



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

ANDERSON GONÇALVES

**NOVAS FORMAS DE MENSURAR E ANALISAR O ENVELHECIMENTO
POPULACIONAL NO BRASIL DO SÉCULO XXI**

**CAMPINAS
2024**

ANDERSON GONÇALVES

NOVAS FORMAS DE MENSURAR E ANALISAR O ENVELHECIMENTO
POPULACIONAL NO BRASIL DO SÉCULO XXI

Tese apresentada ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em Demografia.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Correia Alves.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO ANDERSON
GONÇALVES E ORIENTADA PELA PROFA. DRA.
LUCIANA CORREIA ALVES.

CAMPINAS

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Paulo Roberto de Oliveira - CRB 8/6272

G586n Gonçalves, Anderson, 1986-
Novas formas de mensurar e analisar o envelhecimento populacional no Brasil do Século XXI / Anderson Gonçalves. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Luciana Correia Alves.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Envelhecimento da população. 2. Idade. 3. Envelhecimento humano. 4. Envelhecimento - Brasil. I. Alves, Luciana Correia, 1975-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: New ways to measure and analyze population aging in Brazil in the 21st century

Palavras-chave em inglês:

Population aging

Age

Human aging

Aging - Brazil

Área de concentração: Demografia

Titulação: Doutor em Demografia

Banca examinadora:

Luciana Correia Alves [Orientador]

Glaucia dos Santos Marcondes

Joice Melo Vieira

Tiago da Silva Alexandre

Vanessa Gabrielle di Lego Gonçalves

Data de defesa: 03-04-2024

Programa de Pós-Graduação: Demografia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-3190-9674>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2152461141810808>



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, composta pelos Professores Doutores a seguir descritos em sessão pública realizada em 03/04/2024, considerou o candidato Anderson Gonçalves aprovado.

Profa. Dra. Luciana Correia Alves

Profa. Dra. Glaucia dos Santos Marcondes

Profa. Dra. Joice Melo Vieira

Prof. Dr. Tiago da Silva Alexandre

Profa. Dra. Vanessa Gabrielle di Lego Gonçalves

A Ata de Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertações/Teses e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

*Dedico à minha companheira,
Jéssica Vantini.*

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos com o reconhecimento das instituições que viabilizaram o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, ao Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) e ao Programa de Pós-Graduação em Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas por viabilizarem os recursos e a infraestrutura necessária ao meu desenvolvimento e produção deste trabalho.

Minha profunda gratidão àquelas pessoas que contribuíram para a inspiração, persistência, desenvolvimento e conclusão desta obra.

Minha orientadora, Profa. Dra. Luciana, a qual me inspirou e motivou em todas as nossas oportunidades de encontro, fossem estes presenciais ou virtuais. Meu respeito e gratidão estão fundamentados não apenas na sua competência e atenção, mas na sua capacidade humana. Essa capacidade foi importante para mim e esteve para além do nosso projeto de pesquisa, pois, no contexto de pandemia (COVID-19), seu lado humano me motivou a persistir. Também agradeço pelas contribuições durante as disciplinas *Análise Demográfica II* e *Metodologia Quantitativa Aplicada à População*, as quais foram fundamentais para desenvolvimento teórico e metodológico desta tese.

Profa. Dra. Joice Vieira, pelas contribuições que apresentou durante meu exame de qualificação do projeto de pesquisa, pelas bibliografias que me indicou e pelos ensinamentos nas aulas na disciplina de *Análise Demográfica I*.

Profa. Dra. Vanessa di Lego, pelas contribuições que apresentou durante meu exame de qualificação do projeto de pesquisa, pelas sugestões de bibliotecas e funções no R para correção e análise dos dados, bem como pelas bibliografias que me indicou durante e após o exame de qualificação.

Dra. Sonja Spitzer, pelo compartilhamento das ferramentas utilizadas em sua pesquisa sobre idade prospectiva. A sua disponibilidade e o compartilhamento de conhecimentos e ferramentas foi fundamental para o desenvolvimento metodológico da minha tese.

Profa. Dra. Glaucia do Santos Marcondes, pelas contribuições que a temática da disciplina *Estudos sobre Família e Nupcialidade* proporcionou para esta tese.

Profa. Dra. Maria Coleta Ferreira Albino de Oliveira, pelas contribuições que a temática da disciplina *Questões Demográficas Atuais* proporcionou para esta tese.

Prof. Dr. Everton Emanuel Campos de Lima, pelas contribuições que a temática da disciplina *Banco de Dados em Demografia* proporcionou para esta tese.

Minha colega de turma, Me. Sophia Damiano Rovere, por me informar sobre o edital de inscrições para no Programa de Doutorado, por me motivar e por estar comigo ao longo desta etapa de minha trajetória.

Transformar os problemas da velhice em responsabilidade individual e apontar a inviabilidade do sistema de financiamento dos custos da idade avançada é recusar a solidariedade entre gerações, impondo aos que vão ficar velhos um novo programa de preparação, capaz de redirecionar as realidades antecipadas.

Guita Grin Debert.

RESUMO

O declínio da fecundidade é um fenômeno central quando se busca apreender o processo de envelhecimento populacional, mas o que tem condicionado o surgimento de novas formas de conceituar e mensurar o envelhecimento é a ampliação da expectativa de vida, especialmente no caso da expectativa de vida em idades adultas ou idades avançadas. A discussão sobre a mensuração do envelhecimento é uma necessidade objetiva diante de um fenômeno cada vez mais presente na sociedade, sobretudo para a definição de público elegível a determinadas políticas públicas. Esta tese propõe uma revisão da análise sobre envelhecimento populacional no Brasil, partindo da análise que considera as novas formas de conceituar e mensurar o envelhecimento populacional; e estabelecendo uma perspectiva subnacional que favoreça a construção de um ponto de vista crítico, o qual questiona os efeitos da utilização da expectativa de vida como indexador de direitos sociais dirigidos às pessoas idosas. O objetivo é utilizar diferentes abordagens e conceitos de idade para mensurar o envelhecimento populacional e evidenciar parte das desigualdades nesse processo. Para tanto, são calculados indicadores de envelhecimento com base em medidas tradicionais e com base nas novas formas de mensurar o envelhecimento. Primeiro, com a *abordagem prospectiva*, o estudo utiliza dados do IBGE para o Brasil e suas cinco grandes regiões, compreendendo o período entre 1980 e 2060. Os principais indicadores utilizados nessa análise são: (i) a idade mediana da população; (ii) proporção de idosos; e (iii) razão de dependência dos idosos. Por fim, com a *abordagem das características*, são calculadas as *idades relativas* de diferentes subgrupos populacionais, utilizando dados sobre a força de prensão manual de pessoas com 50 anos ou mais contantes na amostra do Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros (ELSI-BRASIL) para o ano de 2015. Os resultados do estudo com base na *abordagem prospectiva* indicam que o envelhecimento populacional é uma tendência para todas as regiões do Brasil, mas que há diferenças importantes no estágio de envelhecimento de cada região, ou seja, há regiões em estágio mais avançado no processo de envelhecimento populacional mensurado tanto com as *medidas tradicionais* como com as *medidas prospectivas*. Além disso, as *medidas prospectivas* apresentam um ritmo de envelhecimento mais lento quando comparado com as *medidas tradicionais*. O resultado obtido na *abordagem das características* estabelece que brasileiros de uma mesma coorte de nascimento podem ter mais de 10 anos de diferença entre suas *idades relativas*, ou seja, dependendo do subgrupo de renda, escolaridade ou região do país, alguns brasileiros têm características de pessoas 10 anos mais jovens (ou mais velhas) do que outros brasileiros com a mesma *idade cronológica*.

Palavras-chave: Envelhecimento da população; Idade; Envelhecimento humano; Envelhecimento no Brasil.

ABSTRACT

The declining fertility rates constitute a crucial phenomenon in understanding the trajectory of population aging. However, the impetus behind the emergence of new paradigms for conceptualizing and gauging aging lies in the expansion of life expectancy, particularly in the context of adulthood and advanced ages. The discourse surrounding the measurement of aging becomes imperative in light of an increasingly pervasive societal phenomenon, especially for delineating the demographic eligible for specific public policies. This thesis aims to reassess the analysis of population aging in Brazil, starting with an examination that considers old and new ways for conceptualizing and measuring population aging. It also establishes a subnational perspective conducive to fostering a critical viewpoint that questions the implications of using life expectancy as an automatic adjustment index for social rights directed at the elderly. The aim is to employ diverse methodologies and age-related constructs to measure population aging and highlight prevailing inequalities in this dynamic. To achieve this, aging indicators are computed using both conventional metrics and innovative approaches. Initially, using a *prospective approach*, the study leverages data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) encompassing Brazil and its five major regions, spanning the years 1980 to 2060. Key indicators in this analysis include: (i) the median age; (ii) the proportion of older people; and (iii) the old age dependency ratio. Later, employing a *characteristics-based approach*, the study calculates the relative ages of distinct population subgroups. This is accomplished using data on handgrip strength collected from individuals aged 50 or older, as per the sample from the Brazilian Longitudinal Study of Aging (ELSI-BRASIL) for the year 2015. The findings from the *prospective approach* suggest that population aging is an overarching trend across all regions of Brazil. Nonetheless, discernible disparities exist in the stage of aging across regions. In other words, certain regions manifest a more advanced stage in the process of population aging, as observed through both traditional and prospective measures. Furthermore, the *prospective measures* indicate a more gradual pace of aging when compared with *traditional metrics*. The outcomes obtained through the *characteristics-based approach* delineate that Brazilians belonging to the same birth cohort may exhibit a variance exceeding 10 years in their relative ages. This implies that depending on subgroup such as income, educational attainment, or regional residence, some Brazilians exhibit characteristics resembling those of individuals a decade younger (or older) than their counterparts of the same *chronological age*.

Keywords: Population aging; Age; Human aging; Aging in Brazil.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Reprodução das curvas de sobrevivência teóricas.....	43
FIGURA 2 – Exemplos de estrutura sexo-idade	48
FIGURA 3 – Modelo teórico da transição demográfica.....	51
FIGURA 4 – Diagrama de determinação da idade prospectiva	59
FIGURA 5 – Exemplo hipotético: idades cronológicas e prospectiva.....	60
FIGURA 6 – Idades medianas prospectivas e retrospectivas.....	69
FIGURA 7 – Exemplo de identificação das idades prospectivas aos 60 anos se idade cronológica com base no ano padrão 2010.....	78
FIGURA 8 – Posicionamento da mão e do dinamômetro	82

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Exemplo de exibição das idades prospectiva e cronológica para a população brasileira – Ano Padrão 2010	77
GRÁFICO 2 – Exemplo 2 de exibição das idades prospectiva e cronológica para a população brasileira – Ano Padrão 2010	79
GRÁFICO 3 – Força de prensão manual dos grupos etários segundo categorias de renda ...	85
GRÁFICO 4 – Dispersão da força de prensão manual segundo sexo para brasileiros com idade entre 50 e 90 anos em 2015	87
GRÁFICO 5 – Exemplo de exibição das idades relativas da população do sexo masculino que reside em área rural.....	93
GRÁFICO 6 – Idades prospectiva e cronológica para a população brasileira (1980-2060) – Ano Padrão 2010.....	96
GRÁFICO 7 – Idade prospectiva para as populações das cinco Grandes Regiões do Brasil ..	98
GRÁFICO 8 – Idades prospectiva e cronológica para a população brasileira (1980-2060) –	100
GRÁFICO 9 – Idade mediana e idade mediana prospectiva para a população brasileira (1980-2060) – Ano Padrão 2010.....	101
GRÁFICO 10 – Proporção de idoso na população brasileira (1980-2060) Ano Padrão 2010	102
GRÁFICO 11 – Razão de dependência dos idoso na população brasileira (1980-2060) – ...	104
GRÁFICO 12 – Idade relativa segundo a situação de domicílio, 2015	125

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Grupos de teorias do envelhecimento	34
QUADRO 2 – Origens, níveis e categorias de mudanças de idade.....	41
QUADRO 3 – Dados do modelo de Regressão Linear Simples	88

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Exemplo de organização preliminar dos dados	74
TABELA 2 – Dados ano índice.....	75
TABELA 3 – Dados ano padrão.....	76
TABELA 4 – Participação no Teste de Força de Prensão Manual e Composição da Amostra para Análise	83
TABELA 5 – Exemplo de dados necessários para cálculo das idades relativas (<i>α-ages</i>) – Mediana de força de prensão manual do sexo feminino– Grandes Regiões	92
TABELA 6 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a região do país (Sexo Masculino)	141
TABELA 7 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a região do país (Sexo Feminino).....	142
TABELA 8 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a cor de pele declarada (Sexo Masculino).....	143
TABELA 9 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a cor de pele declarada (Sexo Feminino)	144
TABELA 10 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo a situação de domicílio (Sexo Masculino)	145
TABELA 11 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo a situação de domicílio (Sexo Feminino).....	145
TABELA 12 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo renda individual	146
TABELA 13 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo renda individual	147
TABELA 14 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo escolaridade	148
TABELA 15 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo escolaridade	149

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1 – A MENSURAÇÃO DOS ENVELHECIMENTOS INDIVIDUAL E POPULACIONAL	27
1.1 Envelhecimento como objeto de estudo e sua propriedade interdisciplinar	27
1.2 Envelhecimento biológico individual: o processo progressivo.....	34
1.3 Envelhecimento populacional: o processo dinâmico	45
1.4 A idade e a mensuração do envelhecimento populacional.....	53
CAPÍTULO 2 – MATERIAL E MÉTODOS	64
2.1 Material e métodos da abordagem prospectiva	64
2.2 Material e métodos da abordagem das características	79
CAPÍTULO 3 – MEDIDAS PROSPECTIVAS DE ENVELHECIMENTO PARA O BRASIL E SUAS CINCO GRANDES REGIÕES	95
3.1 Idades cronológica e prospectiva: aplicação prática no Brasil.....	95
3.2 Novas medidas de envelhecimento: indicadores para a população brasileira.....	100
3.3 Novas medidas de envelhecimento: indicadores para as regiões do Brasil	105
CAPÍTULO 4 – A ABORDAGEM DAS CARACTERÍSTICAS E A MENSURAÇÃO DA IDADE EM TERMOS RELATIVOS	114
4.1 Força de prensão manual e idades relativas	116
4.2 Idades relativas para diferentes níveis de escolaridade e renda	118
4.3 Idades relativas para as regiões do Brasil	121
4.4 Idades relativas segundo a cor de pele declarada e segundo a situação de domicílio....	124
CONCLUSÃO	127
REFERÊNCIAS	134
APÊNDICES	141

INTRODUÇÃO

O aumento da expectativa de vida e o declínio contínuo dos níveis de fecundidade continuam alterando a estrutura etária da população mundial (United Nations, 2020a). Os números absoluto e relativo de pessoas idosas têm sofrido constantes mudanças nas estimativas de período corrente e nas projeções populacionais. A Organização das Nações Unidas estima que havia 727 milhões de pessoas com 65 anos ou mais no mundo em 2020 e projeta que o número absoluto de idosos deve crescer em todos os continentes até 2050, atingindo um total superior a 1,5 bilhão de pessoas com 65 anos ou mais (United Nations, 2019; 2020b). Neste intervalo de 30 anos (2020-2050), no qual o número absoluto de idosos mais do que dobra, ocorre também o aumento relativo do número de idosos na população mundial, isto é, o aumento do percentual de idosos, passando de 9,3% para 16% da população mundial total (United Nations, 2019; 2020b).

O envelhecimento populacional tem implicações em quase todos os segmentos da sociedade e, conseqüentemente, na organização de políticas públicas capazes de assimilar o processo e redesenhar projetos e ações em cada um desses segmentos (Cotlear, 2011; Dugarova, 2017). A demanda por serviços e infraestruturas decorrente do processo de envelhecimento populacional se torna cada vez mais importante no planejamento e oferta de políticas públicas como, por exemplo, nas questões relativas à saúde e bem-estar, ao suporte familiar (ou ausência dele) dirigido às pessoas mais velhas, às infraestruturas necessárias ao envelhecimento saudável e aos sistemas nacionais de seguridade social (Cotlear, 2011; Dugarova, 2017; United Nations, 2020a; Travassos; Coelho; Arends-Kuenning, 2020).

Neste contexto de permanente revisão das condições socioeconômicas, de sistemas de saúde e bem-estar e de participação das pessoas idosas na sociedade, a agenda do envelhecimento é integrada a outra importante agenda internacional, a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (Dugarova, 2017; United Nations, 2020a). Nessa agenda pública global, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são organizados para o reconhecimento de todos os segmentos da sociedade, em todas suas idades, especialmente aqueles segmentos reconhecidos como mais vulneráveis dentre a população. Isso significa, dentre outras coisas, a inclusão de pessoas em idades avançadas como alvo de ações voltadas ao desenvolvimento sustentável (United Nations, 2020a).

Portanto, o planejamento de ações que preparem as sociedades para o envelhecimento populacional é um elemento central na integração dos ODS com a agenda de

políticas públicas setoriais nacionais, regionais e locais (United Nations, 2020a). A temática do envelhecimento é transversal e está contida em objetivos como, por exemplo, a erradicação da pobreza, igualdade de gênero, crescimento econômico, saúde de qualidade, redução das iniquidades sociais e também nas ações para cidades sustentáveis (United Nations, 2020a).

Nesse sentido, a agenda pública sobre envelhecimento deve contemplar soluções de problemas como a exclusão, a vulnerabilidade e a discriminação praticada contra pessoas idosas. Mais do que isso, essa agenda não pode deixar de incorporar preceitos que reconheçam as pessoas mais velhas como atores sociais fundamentais para alcançar resultados de desenvolvimento realmente transformadores, inclusivos e sustentáveis (Dugarova, et al., 2017).

Os dados e os respectivos estudos que evidenciam o envelhecimento populacional fornecem importantes subsídios para o planejamento e desenvolvimento de ações que reconheçam a importância da abordagem do curso de vida¹, em toda sua amplitude e complexidade, visando não apenas a proteção, mas a promoção de direitos e o desenvolvimento de infraestruturas dirigidas às pessoas idosas e suas famílias (Cotlear, 2011; United Nations, 2020a). Essas ações precisam ser adotadas considerando-se o ritmo do processo de envelhecimento populacional e o estágio de desenvolvimento alcançado por cada país ou região². As distintas trajetórias da dinâmica populacional de cada país ou região podem ser comparadas em termos de ritmo do processo de envelhecimento e da respectiva capacidade dos países em lidar com os desafios impostos pela rápida ou paulatina mudança na estrutura etária de suas populações (Wong; Carvalho, 2006; United Nations, 2020a).

Ao tratar dos desafios econômicos relacionados ao envelhecimento populacional, Mason e Lee (2010, p. 7) indicam dois problemas:

O primeiro é que os países não podem contar exclusivamente com sua própria experiência porque em todos eles as mudanças que se observam na estrutura etária da população estão ocorrendo pela primeira vez. Portanto, é essencial aprender com as sociedades que experimentaram com anterioridade a transição demográfica. O segundo problema é que muitas questões são abordadas de maneira fragmentada, com base em dados parciais e incompletos. [Tradução própria].

¹ O conceito de *curso de vida* aplicado nesta frase está em sentido amplo, fundamentado em outros três conceitos: trajetória, transição e *turning point* (Elder; Kirkpatrick; Crosnoe, 2003; Blanco, 2011). Assim, nesta tese, assumimos a perspectiva de Elder; Kirkpatrick; Crosnoe (2003, p.4) para uso do conceito *curso de vida* e, portanto: *Vemos o curso da vida como consistindo de padrões graduados por idade que estão embutidos nas instituições sociais e na história. Essa visão está alicerçada em uma perspectiva que contextualiza e enfatiza as implicações dos percursos sociais no tempo e no lugar histórico para o desenvolvimento humano e o envelhecimento.* [Tradução própria].

² Com finalidade estatística, a UNSD classifica os países ou áreas mais desenvolvidas incluindo as seguintes sociedades: América do Norte, a Europa, a Nova Zelândia, a Austrália e o Japão. As regiões com menor desenvolvimento estão compreendidas nos países da Ásia (excluindo-se o Japão), nos países da Oceania (excluindo-se a Austrália e Nova Zelândia) e em todos os países e áreas da África, América Latina e Caribe (UNSD, 2021).

No caso da América Latina, por exemplo, o processo de transição demográfica ocorre de forma distinta àquelas dos países desenvolvidos, especialmente quando se compara com o caso dos países da Europa (Cosio-Zavala, 1992; Wong; Carvalho; Aguirre, 2000; Cotlear, 2011; SAAD, 2011). A diferença no ritmo das mudanças é um dos elementos centrais nessa comparação entre tais regiões. Segundo Cosio-Zavala (1995), em apenas três décadas, isto é, entre 1930 e 1960, os países da América Latina registraram um declínio da mortalidade equivalente ao declínio percorrido pelos países europeus durante 200 anos. Além disso, diferente do ocorrido na Europa, o aumento da expectativa de vida na América Latina foi combinado com o aumento da nupcialidade e da fecundidade, levando a um crescimento populacional extraordinário e, também, ao “*chamado milagre econômico brasileiro, mexicano, venezuelano, etc., em que o crescimento demográfico e econômico se estimularam mutuamente*” (Cosio-Zavala, 1995, p.34) [Tradução própria].

As diferenças em termos de transição demográfica também podem ser identificadas quando são analisadas as transições dos países da mesma região³(Wong; Carvalho; Aguirre, 2000; Gonzaga; Queiroz; Lima, 2018; Cosio-Zavala, 1995). Nesse sentido, quando se analisa, por exemplo, a América Latina como uma região e a heterogeneidade entre os países que a compõe, os estudiosos de temas da população não se referem apenas a uma transição, mas sim a transições que descrevem o comportamento de variáveis demográficas específicas de cada população ou de grupos sociais (Chackiel; Schkolnik, 2003). E mesmo quando a análise da transição demográfica é delimitada na população de apenas um país, essa análise pode identificar a ocorrência de múltiplas transições, como, por exemplo, no caso do Brasil (Patarra; Oliveira, 1988; Vasconcelos; Gomes, 2012; Travassos; Coelho; Arends-Kuenning, 2020).

No Brasil, os Censos Demográficos mais recentes revelam que o percentual de pessoas com 65 anos ou mais na população aumentou a taxas crescentes, passando de 4,8% no Censo de 1991 para 5,9% no Censo 2000, depois 7,4% no Censo 2010 e, mais recentemente, 10,9% no Censo 2022. O número de pessoas com 65 anos ou mais era de 10 milhões em 2000, passou para 14,1 milhões em 2010 e atingiu 22,2 milhões em 2022 (IBGE, 2011; 2023). Quando

³Um dado que exemplifica essas diferenças entres os países da América Latina é que:

Existe uma grande variação na expectativa de vida entre os países da América Latina e do Caribe, variando de 60 anos no Haiti e 66 na Bolívia a mais de 78 no Chile, Costa Rica e Cuba. Embora todos os indícios apontem para a existência de lacunas significativas na expectativa de vida entre as populações pobres e não pobres da América Latina e do Caribe, não conseguimos encontrar estimativas da magnitude dessa importante lacuna (Cotlear, 2011, p. 7). [Tradução própria].

se considera as pessoas reconhecidas como idosas segundo a legislação brasileira⁴ (pessoas com 60 anos ou mais), o total de indivíduos neste grupo etário é de mais de 20,6 milhões em 2010 (10,8% da população); e 32,1 milhões em 2022 (15,8%) (Brasil, 2003b; IBGE, 2011; 2023).

Desafortunadamente, na ocasião de desenvolvimento desta tese, os dados censitários disponíveis estavam com mais de 10 anos de defasagem. Registra-se que a pandemia mundial desencadeada pela COVID-19 teve implicações no nível e padrão etário da mortalidade, e o quadro de saúde pública causado pela doença serviu como justificativa apresentada — no primeiro momento, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, posteriormente, pelo Governo Federal — para adiar a realização do Censo Demográfico 2020⁵. Esse registro sobre a COVID-19 e a não realização do Censo Demográfico 2020 no Brasil é oportuno porque essas circunstâncias têm relação direta com a mortalidade no país, refletindo diretamente na sobrevivência dos brasileiros e com a falta de dados atualizados sobre a população, respectivamente. Em outras palavras, o padrão etário da mortalidade por causas decorrentes da COVID-19, e também por causas indiretas têm a mesma influência na expectativa de vida, especialmente a expectativa de vida nas idades adultas e avançadas (Fantin; Camacho; Solís, 2021; Verdery et al., 2021); e a não realização do Censo Demográfico 2020/2021 reforça a dificuldade para mensurar e caracterizar o envelhecimento a partir de dados populacionais devidamente atualizados.

Em 2018, a revisão das projeções populacionais realizadas pelo IBGE indicou o número absoluto de 30,2 milhões de idosos (60 anos ou mais) no Brasil em 2020, representando 14,3% da população brasileira naquele ano. Após a divulgação dos primeiros resultados do Censo 2022, pode-se afirmar que as projeções têm elevado grau de precisão. No mesmo estudo, quando se analisa as projeções para as quatro décadas seguintes, o número absoluto de idosos mais do que dobra, chegando a um total próximo a 73,5 milhões de pessoas com 60 anos ou mais vivendo no Brasil em 2060, correspondendo a 32,2% da população (IBGE, 2018).

⁴ A Lei nº 10.741 de 2003 (Estatuto do Idoso) regula direitos assegurados às pessoas com idade igual ou superior a 60 (sessenta) anos e a Lei nº 8.842 de 1994 (Política Nacional do Idoso) organiza políticas públicas para acesso a tais direitos.

⁵ Em março de 2020, o Governo Federal estabeleceu que a data de referência para realização fosse o dia 31 de julho de 2021. Com essa prorrogação, a coleta de dados prevista ocorreria entre os dias 1º de agosto e 31 de outubro de 2021 (IBGE, 2020). Contudo, ainda em 2020, na ocasião da elaboração do orçamento do governo federal, novos cortes do orçamento destinado ao censo demográfico já indicavam a impossibilidade de sua realização em 2021. Em abril de 2021, o governo federal comunicou, por meio do Secretário Especial de Fazenda do Ministério da Economia, que não havia reservado recursos para realização do censo demográfico. Assim, com a ação juridicamente iniciada e após a determinação do Supremo Tribunal Federal (STF), o governo federal deve adotar as medidas necessárias para a realização do Censo Demográfico em 2022 (STF, 2021).

Assume-se, neste trabalho, que a temática do envelhecimento da população brasileira está presente nas discussões de duas agendas públicas⁶: (i) a agenda de direitos constitucionalmente e legalmente assegurados às pessoas idosas (envelhecimento dos indivíduos); e (ii) a agenda de envelhecimento populacional. Essa segunda agenda emerge com o advento da transição etária da população (Wong; Carvalho, 2006; Cotlear, 2011), levando ao surgimento de duas sub-agendas, quais sejam: (ii.a) a agenda de reformas do Sistema de Seguridade Social⁷; e (ii.b) a agenda de ações voltadas ao envelhecimento saudável.

A primeira agenda trata de questões da pessoa de direito, isto é, do indivíduo que envelhece. A análise dessa agenda é fundamentalmente retrospectiva, isto porque ela depende de uma visão que reconheça os avanços e retrocessos em termos de direitos assegurados às pessoas idosas no Brasil. Essa perspectiva é importante para identificar as experiências bem sucedidas em termos de políticas, programas e projetos públicos dirigidos às pessoas idosas, bem como destacar as ações públicas que garantem o reconhecimento de pessoas idosas como sujeitos de direitos amplamente difundidos na sociedade (Camarano; Pasinato, 2004).

Além de considerar a importância dos contextos econômico, social e político que levaram a constituição da agenda de políticas públicas dirigidas aos idosos brasileiros, a primeira perspectiva precisa reconhecer que a composição etária da população durante as primeiras etapas da transição demográfica brasileira foi fundamental para o desenvolvimento da agenda de direitos às pessoas idosas. Em outras palavras, a estrutura etária mais jovem da população brasileira no Século XX favoreceu a constituição de um sistema de garantia de direitos dirigidos aos idosos (Wong; Carvalho, 2006).

As condições favoráveis, surgidas da dinâmica demográfica, devem ser seriamente levadas em conta, na definição das políticas públicas. Uma redefinição de prioridades, tendo em vista o novo padrão demográfico, na alocação de recursos, garantindo ganhos sociais e econômicos mais elevados, a médio e longo prazos, é uma necessidade urgente. O bônus está presente somente no lado demográfico da equação população-desenvolvimento. No caso brasileiro, muitas das oportunidades já foram perdidas, porque políticas apropriadas não foram implementadas a tempo. Um exemplo refere-se à baixa qualidade do ensino dado aos jovens brasileiros, pertencentes a coortes relativamente menores, que hoje estão às vésperas de ingressar no mercado de trabalho (Wong; Carvalho, 2006, p. 22-23).

⁶ O termo “agenda pública” empregado neste trabalho não diz respeito à “agenda sistemática”, mas é um sinônimo do conceito de “agenda institucional” ou de “agenda formal” (Cobb; Elder, 1971); e pode ser identificada no conjunto de discussões e procedimentos institucionais para viabilizar alterações nas políticas públicas. Segundo Cobb e Elder (1971, p. 906), “a agenda sistemática sempre será mais abstrata, mais geral, mais ampla no escopo e na dimensão do que qualquer agenda institucional”. [tradução própria].

⁷ Sistema de Seguridade Social brasileiro está assegurado por meio da Constituição Federal de 1988 e é composto por outros três sistemas, quais sejam o Sistema Único de Saúde, a Assistência Social e a Previdência Social.

A segunda agenda é emergente, contemporânea e com potencial de perturbar a disponibilidade de políticas públicas dirigidas aos idosos (Cotlear, 2011; Gonçalves; Branchi, 2019). A discussão que pauta a agenda de envelhecimento populacional está fundamentalmente apoiada em uma *abordagem prospectiva*, ou seja, ela está embasada nas projeções de estrutura etária da população; e questiona a sustentabilidade da agenda de políticas públicas dirigidas às pessoas idosas. A mudança da estrutura etária da população em direção a uma configuração mais envelhecida já fundamentou diversas⁸ reformas do Sistema de Seguridade Social brasileiro (Gonçalves; Branchi, 2019). Importante destacar que, tais reformas podem caracterizar tanto o equacionamento entre estrutura etária e políticas públicas como também a redução de direitos a grupos e subgrupos populacionais.

