospective-age concept. *Demographic Research*, 40, 1323-1344. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2019.40.45>
- De Beer, J. A. A., Van Der Erf, R. F. e Huisman, C. C. (2012). *The growth of the working age population: Differences between rural and*

- urban regions across Europe*. (NEUJOBS Final Draft WP D.8.1). Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute. <https://pure.knaw.nl/portal/en/publications/the-growth-of-the-working-age-population-differences-between-rura>.
- Drobnjaković, M., Panić, M., Kanazir, V. K. e Javor, V. (2022). Spatial aspects of labor force formation: The interrelation of cohort turnover and net migration in Serbia. *Eurasian Geography and Economics*, 63(4), 543-559. <https://doi.org/10.1080/15387216.2022.2052136>
- Fernandes, F., Gonçalves, G. Q. e Santos, R. (2016). Padrão espacial por municípios das variações de fecundidade e mortalidade no Brasil entre 1991 e 2000 e entre 2000 e 2010. In *Anais do VII Congresso de la Asociación Latinoamericana de Población e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais* (pp. 870-868). ALAP/ABEP. <https://proceedings.science/encontro-abep?lang=pt-br>
- Fihel, A., Janicka, A. e Kloc-Nowak, W. (2018). The direct and indirect impact of international migration on the population ageing process: A formal analysis and its application to Poland. *Demographic Research*, 38, 1303-1338. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2018.38.43>
- Ghio, D., Courjon, A. e Natale, F. (2022). Assessing the demographic impact of migration on the working-age population across European territories. *Demographic Research*, 46, 261-272. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2022.46.9>
- Ghio, D., Natale, F. e Goujon, A. (2021). Demographic changes in labour force supply: Cohort turnover versus net migration effects. In A. Goujon, C. Jacobs-Crisioni, F. Natale e C. Lavalle (Eds.), *The demographic landscape of EU Territories: Challenges and opportunities in diversely ageing regions* (pp. 31-43). Publications Office of the European Union. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC123046/the_demographic_landscape_of_eu_territories_final_online.pdf
- Gonçalves, G. Q., Santos, R. O., Wong, L. R. e Carvalho, J. A. M. de. (2023). Fertility transition in Brazilian municipalities: An exploratory analysis of cross-sectional data in 1991, 2000 and 2010. *Revista Latinoamericana de Población*, 17, e202219. <https://doi.org/10.31406/relap2023.v17.e202219>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000). *Censo Brasileiro de 2000*. IBGE. www.ibge.gov.br
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Censo Brasileiro de 2010*. IBGE. www.ibge.gov.br
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). *Censo Brasileiro de 2022*. IBGE. www.ibge.gov.br

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023). *Bases cartográficas contínuas – Brasil: 1:250.000, versão 2023*. IBGE. www.ibge.gov.br
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024). *Projeções da população: Brasil e unidades da federação – revisão 2024*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html>
- Kashnitsky, I., De Beer, J. e Van Wissen, L. (2017). Decomposition of regional convergence in population aging across Europe. *Genus*, 73, 1-25. <https://doi.org/10.1186/s41118-017-0018-2>
- Kasprowicz, P. e Rhyne, E. (2013). *Looking through the demographic window: Implications for financial inclusion*. (Publication 18). Centre for Financial Inclusion. https://www.centerforfinancialinclusion.org/wp-content/uploads/2024/02/looking_through_the_demographic_window.pdf
- Kitagawa, E. M. (1955). Components of a difference between two rates. *Journal of the American Statistical Association*, 50(272), 1168-1194. <https://doi.org/10.1080/01621459.1955.10501299>
- Knodel, J., Chayovan, N. e Siriboon, S. (1992). The impact of fertility decline on familial support for the elderly: An illustration from Thailand. *Population and Development Review*, 18(1), 79-103. <https://doi.org/10.2307/1971860>
- Lee, R. e Mason, A. (2006). What is the demographic dividend? *Finance and Development*, 43(3), 16-17. <https://www.elibrary.imf.org/downloadpdf/journals/022/0043/003/article-A007-en.pdf>
- Matos, R. E. S. (2002). A contribuição dos imigrantes em áreas de desconcentração demográfica do Brasil contemporâneo. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 19(1), 49-72. <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/330>
- Melo, B. G. e Rios-Neto, E. (2020). The effect of education on the demographic dividend: An analysis of the Brazilian case. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 37, e0119. <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0119>
- Plane, D. A. (1987). The geographic components of change in a migration system. *Geographical Analysis*, 19(4), 283-299. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1987.tb00131.x>
- Prskawetz, A., Zagablia, B., Fent, T. e Skirbekk, V. (2005). Decomposing the change in labour force indicators over time. *Demographic Research*, 13, 163-188. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.13.7>
- Queiroz, B. L., Turra, C. M. (2010). *Window of opportunity: Socioeconomic consequences of demographic changes in Brazil*. NTA. <https://ntaccounts.org/doc/repository/QT2010.pdf>