Conforme já mencionado, as projeções de envelhecimento da população instruem a discussão sobre duas sub-agendas, a agenda de reformas no sistema de seguridade e a agenda do envelhecimento saudável. De modo geral, a agenda de reformas é composta pelas propostas que reduzem o dispêndio de recursos públicos com a seguridade social, ou seja, propostas que têm por objetivo a redução da oferta de políticas públicas. Já a agenda de envelhecimento saudável é constituída pelos programas com potencial de reduzir a demanda por serviços e infraestruturas de alto custo.

Em nível global, a agenda de envelhecimento saudável é materializada pelo plano para uma *Década do Envelhecimento Saudável 2020-2030*. Trata-se de um documento que formaliza a colaboração para ações que visam melhorar a qualidade de vida não apenas das pessoas idosas, como também de suas famílias e comunidades. As ações do plano estão alinhadas com o cronograma da Agenda 2030 e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e se baseiam em planos anteriores como o *Plano de Ação Internacional sobre Envelhecimento da Organização das Nações Unidas de Madrid* e a *Estratégia Global sobre Envelhecimento e Saúde da Organização Mundial da Saúde* (OPAS, 2020).

Essa agenda parte do princípio de que o aumento dos anos de vida precisa estar acompanhado de boa saúde, com participação ativa das pessoas idosas nas suas famílias e comunidades. Isso porque anos de vida com saúde debilitada, isolamento social ou dependência de cuidados são negativos para toda a sociedade.

⁸ A primeira reforma do Sistema de Seguridade Social ocorreu no Governo Fernando Henrique Cardoso por meio da Emenda Constitucional nº20/1998 (Brasil, 1998); a segunda reforma no Governo Luiz Inácio Lula da Silva por meio da Emenda Constitucional nº 41/2003 (Brasil, 2003a). Com a Lei nº 13.183/2015, no Governo Dilma Rousseff, também ocorreu a redução de despesas previdenciárias por parte do Governo Federal (Brasil, 2015). A reforma mais recente surgiu por meio da Emenda Constitucional nº 103/2019, no Governo Jair Messias Bolsonaro.

Os recursos sociais e econômicos e as oportunidades disponíveis às pessoas por todo o curso de vida influenciam seu poder de tomar decisões saudáveis e de dar e receber apoio quando precisam. Assim, o *Envelhecimento Saudável* é estritamente ligado à iniquidade social e econômica. Desvantagens nas áreas de saúde, educação, emprego e renda começam cedo, reforçam-se entre si e se acumulam ao longo da vida. Pessoas idosas com saúde debilitada trabalham menos, ganham menos e se aposentam mais cedo. O gênero, a cultura e a etnia são importantes moderadores da iniquidade, resultando em trajetórias de envelhecimento bastante diferentes (OPAS, 2020, p. 3).

Com o objetivo de promover a saúde, manter a capacidade intrínseca e viabilizar a habilidade funcional, a *Década do Envelhecimento Saudável 2020-2030* demandará mudança de foco e ações de múltiplos níveis e diversos setores da sociedade. Para tanto, seu plano foi estruturado em quatro áreas de ação:

- 1 – Mudar a forma como pensamos, sentimos e agimos com relação à idade e ao envelhecimento;
- 2 – Garantir que comunidades promovam as capacidades das pessoas idosas;
- 3 – Entregar serviços de cuidados integrados e de atenção primária à saúde centrados na pessoa e adequados à pessoa idosa; e
- 4 – Propiciar o acesso a cuidados de longo prazo às pessoas idosas que necessitem (OPAS, 2020, p. 6-7).

Seja qual for o tipo de agenda pública em pauta, a forma de conceituar e mensurar a idade é um elemento central na definição e operacionalização das respectivas políticas públicas. O conceito de idade é precípuo na definição objetiva de critérios de inclusão de cidadãos elegíveis a determinado direito social, porque, no que tange os direitos das pessoas idosas, é de acordo com a idade que os cidadãos terão acesso a determinados serviços e benefícios do Estado. No Brasil, dois exemplos práticos disso estão na definição do grupo etário elegível ao Benefício de Prestação Continuada⁹ (BPC) e na gratuidade do uso de transporte público municipal, pessoas com 65 anos ou mais.

Considerando que a agenda pública de envelhecimento populacional lida com os imperativos decorrentes de mudanças na estrutura etária da população — neste caso, com a projeção de aumento relativo e absoluto do número de indivíduos elegíveis a determinadas políticas, programas e projetos financiados com recursos públicos —, uma alternativa para aliviar a pressão fiscal decorrente das projeções populacionais é a alteração da idade para acesso a determinados direitos (Cotlear, 2011; Gonçalves; Branchi, 2019). Outra possibilidade

⁹ O Benefício de Prestação Continuada (BPC) é um benefício socioassistencial pago pelo Governo Federal. Trata-se de um direito garantido constitucionalmente e está dirigido tanto ao idoso a partir dos 65 anos como à pessoa com deficiência. O valor do benefício é igual a um salário-mínimo e a obtenção do benefício depende da observação dos critérios estabelecidos na Lei Orgânica da Assistência Social (nº 8.742/1993) e no Decreto nº 6.214, de 26 de setembro de 2007.

emergente¹⁰ é a utilização da *idade prospectiva* como complemento a *idade cronológica*, isto é, utilizar as estimativas de expectativa de vida para ajustar a idade com base em determinado ano padrão (Sanderson; Scherbov, 2007).

Utilizar a expectativa de vida ou a *idade prospectiva* como instrumento metodológico para abalizar as alterações nos critérios de inclusão é uma opção operacionalmente eficiente em termos de limitação do grupo beneficiado, isto é, conter a oferta de serviços e benefícios públicos. Por outro lado, a *abordagem prospectiva* elaborada em nível nacional e sem considerar a singularidade no processo de transição demográfica brasileira (Patarra; Oliveira, 1988; Carvalho; Garcia, 2003; Vasconcelos; Gomes, 2012; Travassos; Coelho; Arends-Kuenning, 2020) pode influenciar a aprovação de reformas que não apenas reduzam direitos, mas que também acentuem as iniquidades.

Os novos conceitos de idade e as *abordagens emergentes* para mensuração e análise do envelhecimento podem ser utilizados não apenas como um instrumento de ajuste fiscal, mas como instrumentos de planejamento de ações públicas voltadas ao envelhecimento saudável e socialmente sustentável. Caso contrário, o resultado da utilização das novas medidas de envelhecimento surtirá apenas efeito fiscal ao Estado, mas não provocará necessariamente o desenvolvimento sustentável e o envelhecimento saudável.

Argumenta-se, assim, que o envelhecimento populacional precisa ser mensurado para ser entendido e melhor assimilado pelos formuladores de políticas públicas, considerando especialmente as particularidades de cada região ou país, com o objetivo de minimizar as generalizações e evitar injustiças sociais. E que tal mensuração depende de critérios e motivações diversas para seleção das medidas apropriadas. Isso porque as medidas de envelhecimento populacional podem ser utilizadas como (i) evidência empírica das conquistas sociais e seus reflexos no aumento da longevidade; e/ou (ii) como sintomas de um problema eminente que precisa ser equacionado no âmbito público. Essas duas perspectivas revelam diferentes visões sobre o envelhecimento enquanto fenômeno social. Uma visão de reconhecimento de conquistas passadas (Camarano; Pasinato, 2004); e outra da necessidade de ação planejada que incorpore uma abordagem prospectiva da estrutura etária da população para desenvolvimento de ações voltadas ao envelhecimento saudável. Essa última visão beneficia o desenvolvimento de ações públicas que têm como efeito a ampliação do número de pessoas idosas ativas, inseridas no mercado de trabalho, com controle de doenças e com potencial de estender ao máximo seu tempo de vida.

¹⁰ O conceito de idade prospectiva é explorado na segunda seção do Capítulo 1. Em resumo, trata-se de ajustar a idade cronológica em um ano índice com base nas expectativas de vida de um ano padrão.

Diante do pressuposto que as medidas de envelhecimento e o conceito de idade exercem um papel central na decisão sobre políticas públicas, as perguntas que emergem como problemas desta pesquisa são as seguintes: (1) considerando as abordagens emergentes para mensuração do envelhecimento populacional, como o Brasil está envelhecendo? (2) quais as diferenças de idade entre estratos da população brasileira segundo as novas medidas de envelhecimento populacional? (3) qual o significado, o potencial e os limites da abordagem prospectiva na determinação da agenda de envelhecimento populacional no Brasil do Século XXI?

A primeira hipótese é que, em um contexto de ampliação da expectativa de vida e de preservação de condições de desigualdade no processo de envelhecimento, a aplicação da *abordagem prospectiva* como determinante da agenda de envelhecimento populacional pode facilitar a criação de dificuldades legais no acesso a direitos por parte de uma significativa parcela da população. Portanto, torna-se necessária uma discussão da agenda de envelhecimento populacional que incorpore não apenas a *abordagem prospectiva*, mas também aquelas medidas disponíveis para mensurar e explicitar as desigualdades no processo de envelhecimento da população. Em outras palavras, assume-se que a *abordagem prospectiva* é insuficiente para mensurar o envelhecimento e determinar a agenda pública de envelhecimento em contextos de sociedades que têm a ampliação da longevidade combinada com a manutenção de condições de desigualdade.

Com base nessa hipótese, considera-se a possibilidade e a pertinência de mensurar a idade em termos relativos por meio da *abordagem das características*. A formulação de uma *idade relativa* contribui como conceito operacional que mensura o envelhecimento populacional em um contexto de desigualdade, favorecendo a construção de uma agenda pública voltada ao reconhecimento e redução das iniquidades.

Assim, a temática desenvolvida nesta tese de doutorado tem como principal objetivo analisar as novas formas de mensurar e conceituar o envelhecimento populacional, isto é, diferenciar as análises tradicionais (medidas com idade cronológica) das análises *prospectivas* (já difundidas em contextos dos países com elevada expectativa de vida) e das *características*. Mais do que isso, pretende-se contribuir na análise crítica sobre a aplicação das novas formas de mensurar o envelhecimento populacional, especialmente quando esta aplicação fundamenta decisões sobre políticas públicas em um contexto de desigualdades sociodemográficas. Para tanto, além da *abordagem prospectiva*, aplica-se também a *abordagem das características* como forma de revelar as desigualdades no processo de envelhecimento populacional brasileiro. O período de análise do envelhecimento com base na *abordagem*

prospectiva compreende dados observados e projetados entre os anos de 1980 e 2060, enquanto que a aplicação da *abordagem das características* é realizada por meio de uma análise transversal para dados do ano de 2015.

Em resumo, a abordagem das características é proposta por Scherbov e Sanderson (2016) e se viabiliza pela disponibilidade crescente de informação biológica em pesquisas por amostragem. Com base nas informações de idade cronológica e de biomarcadores específicos (por exemplo, força de prensão manual e velocidade de marcha) é possível analisar a *idade relativa* entre dois ou mais grupos populacionais em um mesmo ano. A aplicação dessa abordagem em conjunto com a *abordagem prospectiva* corrobora para uma discussão mais equitativa da agenda pública de envelhecimento populacional.

Além desta introdução, o trabalho está organizado em quatro capítulos, sendo o primeiro um capítulo teórico, o segundo metodológico e os outros dois capítulos dedicados à análise dos resultados com base em dados empíricos.

O primeiro capítulo apresenta o envelhecimento como fenômeno interdisciplinar, o envelhecimento populacional como fenômeno estudado no campo da demografia e biodemografia, bem como discute a importância de conceituar a idade em diferentes abordagens (idade cronológica, idade prospectiva e idade relativa). Trata-se de uma revisão bibliográfica introdutória cujo objetivo é discorrer sobre as diferenças e interrelações entre o processo de envelhecimento de um organismo biológico individual e o processo de envelhecimento populacional estudado no campo da demografia. Por fim, faz-se uma distinção entre o processo de envelhecimento dos indivíduos (envelhecimento biológico) e o processo de envelhecimento populacional (transição da estrutura etária da população).

Um dos objetivos do primeiro capítulo é evidenciar a diferença entre os fenômenos *envelhecimento individual* e *envelhecimento populacional*. Argumenta-se que, uma vez que se compreende tal distinção, a análise sobre a agenda de políticas públicas direcionadas às questões do envelhecimento se torna mais robusta e articulada, pois pode assimilar necessidades e potencialidades das pessoas que envelhecem (*agenda de envelhecimento individual*) e as demandas e oportunidades de desenvolvimento para uma população que está em transição da sua estrutura etária (*agenda de envelhecimento populacional*). Outro objetivo é introduzir os conceitos de idade, pois estes são fundamentais nas análises desenvolvidas nos capítulos subsequentes.

O segundo capítulo detalha a metodologia utilizada na tese, especialmente na descrição dos procedimentos metodológicos e análise dos dados apresentados nos capítulos subsequentes (Capítulos 3 e 4). Além disso, detalha a base de dados utilizados, as ferramentas

de análise, as variáveis e os indicadores utilizados, a forma de cálculo das idades prospectivas e relativas, bem como e o percurso metodológico.

O terceiro capítulo apresenta uma análise comparativa do processo de envelhecimento populacional nas cinco regiões do Brasil, considerando indicadores calculados com base nas idades *cronológica* e *prospectiva*. O objetivo é identificar, em uma perspectiva subnacional, diferenças ou similaridades no processo de envelhecimento populacional. Além disso, busca-se verificar as diferenças entre indicadores regionais calculados com base nas idades *cronológica* e *prospectiva*. Para tanto, serão utilizados dados censitários e dados de projeções populacionais do IBGE para o período compreendido entre 1980 e 2060. A análise e a exibição dos indicadores regionais serão viabilizadas pelo cálculo da idade mediana da população, razão de dependência dos idosos e proporção de idosos.

O quarto capítulo introduz a abordagem das características como forma de análise das diferenças no processo de envelhecimento de uma mesma coorte de nascimento, mas estratificando a população em subgrupos de renda, escolaridade, região do país onde reside, cor de pele declarada e situação de domicílio (rural ou urbana). Para tanto, foram utilizados os dados do *Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros*¹¹ (ELSI-BRASIL) para o ano de 2015. Os participantes desse estudo têm idade igual ou superior a 50 anos completos e a amostra disponibiliza dados de medidas físicas como, por exemplo, a força de prensão manual. Com base nesses dados, foram calculadas e contrastadas as *idades relativas* de diferentes estratos da população brasileira, revelando que indivíduos com a mesma *idade cronológica* têm características mais envelhecidas ou mais jovens do que a mediana da população brasileira.

¹¹ O estudo ELSI-Brasil usou como referência o desenho amostral do Censo Demográfico de 2010. Foram selecionadas amostras de 70 municípios brasileiros, de todas as 5 regiões do país. A seleção desses municípios considerou o tamanho da população que foram classificadas em 4 estratos (ELSI-Brasil, 2016).

CAPÍTULO 1 – A MENSURAÇÃO DOS ENVELHECIMENTOS INDIVIDUAL E POPULACIONAL

1.1 Envelhecimento como objeto de estudo e sua propriedade interdisciplinar

O envelhecimento é um fenômeno que interessa a diferentes campos do conhecimento científico. Trata-se de um tema interdisciplinar e que, portanto, diz respeito a algo que pode ser explicado com base em distintas teorias e mensurado com suas respectivas abordagens metodológicas e disciplinares. De um ponto de vista epistemológico, o envelhecimento humano pode ser apreendido no âmbito da *gerontologia*, ou então nas suas interfaces com outros diversos campos e subcampos do estudo científico (Bengson; Burgess; Parrot, 1997). Exemplos desses subcampos estão em estruturas teórico-metodológicas próprias da biologia, psicologia, sociologia, demografia, dentre outros.

No caso da *demografia*, esta dispõe de uma estrutura teórica explicativa para o envelhecimento enquanto fenômeno populacional, bem como uma série de indicadores para mensuração desse processo em nível de população. Um dos objetivos deste capítulo é evidenciar a diferença entre os fenômenos *envelhecimento individual* e *envelhecimento populacional*. Uma vez que se compreende tal distinção, a análise da agenda de políticas públicas direcionadas às questões do envelhecimento se torna mais robusta e articulada, pois pode assimilar necessidades e potencialidades das pessoas que envelhecem (*agenda de envelhecimento individual*) e as demandas e oportunidades de desenvolvimento para uma população que está em transição da sua estrutura etária (*agenda de envelhecimento populacional*).

Conquanto as duas próximas seções desta tese apresentem separadamente as perspectivas do *envelhecimento biológico individual* e do *envelhecimento populacional*, reconhece-se nesta seção introdutória que o envelhecimento enquanto objeto de estudo está presente em pesquisas interdisciplinares dos mais diversos campos do conhecimento científico. Um importante exemplo está na própria interseção entre a demografia e a biologia; interseção esta que exprime subcampos de estudo como, por exemplo, a *biodemografia do envelhecimento* e a *biodemografia evolutiva do envelhecimento* (Vaupel, 2010; Carey; Vaupel, 2019).

A biodemografia é um subcampo relativamente novo dentro da demografia e interconecta temáticas relacionadas desde doenças, saúde e medicina até a conservação, ecologia e biologia populacional (Carey; Vaupel, 2019). A demografia enquanto disciplina está baseada em fundamentos matemáticos e, com o aproveitamento de extensos volumes de dados,

configura-se como uma área de relevante interesse para formuladores de políticas e do público em geral (Vaupel, 1997; 2010). A demografia está conectada às ciências sociais e às ciências biológicas; e a biodemografia emergiu como subcampo que apresenta iniciativas inovadoras para o aprofundamento da compreensão acerca do envelhecimento (Vaupel, 2010).

Segundo Carey e Vaupel (2019), a biodemografia é composta por duas áreas de pesquisa, quais sejam (i) a demografia biomédica; e (ii) a demografia biológica. A *demografia biomédica* tem ênfase na pesquisa sobre a saúde humana e promove colaboração entre demógrafos e epidemiologistas. Já a *demografia biológica* busca integrar conceitos da biologia e abordagens demográficas para identificar um conjunto universal de princípios, sistemas de modelos, paradigmas experimentais, perspectivas evolutivas e técnicas comparativas para questões sobre aspectos demográficos de diferentes espécies de seres vivos.

Ainda sobre a biodemografia, Crimmins; Kim e Vasunilashorn (2010) afirmam que a disponibilidade de informações biológicas nas pesquisas por amostragem tem expandido a análise demográfica da saúde para além do desfecho morte. O uso de diversos biomarcadores para análise demográfica constituía base para uma melhor compreensão de todo o “processo de morbidade”, tanto para indivíduos como para populações. Em outras palavras, é a partir do uso de marcadores biológicos disponíveis em pesquisas por amostragem que o campo da biodemografia tem avançado na análise de mudanças fisiológicas (surgimento de fatores de risco) que precedem o aparecimento de doenças, a perda de capacidade funcional, o estado de fragilidade e, por fim, a morte.

O uso de informações biológicas em grandes pesquisas populacionais tem sido beneficiado pela coleta de dados em muitos países. Uma lista de estudos nacionalmente representativos é apresentada por Crimmins; Kim e Vasunilashorn (2010), incluindo, por exemplo, o *English Longitudinal Study of Aging* (ELSA), o *Chinese Health and Retirement Study* (CHARLS), o *Indonesian Family Life Study* (IFLS) e o *Costa Rican Study of Longevity and Healthy Aging* (CRELES). Esses estudos são parte integrante de uma rede internacional de coleta de dados longitudinais sobre o envelhecimento, investigando desde condições de saúde e bem-estar até indicadores econômicos e sociais de pessoas adultas mais velhas (ELSI-Brasil, 2016).

Nesse contexto internacional de estudos por amostragem, o Brasil também dispõe de dados que têm corroborado para análises de indicadores biológicos dos grupos populacionais com 50 anos ou mais de idade. Trata-se do banco de dados do *Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros* (ELSI), o qual beneficia a realização desta tese de doutorado por meio de um biomarcador relativo à força de prensão manual. Conquanto se fizesse oportuna a

menção ao ELSI neste breve parágrafo, a melhor apresentação dessa fonte de dados e da forma de operacionalização desse biomarcador são temas desenvolvidos nos próximos capítulos.

A análise da biodemografia do envelhecimento humano apresenta descobertas que ultrapassam o declínio da mortalidade em idades avançadas e que seguem questionando sobre os limites para adiamento da senescência humana (Vaupel, 2010). De fato, o envelhecimento como objeto de estudo (ou mesmo como temática para a reflexão) coloca em perspectiva um conjunto de questões bastante intrigantes acerca dos limites da existência humana: *i*) será que a ampliação da expectativa de vida está chegando a seu limite? (Oeppen; Vaupel, 2002); *ii*) quais os limites da longevidade humana? (Olshansky; Carnes; Cassel, 1990); e *iii*) por que não admitir a possibilidade de imortalidade? (Kass, 2001; Pettersen; Seear, 2009).

Essas e muitas outras questões do envelhecimento humano atraem a atenção de diferentes pesquisadores e são apresentadas em perspectivas próprias de cada campo científico, gerando difusão das abordagens metodológicas aplicadas em cada análise. Um exemplo que ilustra esse processo de difusão das abordagens pode ser verificado na visão crítica apresentada por Hayflick (2000) acerca do desequilíbrio entre o volume de pesquisas sobre doenças e o volume de pesquisas sobre o envelhecimento.

A incapacidade de distinguir entre pesquisa sobre envelhecimento (biogerontologia) e pesquisa sobre doenças associadas à idade (medicina geriátrica) tem sido, e ainda é, uma fonte de mal-entendidos. E há poucas evidências de que essa falha, com suas importantes consequências científicas, políticas e sociais, será corrigida em breve. Assim, o atual desequilíbrio continuará, no qual os recursos disponíveis para pesquisas sobre as doenças da velhice excedem em muito os disponíveis para abordar a questão central: por que as células velhas são mais vulneráveis a doenças do que as células jovens? (Hayflick, 2000, p. 267) [Tradução própria].

Enquanto no campo da *biodemografia* a combinação de informações biológicas é necessária para sustentar análises e modelos mais robustos no que se refere a fatores de risco, doenças, fragilidade e mortalidade (Crimmins; Kim; Vasunilashorn, 2010; Vaupel, 2010), na medicina, figura-se necessário o debate sobre a separação entre as pesquisas relacionadas às doenças e pesquisas relativas ao envelhecimento, delimitando as fronteiras entre a *medicina geriátrica* e a *biogerontologia* (Hayflick, 2000).

Ao discutir sobre as evidências de adiamento da mortalidade e também da senescência, Vaupel (2010, p. 8) argumenta que “*embora as reduções nas mortes por qualquer doença específica não aumentem radicalmente a expectativa de vida, os avanços contra muitas doenças se reforçam sinergicamente, especialmente porque a comorbidade é bastante prevalente entre idosos*”. Dessa forma, a ideia de que a redução das taxas de mortalidade com a idade levaria à desaceleração da senescência encorajou parte dos especialistas em

envelhecimento a aumentar a pesquisa sobre doenças como uma estratégia de “ataque sistemático ao próprio envelhecimento” (Vaupel, 2010).

É dessa abordagem, a qual reconhece a associação entre o envelhecimento e a comorbidade entre idosos, que emerge o risco de ambiguidades na definição do envelhecimento enquanto objeto de estudo. Exemplos dessas ambiguidades são percebidos nas perguntas de pesquisa de Magalhães (2014, p. 459-460): i) “*podemos curar o envelhecimento?*”; e ii) “*quais tecnologias disruptivas são necessárias para curar o envelhecimento?*” Conquanto o argumento central de Magalhães (2014) seja sobre o potencial tecnológico para desvendar o funcionamento do genoma e desenvolver modelos computacionais preditivos que aumentem a precisão das intervenções médicas, o processo de envelhecimento em seu artigo é tratado de forma análoga ao tratamento de doenças, visto que a palavra envelhecimento é geralmente acompanhada das seguintes terminologias: cura, erradicação e abolição.

Não se trata aqui de um “jogo de palavras”, mas da busca por delimitações conceituais que sustentem uma observação do envelhecimento humano enquanto fenômeno distinto. O envelhecimento não é uma doença; e tal distinção é imprescindível para entender sobre a biologia fundamental das mudanças de idade (Hayflick, 2000).

Os processos de doença podem ser distinguidos das mudanças de idade por pelo menos quatro critérios. Ao contrário de qualquer doença, as mudanças de idade (1) ocorrem em todos os animais que atingem um tamanho fixo na idade adulta; (2) ocorrem em praticamente todas as espécies; (3) ocorrem em todos os membros de uma espécie somente após a idade de sucesso reprodutivo; e (4) ocorrem em animais retirados da natureza e protegidos por seres humanos, mesmo quando essa espécie não envelhece há milhares ou mesmo milhões de anos (Hayflick, 2000, p. 267) [Tradução própria].

Ainda no campo das ciências da saúde humana, não é o bastante reconhecer a diferença entre as pesquisas sobre a biologia do envelhecimento (*biogerontologia*) e aquelas sobre doenças associadas à idade (*medicina geriátrica*), isto é, resta a necessidade de aprimorar a *biogerontologia* enquanto disciplina cientificamente reconhecida, afastando-a da denominada *medicina antienvelhecimento* (Fishman; Binstock; Lambrix, 2008). Nesse sentido, os biogerontologistas têm de delimitar e fortalecer seu campo de estudo com base em duas frentes de trabalho: “1) *enfraquecer as fronteiras entre eles e os investigadores genéticos noutras áreas das biociências* e 2) *fortalecer as fronteiras entre eles e os profissionais e empresários antienvelhecimento*” (Fishman; Binstock; Lambrix, 2008, p. 3).

Nas décadas de 1960 e 1970, surgiu na Europa e nos Estados Unidos um movimento médico antienvelhecimento que foi se institucionalizando ao longo das décadas por meio da criação de academias e centros de estudo, organizações, congressos internacionais e revistas

especializadas (Fishman; Binstock; Lambrix, 2008; Pettersen; Seear, 2009). A disseminação de informação e a globalização produtiva promovem a difusão global da *medicina antienvhecimento* e das suas respectivas descobertas científicas, bem como da oferta e desenvolvimento da demanda por tratamento médico antienvhecimento (Pettersen; Seear, 2009). Dessa forma, reconhece-se a pesquisa nesse campo está para além da compreensão do processo de envelhecimento, pois, em última análise, atende ao propósito de criação produtos para tratamento antienvhecimento e sustentação científica para a criação e desenvolvimento do mercado consumidor.

Segundo afirmam Pettersen e Seear (2009), a *medicina antienvhecimento* se viabilizou pelo seguinte conjunto de condições: *i*) o contínuo investimento do setor privado em pesquisa e desenvolvimento farmacêutico e tecnológico com foco nos efeitos do envelhecimento; *ii*) crescente apoio dos governos a uma economia baseada na biotecnologia; *iii*) a existência de redes de profissionais que ajudam a legitimar e promover o campo; *iv*) a associação íntima entre cientistas que trabalham neste campo e os membros da indústria. Esse conjunto de condições político-econômicas aliado às questões socioculturais é a base para o processo de biomedicalização do envelhecimento, isto quer dizer que “*o caráter multidimensional e complexo do envelhecimento – envolvendo a interação de aspectos biofísicos, socioculturais e psicossociais – foi reduzido a um problema de doença que é visto como passível de solução biomédica*” (Pettersen; Seear, 2009, p. 123).

A medicina antienvhecimento e a sua conseqüente oferta de procedimentos e terapias de rejuvenescimento atendem a uma demanda de mercado. Assim, a busca pela juventude duradoura é combinada com a oferta de procedimentos e de ciência para legitimar a proposta de cura do envelhecimento (Magalhães, 2014). Além da frequente confusão entre envelhecimento e doença (Hayflick, 2000; Pettersen; Seear, 2009), essa abordagem fortalece a lógica de mercado como resposta aos efeitos do envelhecimento, especialmente no desenvolvimento do que Debert (1999) classifica como “reprivatização da velhice”.

Suas imperfeições não são naturais nem imutáveis, mas com esforço disciplinado e o uso das tecnologias pode-se conquistar a aparência desejada; as rugas ou a flacidez se transformam em indícios de lassitude moral e devem ser tratadas com a ajuda dos cosméticos, da ginástica, das vitaminas, da indústria do lazer (Debert, 1999, p.78).

[...] Quando o rejuvenescimento se transforma em um novo mercado de consumo, não há lugar para a velhice, que tende a ser vista como conseqüência do descuido pessoal, da falta de envolvimento em atividades motivadoras, da adoção de formas de consumo e estilos de vida inadequados. A oferta constante de oportunidades para a renovação do corpo, das identidades e auto-imagens encobre os problemas próprios da idade mais avançada. O declínio inevitável do corpo, o corpo ingovernável que não

responde às demandas da vontade individual é antes percebido como fruto de transgressões e por isso não merece piedade (Debert, 1999, p.79).

A “reprivatização da velhice” é, portanto, caracterizada pelo processo de responsabilização dos indivíduos pelos efeitos deletérios próprios do envelhecimento; e pelo enfraquecimento da solidariedade entre gerações (Debert, 1999). A ideia de que a ciência e a tecnologia oferecem as ferramentas para suplantarem os efeitos nocivos do envelhecimento e dos seus flagrantes constrangimentos corrobora para o fortalecimento da responsabilidade individual em detrimento da proteção social e troca entre gerações. Isso ocorre no contexto do curso de vida pós-moderno, no qual, segundo Debert (1999), a fronteira etária entre vida adulta e a velhice fica menos visível.

Do ponto de vista legal, a fronteira que separa a vida adulta da velhice é operacionalizada pela idade cronológica. Dessa forma, é possível estabelecer direitos aos indivíduos que atingirem determinada idade cronológica. No Brasil, um exemplo prático é dado pela definição legal de direitos às pessoas que possuem 60 anos ou mais de idade. Embora seja uma fronteira institucionalmente útil para operacionalização de políticas públicas, a característica heterogênea da sociedade e a consequente desigualdade no processo de envelhecimento não permitem inferir informações acerca das condições de saúde e bem-estar de um indivíduo com 60 anos de idade aleatoriamente selecionado da população brasileira.

Estabelecer a idade cronológica que serve como fronteira para estudos do envelhecimento é tão difícil quanto selecionar os grupos etários elegíveis a tal pesquisa, isto é, sexagenários, septuagenários, octogenários, nonagenários, centenários. A realização de estudos com base nesse amplo grupo de idades se viabiliza por dois fatores: primeiro, pelo crescimento do número de centenários na população; e também pela maior disponibilidade de dados confiáveis de idade em países como, por exemplo, Inglaterra, País de Gales, Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia (Vaupel, 1997). Assim, uma questão etária parece preceder a própria investigação acerca do envelhecimento: qual a idade cronológica que serve como fronteira para definição do grupo etário exposto ao processo de envelhecimento?

Ao tratar do envelhecimento, morte natural e compressão da morbidade em humanos, Fries (1980) indica que a reserva de órgãos ao longo do tempo começa com um declínio quase linear por volta dos 30 anos de idade. Uma vez que a fronteira do processo de envelhecimento delimitada aos 30 anos de idade é fundamentada com base na média de desempenho de indivíduos em diferentes grupos etários, Fries (1980) ressalta a importância de observar as decisões e práticas individuais que proporcionam melhoria de desempenho apesar da idade.

A modificabilidade, ou "plasticidade" do envelhecimento foi demonstrada em estudos nos quais o desempenho pode ser melhorado apesar da idade, dentro de limites surpreendentemente amplos. Este importante fenômeno tem passado despercebido em parte por causa de uma ênfase na média em vez do desempenho individual e em parte porque estão envolvidos díspares. Os declínios médios nas variáveis do envelhecimento podem ocultar uma variação individual notável (Fries, 1980, p. 134).

Essa argumentação de Fries (1980) direciona a atenção para o potencial individual de ação diante do processo de envelhecimento, isto é, o autor enfatiza a autonomia pessoal como um caminho possível para melhorar a saúde, adiando o aparecimento de doenças crônicas, mantendo o vigor e desacelerando a involução social e psicológica. Isso não deve ser confundido com o processo de responsabilização de “reprivatização” do envelhecimento, ou seja, não se trata de responsabilizar individualmente os indivíduos pelos efeitos deletérios do envelhecimento. Fries (1980) considera que são necessários esforços coletivos para a remoção dos riscos ambientais e também para desenvolvimento de incentivos ao exercício da escolha pessoal acerca do envelhecimento.

Observa-se que interesse em delimitar o envelhecimento enquanto objeto de estudo pode promover esforços adversos, isto é, pode resultar no esforço de seleção de múltiplas fronteiras disciplinares ou no esforço de ligações necessárias aos estudos interdisciplinares. Enquanto os estudos da *biodemografia* buscam fortalecer a ligação entre a biologia e a demografia para avanço no campo de pesquisa (Carey; Vaupel, 2019), os estudos da *biogerontologia* buscam fortalecer as fronteiras com os profissionais e empresários da medicina antienvelhecimento (Fishman; Binstock; Lambrix, 2008; Pettersen; Seear, 2009) e estabelecer fronteira com a *medicina geriátrica* (Hayflick, 2000).

Esta seção problematizou algumas questões relativas ao envelhecimento em sentido amplo, buscando apresentar parte dos campos e subcampos de pesquisa que tratam do tema em diferentes níveis e com distintas abordagens disciplinares. Conquanto inexista a pretensão e a possibilidade de exaurir a temática da interdisciplinaridade do envelhecimento nesta breve seção, sublinham-se alguns dos principais desafios na inserção dessa temática como objeto de estudo, bem como os avanços da ligação entre demografia e biologia em estudos que solidificam a *biodemografia* enquanto subcampo interdisciplinar da demografia. Nas próximas seções, buscar-se-á apresentar uma perspectiva mais restrita que facilite a distinção entre o processo de *envelhecimento humano individual* e o processo de *envelhecimento em nível de população*.

1.2 Envelhecimento biológico individual: o processo progressivo

Mesmo que a proposta desta e da seção seguinte seja delimitar o *envelhecimento individual* de forma a diferenciá-lo do processo de *envelhecimento populacional*, cumpre destacar que esses dois distintos fenômenos têm inter-relações importantes, por exemplo, no uso da idade cronológica como unidade de medida, mas que a análise direta destas inter-relações não está compreendida no escopo deste trabalho. Uma possibilidade de operacionalizar a distinção entre o *fenômeno individual* do *fenômeno populacional* é a observação das orientações teóricas que buscam explicar o envelhecimento.

A ampla variedade de teorias propostas para explicar o processo de *envelhecimento individual* permite sua organização em diferentes classificações (Teixeira; Guariento, 2010, Mota; Figueiredo; Duarte, 2004; Knight, 1995). Com a pretensão de apresentar uma classificação racional das teorias do envelhecimento, Medvedev (1990) identificou mais de 300 teorias sobre o envelhecimento.

QUADRO 1 – Grupos de teorias do envelhecimento

Teorias baseadas nas mudanças de idade

Estas são numerosas teorias antigas e novas que se originam do estudo de diferentes mudanças relacionadas à idade ao longo de toda a vida ou mudanças que mostram acumulação definida no tempo. Comparar idades jovens, adultas e idosas e descrever a deterioração de estruturas ou funções em organismos ou tecidos envelhecidos é o principal método para testar essas teorias.

Teorias relacionadas ao dano primário

Essas teorias baseiam-se no estudo ou sugestão da natureza de possíveis fatores de dano internos ou externos que geram alterações irreversíveis em células e tecidos. Normalmente sugerem que a existência de fatores primários ou universais que produzem danos são a principal causa do envelhecimento. Considera-se que as alterações relacionadas com a idade resultam de tais danos. Estas teorias são testadas não pelo estudo da natureza das mudanças relacionadas com a idade (são demasiado numerosas e aleatórias), mas por tentativas de produzir mudanças na esperança de vida (diminuição ou aumento) sob a influência de fatores de risco ou protetores de danos.

Teorias do programa genético

Muitas teorias do envelhecimento consideram-no uma continuação da morfogênese, mas numa “forma destrutiva” diferente. Os argumentos a favor dessas teorias não precisam da descrição de muitos tipos de alterações relacionadas à idade em diferentes tecidos e órgãos. Eles precisam estudar a natureza do controle genético sobre a taxa de envelhecimento e a expectativa de vida, o tipo de mutações que envolvem mudanças na expectativa de vida e observações de processos morfogenéticos e de desenvolvimento que continuam ao longo de todos os períodos da vida, incluindo a senescência.

Teorias evolutivas

Essas teorias são projetadas para explicar a ampla gama de variações específicas da expectativa de vida das espécies (de alguns dias a centenas de anos). Testar estas teorias não requer o estudo das diferenças entre organismos jovens e velhos, mas requer investigação sobre a natureza das diferenças entre espécies de vida curta e de vida longa que podem ser relevantes para o seu envelhecimento.

Teorias específicas de tecidos

Numerosas teorias que foram propostas para explicar um padrão específico de envelhecimento em tecidos e células individuais são únicas e não podem ser generalizadas. A teoria do colesterol da origem da aterosclerose,

a teoria da alteração protéica do envelhecimento do cristalino e da córnea, a teoria da membrana lipídica do envelhecimento dos glóbulos vermelhos nucleares em circulação, o desgaste dos dentes, etc. são exemplos típicos deste grupo.

Modelos matemáticos e físico-matemáticos

Várias teorias e modelos que foram sugeridos para explicar a cinética da mortalidade, os efeitos da radiação que encurtam a vida, os aspectos cibernéticos do envelhecimento, etc.

Teorias unificadas

Teorias que combinam elementos de diferentes grupos de teorias. Estas teorias muitas vezes não necessitam de testes experimentais propositadamente concebidos e baseiam-se em considerações teóricas.

Fonte: Adaptado de Medvedev (1990, p. 378). [Tradução própria].

Tal classificação racional de Medvedev dependeu, segundo o autor, de um esforço para encontrar áreas de complementaridade e sobreposição entre as diversas teorias. A descrição pormenorizada das classificações e organização de grupos de teorias não interessam para o nível da análise proposta nesta tese. Contudo, cabe destacar a existência de múltiplos esforços para organizar o conjunto de teorias acerca do envelhecimento biológico. A abordagem proposta por Medvedev (1990) permite sublinhar a inter-relação e complementaridade de muitas teorias de envelhecimento. Essa proposta foi sintetizada no Quadro 1 para apresentar os sete grupos principais de teorias do envelhecimento categorizadas segundo Medvedev (1990).

Segundo Knight (1995), as teorias sobre o processo biológico de envelhecimento também podem ser organizadas em quatro grupos que correspondem a diferentes orientações e têm bases nos seguintes modelos: (i) Estocástico (mutação somática, erro-catastrófico, glicosilação de proteínas); (ii) de desenvolvimento (imunológico e neuroendócrino); (iii) programado (baseado no genoma); e (iv) radical livre.

Outra proposta de organização e agrupamento de teorias biológicas do envelhecimento é apresentada por Jin (2010), na qual o autor divide o conjunto de teorias em duas categorias principais: (i) teorias do envelhecimento programado; e (ii) teorias do envelhecimento por dano ou erro. As teorias do envelhecimento programado resultam da consideração dos mecanismos intrínsecos ao organismo, os quais são responsáveis pela regulação biológica desde o crescimento e desenvolvimento infantil até a senescência. Nesse sentido, a deterioração do organismo durante a senescência é resultado de um processo que responde ao cronograma biológico natural. Nas teorias do envelhecimento por dano ou erro, evidenciam-se as agressões ambientais aos organismos vivos, sendo que tais agressões induzem a ocorrência de danos cumulativos em diversos níveis, causando assim o envelhecimento (Jin, 2010).

Essa breve descrição do conjunto de teorias que sustentam a explicação do processo de envelhecimento biológico é importante para dimensionar a complexidade do fenômeno envelhecimento em seu nível individual. Sem a pretensão de uma discussão exaustiva, os exemplos de organização teórica apresentados nos parágrafos anteriores são suficientes para o reconhecimento da dificuldade de explicação das causas do envelhecimento biológico. Uma proposta investigativa mais coerente com as possibilidades de elaboração desta tese é sobre a própria definição do envelhecimento individual. Segundo Knight (1995, p. 2), independentemente de como definimos o envelhecimento individual, é amplamente aceito que seus efeitos incluem as seguintes condições:

- 1) uma diminuição progressiva na eficiência e vigor de essencialmente todas as funções fisiológicas; 2) atrofia da maioria, senão de todos, os órgãos e tecidos; 3) maior vulnerabilidade a traumas, infecções e várias disfunções do sistema imunológico (distúrbios autoimunes, amiloidose, doenças linfóides); 4) aumento da suscetibilidade à maioria dos processos malignos; e 5) diminuição do VO₂ máx (a medida fisiológica da capacidade do corpo de extrair oxigênio do ar e transmiti-lo ao sistema circulatório [Tradução própria].

Segundo Harman (1981, p. 7124), o envelhecimento pode ser definido como “*o acúmulo progressivo de mudanças com o tempo associadas ou responsáveis pela sempre crescente suscetibilidade a doenças e morte que acompanham a idade*” [tradução própria]. Essa definição é particularmente interessante porque combina a noção de idade e a sucessão de eventos que caracterizam o envelhecimento individual. E, como será descrito posteriormente neste capítulo, o conceito de idade também é um elemento central na definição do envelhecimento enquanto fenômeno populacional.

Ainda no entendimento do envelhecimento como processo biológico individual, Rothstein (1982, p. 2) evidencia o conceito de senescência ao declarar que “*as mudanças da maturidade à senescência constituem o processo de envelhecimento*” [tradução própria]. Nesse sentido, o conceito de senescência está compreendido como uma determinada etapa do curso de vida subsequente à maturidade, ou seja, corresponde ao processo fisiológico do envelhecimento ou envelhecimento natural. Na prática, assume-se que esta etapa denominada senescência é caracterizada pelo processo natural e progressivo de diminuição da funcionalidade do indivíduo (Ciosak et al., 2011; Teixeira; Guariento, 2010; Brasil, 2006).

Ao analisar o envelhecimento no contexto de desenvolvimento da história evolutiva dos seres vivos em geral, Strehler (1977, p. 11) define a senescência como “*mudanças que ocorrem (1) geralmente no período pós-reprodutivo e (2) que resultam em uma diminuição da capacidade de sobrevivência por parte do organismo individual*” [tradução própria]. Nessa sua

definição, embora Strehler (1977) não faça esta declaração de modo explícito, o conceito de senescência parece ser aplicado como sinônimo do processo de envelhecimento individual. Com isso, emerge a seguinte questão: a utilização do termo senescência como sinônimo de envelhecimento biológico individual é conceitualmente adequada? Ou esses seriam conceitos complementares para definir diferentes características de um processo amplo e complexo?

Segundo Medawar (1958), a palavra envelhecimento deveria significar o mero aumento dos anos vividos. E é assim que o autor faz a distinção conceitual entre envelhecimento e senescência:

[...] Doravante, 'envelhecimento' significa apenas envelhecimento e não tem nenhuma outra insinuação. Usarei a palavra "senescência" para significar envelhecimento acompanhado por aquele declínio das faculdades, sensibilidades e energias corporais que o envelhecimento coloquialmente acarreta. Dorian Gray envelheceu, mas apenas seu retrato revelava as mudanças da senescência (Medawar, 1958, p. 46-47) [Tradução própria].

Já a definição apresentada por Comfort (1956) insere o conceito de senescência como elemento fundamental dos estudos de envelhecimento, ressaltando a importância do reconhecimento e investigação do conjunto de processos que caracterizam a senescência. Além disso, Comfort (1956) estrutura sua definição conceitual incluindo a noção de *idade cronológica* e o aumento da *probabilidade de morte* como indicadores de uma relação que marca o processo de senescência.

A senescência é um processo de deterioração. O que está sendo medido, quando medimos, é uma diminuição da viabilidade e um aumento da vulnerabilidade. Outras definições são possíveis, mas tendem a ignorar a razão de ser da preocupação humana e científica com os processos de envelhecimento. A senescência se mostra como uma probabilidade crescente de morte com o aumento da idade cronológica: o estudo da senescência é o estudo do conjunto de processos diferentes em diferentes organismos, que trazem a esses o aumento da vulnerabilidade (Comfort, 1956, p. 17) [Tradução própria].

Essas definições são importantes para articular a senescência como conceito necessário aos estudos de envelhecimento; e também para fazer uma razoável distinção entre esses dois conceitos complementares e inter-relacionados. Outro elemento importante nessas definições de envelhecimento e senescência é a preocupação em mensurar os processos. As formas de mensuração do *envelhecimento*, seja o envelhecimento em nível de indivíduos ou de uma população, dependem de uma razoável qualidade e operacionalidade das medidas utilizadas para identificar os estágios de *envelhecimento individual*.

Na citação direta de Comfort (1956, p. 17), vê-se a seguinte afirmação: “a senescência se mostra como uma probabilidade crescente de morte com o aumento da idade

cronológica”. Todavia, o avanço de estudos mais recentes no campo da biodemografia tem demonstrado que a mortalidade pode diminuir com a idade para algumas espécies em alguns períodos da vida adulta. Segundo Vaupel (2010), essa diminuição das taxas de mortalidade é, em parte, resultado de mudanças na dieta e outros fatores ambientais.

No que se refere aos humanos, o aumento de dados confiáveis sobre a mortalidade após os 80 anos permite estimar com precisão a trajetória da mortalidade até cerca de 107 anos para mulheres e 105 anos para homens (Vaupel, 1997). Essas estimativas mostram que a mortalidade humana não aumenta exponencialmente após os 80 anos de idade, contestando assim aquilo que sustentava a lei de Gompertz e também ao afirmado por Confort na sua definição de senescência.

A mortalidade desacelera, subindo talvez para um máximo ou teto por volta dos 110 anos. É incerto se a mortalidade está aumentando lentamente, nivelada, diminuindo lentamente ou diminuindo rapidamente após os 110 anos. Esses resultados são baseados em dados de cerca de 70 milhões de humanos que atingiram a idade de 80 anos, cerca de 200.000 que comemoraram seu 100º aniversário e uma pessoa excepcional, a francesa Jeanne Calment, que morreu aos 122 anos e 5 meses em agosto de 1997 (Vaupel, 1997, p. 5). [Tradução própria].

Retomando o esforço de descrever, a partir de um ponto de vista teórico-conceitual, o envelhecimento de um organismo individual, uma proposta descritiva mais ampla em termos de conceitos que sustentam a análise do processo biológico de envelhecimento pode ser apresentada com base na propositura de Strehler (1977). Em sua formulação, são quatro critérios que constituem o processo básico de envelhecimento, sendo que estes quatro critérios incluem os seus respectivos conceitos, quais sejam (1) universalidade (*universality*), (2) intrinsecalidade (*intrinsicity*), (3) progressividade (*progressiveness*) e (4) nocividade (*deleteriousness*).

Esses critérios têm como pressuposto básico a existência de alterações graduais na estrutura de organismos que, segundo Strehler (1977), não são decorrentes de doenças evitáveis ou outros acidentes que, na medida em que aumenta a idade cronológica do indivíduo, ampliam a probabilidade de morte. Doenças evitáveis e alterações biológicas provocadas por fatores externos configuram elementos que precisam ser destacados como não naturais do processo básico de envelhecimento biológico. Eis aqui a importância do conceito de *intrinsecalidade*, isto é, para fazer a distinção entre as variáveis ambientais modificáveis e as mudanças endógenas, evidenciando estas últimas como critério constituinte do conceito de envelhecimento do organismo biológico individual. Esse critério vincula tal conceito de

envelhecimento ao conjunto de teorias do envelhecimento programado, conforme organizado por Jin (2010).

A *universalidade* estrutura o critério de generalização de qualquer processo natural de envelhecimento, o qual deve ocorrer necessariamente em todos os membros mais velhos da espécie. Assim, os processos biológicos que configuram o envelhecimento ocorrerão com todos os indivíduos, mas as expressões do envelhecimento em termos de senescência podem variar. Além disso, a universalidade também permite compreender melhor questões relacionadas às doenças e ao aumento da idade cronológica, identificando a existência ou inexistência de relação entre determinadas doenças e o processo de envelhecimento, isso porque os “*verdadeiros processos básicos de envelhecimento ocorrerão em todos os indivíduos mais velhos de uma espécie, quer se expressem como lesões de doença reconhecíveis ou não*” (Strehler, 1977, p. 13) [Tradução própria]. Esse critério é bastante importante para não confundir envelhecimento com doença, pois, segundo Hayflick (2000, p. 267), ao contrário de qualquer doença, as mudanças da senescência “*ocorrem em todos os animais que atingem um tamanho fixo na idade adulta*” [Tradução própria].

A *progressividade* sustenta a noção de que o envelhecimento é um processo, o qual ocorre de forma gradual e cumulativa no tempo (Strehler, 1977). Assim o processo de envelhecimento biológico básico é necessariamente caracterizado pela universalidade, intrinsecalidade e pela progressividade nas mudanças decorrentes da idade avançada. E, sendo assim, quais seriam as mudanças significativas para caracterizar tal envelhecimento? O quarto critério ampara a resposta para tal questionamento. A *nocividade*, ou na terminologia em língua inglesa *deleteriousness*, pretende destacar a etapa do curso de vida marcada por mudanças que provocam o declínio da capacidade funcional do organismo e o aumento da probabilidade de morte. Esse critério destaca que o processo de envelhecimento é circunscrito quando as alterações biológicas expressam a diminuição paulatina da capacidade do organismo sobreviver (Strehler, 1977). Esse último critério reforça a importância do conceito de senescência na definição do envelhecimento enquanto fenômeno biológico individual.

Dentre esses quatro critérios para definir o envelhecimento como processo biológico individual, a maior dificuldade de aplicação está associada à *intrinsecalidade* (Strehler, 1977). Isso decorre da dificuldade de controlar as variáveis ambientais e estabelecer algum entendimento do mecanismo de mudança associado apenas à idade, ou seja, da dificuldade de identificar os processos endógenos que caracterizam o envelhecimento biológico (Medawar, 1958).

Considerando que as variáveis ambientais exercem uma influência significativa no processo de envelhecimento biológico, Strehler (1977) propõe a classificação dos tipos de mudanças segundo sua origem: endógena (mudanças resultantes do processo normal de envelhecimento) ou exógena (mudanças resultantes de fatores ambientais). A sua proposta é dividir a origem do envelhecimento nestas duas categorias gerais: (i) *processos determinados (genéticos)*; e (ii) *processos auxiliares (estocásticos)*.

Essa proposta também é compatível com a classificação da senescência em dois tipos de causa, pois “*existe (a) a senescência inata ou arraigada, que é, em um sentido geral, de desenvolvimento ou o efeito da "natureza"; e (b) a senescência composta pela soma acumulada dos efeitos do estresse recorrente, lesão ou infecção*” (Medawar, 1958, p. 54) [Tradução própria]. Também é possível traçar um paralelo entre essa classificação dual e a organização teórica dividida entre *teorias do envelhecimento programado* e *teorias do envelhecimento por dano ou erro* (Jin, 2010).

O Quadro 2 é uma reprodução da elaboração sistematizada por Strehler (1977). Em sua base estão as origens das alterações biológicas que configuram o envelhecimento. Além disso, essa sistematização permite visualizar algumas possibilidades de mensuração do envelhecimento segundo seu respectivo nível de análise. São apresentados 6 níveis de organização do envelhecimento, partindo desde os elementos subcelulares até o nível de população.

Na observação do Quadro 2, pode-se interpretar o envelhecimento no nível de população como resultado agregado dos indivíduos que envelhecem. Em outras palavras, na medida em que os indivíduos da população envelhecem, ocorre a maior suscetibilidade à doença e o aumento da probabilidade de morte. Essa explicação lógica é pertinente quanto se busca avaliar o processo de envelhecimento biológico, pois, como já foi discutido, esse processo básico de envelhecimento do organismo individual atende ao critério da *progressividade*.

QUADRO 2 – Origens, níveis e categorias de mudanças de idade

NÍVEL DE ORGANIZAÇÃO	MANIFESTAÇÃO	MENSURAÇÃO
População	Maior probabilidade de morte (envelhecimento) derivada de ↓	Taxas de mortalidade
Indivíduo	Adaptação diminuída que, por sua vez, reflete ↓	Desempenho geral, morbidade
Função Integrada (sistemas de órgãos)	Diminuição da capacidade de realizar funções específicas resultante de ↓	Testes fisiológicos
Tecidos	Alterações nos tecidos e/ou ↓	Medições histoquímicas, microscópicas eletrônicas e químicas
Células	Morte ou alterações nas células consequentes a ↓	Histologia, histopatologia, fisiologia celular
Elementos subcelulares: organelas e moléculas	Mudanças em elementos subcelulares ou ambientes extracelulares (por exemplo, núcleos, DNA, polissomos, membranas, mitocôndrias, Golgi, lisossomas, colágeno, membranas basais, solutos, estroma) que, por sua vez, surgem de ↓ Mudanças nas taxas de síntese, taxas de utilização, difusão, transporte, armazenamento (formação de precipitados, exaustão de materiais armazenados), todos os quais são resultados de falha de <i>design</i> (deficiências nas propriedades genéticas) para levar em consideração os efeitos deletérios de ↓	Histoquímica, imunquímica, bioquímica molecular
	<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Acidentes (processos estocásticos)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><i>Inadequação de design</i> (incapacidade de reparar e/ou evitar danos graves).</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><i>Omissão de design</i> (incapacidade de reparar os efeitos de microacidentes).</p> </div> </div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Genética e desenvolvimento (processos genéticos)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><i>Erros de design</i> (presença de reações colaterais lentas, mas prejudiciais, catalisadas e não catalisadas).</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><i>Contradições no design</i> (efeitos opostos da mesma característica de <i>design</i> em momentos diferentes, em células diferentes, em ambientes diferentes).</p> </div> </div> </div> </div>	

Fonte: Strehler (1977, p. 19). [Tradução própria].

Porém, se for aplicada a perspectiva da análise demográfica (Preston; Heuveline; Guillot, 2001), o envelhecimento descrito no Quadro 1 compreende apenas o nível de envelhecimento de uma *coorte de nascimento*¹². E o envelhecimento no nível da população

¹² Uma coorte é o agregado de todas as unidades que experimentam um determinado evento demográfico durante um intervalo de tempo específico. [...] O tipo de coorte mais frequentemente encontrado é uma coorte de nascimento. As pessoas nascidas no mesmo período estão destinadas a passar pela vida juntas, no sentido de que

deve, necessariamente, incluir as diversas coortes de nascimento que compõem a população, considerando, especialmente, as variações nas componentes da dinâmica populacional: fecundidade, mortalidade e migração (Namboodiri, 1996; Weeks, 2002). Nesse sentido, as variações na fecundidade e mortalidade determinam a dinâmica que resulta e explica o envelhecimento populacional. Enquanto o processo biológico caracteriza-se pelo critério da *progressividade* que direciona a coorte ao desfecho morte, o processo populacional caracteriza-se pela *dinâmica* refletida pelas mudanças na fecundidade e mortalidade.

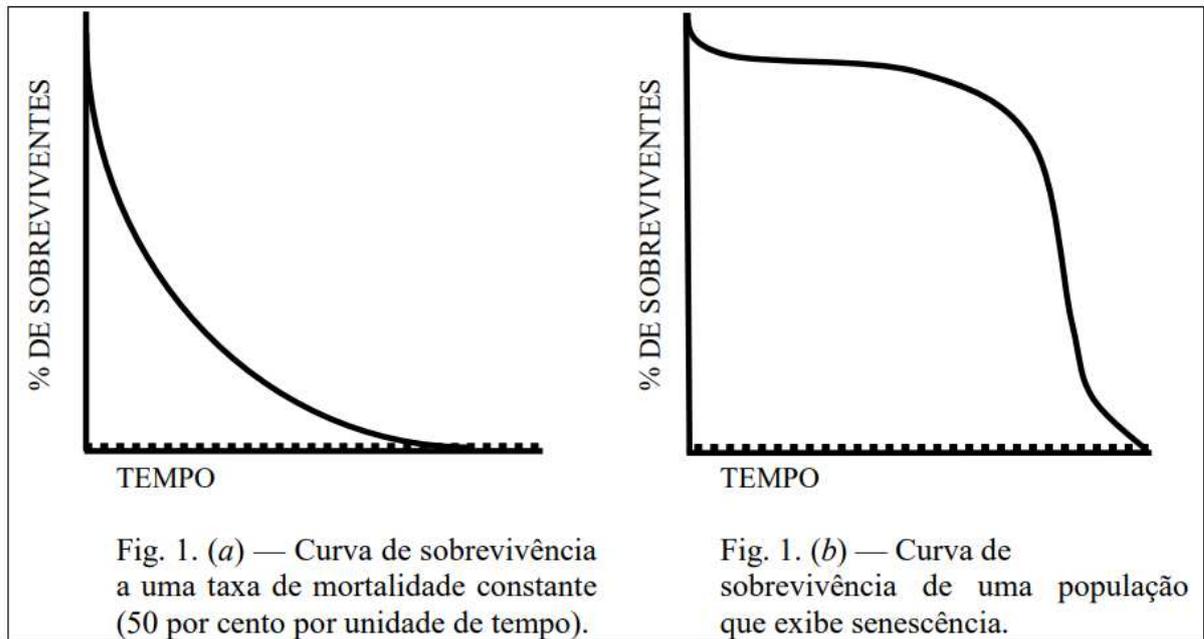
No parágrafo precedente, já foram inseridos alguns conceitos elementares no estudo do *envelhecimento populacional*, permitindo diferenciá-lo do processo de *envelhecimento individual* descrito até este ponto do capítulo como envelhecimento biológico. Contudo, antes de discorrer sobre as componentes da demografia e as variações que explicam o *envelhecimento populacional* como resultado de uma dinâmica própria, é preciso recuperar algumas características do conceito de envelhecimento biológico e a sua capacidade de explicar o envelhecimento no nível populacional. Isso se faz necessário pela recorrente utilização de curvas de sobrevivência de *coortes de nascimento* como instrumentos de exibição do envelhecimento biológico em nível populacional.

As curvas de sobrevivência são utilizadas por Comfort (1956) para discorrer sobre a mensuração da senescência. Para tanto, assume-se que mensuração da senescência é geralmente uma estimativa determinada estatisticamente para uma população; e que a senescência dos membros de uma população se torna evidente quando há um aumento progressivo da força da mortalidade em decorrência da idade avançada. “*O teste preliminar para senescência em uma espécie animal depende, portanto, da tábua de vida de uma amostra populacional adequada, estudada com os devidos cuidados contra causas seletivas de morte*” (Comfort, 1956, p. 18) [Tradução própria].

A Figura 1 é uma reprodução traduzida de dois gráficos utilizados por Comfort (1956) para apresentar as diferenças esperadas entre duas populações, sendo uma delas sujeita à senescência e a outra não sujeita à senescência.

atingirão Xésimo aniversário em um período exatamente de X anos além daquele que definiu sua coorte (Preston; Heuveline; Guillot, 2001, p. 16-18) [Tradução própria].

FIGURA 1 – Reprodução das curvas de sobrevivência teóricas



Fonte: Comfort (1956, p. 19). [Tradução própria].

O gráfico (a) da Figura 1 representa a função lx^{13} da tábua de vida de uma população hipotética, exposta à taxa de mortalidade constante, na qual os membros da população não alcançam a senescência. O gráfico (b) da Figura 1 exhibe a curva com forma mais retangular, também representando a função lx da tábua de vida de uma população hipotética, mas agora de uma população exposta apenas à morte por declínio da resistência, isto é, devido à senescência. Observa-se que, na população que experimenta a senescência, a força da mortalidade aumenta constantemente com a idade. Ao discorrer sobre populações humanas, apresentando alguns exemplos de dados observados, Comfort (1956) afirma que, nas sociedades com elevada qualidade de vida e serviços de saúde desenvolvidos, o formato da curva de sobrevivência é intermediária entre os modelos da Figura 1, mas aproximam-se mais do formato retangular e apresentam um declínio inicial reflexo da mortalidade infantil.

Cumprе destacar que as informações mais recentes confirmam a retangularização progressiva das curvas de sobrevivência observadas em diversas populações. Mais do que isso, os dados disponíveis sobre as condições de saúde corroboram com o adiamento não apenas da morte, mas também da morbidade e da senescência (Fries, 1980; Vaupel, 2010). Fries (1980, p. 133) afirma que “o fim do período de vigor adulto virá mais tarde do que costumava. O

¹³“A função lx de uma tábua de vida representa o número de sobreviventes que, de uma coorte inicial com l_0 nascimentos, alcançaram a idade exata x . O número inicial l_0 é conhecido como raiz da tábua. [...] É costume fixar a raiz da tábua como uma constante arbitrária, tal como 100.000” (Ortega, 1992, p. 11-12) [tradução própria].

adiamento da doença crônica, portanto, resulta na retangularização não apenas da curva de mortalidade, mas também da curva de morbidade.