- Rogers, A. e Castro, L. (1981). *Model migration schedules*. (Research Report RR-81-30). International Institute for Applied Systems Analysis. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/1543/7/RR-81-030.pdf>
- Rusu, A. B. (2022). *The contribution of migration to population ageing in Romania (1977-2019)*. [Tese de Doutorado em Demografia, Universidade Federal de Minas Gerais]. Repositório UFMG: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/48766>
- Santos, M. (1985). *Espaço e método*. Nobel.
- Santos, R. O. (2019). *Transições do curso de vida e padrão etário da migração interna no Brasil: O que os dados de período podem nos contar?* [Tese de Doutorado em Demografia, Universidade Federal de Minas Gerais]. Repositório da UFMG: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/32524>
- Santos, R. O. e Barbieri, A. F. (2019). Funções modelo de migração: Limites e aplicações. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 36, e0101. <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0101>
- Santos, R. O. e Gonçalves, G. Q. (2018). Métodos para estimação da subenumeração do grupo etário de 0 a 4 anos no Censo Demográfico brasileiro de 2000. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 35, e0061. <https://doi.org/10.20947/s102-3098a0061>
- Santos, R. O. (2018). Limites e aplicações do modelo Rogers-Castro. In *Anais do XXI Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. ABEP. <https://proceedings.science/encontro-abep?lang=pt-br>
- Santos, R. O. e Gonçalves, G. (2023). Regionalização da transição de fecundidade no Brasil em 1991, 2000 e 2010. *Revista de Geografia*, 13(1), 48-62. <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2023.v13.39497>
- United Nations (2004). *World population to 2300*. United Nations Population Division. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2020/Jan/un_2002_world_population_to_2300.pdf
- United Nations (2005). *United Nations expert group meeting on social and economic implications of changing population age structures*. United Nations. <https://www.un.org/development/desa/pd/events/expert-group-meeting-social-and-economic-implication-changing-population-age-structures>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2022). *World population prospect 2022*. United Nations. <https://population.un.org/wpp/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2024). *World population prospect 2024*. United Nations. <https://population.un.org/wpp/>

- United Nations, Population Division (2000). *Replacement migration: Is it a solution to declining and ageing populations?* United Nations. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/unpd-egm_200010_un_2001_replacementmigration.pdf
- Van Der Gaag, N. e De Beer, J. (2015). From demographic dividend to demographic burden: The impact of population ageing on economic growth in Europe. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 106(1), 94-109. <https://doi.org/10.1111/tesg.12104>
- Vaupel, J. W. (1992). *Analysis of population changes and differences: Methods for demographers, statisticians, biologists, epidemiologists, and reliability engineers* [Paper presentation]. PAA Annual Meeting, Denver, Colorado.
- Vaupel, J. W. e Canudas-Romo, V. (2002). Decomposing demographic change into direct vs. compositional components. *Demographic Research*, 7, 1-14. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2002.7.1>
- Véron, J., Pennec, S., Légaré, J. e Lee, R. D. (2007). *Demographic change, welfare, and intergenerational transfers: A global overview*. Springer Netherlands.
- Wong, L. L. R., Carvalho, J. A. M., Barrios, M. L. e Ferreira, V. C. (2020). Reconstitución de la población menor de cinco años mediante la ecuación compensadora: Estimación de subcobertura y omisión en el Censo Demográfico brasileño de 2010. *Notas de Población*, 46(109), 11-39. <https://doi.org/10.18356/0083c715-es>

Apêndice

Decomposição do efeito de subenumeração e sub-registro

Pode-se decompor a variação da população em idade de trabalho a partir da população enumerada no censo demográfico. Tal população seria definida pela população real, não observada, subtraída a fração subenumerada.

$$\Delta_{50}\hat{P}_{15} = {}_{50}\hat{P}_{15}^{t+y} - {}_{50}\hat{P}_{15}^t = ({}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^{t+y}) - ({}_{50}P_{15}^t - {}_{50}C_{15}^t)$$

$$\Delta_{50}\hat{P}_{15} = {}_{50}\hat{P}_{15}^{t+y} - {}_{50}\hat{P}_{15}^t = {}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}P_{15}^t - {}_{50}C_{15}^{t+y} + {}_{50}C_{15}^t$$

$$\Delta_{50}\hat{P}_{15} = {}_{50}\hat{P}_{15}^{t+y} - {}_{50}\hat{P}_{15}^t = ({}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}P_{15}^t) - ({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t)$$

Se a relação se mantém, então:

$${}_{50}\hat{P}_{15}^{t+y} - {}_{50}\hat{P}_{15}^t = \widehat{EC} - \widehat{EO} + \widehat{EM}$$