A forma de mensurar a senescência também ocupa parte significativa da atenção de Medawar (1958). Primeiro, esse autor destaca que há duas maneiras totalmente diferentes de medir a senescência: (i) medidas individuais (por exemplo, taxa de cicatrização de feridas, acuidade dos sentidos, força física, resistência e a coordenação motora); e (ii) medidas estatísticas (taxas específicas de mortalidade por idade). Depois, o autor discorre sobre as limitações de cada um dos tipos de mensuração. No que diz respeito às medidas estatísticas, são quatro reservas apresentadas para o uso das taxas de mortalidade como indicadores de senescência:

- (1) a ocorrência de morte de indivíduos antes do declínio de suas capacidades funcionais;
- (2) o fato da exposição ao risco ser diferente entre os membros da população (por exemplo, entre trabalhadores, estudantes e aposentados);
- (3) a existência de mudanças seculares que não são captadas pela coorte de recém-nascidos que está em análise. Nesse sentido, Medawar (1958, p. 51) exemplifica que *“indivíduos com 70 anos hoje nasceram em 1881, quando as causas da morte de crianças e sua probabilidade de sobreviver na primeira infância eram muito diferentes do que são hoje”* [Tradução própria];
- (4) a existência de desigualdades entre os membros da coorte de nascimento que está em análise. Por exemplo, se a população está dividida entre os membros menos e mais resistentes segundo algum critério genético, *“então a população que chega aos 60 anos não será de forma alguma uma amostra geneticamente justa da coorte com a qual a tábua de vida começou”* Medawar (1958, p. 52) [Tradução própria].

Essas limitações apresentadas por Medawar em 1958 foram minoradas com o advento e ascensão da *biodemografia*, pois a inclusão de informações biológicas em grandes pesquisas populacionais tem possibilitado análises mais amplas sobre tendências e diferenças observadas em termos de saúde, envelhecimento e mortalidade da população. É cada vez maior a utilização de indicadores de fragilidade, de risco biológico e de doenças para examinar, em nível agregado, processos relacionados com envelhecimento, mobilidade e mortalidade (Crimmins; Kim; Vasunilashorn, 2010).

Nos últimos anos, os demógrafos interessados em saúde desenvolveram novas abordagens de pesquisa baseadas em modelos mais biologicamente informados. A incorporação de mais medidas biológicas e de desempenho permitiu a integração de informações adicionais em modelos de resultados de saúde investigados por pesquisadores demográficos e aprofundou a compreensão das tendências e diferenças na saúde da população, bem como os fatores que afetam a expectativa de vida individual, particularmente na população mais velha (Crimmins; Kim; Vasunilashorn, 2010, p. 41).

A ampliação do volume e diversidade de informações biológicas disponíveis em grandes pesquisas e o desenvolvimento da *biodemografia* contribuem para redução da diferença proposta por Medawar (1958) entre medidas individuais e medidas estatísticas de envelhecimento, ou seja, o volume de informações biológicas individuais tem se tornado tão abundante que permite análises estatísticas para além das taxas de mortalidade.

Nesse sentido, as curvas de sobrevivência são úteis não apenas para mensuração da sobrevivência no nível de uma coorte de nascimento, mas também para compreensão acerca das condições de saúde dos sobreviventes em determinada idade. As informações disponíveis sobre a condição de saúde viabilizam uma análise mais específica do processo de envelhecimento, bem como da mudança na incidência de doenças a partir de determinada fronteira etária. Assim como os dados de mortalidade viabilizam a observação das curvas de sobrevivência, os dados sobre a condição de saúde viabilizam a análise da morbidade entre os sobreviventes representados em tal curva.

Conquanto as curvas de sobrevivência sejam úteis para explicar desde o nível individual até o nível populacional do envelhecimento biológico, há diferenças importantes entre os processos. Como propõem Carvalho e Garcia (2003), o *envelhecimento individual* ou a *longevidade* de uma pessoa ou coorte de nascimento (geração) expressam-se pelo número de anos vividos, enquanto que:

[...] o envelhecimento populacional não se refere nem a indivíduos, nem a cada geração, mas, sim, à mudança na estrutura etária da população, o que produz um aumento do peso relativo das pessoas acima de determinada idade, considerada como definidora do início da velhice (Carvalho; Garcia, 2003, p. 726).

Sendo o envelhecimento populacional um fenômeno distinto, no qual se exige a inclusão de variáveis e modelos teóricos próprios da análise da dinâmica demográfica, a próxima seção é dedicada à explicação desse fenômeno enquanto processo dinâmico.

1.3 Envelhecimento populacional: o processo dinâmico

Para compreender o processo dinâmico que explica o *envelhecimento populacional* é preciso, primeiramente, reconhecer que a população é composta por indivíduos com diferentes

características. A heterogeneidade é um dos aspectos mais importantes de uma população, pois a combinação de grupos de pessoas com diferentes características – por exemplo, idade e sexo¹⁴ – configura a estrutura de determinada população; e permite analisar as relações entre essa estrutura populacional e as mudanças em termos de fecundidade, mortalidade e migração (Namboodiri, 1996; Hinde, 1998). O tamanho, a distribuição, a estrutura e as mudanças populacionais são preocupações centrais da demografia formal (Shryock; Siegel, 1976; Hinde, 1998) ou do conjunto de procedimentos que caracterizam a análise demográfica (Preston; Heuveline; Guillot, 2001), ou ainda das estruturas teórico-conceituais que visam explicar a dinâmica populacional (Namboodiri, 1996).

Analisar a estrutura da população é, em sentido estrito, considerar a sua distribuição por sexo e grupos de idade (Hinde, 1998; Nazareth, 1996); enquanto que analisar as mudanças nessa estrutura consiste em reconhecer os efeitos dos nascimentos, óbitos e migrações no crescimento, estabilidade ou declínio da população ou de uma de suas unidades estruturais¹⁵ (Shryock; Siegel, 1976; Namboodiri, 1996; Hinde, 1998).

As características idade e sexo entram na análise demográfica no nível agregado e no nível individual. Neste último nível, mais do que qualquer outra característica, a idade e o sexo afetam as chances de sobrevivência de uma pessoa, a propensão à migração, a propensão reprodutiva e uma série de outras coisas. Portanto, neste nível, pensa-se na idade e no sexo como variáveis independentes que afetam a propensão para mudar de residência dentro de um ano, a probabilidade de morrer nos próximos 5 anos, e assim por diante. No nível agregado, os demógrafos falam da estrutura idade-sexo – a classificação das pessoas por idade e sexo – e suas implicações demográficas, sociais e econômicas. Por exemplo, uma população com uma estrutura idade-sexo mais jovem (uma com relativamente numerosos filhos com menos de 15 anos de idade) tem uma tendência interna de crescimento (Namboodiri, 1996, p. 3).

Com isso, pode-se afirmar que o ponto central do *envelhecimento populacional* estudado na demografia está na análise das componentes da dinâmica demográfica (fecundidade, mortalidade e migração¹⁶) que provocam a *mudança da estrutura etária* da população. Em outras palavras, para entender o processo de *envelhecimento populacional* é

¹⁴ A discussão sobre sexo e gênero não faz parte do escopo desta pesquisa. Porém, cabe destacar que “*sexo, na linguagem demográfica, se refere à divisão biológica das pessoas em homens e mulheres, enquanto gênero, conforme usado pelos cientistas sociais, se refere aos significados sociais associados a ser considerado homem ou mulher*” (Namboodiri, 1996, p. 173).

¹⁵ As unidades estruturais de uma população são também chamadas de grupos ou de subpopulação, por exemplo, grupos etários e étnicos (Shryock; Siegel, 1976; Smith, 1992).

¹⁶ A migração é uma das componentes da dinâmica demográfica, mas as alterações observadas nas estruturas etárias das populações que envelheceram sempre estão associadas com o declínio dos níveis de fecundidade e mortalidade. Carvalho e Garcia (2003) afirmam que o declínio da mortalidade ocasiona, em um primeiro momento, o rejuvenescimento da população e, somente quando ocorre o declínio da fecundidade é que a população começa a envelhecer. Ainda segundo Carvalho e Garcia (2003), o declínio da mortalidade passa a contribuir no processo de envelhecimento quando este se concentra nas idades avançadas.

preciso: (i) reconhecer a população com base em sua estrutura etária; e (ii) compreender a dinâmica das variáveis que explicam a alteração dessa estrutura.

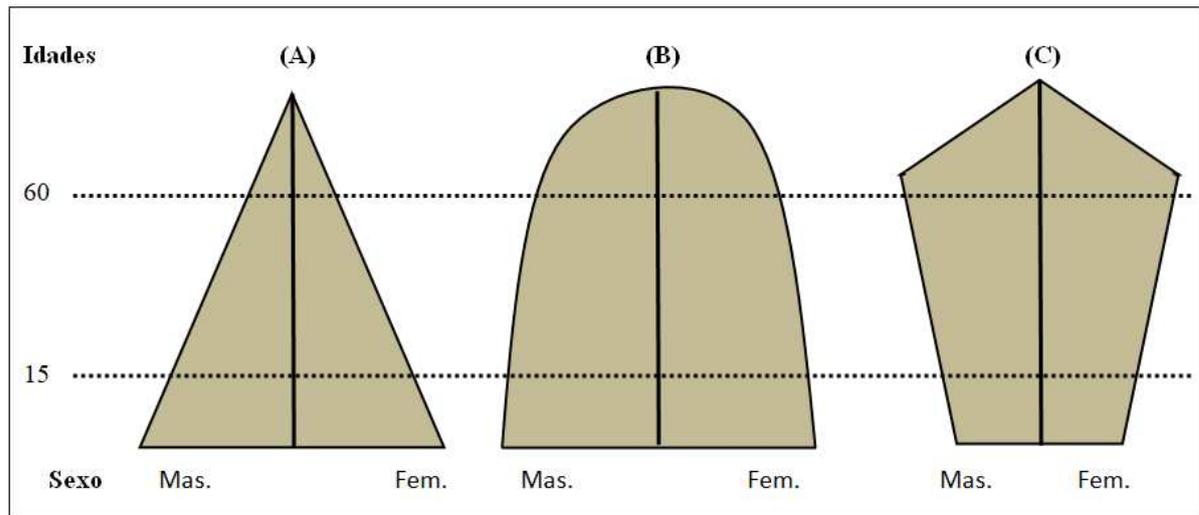
A representação gráfica da estrutura idade-sexo de uma população é também conhecida como pirâmide populacional (Shryock; Siegel, 1976; Smith, 1992; Namboodiri, 1996) ou pirâmide etária¹⁷ (Nazareth, 1996). Trata-se de um duplo histograma, sendo um dos lados reservado ao sexo masculino e o outro ao sexo feminino (Hinde, 1998). O eixo vertical representa os recortes etários, geralmente organizados por grupos em intervalos fixos de idade, estando sempre as idades mais novas na parte inferior. O eixo horizontal representa os integrantes da população segundo o sexo – no lado esquerdo, o número ou proporção de indivíduos do sexo masculino e, no lado direito, o número ou proporção de indivíduos do sexo feminino (Shryock; Siegel, 1976; Smith, 1992; Namboodiri, 1996; Nazareth, 1996).

A Figura 2 exibe três exemplos simplificados de estruturas idade-sexo representadas por pirâmides populacionais com diferentes formas. As três formas que compõem a Figura 2 são versões simplificadas¹⁸ porque (i) só informam sobre 3 grupos etários (0-14 anos; 15-59 anos; e 60 anos ou mais); (ii) não consideram diferenças de mortalidade específica por sexo; e (iii) assumem certa regularidade¹⁹ no formato entre grupos etários próximos. Embora simplificada, essas formas servem para uma primeira identificação das diferenças na composição etária de populações em diferentes etapas da transição demográfica. Neste momento, interessa analisar o formato de cada pirâmide e seu respectivo significado em termos de estrutura etária da população. As etapas relativas à teoria da transição demográfica serão descritas posteriormente.

¹⁷ Nazareth (1996), escrevendo seu livro no idioma português de Portugal, se refere às pirâmides como *pirâmides de idades*.

¹⁸ As pirâmides etárias de populações observadas geralmente assumem formas variadas ou com irregulares entre as idades simples ou grupos etários (Shryock; Siegel, 1976; Smith, 1992; Nazareth, 1996).

¹⁹ As pirâmides populacionais podem revelar detalhes importantes sobre a história de reprodução de uma população. Por exemplo, o formato irregular sinaliza mudanças bruscas nos níveis de fecundidade (*Baby Boom*, *Baby Bust*, etc.) ou de mortalidade (guerras, desastres, etc.) (Namboodiri, 1996). Por outro lado, a análise de taxas brutas de natalidade e de mortalidade também depende da apreciação do impacto (ou efeito) da estrutura etária (Smith, 1992). Segundo Nazareth (1996), as únicas características que verdadeiramente interessam para análise demográfica da estrutura populacional são o sexo e a idade, pois as demais características (estado civil, ocupação, escolaridade, etc.) são parte de uma análise secundária da estrutura populacional.

FIGURA 2 – Exemplos de estrutura sexo-idade

Fonte: Adaptado de Daugherty e Kammeyer (1995) e Hinde (1998).

A primeira forma (A) representa uma pirâmide populacional com formato de triângulo, de base larga em decorrência da maior proporção de crianças e da menor proporção de idosos (Daugherty; Kammeyer, 1995). Esse primeiro formato – com estrutura mais jovem – é característico de populações de países com altas taxas de fecundidade e mortalidade, sendo que praticamente todas as populações do mundo antes de 1700 apresentavam essa forma de distribuição etária (Namboodiri, 1996).

A segunda forma (B) é a representação de uma estrutura etária relativamente mais envelhecida do que a população disposta na forma ‘A’. Trata-se de uma forma mais retangular e característica da abordagem teórica do modelo de população estável²⁰. Assim, a distribuição representada na forma ‘B’ indica que a população alcançou estabilidade²¹ na sua distribuição etária, ou seja, tudo mais constante, o percentual de cada grupo etário na composição da população permanece inalterado no tempo (Daugherty; Kammeyer, 1995).

A terceira forma (C) é a representação de uma pirâmide populacional relativamente mais envelhecida do que as formas ‘A’ e ‘B’. A sua base é estreita porque a proporção de crianças e adolescentes é menor do que a proporção de adultos e idosos. Além de ser uma estrutura relativamente mais “envelhecida”, isto é, de população composta por uma proporção

²⁰ O conceito de população estável é amplamente utilizado na demografia e diz respeito a uma população teórica que atende a alguns pressupostos, quais sejam (i) suas taxas de fecundidade e mortalidade específicas por idade são constantes por um longo período de tempo; e (ii) a população é fechada para migração por um longo período de tempo. Ver mais em Shryock e Siegel (1976); Smith (1992) e Preston; Heuveline e Guillot (2001).

²¹ O formato apresentado na forma ‘B’ é característico de uma população estacionária – uma população com taxa de crescimento intrínseco igual a zero. A população estacionária é um tipo específico de população estável. Ver mais em Shryock e Siegel (1976); Smith (1992) e Preston; Heuveline e Guillot (2001).

maior de pessoas idosas, a forma ‘C’ é característica de uma estrutura populacional em declínio das taxas de crescimento (Daugherty; Kammeyer, 1995).

Uma vez compreendidas algumas das possibilidades de distribuição etária da população, e podendo classificá-la como estrutura relativamente mais “jovem” ou mais “envelhecida”, resta apresentar a dinâmica das variáveis que explicam o processo de *envelhecimento populacional* e identificar as diferenças e interseções entre esse processo e o processo de *envelhecimento individual*. Assim, doravante, buscar-se-á responder as seguintes questões: (i) quais os determinantes demográficos que explicam as mudanças na composição etária de determinada população? (ii) como a teoria da transição demográfica contribui na explicação da dinâmica entre esses determinantes e a mudança na estrutura etária? E, finalmente, (iii) quais as diferenças teórico-conceituais entre o processo de *envelhecimento populacional* e o processo de *envelhecimento individual* descrito na seção anterior?

De modo geral, afirma-se que as mudanças na mortalidade, fecundidade e migração compõem os determinantes da mudança populacional e da estrutura etária da população (Namboodiri, 1996; Weeks, 2002). Eventuais mudanças na composição da população decorrentes de migração ocorreriam em populações pequenas e com fluxos migratórios relativamente grandes (Namboodiri, 1996). Já as mudanças decorrentes da mortalidade dependeriam de quais são as idades (ou grupos etários) diretamente afetadas e da estrutura etária que precedia a alteração na mortalidade (Namboodiri, 1996; Hinde, 1998). Em outras palavras, Hinde (1998) propõe distinguir os efeitos da mortalidade na estrutura etária em duas categorias: (i) efeito no nível geral de mortalidade – o qual é muito pequeno para provocar mudanças na composição etária; e (ii) o efeito nos níveis relativos de mortalidade de crianças e adultos – que tem maior capacidade de modificar o formato da pirâmide etária.

As mudanças na fecundidade, por sua vez, invariavelmente afetam a base da pirâmide populacional e, assim, determinam diretamente a composição etária da população (Hinde, 1998; Namboodiri, 1996). Portanto, o declínio ou aumento da fecundidade é o principal determinante da estrutura etária da população, seja em termos teóricos ou empíricos (Hinde, 1998; Namboodiri, 1996; Carvalho; Garcia, 2003). Isso se observa, por exemplo, nos dados empíricos das populações dos Estados Unidos e do Brasil, conforme segue:

Assim, como observado, o envelhecimento histórico da população dos EUA foi bem mais devido ao declínio da fecundidade do que ao declínio da mortalidade. A idade média da população dos Estados Unidos era de 20 anos em 1870, 23 anos em 1900, 30 anos em 1950, 29 anos em 1960, 28 anos em 1970, 30 anos em 1980 e 33 anos em 1990. Observe a diminuição na idade média de 30 anos em 1950 para 28 anos em 1970 e o aumento subsequente para 30 anos em 1980 e 35 anos em 1990, refletindo o "baby boom" e a subsequente "baby bust" (Namboodiri, 1996, p. 177).

Entre os anos 40 e 60, a população brasileira experimentou um declínio significativo na mortalidade, com fecundidade relativamente constante. A partir da segunda metade da década de 60, a rápida e sustentada redução da fecundidade desencadeou uma série de mudanças profundas na distribuição etária, tal como na maioria dos países da América Latina e do Terceiro Mundo (Wong; Carvalho, 2006).

Portanto, as populações com altas taxas de fecundidade têm distribuição etária mais jovem (vide a forma 'A' da Figura 2) e as populações com baixas taxas de fecundidade têm menor proporção de crianças e, conseqüentemente, maior proporção de idosos (vide a forma 'A' da Figura 1) (Hinde, 1998; Namboodiri, 1996). A demonstração desta relação entre fecundidade e mortalidade na determinação da estrutura etária da população – nesse sentido, na determinação do processo de *envelhecimento populacional* – pode ser mais bem realizada com base o arcabouço teórico da *transição demográfica*.

Sem a pretensão de elaborar uma descrição exaustiva da teoria da transição demográfica²², mas apenas buscando utilizar seus estágios para descrever o processo de envelhecimento populacional, pode-se definir essa teoria como aquela que sistematiza as mudanças na mortalidade e fecundidade em algumas etapas, partindo de taxas de mortalidade e de fecundidade em níveis elevados para taxas de mortalidade e de fecundidade em níveis baixos; e que relaciona essas alterações com a taxa de crescimento natural da população e com a sua distribuição etária (Namboodiri, 1996; Nazareth, 1996; Weeks, 2002).

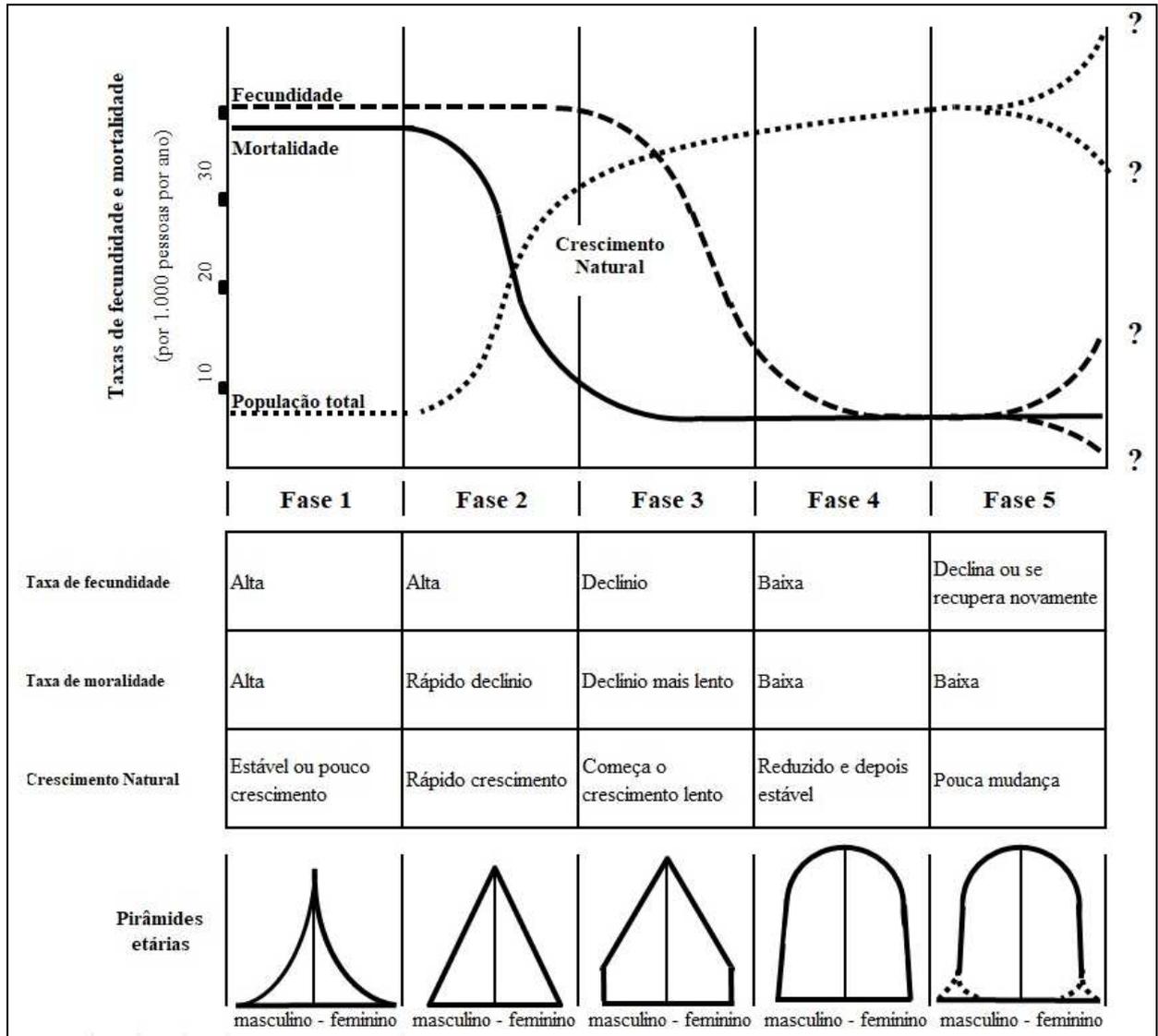
A teoria da transição demográfica detalha as mudanças demográficas em quatro fases de evolução (Nazareth, 1996), mas é possível ampliar a tentativa de explicar tais mudanças, incluindo uma quinta fase e algumas possibilidades de variação na principal determinante da estrutura etária, isto é, na taxa de fecundidade (Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013).

A Figura 3 organiza e exhibe a hipótese de transição demográfica em cinco estágios ou fases, evidenciando as mudanças nas taxas de mortalidade e de fecundidade, bem como no

²² A teoria da transição demográfica permite o reconhecimento das grandes mudanças demográficas e das relações entre tais mudanças e os fatores que as motivaram, por exemplo, quando se relaciona a transição demográfica com os conceitos de modernização, secularização e desenvolvimento (Nazareth, 1996; Weeks, 2002). Uma perspectiva demográfica mais complexa e elaborada pode sistematizar a transição demográfica como um conjunto de outras transições, por exemplo, a transição da saúde e da mortalidade, a transição da fecundidade, a transição etária (Weeks, 2002).

crescimento natural e na estrutura etária correspondente. Para tanto, o modelo apresentado tem como pressuposto uma população fechada, isto é, sem migrações.

FIGURA 3 – Modelo teórico da transição demográfica



Fonte: Adaptado e traduzido de Roser; Ritchie e Ortiz-Ospina (2013).

A primeira fase pode ser denominada como pré-transição (Nazareth, 1996). Nela as taxas de mortalidade e de fecundidade são elevadas e estáveis, ao passo que a taxa de crescimento natural da população é praticamente nula (Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013). Esses indicadores são resultado de más condições sanitárias e nutricionais. A estrutura etária que corresponde à primeira fase é a com maior proporção de crianças e menor proporção de idosos, formando assim a pirâmide populacional com o formato mais jovem do que as pirâmides populacionais das etapas subsequentes (Hinde, 1998; Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013).

A *segunda fase* é caracterizada pelo declínio acelerado das taxas de mortalidade, fazendo com que um número maior de crianças e adolescentes alcancem a idade adulta. As mudanças nas taxas de mortalidade decorrem de melhorias nos cuidados de saúde e nutrição (Nazareth, 1996). Como as taxas de fecundidade permanecem tão elevadas quando na fase anterior, ocorre um rápido crescimento natural da população (Nazareth, 1996; Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013). A pirâmide populacional sofre uma pequena modificação, mas continua com base larga e com o topo estreito, indicando uma estrutura etária ainda bem jovem (Hinde, 1998; Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013).

É na *terceira fase* que as taxas de fecundidade declinam e provocam uma mudança mais clara na estrutura etária, conforme se observa na pirâmide populacional com formato mais retangular, especialmente nas idades jovem e adulta. As taxas de mortalidade ainda continuam em declínio, mas em ritmo mais lento. Já a taxa de crescimento natural da população sofre redução de sua intensidade (Nazareth, 1996; Hinde, 1998; Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013).

Na *quarta fase*, assim como na fase de pré-transição, as taxas de fecundidade e de mortalidade alcançam um patamar de estabilidade, mas desta vez em níveis baixos (Nazareth, 1996). A manutenção dessas taxas em níveis baixos por um longo período faz com que a população se torne estável (Hinde, 1998). A pirâmide etária da quarta fase representa uma população com elevada proporção de pessoas mais velhas e, em termos relativos, representa uma composição etária mais envelhecida do que fora em fases anteriores.

A *quinta fase* disposta na Figura 3 facilita a visualização de dois cenários hipotéticos (Roser; Ritchie; Ortiz-Ospina, 2013). Em ambos os cenários ocorreria alguma mudança nas taxas de fecundidade – para níveis mais elevados ou então para níveis abaixo do necessário para reposição da população²³ –, mas as taxas de mortalidade permanecem em níveis baixos. Com as taxas de mortalidade mantidas constantes, o resultado dessas mudanças nas taxas de fecundidade representaria a recuperação da taxa de crescimento natural da população ou então o decréscimo da população. A pirâmide populacional representativa da *quinta fase* apresenta duas formas alternativas para a composição etária. Na hipótese de crescimento das taxas de fecundidade, a base se tornaria mais larga e indicaria “rejuvenescimento” da estrutura etária. Já na hipótese de declínio das taxas de fecundidade, a base se tornaria ainda mais estreita e o envelhecimento populacional mais evidente.

²³ O nível de reposição da Taxa de Fecundidade Total é o nível em que a população está apenas se substituindo, isto é, não aumentará e nem diminuirá de tamanho. A Taxa de Fecundidade Total em 2,1 está próxima do nível de reposição (Hinde, 1998).

Esse modelo hipotético estruturado na Figura 3 facilita o entendimento de que as mudanças na estrutura etária da população dependem da dinâmica entre fecundidade e mortalidade. A transição da estrutura etária da população (que pode representar o *envelhecimento populacional*) é um fenômeno determinado pelas mudanças nas taxas de fecundidade e de mortalidade, sendo a fecundidade a variável mais importante nesta determinação.

A hipótese de “rejuvenescimento” da estrutura etária, conforme disposto na quinta fase da Figura 3, avalia o argumento de que o processo de *envelhecimento populacional* é um processo dinâmico e, diferente do processo de *envelhecimento individual*, porque não é necessariamente progressivo no tempo. Isso porque, na definição conceitual do processo de *envelhecimento individual*, os indivíduos se tornam inevitavelmente mais velhos com o passar do tempo. E, na definição conceitual do processo de *envelhecimento populacional*, é possível que a elevação das taxas de fecundidade torne a estrutura etária da população relativamente mais jovem com o passar do tempo ou, ainda, que a população encontre um nível de estabilidade de sua estrutura etária.

1.4 A idade e a mensuração do envelhecimento populacional

Conforme foi destacado na seção anterior, a demografia explica o *envelhecimento populacional* com base em estruturas teóricas mais amplas, quais sejam a *teoria da transição demográfica* e o *modelo de população estável*. Essas formulações teóricas viabilizam a explicação do fenômeno a partir das alterações na fecundidade e na mortalidade. Assim, assume-se que o envelhecimento investigado no campo da demografia está compreendido em algumas abordagens próprias da análise demográfica²⁴: (i) modelos teóricos; (ii) indicadores; e (iii) projeções.

Os *modelos teóricos* fornecem subsídios para uma análise do processo de envelhecimento com base na dinâmica demográfica, isto é, a partir das mudanças na fecundidade, mortalidade e migração. Já os *indicadores* são instrumentos de mensuração, informação e descrição da estrutura populacional em determinado momento no tempo. As *projeções* são importantes para atender diferentes demandas da sociedade em termos de planejamento e formulação de políticas públicas. Em síntese, os *modelos teóricos* explicam a dinâmica que leva ao envelhecimento populacional; os *indicadores* descrevem uma

²⁴Também é possível organizar a análise demográfica a partir das técnicas utilizadas que, segundo Shryock e Siegel (1976, p. 4), incluem: “(a) técnicas de coleta de dados; (b) técnicas de avaliação e ajuste de dados e de estimativa estatística; e (c) técnicas de análise, incluindo projeções ou previsões demográficas” [tradução própria].

determinada estrutura etária no tempo; e as *projeções* contribuem para estimativas de envelhecimento populacional com base no arcabouço teórico e nos dados disponíveis.

Alguns dos indicadores tradicionalmente utilizados para mensuração e análise do envelhecimento populacional em nível macro são: a idade média ou a idade mediana da população, a proporção de idosos, a razão de dependência dos idosos e a esperança de vida aos 60 anos ou mais (Scherbov; Sanderson, 2016). Além da forma tradicionalmente utilizada para apresentação desses indicadores de envelhecimento, diversas pesquisas apresentam indicadores alternativos para mensuração do envelhecimento populacional (Spijker, 2015). Um inventário de indicadores alternativos para mensuração do envelhecimento populacional é apresentado por Spijker (2015), no qual o autor agrupa os indicadores em cinco tipos distintos, quais sejam (1) os puramente demográficos, (2) os puramente econômicos, (3) os que possuem relação econômica e demográfica, (4) os de saúde e deficiência relacionadas e (5) os com base no capital humano.

[...] a melhor maneira de investigar os possíveis efeitos do envelhecimento da população em variáveis econômicas como consumo, poupança e produtividade ou a acessibilidade do sistema público de pensões tipos 2, 3 ou 5 deve ser usada. Se, por outro lado, se pretende estudar as alterações na saúde e na incapacidade dos idosos no contexto da sustentabilidade do sistema público de saúde, então os tipos 1 e 4 são os mais óbvios para escolher (Spijker, 2015, p. 29).

Todo esse conjunto de indicadores depende de uma definição conceitual capaz de refletir o processo de envelhecimento com elevado nível de objetividade e precisão, isto é, dependem de um ou mais conceitos de *idade*; e que estes conceitos sejam operacionais. Em outras palavras, todas as abordagens do envelhecimento populacional à luz da demografia dependem de uma definição substancial dos conceitos de idade, em especial, das idades avançadas ou idades associadas à velhice. Assim, a caracterização do envelhecimento populacional está condicionada à definição objetiva de idade e dos respectivos grupos etários que compõem a população em análise (Sanderson; Scherbov, 2005; Lutz et al., 2020).

Como recomendação para realização de censos populacionais, a Organização das Nações Unidas (United Nations, 2017, p. 200) define que a “idade é o intervalo de tempo entre a data do nascimento e a data do censo expresso em anos solares completos”. Trata-se, neste caso, da *idade cronológica*, ou seja, a idade que é contabilizada retrospectivamente segundo o tempo de vida do indivíduo desde o seu nascimento.

A *idade cronológica* serve como critério objetivo para o estabelecimento de direitos e deveres nas sociedades modernas, bem como para a atribuição de papéis sociais segundo algumas expectativas de comportamento em relação à idade das pessoas (Elder; Kirkpatrick;

Crosnoe, 2003; Blanco, 2011). As relações entre a idade e o papel social atribuído à pessoa humana extrapolam o campo dos direitos individuais e sociais dos membros de uma sociedade, e uma abordagem conceitual importante para compreensão dessas relações é o *curso de vida* e os respectivos percursos sociais²⁵ (Elder; Kirkpatrick; Crosnoe, 2003; Blanco, 2011).

Esses percursos são moldados por forças históricas e muitas vezes são estruturados por instituições sociais. Os indivíduos geralmente elaboram seu próprio curso de vida e trajetórias em relação a caminhos institucionalizados e padrões normativos. Os indivíduos estão sujeitos a mudanças, tanto pelo impacto dos contextos mais amplos em que estes estão inseridos quanto pelo impacto da agregação de vidas que seguem esses caminhos. Forças sociais em grande escala podem alterar esses caminhos por meio de intervenções planejadas (por exemplo, financiamento para o ensino superior) e mudanças não planejadas (por exemplo, ciclos econômicos e guerra). Os indivíduos escolhem o percurso que seguem, mas as escolhas são sempre limitadas pelas oportunidades estruturadas pelas instituições sociais e pela cultura (Elder; Kirkpatrick; Crosnoe, 2003, p. 8).

Deste ponto de vista que considera a organização da sociedade, a análise sobre a idade pode se tornar ainda mais complexa quando combinada com outras variáveis. Isso porque sociedades geralmente atribuem um conjunto de obrigações e papéis segundo a posição do indivíduo nos diferentes estratos sociais, não apenas segundo condição de idade, mas também de gênero²⁶.

A idade é uma característica individual em constante mudança, pois está associada ao critério de *progressividade* nas mudanças biológicas de organismos, conforme descrito na segunda seção deste capítulo (Strehler, 1977). Além disso, na medida em que a idade se altera, o *status* social e as expectativas da sociedade em relação ao indivíduo também sofrem mutações, isto é, a vida em sociedade exerce influência sobre o comportamento do curso de vida dos seus membros (Elder; Kirkpatrick; Crosnoe, 2003). Um exemplo é que as crianças e os adolescentes são assimilados e tratados de forma diferente dos adultos. Ao avançar da idade, o processo biológico e o processo social de envelhecimento são acompanhados de expectativas da sociedade em relação ao indivíduo: é possível tolerar, influenciar ou exigir diferentes comportamentos segundo a idade da pessoa, bem como estabelecer direitos e garantias de acordo com a idade.

²⁵ O termo percursos sociais é uma tradução livre do conceito em língua inglesa *social pathways*. Esse termo se refere às experiências e transições que são percorridas por indivíduos e grupos através da sociedade, esse percurso ocorre em instituições como, por exemplo, a família, as instituições de ensino, o trabalho, e a residência (Elder; Kirkpatrick; Crosnoe, 2003).

²⁶ A discussão sobre sexo e gênero não faz parte do escopo desta pesquisa. Porém, cabe destacar que “*sexo, na linguagem demográfica, se refere à divisão biológica das pessoas em homens e mulheres, enquanto gênero, conforme usado pelos cientistas sociais, se refere aos significados sociais associados a ser considerado homem ou mulher*” (Namboodiri, 1996, p. 173).

A padronização da infância, adolescência, idade adulta e velhice pode ser pensada como resposta às mudanças econômicas, devidas sobretudo à transição de uma economia que tinha como base a unidade doméstica para outra baseada no mercado de trabalho. Inversamente, ênfase pode ser dada ao Estado moderno que – na transformação de questões que diziam respeito à esfera privada e familiar em problemas de ordem pública – seria, por excelência, a instituição orientadora do curso da vida, regulamentando todas as suas etapas, desde o momento do nascimento até a morte, passando pelo sistema complexo de fases de escolarização, entrada no mercado de trabalho e aposentadoria (Debert, 1999, p. 73-74).

Por conseguinte, os estratos populacionais segundo a idade são carregados de representações socialmente definidas, e que acabam por influenciar o comportamento médio das pessoas que os compõem (Namboodiri, 1996; Sanderson; Scherbov, 2007). Esta estratificação segundo idade também tem relação direta com a forma de distribuição dos recursos em uma sociedade, desde que as desigualdades na distribuição se apresentam também segundo a idade dos seus membros. Em outras palavras, a idade pode representar um importante papel na mobilidade social observada em determinada sociedade. Isso porque estratificação etária como perspectiva.

[...] baseia-se na noção de que a idade é uma base do status social e que o envelhecimento é análogo ao processo de mobilidade social (mudança de status), com o poder e os privilégios inerentes a cada grupo etário variando entre as sociedades. A transição de uma classe etária para outra, é claro, é inevitável e unidirecional (Namboodiri, 1996, p. 173).

A estratificação segundo a idade dos membros de uma população permite uma série de análises da relação de interdependência entre os grupos etários. Um exemplo disso é a utilização dos conceitos e pressupostos que fundamentam o cálculo da razão de dependência de determinada população. O cálculo da razão de dependência depende de uma definição prévia das idades que serão a fronteira de classificação da *população em idade ativa* e a *população dependente*. Segundo Namboodiri (1996, p. 173), “*as opiniões divergem quanto à validade das suposições de que todas as crianças com menos de 15 anos de idade são muito jovens e todas as pessoas com 65 anos ou mais são muito velhas para serem economicamente produtivas*”. De fato, a fronteira etária que viabiliza o cálculo da razão de dependência é objeto de análise crítica constante por parte daqueles que buscam classificar a população entre grupos etários dependentes e grupos etários em idade ativa. Por exemplo, no caso da razão de dependência dos idosos, Spijker (2015, p. 5) afirma que tal indicador “*é obtido dividindo a população idosa pela população em idade ativa, a população idosa é geralmente definida como aquela com 65 anos ou mais (ou às vezes 60+) e a população em idade ativa como 15-64, 16-64, 20-64, 20-59 ou similar*”.

É a *idade cronológica* o conceito tradicionalmente utilizado para mensurar, geralmente em anos completos, o tempo de vida de um indivíduo. Trata-se, portanto, de contabilizar a quantidade de anos que uma pessoa já viveu. Esse conceito é a base para a discussão tradicional sobre o envelhecimento da população (Sanderson; Scherbov, 2005). A idade cronológica é uma medida que permite comparações de duas ordens inter-relacionadas. Primeiro, das mudanças de características biológicas do indivíduo ao longo do curso de vida (perspectiva de envelhecimento individual); e, segundo, das mudanças na representação proporcional de grupos etários em determinada população (perspectiva de envelhecimento populacional – por exemplo, na definição do dividendo e do divisor em cálculo de razões de dependência ou no percentual de pessoas idosas em uma população).

É no contexto dos países desenvolvidos que surge o interesse em conceituar e reconceituar o envelhecimento da população, apresentando uma medida complementar de mensuração da idade, a qual está voltada aos anos de vida que os indivíduos podem esperar viver ao completarem determinada *idade cronológica* (Sanderson; Scherbov, 2005). Essa medida complementar é a *idade prospectiva* e já se tornou um conceito que fundamenta estudos no âmbito da América Latina (Gietel-Basten; Saucedo; Scherbov, 2020; Randow; Souza; Wong, 2020) e que também passou a instruir parte da agenda de envelhecimento populacional no Brasil. O conceito de idade prospectiva foi introduzido no debate público brasileiro em 2018, em uma apresentação na 247ª reunião do Conselho Nacional de Previdência (CNP, 2018; Soares, 2018).

Compreender a natureza da abordagem prospectiva – isto é, da abordagem e argumentação voltada ao futuro e baseadas em projeções – é fundamental para utilização da *idade prospectiva* como indicador de mensuração do envelhecimento nos países em desenvolvimento. Especialmente quando a *idade prospectiva* é parte da argumentação que instrui propostas de reformas dos sistemas de seguridade social e demais políticas públicas. Assim, é importante compreender o significado da *idade prospectiva*, bem como de sua aplicação como indicador de envelhecimento populacional.

É importante reconhecer que a literatura sobre envelhecimento nos países em desenvolvimento está compreendida em ao menos duas abordagens interpretativas do envelhecimento populacional. A primeira é aquela que interpreta a longevidade como uma conquista social, e a segunda reconhece o envelhecimento como um desafio de múltiplas ordens, sendo que estes desafios são decorrentes não apenas do envelhecimento populacional em si, mas das persistentes condições de subdesenvolvimento e desigualdade que marcam a trajetória desses países (Camarano; Pasinato, 2004; Cotlear, 2011).

Nos países altamente industrializados, onde boa parte da população tem contado com emprego formal, pelo menos desde a segunda metade do século XX, é de grande importância terminar a trajetória laboral e se aposentar. [...] Na América Latina, a questão do envelhecimento também é relevante, mas por outros motivos, entre os quais o limitado sistema previdenciário para a população trabalhadora, o deficiente sistema previdenciário para aqueles "idosos" que de alguma forma têm acesso aos serviços de saúde e, é claro, a ampla questão da pobreza (Blanco, 2011, p. 18).

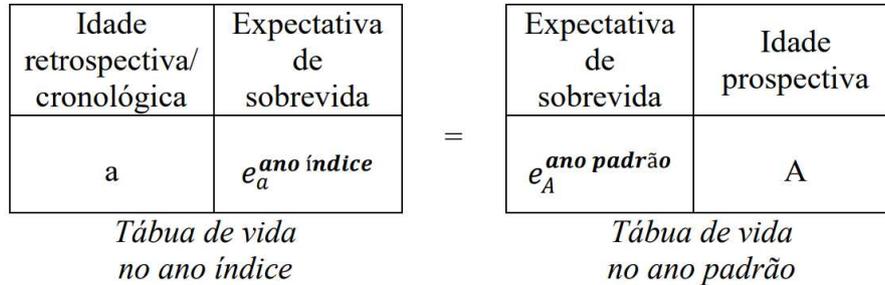
Assim, antes de meramente aplicar novas medidas para mensuração do envelhecimento populacional nos países em desenvolvimento, torna-se necessário reconhecer que tais medidas foram originalmente criadas para mensuração do envelhecimento no contexto de países desenvolvidos. Sendo assim, também é imperativo que se adapte tais medidas para melhor compreensão do processo de envelhecimento populacional em observação aos países em desenvolvimento, contribuindo para uma discussão mais ampla em termos de agenda pública. De forma objetiva, no caso do Brasil, a noção descrita neste parágrafo pode ser sintetizada nas seguintes perguntas: (i) a introdução de novas formas de conceituar e mensurar o envelhecimento populacional interessa à agenda de envelhecimento em sentido amplo? (ii) ou interessa apenas àqueles que buscam solução do problema fiscal que o envelhecimento populacional representa ao Estado? Com essas questões em mente, pode-se avançar no entendimento sobre as origens da *idade prospectiva* e sua utilidade para mensuração do envelhecimento em nível de população.

Antes da noção de *idade prospectiva*, a terminologia empregada inicialmente por Sanderson e Scherbov (2005) foi a de *idade padronizada*. Esse termo é de fácil assimilação quando se tem conhecimento sobre outros procedimentos de padronização na demografia, tais como, por exemplo, as padronizações de taxas de mortalidade ou natalidade. Contudo, com o objetivo de enfatizar a natureza temporal da idade calculada com base na expectativa de vida em determinada idade cronológica, a terminologia *idade padronizada* foi substituída por *idade prospectiva* (Sanderson; Scherbov, 2007).

Com isso, pode-se destacar a diferença entre a *idade retrospectiva* (cronológica) que tem foco no período passado e a *idade prospectiva*, a qual tem sua natureza voltada para o futuro. Essas duas idades são complementares entre si e permitem quantificar e analisar diferentes aspectos do envelhecimento (Sanderson; Scherbov, 2007). A proposta de Sanderson e Scherbov (2007; 2005) é reconhecer que as pessoas têm duas idades, uma cronológica e outra idade voltada ao tempo estimado de sobrevida, isto é, a *idade prospectiva*. Enquanto na *idade cronológica* as pessoas da mesma idade já viveram a mesma quantidade de anos desde seu nascimento, na *idade prospectiva* as pessoas da mesma idade têm a expectativa de viver a mesma quantidade de anos até a morte (Sanderson; Scherbov, 2007).

A ideia de *idade prospectiva* é ilustrada na Figura 4, nela é possível visualizar dois pares de dados, sendo que ambos são obtidos por meio de informações em tábuas de vida.

FIGURA 4 – Diagrama de determinação da idade prospectiva



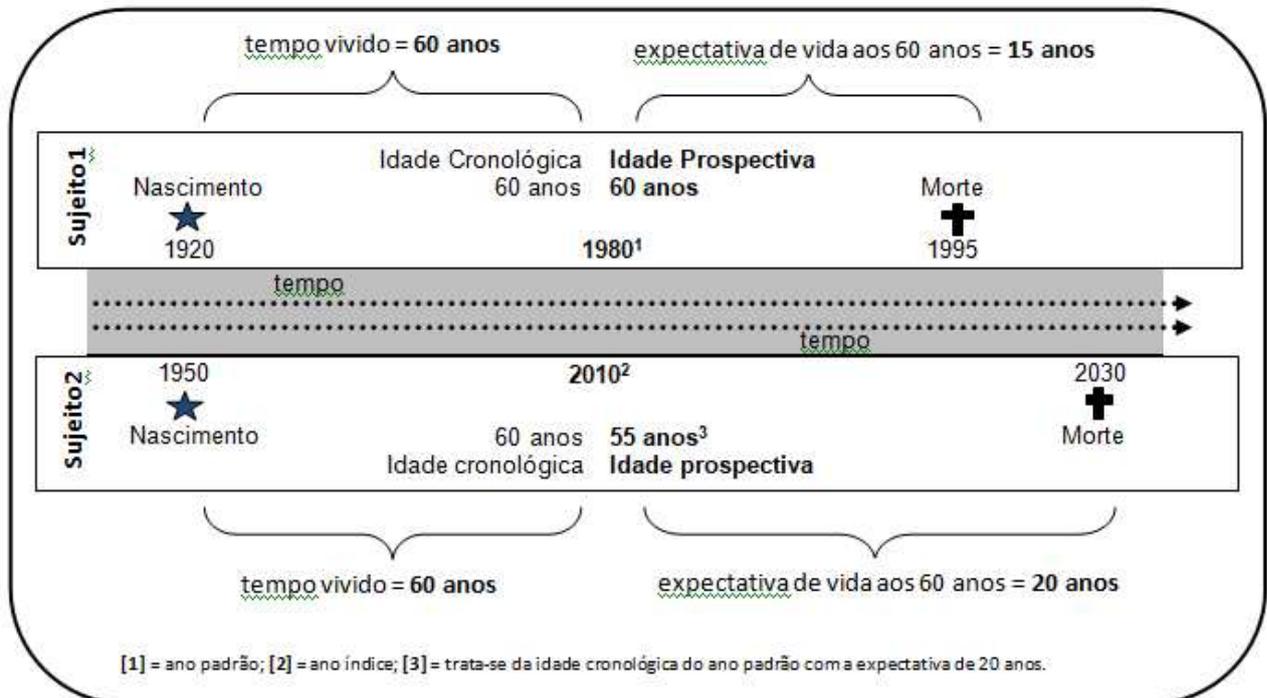
Fonte: Adaptado e traduzido de Sanderson e Scherbov (2007). [Tradução própria]

Do lado esquerdo, sinaliza-se que é preciso extrair informações de *idade retrospectiva/cronológica* (a) e a expectativa de sobrevivida no ano índice para a respectiva idade ($e_a^{\text{ano índice}}$). Do lado direito, visualiza-se a necessidade identificar a expectativa de sobrevivida no ano padrão ($e_A^{\text{anopadrão}}$) que seja igual à expectativa de sobrevivida no ano índice. Isso determinará qual é a idade prospectiva (A) no ano índice com base nas idades do ano padrão.

A Figura 5 apresenta um exemplo hipotético baseado nos dados disponíveis em tábuas de vida da população brasileira.

O *Sujeito1* nasceu no ano de 1920, completou 60 anos de idade em 1980 e os sobreviventes de sua coorte de nascimento têm a expectativa de viver até 1995. O *Sujeito2* nasceu no ano de 1950, completou 60 anos de idade em 2010 e os sobreviventes de sua coorte de nascimento esperam viver até o ano de 2030. O ano de 1980 é o “ano padrão” utilizado para calcular a idade prospectiva no “ano índice”, que neste caso é o ano de 2010.

FIGURA 5 – Exemplo hipotético: idades cronológicas e prospectiva



Fonte: Elaboração própria.

As idades prospectiva e cronológica do *Sujeito 1* são iguais porque o ano de 1980 é o ano padrão. Já no caso do *Sujeito 2*, a sua idade prospectiva é cinco anos menor do que a idade cronológica, pois sua expectativa de vida no sexagésimo aniversário é de 20 anos, sendo que esta expectativa corresponde à mesma esperança de vida daqueles que completavam 55 anos em 1980. A diferença entre os dois sujeitos está justamente na expectativa de vida ao completar 60 anos de idade cronológica. Enquanto o *Sujeito 1* pertence a uma coorte que tem expectativa de viver mais 15 anos após completar 60 anos vividos, o *Sujeito 2* pertence a uma coorte que espera viver 20 anos após completar os mesmos 60 anos de idade cronológica. O argumento de Scherbov e Sanderson (2007) é que o uso da idade retrospectiva combinada com a idade prospectiva pode ser mais informativo do que o uso combinado de idade retrospectiva e expectativa de vida. Neste exemplo, busca-se saber qual a idade prospectiva do *Sujeito 2* no ano índice, isto é, em 2010. A resposta é que o *Sujeito 2* tem 60 anos de idade cronológica e 55 anos de idade prospectiva com base no ano padrão (1980).

No exemplo contido na Figura 5, ao observar apenas a idade cronológica dos sujeitos, criar-se-ia intuitivamente um pensamento de que as características e comportamentos dos dois indivíduos são semelhantes, pois ambos têm 60 anos de idade cronológica (Sanderson; Scherbov, 2007). Esse pensamento pode favorecer projeções equivocadas de demanda por políticas públicas específicas para determinada idade, haja vista que os indivíduos do exemplo

pertencem a coortes distintas e que, portanto, vivenciaram diferentes contextos históricos que refletem diretamente nas suas expectativas de vida aos 60 anos cronológicos (Sanderson; Scherbov, 2007).

Muitas necessidades específicas por idade estão mais relacionadas com o número de anos que restam para viver do que para a quantidade de anos vividos (Sanderson; Scherbov, 2005). É justamente nessa perspectiva que a idade prospectiva contribui com uma definição conceitual mais assertiva para realização de projeções para políticas públicas dirigidas às pessoas mais velhas.

As novas medidas aqui apresentadas não pretendem suplantar as medidas existentes, mas sim completá-las. Uma perspectiva que incorpore as novas medidas aqui apresentadas é crucial para compreender e reagir adequadamente aos desafios do envelhecimento populacional (Sanderson; Scherbov, 2005, p. 813).

As estratégias nacionais de cuidados de longa duração, envelhecimento ativo, previdência, saúde e assistência social são, entre outras, aquelas que precisam considerar a idade prospectiva como elemento de projeção para políticas públicas, seja pela sustentabilidade das políticas vigentes, seja pela necessidade de se constituir novas políticas. O planejamento precisa levar em conta não apenas a idade que as pessoas têm, mas também a quantidade de anos que elas viverão, contabilizado a oferta e a demanda potencial decorrentes do aumento da expectativa de vida. Por exemplo, a oferta de mão de obra experiente e a demanda por trabalho digno às pessoas mais velhas.

O uso da idade prospectiva no planejamento de políticas públicas é especialmente importante quando a idade é o determinante para a definição do público-alvo ou dos segmentos etários elegíveis à determinada política setorial, bem como para as previsões da capacidade de cobertura de políticas focalizadas com base na idade (Sanderson; Scherbov, 2007). A definição da idade como critério de acesso a benefícios assistenciais, previdenciários ou as isenções tributárias são exemplos deste tipo potencial de uso da idade prospectiva, complementando a idade cronológica de modo a permitir uma análise mais aprofundada do envelhecimento e de suas implicações na sociedade.

O envelhecimento populacional é um processo com dinâmica distinta do envelhecimento dos indivíduos, conforme argumentamos nas seções anteriores deste capítulo. Inevitavelmente, uma pessoa envelhece com o passar do tempo, enquanto que a população pode alternativamente crescer jovem ou envelhecer (Sanderson; Scherbov, 2005). Quando se considera a condição de não estabilidade na estrutura etária, as populações podem ficar até

mesmo “mais jovens”, dependendo das variações nas taxas específicas de fecundidade e mortalidade por idade.

O envelhecimento populacional é, portanto, um fenômeno complexo para mensuração e projeção, pois sua ocorrência depende de variações nas determinantes da estrutura etária da população (fecundidade, mortalidade e, eventualmente, da migração). Quando as idades retrospectivas e prospectivas são combinadas para mensurar o envelhecimento populacional esse grau de complexidade na análise demográfica é ampliado (Sanderson; Scherbov, 2007). Para uma mesma população e no mesmo intervalo de tempo, é possível identificar crescimento com envelhecimento, quando se utiliza a *idade retrospectiva/cronológica*, ou identificar crescimento populacional mais jovem, quando se utiliza a *idade prospectiva* (Sanderson; Scherbov, 2007).

A *idade retrospectiva/cronológica* é relativamente melhor assimilada porque diz respeito aos anos empiricamente vivenciados pelos próprios indivíduos. A cada aniversário, as pessoas compreendem, desde a infância, que estão relativamente mais velhas. A contabilidade da idade cumprida baseada nos anos de vida talvez seja uma das primeiras experiências matemáticas das crianças. Desde a apresentação da idade com o apoio instrumental dos dedos das mãos, as crianças passam a assimilar a perspectiva cronológica para mensuração de suas idades e incorporar de forma tácita a perspectiva da idade retrospectiva. Por outro lado, a idade prospectiva depende do número de anos restantes de vida e essa informação não está disponível no nível do indivíduo. A informação disponível é uma estimativa calculada com base em probabilidades, utilizando-se de métodos demográficos para estimar as expectativas de vida que pessoas de determinada coorte têm, tornando a mensuração e a assimilação deste indicador relativamente mais complexa.

As estimativas da expectativa de vida em determinada idade para uma determinada coorte podem ser obtidas com base em duas fontes de dados, as taxas específicas de mortalidade por idade da coorte em estudo ou as taxas específicas de mortalidade por idade de período (Sanderson; Scherbov, 2007). Ambas as informações viabilizam a elaboração de tábuas de vida que apresentam as expectativas de vidas às idades exatas.

Sanderson e Scherbov (2007) sustentam que as idades prospectivas de período e de coorte produzem imagens quase idênticas do envelhecimento populacional. Para tanto, são realizadas análises de mortalidade de adultos com um modelo de Gompertz, estimando resultados analíticos para a relação entre idades prospectivas com base em dados de coorte e de período. Além dessa formulação analítica, os autores apresentam uma perspectiva histórica sobre o envelhecimento das populações da Suécia, Inglaterra e País de Gales, com dados de

tábuas de mortalidade de coorte e de período e uma formulação final com previsões para a população dos Estados Unidos. Em suma, ainda que a expectativa de vida seja crescente ao longo do tempo, as idades prospectivas calculadas usando tábuas de vida de coorte ou de período não devem diferir de forma significativa, exceto em circunstâncias de bruscas mudanças nos níveis de mortalidade específica por idade como, por exemplo, em contextos de epidemias ou pandemias (Sanderson; Scherbov, 2007).

Este capítulo buscou estabelecer os conceitos elementares da análise do envelhecimento, considerando aspectos desde o nível de um organismo biológico individual até o nível de envelhecimento populacional. Seja qual for o nível de análise do envelhecimento, a forma como conceituamos e mensuramos a idade contribui diretamente para uma compreensão mais adequada deste complexo fenômeno. Os próximos capítulos apresentam o desenvolvimento e os resultados deste esforço para mensuração e análise do envelhecimento da população brasileira no Século XXI.

CAPÍTULO 2 – MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo foi subdividido em duas partes. A primeira parte descreve o material e os métodos aplicados para a *abordagem prospectiva*, detalhando a construção dos indicadores analisados no terceiro capítulo desta tese. A segunda seção apresenta o material e os métodos empregados para a *abordagem das características*, especificando a sistematização das variáveis utilizadas no quarto capítulo.

2.1 Material e métodos da abordagem prospectiva

O terceiro capítulo utiliza dados para o Brasil e suas cinco Grandes Regiões (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste), compreendendo um conjunto de indicadores para o período entre os anos de 1980 e 2060. Assim, este estudo se constitui por meio da combinação entre dados observados (1980-2010) e dados obtidos a partir de projeções populacionais (2020-2060).

Na primeira etapa de organização dos dados, com uma perspectiva subnacional, busca-se identificar diferenças ou similaridades no processo de envelhecimento populacional, calculando indicadores regionais com base na *idade prospectiva* e com base na *idade cronológica* para a posterior análise comparativa. A análise dos dados regionais é viabilizada pelo cálculo dos seguintes indicadores: (i) idade mediana da população; (ii) proporção de idosos; e (iii) razão de dependência dos idosos.

a) Fontes de Dados

Os dados são quantitativos, provenientes de fontes secundárias. Trata-se de dois conjuntos de dados processados e publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística²⁷ (IBGE): (i) dados observados; e (ii) dados projetados. O primeiro conjunto de dados compreende o período entre os anos de 1980 e 2000; e o segundo conjunto compreende dados entre os anos de 2010 e 2060. Essa separação dos dados em dois conjuntos distintos é mais bem descrita e justificada nas seguintes subseções:

²⁷ O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é uma entidade pertencente à estrutura da administração pública federal e é reconhecido como o principal provedor de informações e dados do país, seja para atendimento das necessidades de segmentos da sociedade civil, seja para órgãos e poderes das esferas federal, estadual e municipal. Para tanto, o IBGE é responsável pelas seguintes funções institucionais: (i) produção e análise de informações estatísticas; (ii) coordenação e consolidação das informações estatísticas; (iii) produção e análise de informações geográficas; (iv) coordenação e consolidação das informações geográficas; (v) estruturação e implantação de um sistema de informações ambientais; (vi) documentação e disseminação de informações; (vii) coordenação dos sistemas estatístico e cartográfico nacionais.

Dados observados: 1980-2000

O conjunto de *dados observados* é resultado de informações obtidas por meio dos Censos Demográficos dos anos de 1980, 1991, 2000 e dos dados de óbitos provenientes do Registro Civil para os triênios 1979, 1980, 1981; 1990, 1991, 1992; e 1999, 2000, 2001 (Albuquerque; Senna, 2005). Esse conjunto de *dados observados* serviu como base secundária para a construção e revisão de hipóteses e metodologias indiretas adotadas para o cálculo de tábuas abreviadas de mortalidade para as Grandes Regiões do Brasil e as Unidades da Federação.

A escolha dessas tábuas de mortalidade — elaboradas no âmbito da Diretoria de Pesquisa do IBGE e sob a responsabilidade de Albuquerque e Senna (2005) — se justifica por duas razões: a qualidade nos métodos de correção dos dados; e a relativa compatibilidade com os métodos utilizados para as projeções de população.

Portanto, justificamos a escolha das referidas tábuas de mortalidade em razão da reconhecida qualidade²⁸ na escolha das metodologias aplicadas para estimativa dos fatores de correção e para o sub-registro de óbitos, bem como pela construção e revisão das hipóteses e metodologias indiretas adotadas. Nesse sentido, cumpre destacar que essas hipóteses e metodologias indiretas para cálculo das tábuas de mortalidade dos anos de 1980, 1991 e 2000 foram realizadas no âmbito de um projeto mais amplo que envolvia o IBGE e o Fundo de População das Nações Unidas – UNFPA, o Projeto UNFPA/IBGE – BRA/02/P02 – População e Desenvolvimento (Brasil, 2006). Uma finalidade específica na realização do referido projeto era subsidiar as projeções de população por sexo e grupos de idade.