Seguindo o mesmo princípio, o efeito de reposição de coortes será dado por:

$$\widehat{EC} = \left[y\hat{P}_{15-y}^t + \frac{y\hat{P}_{15}^{t+y} - y\hat{P}_{15-y}^t}{2} \right] - \left[y\hat{P}_{65-y}^t + \frac{y\hat{P}_{65}^{t+y} - y\hat{P}_{65-y}^t}{2} \right]$$

$$\begin{aligned} \widehat{EC} = & \left[(yP_{15-y}^t - {}_{50}C_{15-y}^t) + \frac{(yP_{15}^{t+y} - yC_{15}^{t+y}) - (yP_{15-y}^t - yC_{15-y}^t)}{2} \right] \\ & - \left[(yP_{65-y}^t - {}_{50}C_{65-y}^t) + \frac{(yP_{65}^{t+y} - yC_{65}^{t+y}) - (yP_{65-y}^t - yC_{65-y}^t)}{2} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \widehat{EC} = & \left[yP_{15-y}^t - yC_{15-y}^t + \frac{yP_{15}^{t+y}}{2} - \frac{yC_{15}^{t+y}}{2} - \frac{yP_{15-y}^t}{2} + \frac{yC_{15-y}^t}{2} \right] \\ & - \left[yP_{65-y}^t - yC_{65-y}^t + \frac{yP_{65}^{t+y}}{2} - \frac{yC_{65}^{t+y}}{2} - \frac{yP_{65-y}^t}{2} + \frac{yC_{65-y}^t}{2} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \widehat{EC} = & \left[yP_{15-y}^t + \frac{yP_{15}^{t+y} - yP_{15-y}^t}{2} - \frac{yC_{15}^{t+y} + yC_{15-y}^t}{2} \right] \\ & - \left[yP_{65-y}^t + \frac{yP_{65}^{t+y} - yP_{65-y}^t}{2} - \frac{yC_{65}^{t+y} + yC_{65-y}^t}{2} \right] \end{aligned}$$

Sobre o efeito mortalidade, sabe-se que se trata de óbitos registrados, o que pode ser traduzido na subtração dos óbitos sub-registrados daqueles óbitos reais, não observados.

$$\widehat{EO} = {}_{50}\widehat{D}_{15}^{t,t+y} = {}_{50}D_{15}^{t,t+y} - {}_{50}V_{15}^{t,t+y} = EO - {}_{50}V_{15}^{t,t+y}$$

Por consequência, como a migração é estimada por resíduo, temos que:

$$\begin{aligned}\widehat{EM} &= ({}_{50}\widehat{P}_{15}^{t+n} - {}_{50}\widehat{P}_{15}^t) + \widehat{EO} - \widehat{EC} \\ \widehat{EM} &= ({}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}P_{15}^t) - ({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) + ({}_{50}D_{15}^{t,t+y} - {}_{50}V_{15}^{t,t+y}) \\ &\quad - \left\{ \left[{}_yP_{15-y}^t + \frac{{}_yP_{15}^{t+y} - {}_yP_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} \right] \right. \\ &\quad \left. - \left[{}_yP_{65-y}^t + \frac{{}_yP_{65}^{t+y} - {}_yP_{65-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2} \right] \right\}\end{aligned}$$

Reorganizando os termos, temos:

$$\begin{aligned}\widehat{EM} &= ({}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}P_{15}^t) - ({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) + ({}_{50}D_{15}^{t,t+y} - {}_{50}V_{15}^{t,t+y}) \\ &\quad - \left\{ \left[{}_yP_{15-y}^t + \frac{{}_yP_{15}^{t+y} - {}_yP_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} \right] \right. \\ &\quad \left. - \left[{}_yP_{65-y}^t + \frac{{}_yP_{65}^{t+y} - {}_yP_{65-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2} \right] \right\} \\ \widehat{EM} &= ({}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}P_{15}^t) + {}_{50}D_{15}^{t,t+y} \\ &\quad - \left[\left({}_yP_{15-y}^t + \frac{{}_yP_{15}^{t+y} - {}_yP_{15-y}^t}{2} \right) - \left({}_yP_{65-y}^t + \frac{{}_yP_{65}^{t+y} - {}_yP_{65-y}^t}{2} \right) \right] \\ &\quad - ({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) - {}_{50}V_{15}^{t,t+y} + \frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2}\end{aligned}$$

Que também pode ser escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned}\widehat{EM} &= ({}_{50}P_{15}^{t+y} - {}_{50}P_{15}^t) + EO - EC \\ &\quad - \left[({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) + {}_{50}V_{15}^{t,t+y} - \left(\frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2} \right) \right] \\ \widehat{EM} &= EM - \left[({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) + {}_{50}V_{15}^{t,t+y} - \left(\frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2} \right) \right] \\ EM &= \widehat{EM} + \left[({}_{50}C_{15}^{t+y} - {}_{50}C_{15}^t) + {}_{50}V_{15}^{t,t+y} - \left(\frac{{}_yC_{15}^{t+y} + {}_yC_{15-y}^t}{2} - \frac{{}_yC_{65}^{t+y} + {}_yC_{65-y}^t}{2} \right) \right]\end{aligned}$$

Logo, algumas determinações são possíveis. A diferença entre o efeito migração real e o estimado depende da variação dos erros de enumeração da população em idade de trabalho (que pode ser positiva ou negativa), do número de óbitos sub-registrados (que tendem a subestimar o efeito positivo e superestimar o efeito negativo) e da diferença entre as médias de enumeração das coortes de entrada e saída, que dependem do estágio de transição da estrutura etária da população.