A segunda razão para a escolha dessas tábuas de mortalidade se observa pelo esforço em compatibilizar os *dados observados* com os *dados projetados*. Isso porque os *dados projetados* constituem outra fonte de informação para esta pesquisa e foram publicados em uma versão atualizada no ano de 2018.

Dados projetados: 2010-2060

Os *dados projetados* são aqueles constantes nas “Projeções da População do Brasil e das Unidades da Federação – Revisão 2018”. No ano de 2013, incorporando os resultados do Censo Demográfico 2010, o IBGE já havia divulgado as Projeções da População, tanto para o

²⁸ Segundo Albuquerque e Senna (2005, p. 8) as referidas “tábuas já se encontram incorporadas na projeção da população do Brasil divulgada pelas Nações Unidas e foram construídas mediante a combinação das estimativas da mortalidade dos menores de 5 anos de idade, com a mortalidade corrigida dos maiores de 5 anos, aplicando-se o método que leva em consideração as estruturas por idade dos óbitos e da população.

Brasil como para as Unidades da Federação. Essa divulgação em 2013 apresentou três inovações em relação às projeções anteriores:

[1] ajuste da estrutura etária das populações de partida, através do emprego da técnica da conciliação censitária; [2] utilização do Método das Componentes Demográficas para projetar a população das Unidades da Federação; [3] abertura dos grupos etários até 90 anos ou mais de idade; e [4] incorporação da migração internacional (IBGE, 2018, p. 9).

Considerando que as projeções foram elaboradas com base no método das componentes demográficas, a justificativa apresentada pelo IBGE para a revisão das projeções de 2013 se deu por mudança na trajetória da fecundidade e por alterações nas considerações acerca das migrações interna e internacional. A componente mortalidade permaneceu, na publicação de 2018, sem nenhuma alteração em relação à publicação metodológica de 2013 (IBGE, 2018).

A projeção de populações por meio do método das componentes demográficas demanda uma estrutura populacional conhecida, ou seja, as projeções são realizadas com base em uma população de partida. A população de partida utilizada pelo IBGE (2018) foi ajustada com base na conciliação demográfica, utilizando os Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010. Assim, obteve-se um fator de ajuste para o Brasil em 2000, sendo este aplicado para a obtenção da população de partida, isto é, a população brasileira residente no ano 2000. Já no caso das Unidades da Federação, com a revisão de 2018, a obtenção das populações de partida se deu pelo ajuste das populações enumeradas no Censo Demográfico 2010 (IBGE 2018).

Embora este estudo classifique os dados entre 2010 e 2060 como *dados projetados*, a existência de uma população de partida com base em dados censitários corrigidos indica a importância de conciliar as fontes de dados de diferentes publicações do IBGE. Isso porque a elaboração das projeções somente se viabilizou pela utilização dos dados dos Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010, ou seja, são *dados observados* e corrigidos para a posterior elaboração dos *dados projetados*. Além disso, para a produção das tábuas de mortalidade dos anos entre 2010 e 2060, foram utilizadas as seguintes fontes de informação: Censo Demográfico 2000 e 2010; informações sobre óbitos para o ano de 2010 a partir de duas fontes: (i) pesquisa Estatística do Registro Civil do IBGE; e (ii) informações de óbitos constantes no Sistema sobre Mortalidade – SIM do Ministério da Saúde (IBGE, 2013a).

b) Variáveis Utilizadas

Para elaboração dos indicadores que serão descritos na próxima seção, são necessárias as seguintes variáveis: *i*) população total residente; *ii*) número de pessoas residentes segundo grupos etários; *iii*) número de pessoas residentes segundo idades simples; e *iv*) expectativa de vida.

c) Indicadores Calculados

Os indicadores calculados são os seguintes: *i*) idade mediana da população; *ii*) proporção de idosos; e *iii*) razão de dependência dos idosos. Esses três indicadores serão calculados na forma convencional, ou seja, com o uso das *idades cronológicas*. Depois, os mesmos indicadores serão calculados com base nas *idades prospectivas*.

Idade mediana

A idade mediana é uma medida de tendência central que contribui na análise das distribuições de idade, podendo ser definida como a idade que divide a população em dois grupos de igual tamanho, isto é, que divide a população entre o grupo das idades mais jovens e o grupo das idades mais velhas (Shryock; Siegel, 1976). A fórmula utilizada para calcular a idade mediana é a seguinte:

$$Md = l_{Md} + \left(\frac{\frac{N}{2} - \sum fx}{f_{Md}} \right) i$$

Onde,

Md = a idade mediana

l_{Md} = o limite inferior da classe que contém o meio, ou o item $\frac{N}{2^o}$;

N = soma de todas as frequências, ou seja, população total residente, excluída a de idade ignorada;

$\sum fx$ = soma das frequências em todas as classes anteriores à classe do item $\frac{N}{2^o}$;

f_{Md} = frequência da classe que contém o item $\frac{N}{2^o}$; e

i = tamanho do intervalo de classe.

A idade mediana é uma das medidas geralmente utilizadas como base para descrever o envelhecimento da população, ou ainda, para classificar uma população como jovem ou envelhecida. Trata-se de uma medida que permite a comparação imediata entre

diferentes populações. E, para fins de análise de série histórica, pode-se assumir que, quando a idade mediana de determinada população está aumentando, esta população está envelhecendo e, quando a idade mediana está em declínio, a população está ficando mais jovem.

Segundo Shryock e Siegel (1976), as populações com idade mediana abaixo de 20 anos poderiam ser classificadas como “jovens”, enquanto que as populações com idade mediana de 30 anos ou mais poderiam ser classificadas como “velhas”. Entre esses dois extremos, as populações com idade “intermediária”, ou seja, aquelas em que a idade mediana está entre 20 e 29 anos.

Essas idades cronológicas definidas por Shryock e Siegel (1976) são marcadores que poderiam ser revisados para a melhor classificação das populações, ou seja, seria pertinente questionar se as idades cronológicas de 1976 ainda teriam o mesmo significado e aplicabilidade para a classificação de uma população como envelhecida ou jovem no Século XXI. Em grande medida, esta é justamente a temática que esta tese busca, em todo seu escopo, colocar em discussão. Contudo, a pretensão deste capítulo metodológico é outra: pretende-se mostrar a utilização da *idade prospectiva* para calcular as variáveis convencionalmente utilizadas na mensuração do envelhecimento populacional.

Portanto, uma vez que foi calculada a *idade mediana retrospectiva* para a população em determinado ano, basta observar a expectativa de sobrevida nesta mesma idade e neste mesmo ano para determinar um padrão e, posteriormente, identificar qual a *idade média prospectiva* nos demais anos. A Figura 6(a) exhibe essa relação entre as idades *cronológica e prospectiva*, as expectativas de sobrevida nos anos *padrão e índice*, e as idades *mediana retrospectiva e mediana prospectiva*. Outra possibilidade de determinação da *idade prospectiva* é a seleção de uma população de outra localidade geográfica, neste caso, comparando duas populações de regiões diferentes, mas no mesmo momento. A Figura 6(b) ilustra essa possibilidade, nela é evidenciada a necessidade de estabelecer relação entre a expectativa de vida em duas regiões, a *região padrão* e a *região índice*.

FIGURA 6 – Idades medianas prospectivas e retrospectivas

Idade cronológica	Expectativa de sobrevida
a	$e_a^{\text{ano índice}}$

idade mediana retrospectiva

=

Expectativa de sobrevida	Idade prospectiva
$e_A^{\text{ano padrão}}$	A

idade mediana prospectiva

6(a)

Idade cronológica	Expectativa de sobrevida
a	$e_a^{\text{Região índice}}$

idade mediana retrospectiva

=

Expectativa de sobrevida	Idade prospectiva
$e_A^{\text{Região padrão}}$	A

idade mediana prospectiva

6(b)

Proporção de idosos

A proporção de idosos²⁹ é outro indicador que viabiliza a análise da estrutura etária de determinada população. O primeiro procedimento para calcular o indicador é definir a idade que será considerada na definição do estrato populacional reconhecido como idoso, por exemplo, 65 anos ou mais. Alterações na proporção de idosos de uma determinada população também são indicativos de envelhecimento ou rejuvenescimento da população. Segundo Shryock e Siegel (1976, p. 132), “as populações com 10,0% ou mais de 65 anos ou mais podem ser consideradas idosas [...] e aquelas com menos de 5,0% podem ser consideradas jovens”.

A fórmula utilizada para calcular a proporção de idosos é a seguinte:

$$Pi = \frac{P_{60+}}{P}$$

Onde,

Pi = proporção de idosos

P_{60+} = número de pessoas residentes com 60 anos de idade ou mais;

P = população total residente, excluída a de idade ignorada.

Assim, uma vez que foi calculada a *proporção de idosos segundo a idade cronológica* de 60 anos para a população em determinado ano, basta observar a expectativa de sobrevida nesta mesma idade e neste mesmo ano para determinar um padrão e, posteriormente, identificar qual a *idade prospectiva* nos demais anos que servirá como marcador para definição

²⁹ Uma forma de indicação do grau em que uma população está envelhecida ou jovem é dada pela proporção de crianças menores de 15 anos, mas este indicador não será utilizado neste trabalho.

do grupo de pessoas idosas. A proporção de idosos segundo a idade cronológica também pode ser determinada com base em uma *região padrão* e uma *região índice*, permitindo comparação, por exemplo, entre as diferentes Grandes Regiões do Brasil (*regiões índice*) e uma das regiões (*região padrão*) para um mesmo período. No Capítulo 3, a região indicada como *região padrão* para a análise é a Região Sul, pois é a região que apresenta o nível mais elevado de envelhecimento segundo os indicadores calculados.

Razão de dependência dos idosos

A relação entre a proporção de idosos e a proporção de pessoas em idades intermediárias pode ser sintetizada na razão de dependência dos idosos. Para calcular a razão de dependência dos idosos é necessário estabelecer os limites de idade para cada um dos grupos populacionais, ou seja, o limite mínimo e máximo de idade do grupo intermediário e o limite mínimo de idade do grupo idoso (Shryock; Siegel, 1976). Neste estudo, a razão de dependência dos idosos é calculada assumindo as idades entre 15 e 64 anos como grupo de idades intermediárias (“jovens”) e 65 anos ou mais como grupo de idosos. Assim, a razão de dependência dos idosos é a proporção de pessoas com 65 anos ou mais para aquelas pessoas com idade entre 15 e 64 anos.

A fórmula utilizada para calcular a razão de dependência dos idosos é a seguinte:

$$RDi = \frac{P_{65+}}{P_{15-64}} \times 100$$

Onde,

RDi = a razão de dependência dos idosos;

P_{65+} = número de pessoas residentes com 65 anos de idade ou mais;

P_{15-64} = número de pessoas residentes com idade entre 15 e 59 anos;

Desta feita, uma vez que foi calculada a *razão de dependência dos idosos segundo a idade cronológica* de 65 anos para a população em determinado ano, basta observar a expectativa de sobrevida nesta mesma idade e neste mesmo ano para determinar um padrão e, posteriormente, identificar qual a *idade prospectiva* nos demais anos que servirá como marcador para definição do grupo de pessoas idosas. Conquanto o grupo de idosos no Brasil seja legalmente definido pelo conjunto de pessoas com 60 anos cronológicos ou mais, a escolha do grupo de pessoas com 65 anos cronológicos ou mais é bastante comum para o cálculo da razão de dependência dos idosos, facilitando, inclusive, a comparação dos dados de

envelhecimento nacional com os dados de outros países, especialmente na comparação com os países desenvolvidos.

d) Correção dos Dados

A escolha das tábuas de mortalidade utilizadas neste trabalho teve como critério o rigor nas metodologias indiretas adotadas no âmbito da Diretoria de Pesquisa do IBGE (Albuquerque; Senna, 2005). As escolhas metodológicas aplicadas para a correção dos dados estão devidamente justificadas nas notas metodológicas publicadas pelo IBGE (IBGE, 2018; 2013a; 2013b; Albuquerque; Senna, 2005).

As tábuas de mortalidade dos dados observados e projetados estavam disponíveis apenas na sua versão abreviada, ou seja, organizadas por grupos quinquenais de idade. Além disso, havia diferença entre os grupos etários de idades mais avançadas. As tábuas de mortalidade dos dados observados (1980, 1991 e 2000) apresentavam expectativa de vida até o grupo 80 anos ou mais; enquanto as tábuas de mortalidade dos dados projetados (2010, 2020, 2030, 2040, 2050 e 2060) apresentavam expectativa de vida até o grupo etário 90 anos ou mais.

Buscando compatibilizar os dados, foi necessária a utilização de métodos para a obtenção de dois resultados: *i*) a criação tábuas completas de mortalidade para os dados observados e projetados; e *ii*) a obtenção de dados com idade simples até 90 anos ou mais para os anos de 1980, 1991 e 2000. Para tanto, foi utilizado o pacote *DemoTools* (01.13.76) do *softwareR* (4.3.1) por meio da interface *RStudio* (Riffe et al., 2019).

A primeira função utilizada foi a *lt_abridged2single*, a qual possibilitou conversão de tábuas abreviadas de mortalidade em tábuas completas. Além disso, essa mesma função também permitiu a extrapolação de dados observados das tábuas dos anos de 1980, 1991 e 2000, ampliando as idades avançadas de 80 anos ou mais para 90 anos ou mais. Tal extrapolação seguiu por *default* o Modelo de “Makeham”.

Outra função utilizada no *RStudio* por meio do pacote *DemoTools* foi a função *graduate_sprague*, a qual serviu para desagregar os dados de população que estavam organizados em grupos quinquenais para os anos de 1980, 1991 e 2000. Segundo a própria documentação da biblioteca *DemoTools*, tal método é usado para interpolar contagens com base na fórmula de Sprague (Riffe et al., 2019).

e) Sistematização dos Dados

A sistematização dos dados e a aplicação das fórmulas de cada indicador calculado foram procedimentos operacionalizados por meio de ferramenta computacional *Microsoft*

Excel. O desenvolvimento do estudo foi beneficiado pela disponibilidade de um modelo estruturado para elaboração das idades prospectivas em nível global (United Nations, 2017), o qual foi adaptado para utilização dos dados relativos ao Brasil e suas cinco Regiões. O uso dessas ferramentas e da forma de análise também foi beneficiado pelas apresentações de Lutz et al. (2020), na *Population Association of America Annual Meeting 2020*, e de Scherbov (2019), em um *workshop* em Bangkok.

Para automatizar a elaboração das *idades prospectivas* foram utilizadas as seguintes funções do *Microsoft Excel*: (i) CORRESP; (ii) ÍNDICE; e (iii) TENDÊNCIA. Antes de prosseguir com as etapas que foram cumpridas para processamento dos dados e criação das *idades prospectivas*, cumpre lembrar que é necessário definir um *ano padrão*, definir um *ano índice*, estabelecer relação entre uma *idade cronológica* que, juntamente com a respectiva expectativa de vida, permitirá identificar a *idade prospectiva* no *ano índice* com base no *ano padrão*. A Figura 4, exibida e descrita no Capítulo 1 desta tese, apresenta essa relação entre *idades cronológicas*, *idades prospectivas*, *ano índice* e *ano padrão*. A Figura 6 também representa o mesmo esforço de relacionar as idades *cronológica* e *prospectiva* segundo um *padrão* para as expectativas de sobrevida.

Com a aplicação das funções ÍNDICE³⁰ e CORRESP³¹, o *Excel* identifica o posicionamento da idade cronológica do *ano índice* que possui uma expectativa de sobrevida igual ou próxima à expectativa de sobrevida no *ano padrão*, ou seja, o *software* realiza, de forma automatizada, a indicação da idade mais próxima de tornar-se a idade *prospectiva* no *ano índice* com base em um *ano padrão* pré-determinado. Considerando que as expectativas de sobrevida são expostas em valores contínuos, há a necessidade de interpolar os valores entre as idades que iniciam os grupos etários nas tábuas abreviadas de vida (por exemplo, entre os valores 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25...) e os respectivos valores das expectativas de sobrevida. Assim, para automatizar essas interpolações, utiliza-se a função TENDÊNCIA.

A função TREND retorna valores ao longo de uma tendência linear. Ele se encaixa em uma linha reta (usando o método de mínimos quadrados) para o *known_y* e *known_x* da matriz. TREND retorna os valores *y* ao longo dessa linha para a matriz de *new_x* que você especificar (MICROSOFT, 2022, SUPORTE).

O percurso metodológico para determinação das *idades prospectivas* foi dividido em seis etapas: (i) organização do banco de dados; (ii) escolha de uma idade cronológica de

³⁰ Segundo descreve o Site de suporte da Microsoft (2022), a **Função Índice** permite retornar o valor de um elemento em uma tabela ou matriz, selecionada pelos índices de números de linha e coluna.

³¹ Também segundo descreve o Site de suporte da Microsoft (2022), “A função **CORRESP** busca um item especificado em um intervalo de células e retorna a posição relativa desse item no intervalo”.

referência no ano índice³²; (iii) identificação da expectativa de sobrevida no ano índice segundo a idade cronológica escolhida; (iv) interpolação da expectativa de sobrevida no ano índice segundo a idade cronológica escolhida e as expectativas de sobrevida disponíveis no ano índice; (v) identificação da expectativa de sobrevida no ano padrão³³ que mais se aproxima do valor que foi calculado na etapa iv; (vi) interpolação do valor identificado na Etapa V entre os valores de expectativa de sobrevida disponíveis no ano padrão. Para melhor detalhamento dessas etapas, destaca-se o seguinte exemplo:

Etapa I – Organização do banco de dados: trata-se de estabelecer relação entre as idades que iniciam os grupos etários em tábuas abreviadas de mortalidade, as expectativas de sobrevida do ano padrão, as expectativas de sobrevida do ano índice e a posição sequencial do número de observações. A Tabela 1 exemplifica essa organização. Com a finalidade de simplificação, foram selecionados apenas os dados relativos à expectativa de sobrevida no Brasil em 1980, ano definido como padrão, e à expectativa de sobrevida no Brasil em 2060, ano definido como índice. Portanto, busca-se verificar a idade prospectiva em 2060 segundo os padrões de expectativa de sobrevida de 1980.

Cumprir destacar que a Tabela 1 é apenas um exemplo de organização prévia dos dados. Isso porque o trabalho realizado nesta tese não contou com grupos quinquenais de idade, mas sim com idades simples de tábuas completas de mortalidade.

³² A escolha de **60 anos** cronológicos como idade de referência tem como justificativa a definição legal de pessoa idosa no Brasil, ou seja, 60 anos ou mais.

³³ A escolha do ano **2010 como ano padrão** se justifica pela atualidade do Censo Demográfico; por ser um ano intermediário entre 1980 e 2060; por ser um ano sem a existência de fatos extremos que impactam na mortalidade (por exemplo, pandemia ou guerra).

TABELA 1 - Exemplo de organização preliminar dos dados

BRASIL		ANO	
POSIÇÃO	IDADES	PADRÃO	ÍNDICE
		1980 EX	2060 EX
1	0	62,5	81,0
2	1	66,1	80,6
3	5	63,2	76,7
4	10	58,5	71,7
5	15	53,7	66,8
6	20	49,0	62,0
7	25	44,5	57,2
8	30	40,1	52,4
9	35	35,8	47,7
10	40	31,6	42,9
11	45	27,5	38,3
12	50	23,6	33,8
13	55	19,8	29,4
14	60	16,3	25,2
15	65	13,1	21,2
16	70	10,1	17,5
17	75	7,9	14,1
18	80	6,1	11,2
19	85		8,8
20	90		7,0

Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005).
[Elaboração própria].

Etapa II – Escolha de uma idade cronológica de referência no ano índice. A determinação de uma *idade prospectiva* no *ano índice* deve ser precedida de uma escolha da *idade cronológica* que será utilizada. Neste exemplo, foi selecionada a idade cronológica de 60 anos.

Etapa III – Identificação da expectativa de sobrevida no ano índice segundo a idade cronológica escolhida. Esse procedimento foi automatizado com as funções CORRESP e ÍNDICE do *Microsoft Excel*. Para tanto, foi necessário o preenchimento dos argumentos que viabilizaram a identificação dos intervalos de idade com expectativa de sobrevida superior e inferior a expectativa de sobrevida escolhida na etapa anterior. O objetivo desta ação é compor um quadro que apresente os intervalos e valores relativos ao *ano índice*, isto é, o ano de 2060. A Tabela 2 indica quais são os valores importantes nesta Etapa III:

TABELA 2 – Dados ano índice

	A	B	C
1	POSIÇÃO	IDADES	EX
2	14	60	25,2
3	15	65	21,2

Para produzir a Tabela 2, as células foram preenchidas com os seguintes argumentos:

- Célula A2: = CORRESP (60; coluna_das_idades_banco;1)
- Célula A3: = A2+1
- Célula B2: = ÍNDICE (coluna_das_idades_banco;A2)
- Célula B3: = ÍNDICE (coluna_das_idades_banco;A3)
- Célula C2: = ÍNDICE (coluna_das_ex_2060;A2)
- Célula C3: = ÍNDICE (coluna_das_ex_2060;A3)

Etapa IV – Interpolação da expectativa de sobrevida no ano índice segundo a idade cronológica escolhida e as expectativas de sobrevida disponíveis no ano índice. Para tal procedimento, foi utilizada a função TENDÊNCIA do Microsoft Excel. Em uma célula separada foram inseridos os seguintes argumentos da função TENDÊNCIA:

- Célula: = TENDÊNCIA (C2:C3;B2:B3;60)

Essa célula retornou com o valor “25,2”. Esse valor é o mesmo valor da expectativa de sobrevida aos 60 anos do *ano padrão*. Contudo, cumpre exemplificar que, se, ao invés de 60, a idade cronológica escolhida na Etapa II fosse 62 anos, a mesma célula retornaria com o valor “23,6”. Portanto, essa interpolação é especialmente importante nos casos em que a idade cronológica escolhida não for exatamente a idade que inicia os grupos etários em tábuas abreviadas de mortalidade (0, 1, 5, 10...). Contudo, essa etapa também é relevante para dados disponíveis em tábuas completas, pois tanto as idades como as expectativas de vida podem assumir valores contínuos.

Etapa V – Identificação da expectativa de sobrevida no ano padrão que mais se aproxima do valor que foi encontrado na Etapa IV. Assim como na Etapa III, esse procedimento foi automatizado com as funções CORRESP e ÍNDICE do Microsoft Excel. Por isso, foi necessário o preenchimento dos argumentos que viabilizaram a identificação dos intervalos de idade com expectativa de sobrevida superior e inferior ao valor que resultou da etapa anterior, ou seja, “25,2”. O objetivo desta ação é compor um quadro que apresente os

intervalos e valores relativos ao *ano padrão*, isto é, o ano de 1980. A tabela a seguir indica quais são os valores importantes nesta Etapa V:

TABELA 3 – Dados ano padrão

	A	B	C
1	POSICÃO	EX	IDADES
2	11	27,5	45
3	12	23,6	50

Para produzir a tabela cima, as células foram preenchidas com os seguintes argumentos:

- Célula A2: = CORRESP (25,2; coluna_das_ex_1980;-1)
- Célula A3: = A2+1
- Célula B2: = ÍNDICE (coluna_das_ex_1980;A2)
- Célula B3: = ÍNDICE (coluna_das_ex_1980;A3)
- Célula C1: = ÍNDICE (coluna_das_idades_banco;A2)
- Célula C2: = ÍNDICE (coluna_das_idades_banco;A3)

Etapa VI – Interpolação do valor identificado na etapa V entre os valores de expectativa de sobrevida disponíveis no ano padrão. Esse procedimento também foi realizado com a função TENDÊNCIA do Microsoft Excel. Em outra célula separada foram inseridos os seguintes argumentos da função TENDÊNCIA:

- Célula: = TENDÊNCIA (C2:C3;B2:B3;25,2)

Essa célula retornou com o valor “48”. Esse valor é a *idade prospectiva* que interessa ao estudo. Com os resultados obtidos neste exemplo, pode-se afirmar que, no Brasil, ter 60 *anos cronológicos* em 2060 será como ter 48 anos cronológicos em 1980. Em uma linguagem mais conceitual, a pessoa com idade cronológica igual a 60 anos exatos em 2060 (*ano índice*) tem 48 anos de idade prospectiva, pois a sua expectativa de sobrevida aos 60 anos cronológicos é a mesma expectativa de vida daqueles que tinham 48 anos em 1980 (*ano padrão*).

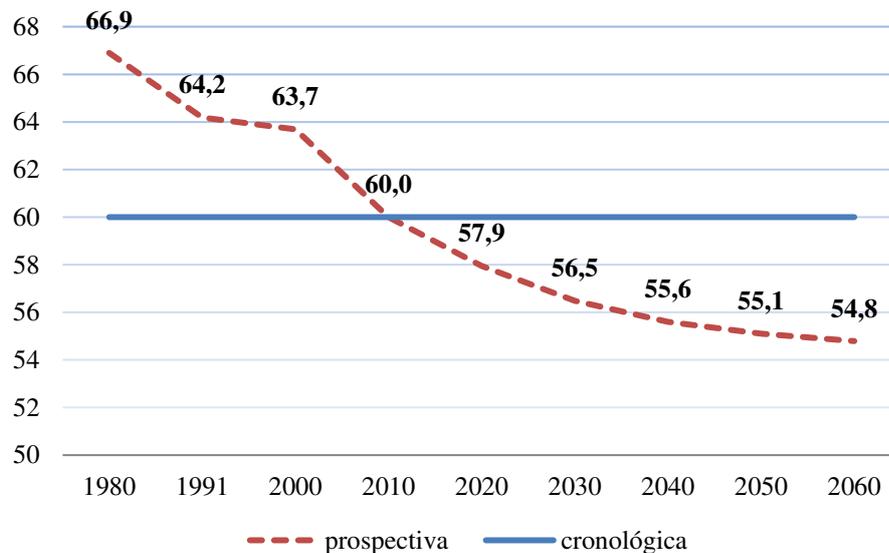
f) Análise dos Dados

Quando se busca elaborar séries históricas com idades *prospectivas* e *cronológicas*, há duas possibilidades de exibição dos dados. Primeiro, pode-se fixar a *idade cronológica* em determinado nível e, com base nas expectativas de vida do ano padrão, determinar qual é a

idade prospectiva em cada ano índice. O Gráfico 1 é um exemplo desse tipo de exibição dos dados.

O Gráfico 1 apresenta as idades prospectivas para os anos índices (1980, 1991, 2000, 2020, 2030, 2040, 2050 e 2060) com base na expectativa de vida do ano padrão 2010. Para tanto, foi necessário identificar, para cada ano índice, a expectativa de vida correspondente no ano padrão. Com isso é possível responder a seguinte pergunta: qual a *idade prospectiva* em determinada *idade cronológica*? No exemplo do Gráfico 1, qual a *idade prospectiva* aos 60 anos cronológicos? É possível dizer, portanto, que no ano de 2040, um indivíduo aos 60 anos cronológicos terá uma expectativa de vida igual a uma pessoa com 56,5 anos em 2010. Assim, essa é sua *idade prospectiva* com base nas expectativas de vida do ano padrão (2010). Por outro lado, um indivíduo com 60 anos de idade em 1980 tem uma expectativa de vida igual a uma pessoa com 66,9 anos em 2010.

GRÁFICO 1 – Exemplo de exibição das idades prospectiva e cronológica para a população brasileira – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

A Figura 7 é apenas uma ilustração para auxiliar no entendimento da lógica contida na elaboração do Gráfico 1, ou seja, estamos buscando responder a seguinte questão: com base no ano padrão 2010, qual a *idade prospectiva* em determinada *idade cronológica*? Neste caso, aos 60 anos de idade cronológica nos anos índices. As setas indicam que a resposta estará nas idades e expectativas de vida do ano padrão (2010).

FIGURA 7 – Exemplo de identificação das idades prospectivas aos 60 anos se idade cronológica com base no ano padrão 2010

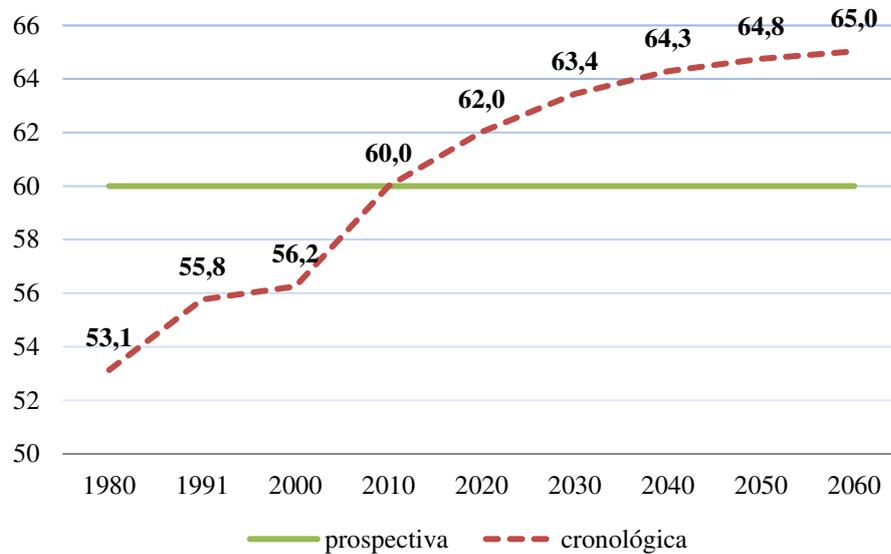
Anos índices		Ano padrão			Anos índices	
		Idades	2010	Idades		
			ex			
2020					2060	
Idade	ex	55	25,8	55	ex	Idade
60	23,5	56	25,0	56	26,0	60
		57	24,2	57		
2000		58	23,4	58	2050	
Idade	ex	59	22,6	59	ex	Idade
60	18,4	60	21,9	60	25,7	60
		61	21,1	61		
1991		62	20,4	62	2040	
Idade	ex	63	19,6	63	ex	Idade
60	18,05	64	18,9	64	25,3	60
		65	18,2	65		
1980		66	17,5	66	2030	
Idade	ex	67	16,8	67	ex	Idade
60	16,16	68	16,1	68	24,6	60

Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

Outra maneira de exibir os dados é fixar uma expectativa de vida em um determinado nível e, com base nas expectativas de vida de cada ano índice, determinar qual é a *idade cronológica* correspondente à *idade prospectiva* pré-determinada. Em outras palavras, com esse tipo de exibição busca-se responder a seguinte pergunta: qual a *idade cronológica* no ano índice em determinada *idade prospectiva*? Essa determinação é importante para calcular os indicadores pretendidos neste trabalho. Trata-se de ajustar as *idades cronológicas* com base nas variações da expectativa de vida em cada ano índice. Por exemplo, aos 60 anos de idade em 2010 (ano padrão), encontramos uma expectativa de sobrevivência de 21,1 anos. Com esse dado é possível buscar, em cada ano índice, a expectativa de vida correspondente. No caso do ano de 2060, a expectativa de sobrevivência de 21,1 anos será obtida aos 65 anos cronológicos. Significa dizer que o indivíduo com 65 anos cronológicos no ano de 2060 terá a mesma *idade prospectiva* de um indivíduo que tinha 60 anos cronológicos em 2010. O Gráfico 2 é um exemplo desse tipo de exibição dos dados.

Essa segunda lógica de exibição é a lógica que será empregada na elaboração dos indicadores utilizados neste trabalho. Isso porque utilizaremos a atualização das *idades cronológicas* com base na expectativa de vida para calcular a idade prospectiva mediana da população, razão de dependência dos idosos com base na *idade prospectiva* e a proporção de idosos, sendo esta também fundamentada nas *idades cronológica e prospectiva*.

GRÁFICO 2 – Exemplo 2 de exibição das idades prospectiva e cronológica para a população brasileira – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

Assim, calcula-se a *idade prospectiva* para as populações do Brasil e das suas Cinco Grandes Regiões, considerando os dados entre 1980 e 2060, em intervalos decenais. Os dados são expostos com base em gráficos que exibem séries históricas comparativas entre *idade mediana* e *idade mediana prospectiva* da população do Brasil e de suas Regiões. Definiu-se o ano de 2010 como *ano padrão* de cada uma dessas populações e calcular a *idade mediana prospectiva* para os demais anos em intervalos decenais, ou seja, calcular a *idade mediana prospectiva* das populações em 1980, 1991, 2000, 2020, 2030, 2040, 2050 e 2060, segundo o padrão de expectativa de vida do ano 2010.

O cálculo e análise da *proporção de idosos* e da *razão de dependência de idosos* seguiu a mesma lógica das idades medianas, isto é, buscou-se identificar diferenças e similaridades no processo de envelhecimento populacional segundo uma perspectiva subnacional, considerando as idades *cronológica* e *prospectiva* das Grandes Regiões da população do Brasil. Toda essa análise de indicadores baseados nas idades *prospectiva* e *cronológica* contribuiu para o desenvolvimento do terceiro capítulo desta tese.

2.2 Material e métodos da abordagem das características

O quarto capítulo utiliza dados para o Brasil no ano de 2015. Foram selecionados e sistematizados os indicadores para diferentes estratos populacionais, objetivando a comparação das *α-ages* ou, conforme serão apresentadas nesta tese, as *idades relativas* a diferentes estratos populacionais. Cumpre destacar que Scherbov e Sanderson (2016) denominam esse tipo de

metodologia de análise do envelhecimento como a “abordagem das características” (*characteristics approach*) [tradução própria]. A análise com base na *abordagem das características* é viabilizada pelo cálculo das “idades-alfa” (*α -ages*) [tradução própria], sendo estas calculadas com a utilização de qualquer conjunto de características que combine a existência de duas variáveis quantitativas, por exemplo, idade cronológica e força de preensão manual (Scherbov; Sanderson, 2016). Assim, foram calculadas e analisadas as idades-alfa utilizando as idades cronológicas e a força de preensão para comparação entre seguintes estratos populacionais: (i) situação de domicílio (rural ou urbano); (ii) região do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste); (iii) cor de pele declarada; e (iv) renda individual (até 1 salário-mínimo e mais de 2 salários mínimos).

a) Fontes de Dados

Os dados são quantitativos e provenientes de fontes secundárias. Trata-se de um conjunto de dados extraídos do *Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros*³⁴ (ELSI-BRASIL) para o ano de 2015. O ELSI foi um estudo que utilizou uma amostragem complexa para a seleção dos indivíduos. A presente análise de dados considerou o desenho do estudo ELSI-Brasil, ou seja, os resultados são representativos da população brasileira. Tal análise foi viabilizada pela utilização da biblioteca *survey*³⁵ no *software R*. Conquanto o nome do estudo seja apresentado como longitudinal, os dados foram utilizados de forma transversal, ou seja, utilizou-se apenas dos dados da linha de base, que foi o ano de 2015.

Os participantes desse estudo têm idade igual ou superior a 50 anos completos e a amostra disponibiliza dados de medidas físicas como, por exemplo, força de preensão manual, velocidade de marcha e equilíbrio. Neste caso, foi possível definir um *estrato populacional padrão* e um *estrato populacional índice*, por exemplo, segundo renda, cor da pele, situação de domicílio, etc. E, posteriormente, identificar o desempenho médio de cada grupo etário presente nesses estratos em uma medida física escolhida. No Capítulo 4, a medida física utilizada é a medida de força de preensão manual. Em vez de utilizar um subgrupo como padrão, optou-se por utilizar a *mediana de força de preensão manual da população brasileira* segundo idades cronológicas simples. Essa escolha e a forma de operacionalização são descritas em uma seção “d”, intitulada “sistematização dos dados”.

³⁴ O estudo ELSI-Brasil usou como referência o desenho amostral do Censo Demográfico de 2010. Foram selecionadas amostras de 70 municípios brasileiros, de todas as 5 regiões do país. A seleção desses municípios considerou o tamanho da população que foram classificadas em 4 estratos (ELSI-Brasil, 2016).

³⁵ Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/survey/survey.pdf>.

Não foi identificada uma forma coerente de utilizar os dados de equilíbrio e velocidade de marcha para estimar as idades relativas (α -ages). No estudo ELSI, o equilíbrio foi mensurado em unidade de tempo, e havia tempo limite para realização do teste. Há muitos indivíduos do banco de dados que alcançaram o tempo limite durante o teste. Essa baixa variabilidade dos dados de equilíbrio inviabiliza o seu uso como medida para estimar as *idades relativas*. Os dados relativos à velocidade de marcha também são apresentados em unidade de tempo no banco de dados e, neste caso, têm grande variabilidade em razão da mudança na idade cronológica. No teste de velocidade, foi mensurado o tempo necessário para o indivíduo percorrer 3 metros. Embora possa existir um tratamento possível para uso dos dados de velocidade de marcha, optou-se pelo uso da força de preensão manual, haja vista que esse tipo de medida já fundamentou estudos de Sanderson e Scherbov (2014).

b) Variáveis Utilizadas

Para elaboração das *idades relativas* foram utilizadas as seguintes variáveis do banco de dados: *i*) idade cronológica; *ii*) sexo; *iii*) força de preensão manual; *iv*) situação de domicílio; *v*) região do país; *vi*) cor de pele; *vii*) renda; *viii*) escolaridade; *ix*) peso; e *x*) altura.

A análise preliminar dos dados apontou para a necessidade de filtrar os indivíduos elegíveis ao presente estudo. Para tanto, utilizou-se do resultado de três variáveis de medida da força de preensão manual e das duas medidas relativas à velocidade de marcha. O critério para compor a amostra utilizada neste estudo foi “*ter realizado as três tentativas de mensuração da força de preensão manual*”, isto é, completar satisfatoriamente as variáveis *mf27*, *mf28* e *mf29* do banco de dados.

No teste de força, o indivíduo deveria escolher o braço que acredita ser o mais forte, dobrar o cotovelo 90° e manter o punho em posição neutra. Com a supervisão do responsável pela entrevista, o indivíduo apertou o dinamômetro o mais forte possível nas três medições. A Figura 8 é uma reprodução do manual de procedimentos para a coleta de dados no ELSI.

FIGURA 8 – Posicionamento da mão e do dinamômetro



Fonte: ELSI-Brasil (2016).

A força de preensão manual é um indicador de declínio da capacidade funcional, preditor de morbidade e de mortalidade, sendo possível sua utilização como marcador único de fragilidade entre idosos de mesma idade cronológica (Syddall et al., 2003). Também é comum a utilização da força de preensão manual combinada com outros indicadores para estudo do declínio da capacidade funcional. Por exemplo, o uso da velocidade de marcha em conjunto com a força de preensão manual é também considerado uma estratégia precisa e mais sensível como *proxy* para o fenótipo de fragilidade (Lee et al., 2017).

O uso dos dados da força de preensão manual disponíveis no ELSI-Brasil já contribuiu para diversas investigações acerca da capacidade funcional e fragilidade dos idosos brasileiros. Por exemplo, na avaliação da força de preensão manual como ferramenta diagnóstica de risco de fragilidade em pacientes idosos com asma (Figueiredo et al., 2023) e também nas estimativas de prevalência de fragilidade e avaliação dos fatores associados na população brasileira não institucionalizada e com 50 anos de idade ou mais (Andrade et al., 2018).

A Tabela 4 descreve a participação dos indivíduos do banco de dados na realização do teste de força. Para ser elegível ao presente estudo, considerou-se a necessidade de os indivíduos terem participação completa no teste, isto é, terem completado com sucesso as três medidas de força que foram lançadas nas variáveis *mf27*, *mf28* e *mf29* do banco de dados do ELSI-BRASIL. Com os dados da Tabela 4 é possível verificar que, da amostra total de 9.412 observações, foram classificados 8.838 indivíduos como elegíveis ao presente estudo, sendo 4.125 do sexo masculino e 4.713 do sexo feminino.

TABELA 4 – Participação no Teste de Força de Preensão Manual e Composição da Amostra para Análise

MEDIDA 1 (mf27)				
RESULTADO	MASCULINO	%	FEMININO	%
Conseguiu realizar	4.137	95,4	4.727	93,1
Recusou-se	118	2,7	249	4,9
Incapacitado	66	1,5	72	1,4
Não tentou, por achar arriscado	10	0,2	19	0,4
Tentou, mas não conseguiu	3	0,1	10	0,2
TOTAL	4.334	100	5.078	100

MEDIDA 2 (mf28)				
RESULTADO	MASCULINO	%	FEMININO	%
Conseguiu realizar	4.126	95,2	4.715	92,9
Recusou-se	120	2,8	252	5,0
Incapacitado	67	1,5	75	1,5
Não tentou, por achar arriscado	15	0,3	20	0,4
Tentou, mas não conseguiu	7	0,2	16	0,3
TOTAL	4.334	100	5.078	100

MEDIDA 3 (mf29)				
RESULTADO	MASCULINO	%	FEMININO	%
Conseguiu realizar	4.125	95,2	4.713	92,8
Recusou-se	121	2,8	254	5,0
Incapacitado	67	1,5	75	1,5
Não tentou, por achar arriscado	15	0,3	20	0,4
Tentou, mas não conseguiu	7	0,2	16	0,3
TOTAL	4.334	100	5.078	100

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

Além de identificar os indivíduos da amostra que realizaram os testes de força e de velocidade, também foi necessária uma análise exploratória da amostra no sentido de identificar os participantes nos testes segundo os estratos populacionais de interesse. Essa análise exploratória do banco de dados e dos estratos populacionais de interesse está disponível no Apêndice I desta tese. Essa etapa foi útil para pré-seleção e agrupamento dos indivíduos segundo critérios objetivos como, por exemplo, faixas de rendimento individual mensal e anos de estudo.

A participação no teste de força de preensão manual não foi o único critério para composição da amostra de interesse para este estudo. Para cada observação disponível no Banco de Dados ELSI, também foram estabelecidas as seguintes condições e seus respectivos filtros:

1. Ter disponível a medida de peso corporal (mf22);

2. Ter disponível a medida de altura (*mf13*);
3. Ter o Índice de Massa Corporal (IMC) entre 18,4 e 51;
4. Ter a medida de força de prensão manual superior a 4,5 kgf (quilo-grama-força);

Com o estabelecimento desses critérios, foram removidos 920 indivíduos da amostra, a qual passou de 9.412 para 8.492 observações.

Outros indivíduos da amostra foram “pontualmente” excluídos da amostra na etapa de sistematização e avaliação da qualidade dos dados de cada estrato populacional de interesse. O objetivo dessas exclusões era eliminar valores discrepantes e, conseqüentemente, alcançar o pressuposto de normalidade na distribuição da variável força. Após a sistematização e avaliação da qualidade dos dados, esses indivíduos com valores discrepantes retornaram ao banco de dados. Os detalhes sobre esse processo de exclusão podem ter obtidos no Apêndice II desta tese, bem como na próxima subseção intitulada “d) sistematização dos dados”.

c) Indicadores Calculados

Os indicadores calculados foram os seguintes: *i*) as médias aritméticas do valor obtido em cada uma das três medidas de força de prensão manual; *ii*) as médias aritméticas do valor obtido em cada uma das duas medidas e velocidade de marcha; *iii*) o índice de massa corporal (IMC); e *iv*) as idades relativas (*α -ages*) de cada grupo etário quinquenal.

d) Sistematização dos Dados

A sistematização dos dados e a aplicação das fórmulas de cada indicador calculado foram procedimentos operacionalizados por meio das ferramentas computacionais *Rstudio* e *Microsoft Excel*. O *RStudio* foi utilizado para tratamento inicial dos dados, facilitando o processamento das seguintes etapas: *i*) seleção das variáveis de interesse em um banco de dados com amostra complexa; *ii*) cálculo das médias aritméticas das medidas de força de prensão manual para cada indivíduo da amostra; *iii*) agrupamento das medidas de força segundo grupos de interesse (idade cronológica, sexo, região, situação de domicílio, cor da pele, renda) e *iv*) cálculo das medianas da medida de força de apreensão manual. O resultado final desse processamento resultou em diversas tabelas contendo as *medianas de força de prensão manual segundo grupos etários quinquenais e diferentes estratos populacionais*.

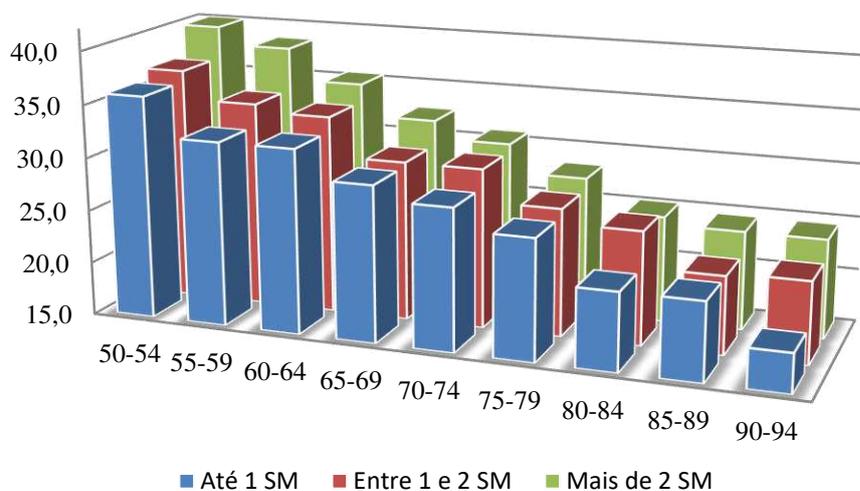
Para o uso de valores padronizados de força de prensão manual, verificou-se a necessidade e possibilidade de ajustar os dados por meio de regressão linear simples, pois mesmo calculando as medianas de força de prensão manual em grupos quinquenais, os

resultados indicavam elevada irregularidade no comportamento das forças de prensão. Além disso, os gráficos com as *medianas de força de prensão manual* por idade simples sugeriam uma correlação entre idade e força que poderia ser utilizada correção dos dados e ajuste adequado de idades relativas entre estratos populacionais. A visualização gráfica de certa linearidade na correlação entre idade e força foi frequente nos casos de estratos populacionais com elevado número de observações. Nos grupos com baixo número de indivíduos na amostra, a irregularidade dos dados dificulta a identificação de padrões coerentes em termos de idade relativa e idade cronológica.

Cumprir destacar que os resultados apresentados doravante nesta seção são apenas resultados intermediários para avaliação da qualidade e sistematização dos dados. Portanto, as informações contidas no Gráfico 3, no Gráfico 4, no Quadro 3, na Tabela 5 e no Gráfico 5 servem exclusivamente para descrição das etapas de processamentos dos dados. A exibição e análise desses resultados intermediários têm por finalidade a completa descrição da estratégia utilizada para alcançar as idades relativas que serão efetivamente analisadas no Capítulo 4.

O Gráfico 3 é um exemplo de distribuição dos dados de força segundo cada grupo etário em três categorias de rendimento individual. Visualiza-se que a força de prensão manual dos indivíduos que ganham até 1 salário-mínimo é sistematicamente menor do que a força dos demais grupos de renda. Também é possível visualizar uma relação inversamente proporcional entre a idade cronológica representada pelos grupos etários e a força de prensão manual.

GRÁFICO 3 – Força de prensão manual dos grupos etários segundo categorias de renda (Sexo Masculino)



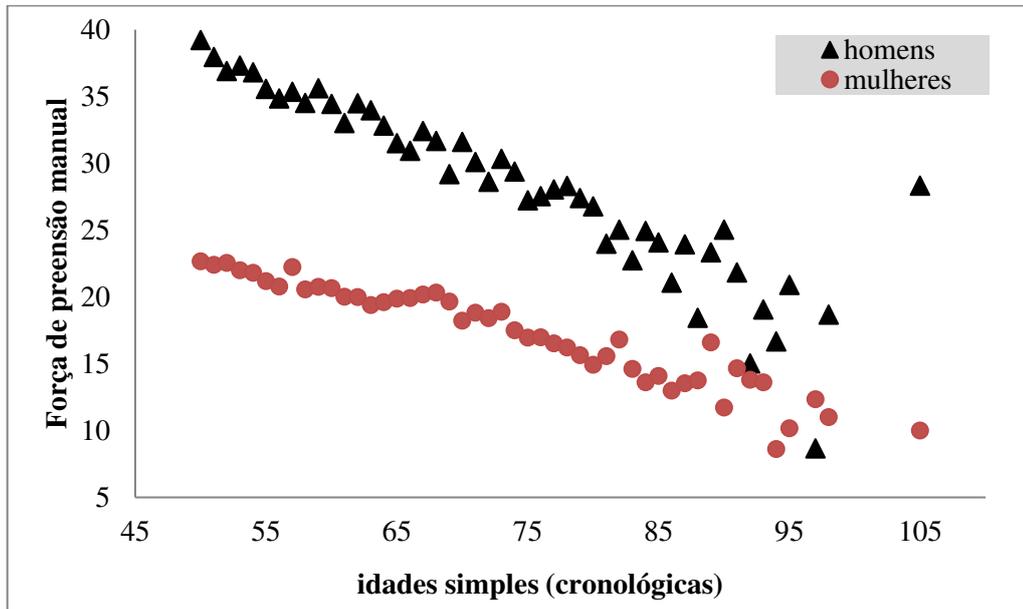
Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

A mediana da força de preensão manual foi definida como variável dependente; e a idade simples (cronológica) foi estabelecida como variável independente. Para testar os pressupostos necessários ao modelo de regressão linear simples, utilizamos dados para o Brasil segundo sexo. Para tanto, foram realizados os seguintes processos:

1. Calcular a média da força de preensão manual de cada indivíduo da amostra, isto é, a média das variáveis *mf27*, *mf28* e *mf29* do banco de dados.
2. Filtrar os dados segundo sexo, gerando dois conjuntos de dados.
3. Criar um novo agrupamento de dados com a mediana de força de preensão manual correspondente a cada idade simples, sendo este o conjunto de dados utilizado na regressão linear.
4. Verificar se a força de preensão manual atende ao pressuposto de distribuição normal.
5. Verificar se há correlação linear entre a idade cronológica simples e a força de preensão manual (vide Apêndice II).
6. Remoção dos valores discrepantes (vide Apêndice II).
7. Ajuste do modelo de regressão linear simples (vide Apêndice II).
8. Avaliação do modelo (vide Apêndice II).

O Gráfico 4 apresenta a dispersão das medianas de força de preensão manual para homens e mulheres. Trata-se de um exemplo do processo que, posteriormente, foi realizado para cada estrato populacional pertinente ao presente estudo. Esse gráfico beneficia a análise acerca da correlação linear entre idade e força.

GRÁFICO 4 – Dispersão da força de preensão manual segundo sexo para brasileiros com idade entre 50 e 90 anos em 2015



Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

Em termos de teste para normalidade na distribuição da variável dependente, foi necessário eliminar as observações acima de 90 anos de idade do banco relativo às mulheres. Pois as idades avançadas estavam criando uma assimetria à esquerda na distribuição da variável dependente. Referente aos dados do sexo masculino, as idades acima de 90 anos foram removidas porque havia muitos valores discrepantes que reduziam o grau de correlação linear calculada entre as variáveis.

Os modelos foram ajustados para ambos os sexos, todos os parâmetros ajustados foram estatisticamente significativos ao nível de 5% e o coeficiente de determinação ficou acima de 0,91 para ambos os modelos. Contudo, ao analisar os resíduos, foi identificada violação de pressuposto de normalidade. Diante disso, uma vez identificados os valores discrepantes em idades avançadas, o número de observações foi reduzido para ambos os modelos.

Outra regressão linear simples para o sexo masculino foi realizada com 36 observações, compreendendo as idades entre 50 e 85 anos; e a outra regressão para o sexo feminino foi realizada com 31 observações, compreendendo as idades de 50 até 80 anos. Além da análise gráfica, também foi novamente realizado o teste de Shapiro para verificação do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. A análise de resíduos desses novos modelos não apresentou nenhuma violação de pressuposto.

O Quadro 3 apresenta o resumo dos modelos e as respectivas análises da variância (ANOVA) e dos resíduos. O coeficiente de determinação para o modelo do sexo masculino é

0,9569 e para o sexo feminino é 0,9078. Portanto, podemos afirmar que mais de 90% da variação de força de prensão manual em relação à idade pode ser explicada pelo modelo. A comparação entre o β_I do sexo masculino (-0,41) e o β_I do sexo feminino (-0,22) indica que o avançar da idade provoca uma perda de força mais acentuada entre os homens do que entre as mulheres.

QUADRO 3 – Dados do modelo de Regressão Linear Simples

1. MODELO SEXO MASCULINO (NÍVEL BRASIL)	
1.1. Resumo extraído do R:	
Residuals:	
Min	1Q Median 3Q Max
-2.17484	-0.77006 0.09335 0.80069 1.38992
Coefficients:	
	Estimate Std. Error t value Pr(> t)
(Intercept)	58.82108 1.01582 57.91 <2e-16 ***
homens\$idade	-0.40870 0.01487 -27.48 <2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	
Residual standard error: 0.9271 on 34 degrees of freedom	
Multiple R-squared: 0.9569, Adjusted R-squared: 0.9556	
F-statistic: 755 on 1 and 34 DF, p-value: < 2.2e-16	
1.2. ANOVA extraída do R:	
Analysis of Variance Table	
Response: homens\$total	
	Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
homens\$idade	1 648.94 648.94 755.01 < 2.2e-16 ***
Residuals	34 29.22 0.86

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	
1.3. Intervalo de confiança:	
	2.5 % 97.5 %
(Intercept)	56.7566898 60.8854724
homens\$idade	-0.4389291 -0.3784737
2. MODELO SEXO FEMININO (NÍVEL BRASIL)	
2.1. Resumo extraído do R:	
Residuals:	
Min	1Q Median 3Q Max
-1.2945	-0.3886 -0.1643 0.3796 1.4596
Coefficients:	
	Estimate Std. Error t value Pr(> t)
(Intercept)	33.85809 0.85601 39.55 <2e-16 ***
mulheres\$idade	-0.22043 0.01305 -16.89 <2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	

CONTINUA...

Residual standard error: 0.6497 on 29 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.9078, Adjusted R-squared: 0.9046
 F-statistic: 285.5 on 1 and 29 DF, p-value: < 2.2e-16

2.2. ANOVA extraída do R:

Analysis of Variance Table

Response: mulheres\$total
 Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
 mulheres\$idade 1 120.497 120.497 285.45 < 2.2e-16 ***
 Residuals 29 12.242 0.422

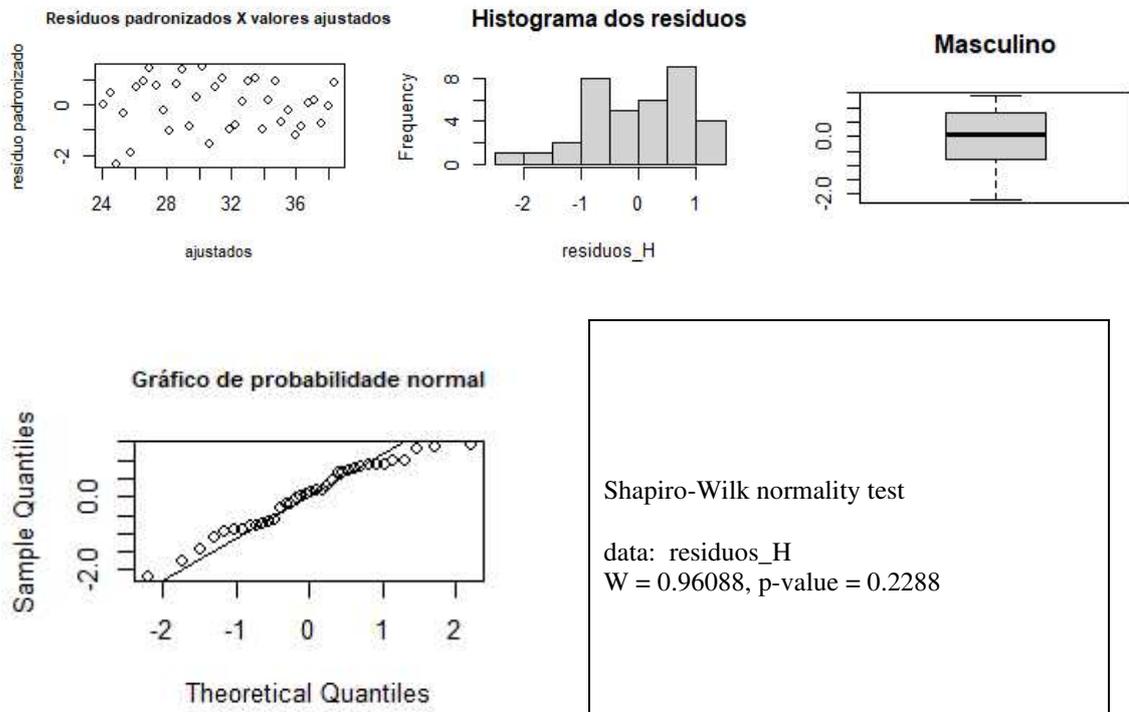
 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

2.2. Intervalo de confiança:

(Intercept) 32.1073452 35.6088323
 mulheres\$idade -0.2471087 -0.1937425

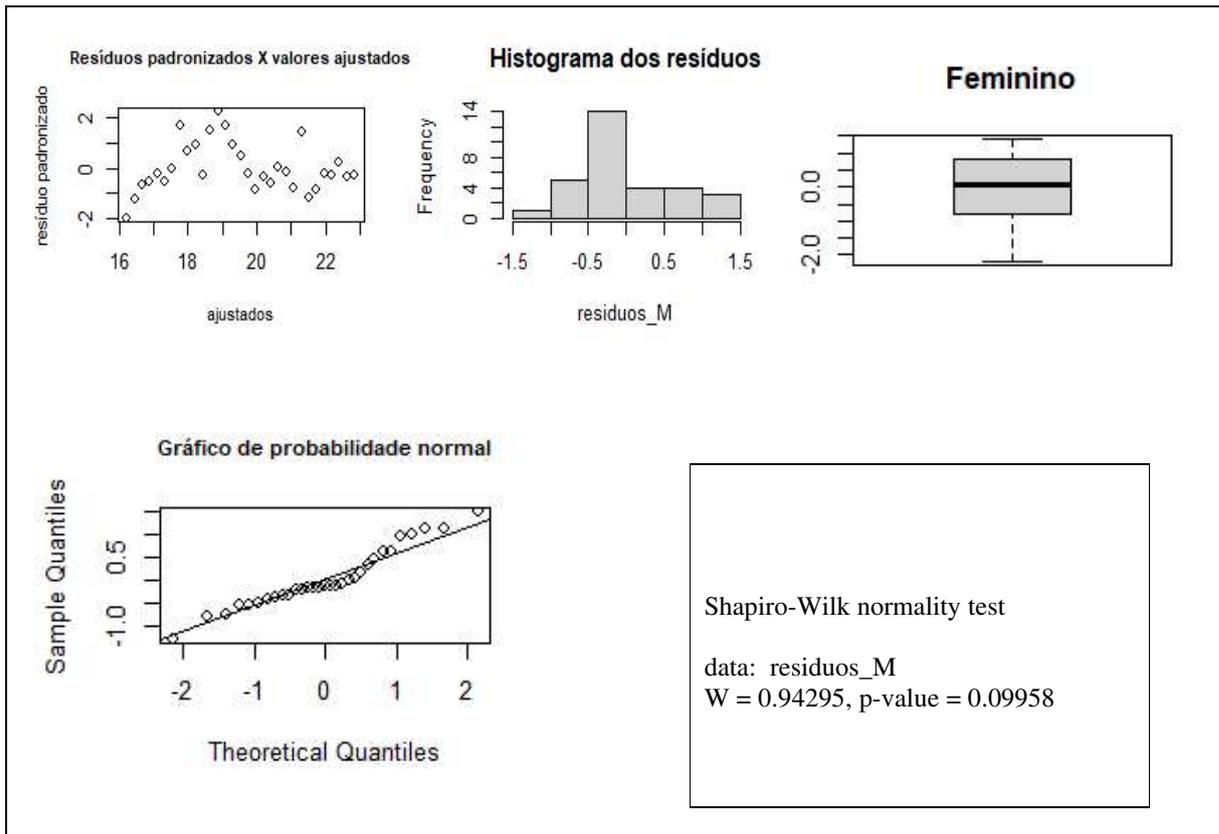
3. RESÍDUOS

3.1. Modelo relativo ao sexo masculino



3.1. Modelo relativo ao sexo feminino

CONTINUA...



Fonte: Elaboração própria.

Esse mesmo processo foi sistematicamente repetido com os dados de estratos populacionais de interesse. Os resultados desse processo para cada estrato populacional podem ser obtidos no Apêndice II. Os modelos de regressão linear simples para cada estrato populacional serviram exclusivamente para avaliar a qualidade dos dados de cada estrato definido para a análise. Com base nessa avaliação da qualidade dos dados, alguns grupos foram excluídos da análise. Por exemplo, os dados relativos aos grupos que declararam cor de pele preta, amarela e indígena não atenderam aos critérios e não foram analisados.

Os modelos de regressão linear simples estimados para o Brasil segundo sexo masculino e sexo feminino foram utilizados como referência para calcular a idade relativa. Em outras palavras, a inclinação da regressão linear para o Brasil foi utilizada como padrão para estimar as idades relativas de diferentes estratos. É necessário que os valores utilizados para a população ou estrato padrão sejam apresentados como variável contínua e que tenham correlação com a idade cronológica. Neste caso, a inclinação estimada para a população padrão (Brasil) foi organizada em valores contínuos para idades cronológicas simples, separando dados relativos ao sexo feminino e ao sexo masculino.

Após a organização dos dados de força de prensão manual para a população brasileira (população padrão) com base na regressão linear simples, foram utilizados os dados

observados para identificar a mediana da força de prensão manual de cada estrato populacional de interesse (grupos índices). Nesse caso, a mediana da força de prensão manual foi obtida para os seguintes grupos etários em idade cronológica:

- Grupo 1: 50-52 anos (representando a mediana de força dos 50 anos);
- Grupo 2: 53-57 anos (representando a mediana de força dos 55 anos);
- Grupo 3: 58-62 anos (representando a mediana de força dos 60 anos);
- Grupo 4: 63-67 anos (representando a mediana de força dos 65 anos);
- Grupo 4: 68-72 anos (representando a mediana de força dos 70 anos);
- Grupo 5: 73-77 anos (representando a mediana de força dos 75 anos);
- Grupo 6: 78-82 anos (representando a mediana de força dos 80 anos);
- Grupo 7: 83-87 anos (representando a mediana de força dos 85 anos);

Os dados foram organizados em uma planilha para viabilizar o cálculo das idades relativas de cada estrato populacional em cinco idades cronológicas, quais sejam, 55, 60, 65, 70 e 75 anos. O objetivo, portanto, foi identificar a idade relativa do estrato populacional em cada uma dessas idades cronológicas. A Tabela 5 é um exemplo desse tipo de organização preliminar dos dados.

Observa-se que a Tabela 5 segue o mesmo padrão da Tabela 1, a qual já foi apresentada na seção anterior deste capítulo para fins de explicação do cálculo das *idades prospectivas*. A diferença é que, em vez de utilizar as expectativas de vida, utiliza-se a mediana de força de prensão manual.

TABELA 5 – Exemplo de dados necessários para cálculo das idades relativas (α -ages) – Mediana de força de prensão manual do sexo feminino – Grandes Regiões

POSIÇÃO	IDADES	NORDESTE (ÍNDICE)	NORTE (ÍNDICE)	CENTRO- OESTE (ÍNDICE)	SUDESTE (ÍNDICE)	SUL (ÍNDICE)	BRASIL (PADRÃO)
1	50	22,0	22,3	23,3	23,3	24,0	22,8
2	51						22,6
3	52						22,4
4	53						22,2
5	54						22,0
6	55	20,3	21,0	21,7	22,0	23,3	21,7
7	56						21,5
8	57						21,3
9	58						21,1
10	59						20,9
11	60	19,7	18,7	21,7	21,0	21,0	20,6
12	61						20,4
13	62						20,2
14	63						20,0
15	64						19,8
16	65	18,7	18,7	20,7	20,3	21,0	19,5
17	66						19,3
18	67						19,1
19	68						18,9
20	69						18,6
21	70	17,7	17,3	20,7	20,0	19,3	18,4
22	71						18,2
23	72						18,0
24	73						17,8
25	74						17,5
26	75	15,3	15,3	17,3	17,7	18,0	17,3
27	76						17,1
28	77						16,9
29	78						16,7
30	79						16,4
31	80	15,0	14,0	14,3	16,0	16,3	16,2
32	81						16,0
33	82						15,8
34	83						15,6
35	84						15,3
36	85	13,7	12,7	17,3	12,7	15,0	15,1

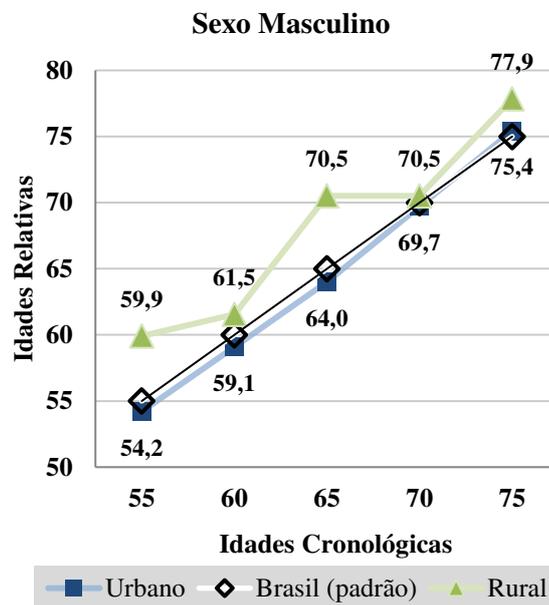
Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

Para automatizar a elaboração das *idades relativas* foram utilizadas as mesmas funções do *Microsoft Excel* descritas na seção anterior (CORRESP; ÍNDICE; e TENDÊNCIA). Os procedimentos são análogos ao processo descrito detalhadamente na seção anterior. O cálculo das *idades relativas* (α -ages) requer a definição de um estrato populacional como *padrão* e outro como *índice*.

f) Análise dos Dados

Foram elaborados gráficos contendo as *idades cronológicas* e as *idades relativas* (α -ages) aos *estratos padrão*. As *idades relativas* são relativas ao estrato populacional sinalizado como *padrão*. Com isso é possível responder ao seguinte questionamento: ao completarem determinada *idade cronológica*, qual a *idade relativa* dos indivíduos do *estrato índice* em relação ao *estrato padrão*? O Gráfico 5 é um exemplo dos gráficos que são apresentados no quarto capítulo.

GRÁFICO 5 – Exemplo de exibição das idades relativas da população do sexo masculino que reside em área rural



Fonte: ELSI-Brasil (2016) [Elaboração própria].

É possível visualizar, no Gráfico 5, que as *idades relativas* dos residentes da área urbana são geralmente abaixo da mediana da população brasileira, indicando uma característica de força superior à média nacional. Já os residentes da área rural têm suas *idades relativas* em posições superiores ou inferiores às *idades cronológicas* e acima da mediana da população

brasileira. Por exemplo, indivíduos que residem em área rural e completaram 55 anos cronológicos têm *59,9 anos relativos ao padrão*.

CAPÍTULO 3 – MEDIDAS PROSPECTIVAS DE ENVELHECIMENTO PARA O BRASIL E SUAS CINCO GRANDES REGIÕES

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos para o Brasil e suas cinco regiões. Trata-se de uma análise no âmbito nacional e outra análise comparativa do processo de envelhecimento populacional nas cinco grandes regiões do país, considerando indicadores calculados com base nas idades *cronológica* e *prospectiva*. O objetivo é identificar, em uma perspectiva subnacional, diferenças ou similaridades no processo de envelhecimento populacional.

Além disso, busca-se verificar as diferenças entre indicadores regionais calculados com base nas idades *cronológica* e *prospectiva*, as quais já foram conceitualmente descritas no primeiro capítulo desta tese. Para tanto, serão utilizados dados censitários e dados de projeções populacionais do IBGE para o período compreendido entre 1980 e 2060. A análise e a exibição dos indicadores regionais serão viabilizadas pelo cálculo da idade mediana da população, razão de dependência dos idosos e proporção de idosos.

O presente capítulo foi dividido em três seções. A primeira seção objetiva descrever a aplicação e a interpretação das *idades prospectivas* com base em dados para a população brasileira e suas cinco regiões, enfatizando as diferenças interpretativas entre *região padrão* e *ano padrão* para cálculo das novas medidas de envelhecimento. A segunda seção também apresenta dados para a população brasileira, objetivando apresentar as novas medidas de envelhecimento populacional, isto é, indicadores nacionais calculados com base nas *idades prospectivas*. A terceira seção apresenta os mesmos indicadores, mas com ênfase na análise de dados subnacionais, ou seja, os dados das cinco grandes regiões do Brasil.

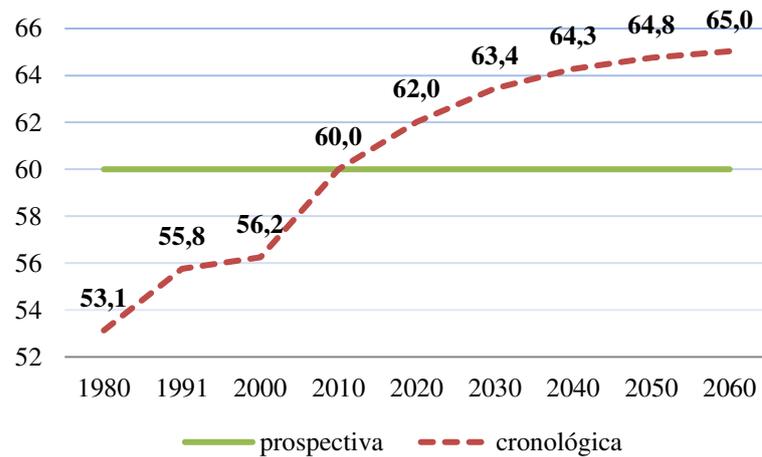
3.1 Idades cronológica e prospectiva: aplicação prática no Brasil

A *idade prospectiva* é o alicerce de todas as novas medidas de envelhecimento propostas neste capítulo. Quanto maior a compreensão sobre a *idade prospectiva* e seu potencial explicativo, maior será a utilidade dos indicadores aqui apresentados para análise do envelhecimento populacional. Existem duas formas de aplicação prática da idade prospectiva, uma delas com base em um *ano padrão*; e a outra com base em uma *região padrão*. Cada uma dessas formas atende a um propósito distinto, conforme será demonstrado nos próximos parágrafos.

Idade prospectiva com base no ano padrão

O Gráfico 6 exibe dados para a população brasileira entre os anos de 1980 e 2060. Trata-se de uma série de *idades cronológicas* com base em uma *idade prospectiva* fixa, isto é, 60 anos. Com base no *ano padrão* 2010, fixou-se a expectativa de vida aos 60 anos como referência para os *anos índices*. É possível interpretar os dados do Gráfico 6 da seguinte forma: os indivíduos que completarem 65 anos de idade cronológica em 2060 (ano índice) terão uma expectativa de sobrevida igual aos indivíduos que completaram 60 anos cronológicos no ano de 2010 (ano padrão). Em outras palavras, aqueles que completarem 65 anos de idade cronológica em 2060 podem afirmar que têm 60 anos de *idade prospectiva* com base no ano de 2010.

GRÁFICO 6 – Idades prospectiva e cronológica para a população brasileira (1980-2060) – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

No outro extremo do Gráfico 6, visualiza-se que os indivíduos com 53,1 anos de *idade cronológica* no ano de 1980 tinham, concomitantemente, uma *idade prospectiva* igual a 60 anos com base em 2010. Com o suporte desses dados para a população brasileira, pode-se afirmar que há relevante diferença nas condições de sobrevivência das coortes que completaram ou completarão 60 anos de idade cronológica entre os anos de 1980 e 2060. Isso decorre de múltiplos fatores que influenciam a expectativa de vida em cada circunstância no tempo. Portanto, a *idade prospectiva* com base em um *ano padrão* é um importante instrumento para mensuração do envelhecimento com base no decurso do tempo e das transformações que determinam ampliação da expectativa de vida.

Idade prospectiva com base na *região padrão*

Além ser um instrumento para mensuração do envelhecimento populacional no decurso do tempo, a *idade prospectiva* também permite mensurar o envelhecimento para comparação entre dois ou mais espaços geográficos distintos em um mesmo período. Para tanto, utiliza-se de uma *região padrão* em vez de um *ano padrão*. Nesta segunda possibilidade de aplicação da *idade prospectiva*, pode-se verificar que as diferenças entre as idades são decorrentes de múltiplos fatores que influenciam a expectativa de vida em cada local geográfico e a respectiva condição de sobrevivência da população.

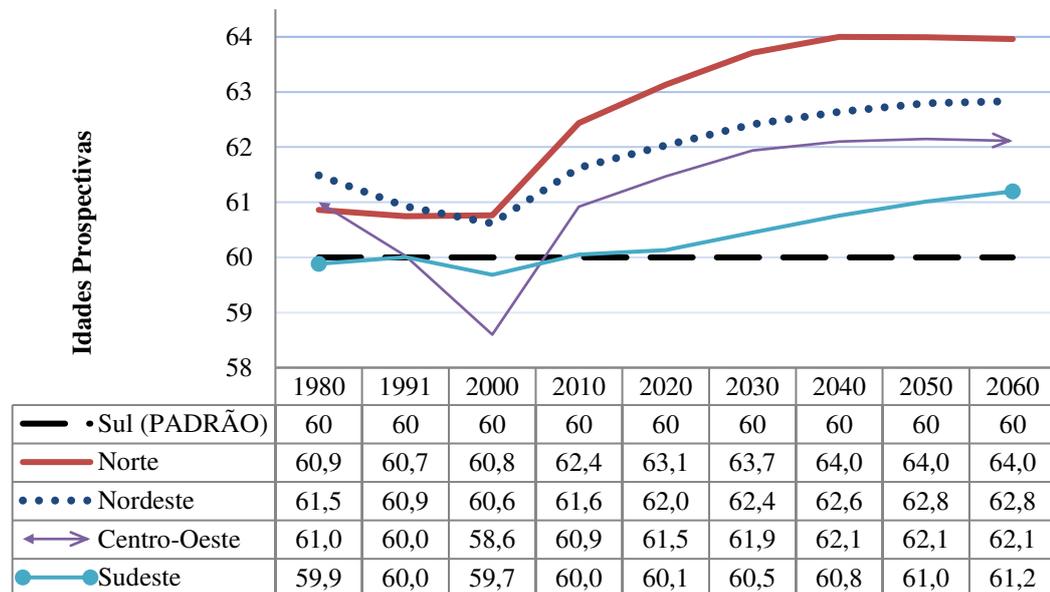
O Gráfico 7 exhibe dados que exemplificam a aplicação dessa segunda forma de utilização da *idade prospectiva*, isto é, a idade prospectiva calculada com base em uma *região padrão*. Sendo que, neste caso, a região padrão selecionada é a Região Sul do Brasil³⁶. No Gráfico 7 é possível comparar as idades prospectivas de cada *região índice* com base em uma única *região padrão*.

É importante destacar que as idades *prospectivas* e *cronológicas* para a região selecionada como padrão são sempre as mesmas ao longo da série histórica. É por isso que, no Gráfico 7, observa-se as idades da Região Sul sempre no nível de 60 anos, sejam eles cronológicos ou prospectivos. Cada uma das demais regiões é tratada como *região índice*. Um exemplo de interpretação do Gráfico 7 pode ser apresentado da seguinte forma: no ano de 2060, os indivíduos da Região Norte que completarem 60 anos cronológicos terão uma expectativa de sobrevivência igual aos indivíduos que completarem 64 anos cronológicos na Região Sul. Em outros termos, os indivíduos da Região Norte que completarem 60 anos cronológicos em 2060 poderão afirmar que já têm 64 anos prospectivos com base na Região Sul.

Essa organização dos dados permite responder a questões comparativas entre o envelhecimento em cada uma das regiões do Brasil, analisando as idades das populações regionais em termos relativos. Em outras palavras, os dados do Gráfico 7 evidenciam o fato de que ter 60 anos cronológicos pode representar diferentes condições de sobrevivência no Brasil, a depender da região onde se vive.

³⁶ A Região Sul foi selecionada para facilitar a visualização dos dados no gráfico, haja vista que, ao longo da série histórica, a população da região Sul do país tem predominantemente as maiores expectativas de vida.

GRÁFICO 7 – Idade prospectiva para as populações das cinco Grandes Regiões do Brasil (1980-2060) – Região Padrão Sul



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

Outra análise possível a partir dos dados do Gráfico 7 é a evolução da série histórica envolvendo as *idades prospectivas*. Tomando por exemplo a relação entre as regiões Norte e Sul, observa-se que a idade prospectiva da Região Norte foi ligeiramente mais elevada do que a Região Sul entre os anos de 1980 e 2000, ou seja, ter 60 anos cronológicos na Região Norte representava ter, em média, 60,8 anos prospectivos com base na Região Sul. Mas essa diferença entre as regiões Norte e Sul tende a se ampliar até o ano de 2040 e depois se estabilizar. Enquanto no ano 2000 a diferença entre as idades dessas duas regiões era de aproximadamente 9,6 meses, em 2040 a diferença poderá atingir o nível de 4 anos. Isso significa que as condições de sobrevivência dos indivíduos que completarão 60 anos cronológicos em 2040 poderão ser mais discrepantes do que em 2000. Quando observadas as demais regiões índices, também há esta mesma tendência de elevação das idades prospectivas na série histórica. Isso decorre da diferença relativa entre as expectativas de sobrevida aos 60 anos cronológicos de cada região, mostrando que, ao longo da série histórica, a expectativa de sobrevida da Região Sul tende a um patamar mais elevado do que as demais regiões.

Utilidade prática da idade prospectiva com base no *ano padrão* e na *região padrão*

Agora que já foram apresentadas as duas possibilidades de aplicação da *idade prospectiva*, torna-se oportuno discorrer sobre a utilidade prática dessas duas formas de aplicação. Enquanto a *idade prospectiva* com base em uma *região padrão* destaca as diferenças

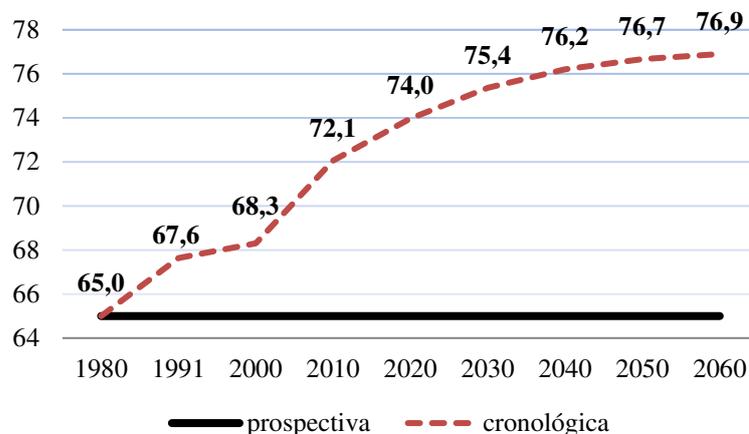
na condição de sobrevivência em populações de um mesmo período, a *idade prospectiva* com base em um *ano padrão* direciona a atenção para a evolução nas condições de sobrevivência das diferentes coortes de nascimento.

Considerando, por exemplo, a necessidade de pragmatismo e objetividade na definição de políticas públicas voltadas às pessoas idosas, pode-se utilizar a *idade prospectiva* com base na *região padrão* para buscar formas de redução das desigualdades regionais. A identificação de regiões com melhores condições de sobrevivência pode viabilizar o reconhecimento de práticas exitosas em termos de políticas públicas e ambientes favoráveis ao envelhecimento ativo. Por outro lado, a utilização mais comum no contexto de envelhecimento populacional tem sido a utilização da *idade prospectiva* com base em um *ano padrão* para redimensionar o envelhecimento, ou seja, os estudos geralmente aplicam a *idade prospectiva* com base em um *ano padrão* para mostrar que, ao longo da série histórica, o número relativo de idosos na população pode até estar em crescimento, mas tal crescimento está em ritmo inferior àquele calculado com idades cronológicas.

Além disso, o uso do *ano padrão* também pode favorecer a inclusão da *idade prospectiva* como instrumento de elegibilidade a determinados benefícios e serviços públicos. O Gráfico 8 exibe os dados para a população brasileira com base na expectativa de sobrevivência aos 65 anos, tomando como ano padrão o ano de 1980. Essa visualização é importante para compreender a utilidade prática da *idade prospectiva* como eventual indexador de correção das idades de acesso às políticas públicas.

Para fins de aplicação prática em uma situação hipotética, assume-se que os direitos estabelecidos aos idosos no Brasil, especialmente entre as décadas de 1980 e 1990, poderiam conter algum dispositivo legal para atualização do público beneficiário segundo a *idade prospectiva*. Por exemplo, o Benefício de Prestação Continuada (BPC) é constitucionalmente dirigido às pessoas com deficiência e idosos em condição de vulnerabilidade social. E, no caso das pessoas idosas, considera-se elegível a pessoa com 65 anos ou mais e que a renda por pessoa do grupo familiar seja igual ou menor do que $\frac{1}{4}$ do salário-mínimo. Considerando os dados do Gráfico 8, se fosse adotado o critério de atualização da idade de acesso ao BPC com base na *idade prospectiva*; e se o *ano padrão* definido fosse o ano de 1980; então, no ano de 2020, só teriam direito ao BPC os idosos com 74 anos ou mais.

GRÁFICO 8 – Idades prospectiva e cronológica para a população brasileira (1980-2060) – Ano Padrão 1980



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

Com os dados apresentados nesta seção foi possível apresentar as formas de utilização prática da *idade prospectiva* para análises específicas, seja pela comparação de entre períodos distintos (com base no *ano padrão*) ou pela comparação entre localidades distintas (com base na *região padrão*). Contudo, o processo de envelhecimento populacional precisa considerar indicadores mais amplos, ou seja, a idade prospectiva deve ser utilizada para calcular as novas medidas de envelhecimento populacional.

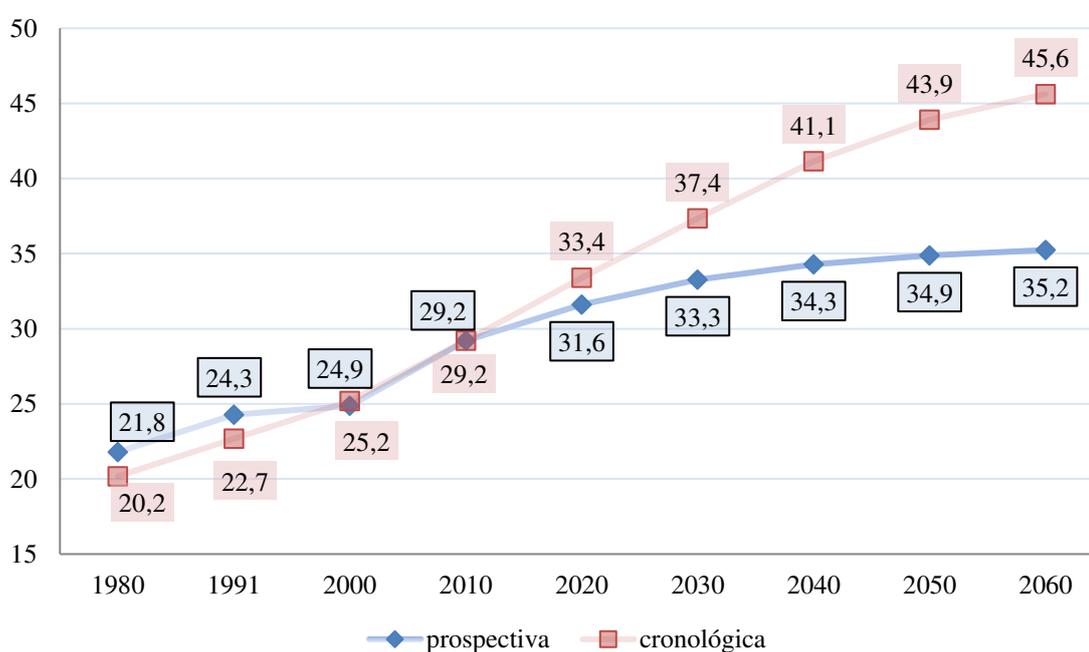
3.2 Novas medidas de envelhecimento: indicadores para a população brasileira

O envelhecimento da população brasileira está evidenciado em todos os indicadores tradicionais que mensuram tal processo. A utilização da *idade prospectiva* para a elaboração desses indicadores constitui uma perspectiva complementar para a análise do envelhecimento, seja pela observação da idade mediana, da proporção de idosos ou da razão de dependência dos idosos. As novas medidas de envelhecimento são, portanto, provenientes da *idade prospectiva*. Nesta seção, esse conjunto de indicadores é apresentado nessas duas perspectivas, quais sejam a perspectiva tradicional e a nova perspectiva. Em outras palavras, são analisadas as medidas de envelhecimento populacional calculadas com base nas *idades cronológicas* e com base nas *idades prospectivas*.

A idade mediana da população é o primeiro indicador apresentado nesta seção. Essa é uma medida frequentemente utilizada em séries históricas para indicar o envelhecimento populacional (Scherbov; Sanderson, 2016). O Gráfico 9 apresenta as idades medianas da população brasileira com base nas abordagens tradicional e prospectiva. Ao observar a idade mediana cronológica no Gráfico 9, verifica-se um aumento em todos os anos compreendidos

entre 1980 e 2060. Por exemplo, a idade mediana cronológica é de 29,2 anos em 2010 e passa para 45,6 anos em 2060. Essa informação conduz ao pensamento de que a “pessoa média” na população de 2060 se comportará como uma pessoa que tinha 45,6 anos em 2010, mas a ampliação na expectativa de vida torna isso improvável, pois uma pessoa de 45,6 anos em 2060 pode ter um comportamento bem parecido com um indivíduo de 35,2 anos em 2010 (Scherbov; Sanderson, 2016).

GRÁFICO 9 – Idade mediana e idade mediana prospectiva para a população brasileira (1980-2060) – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

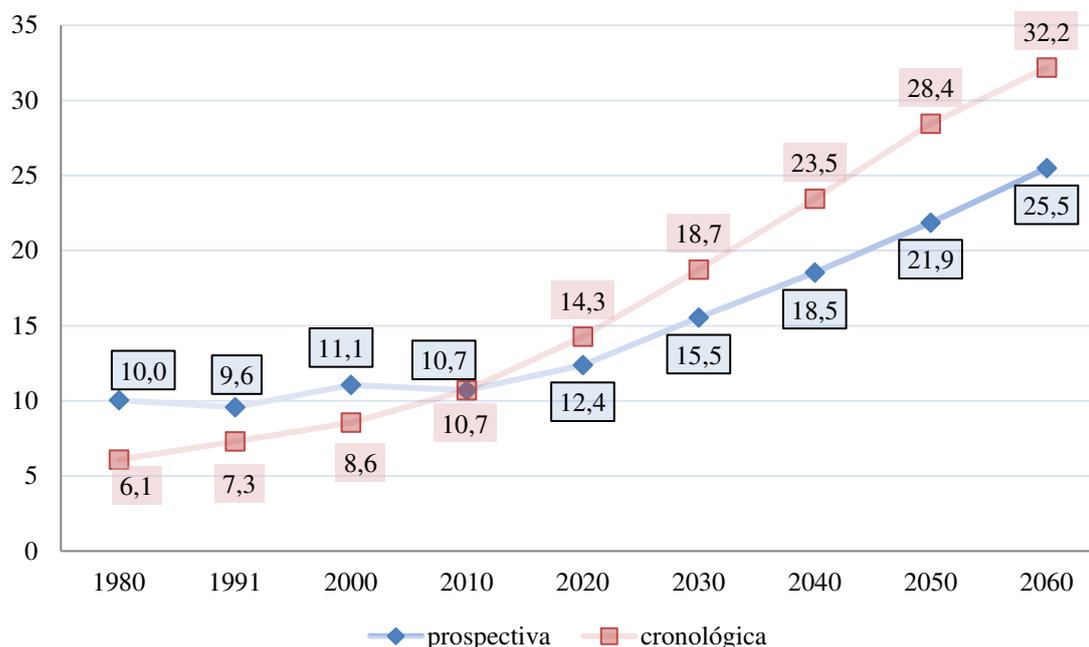
Ao considerar a *idade mediana prospectiva*, verifica-se que a ampliação da idade mediana da população brasileira sofre uma ampliação consideravelmente menor do que quando se considera a *idade mediana cronológica*. Com a medida tradicional, a idade mediana da população brasileira atinge 45,6 anos em 2060. Já com a nova medida de envelhecimento, a idade mediana da população brasileira no ano de 2060 é de 35,2 anos com base no *ano padrão* 2010. Isso significa que, as pessoas com 45,6 anos cronológicos em 2060 devem ter um comportamento (ou condição de sobrevivência) igual ou bem próximo àquelas pessoas que completaram 35,2 anos cronológicos em 2010.

Cumprе destacar que, no Gráfico 9, as idades cronológica e prospectiva, no ano de 2010, são idênticas por se tratar do *ano padrão*. Entre os anos de 2010 e 2060, a projeção de aumento da *idade mediana cronológica da população* é de 16,4 anos, enquanto que a projeção

de aumento da *idade mediana prospectiva* é de apenas 6 anos. Portanto, o nível de envelhecimento calculado com base na *idade mediana prospectiva* é 63,4% menor do que o nível de envelhecimento calculado com a *idade mediana cronológica*.

O segundo indicador apresentado nesta seção é a proporção de idosos na população brasileira. Essa é uma medida exibida no Gráfico 10 em valores percentuais e corrobora com a análise feita com o indicador anterior, isto é, com a idade mediana da população.

GRÁFICO 10 – Proporção de idoso na população brasileira (1980-2060) Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

O Gráfico 10 corrobora com a análise anterior porque a proporção de idosos também aumenta relativamente mais com a *idade cronológica* do que com a *idade prospectiva*. Por exemplo, no ano padrão 2010, há 10,7% de pessoas com 60 anos ou mais na população brasileira; com a *idade cronológica* esse percentual passa para 32,2% em 2060; e com a *idade prospectiva* o percentual de idosos em 2060 é de 25,5%.

Quando se analisa a projeção de envelhecimento populacional segundo o percentual de idosos, pode-se verificar que, entre 2010 e 2060, há um crescimento de 21,5 pontos percentuais na medida com *idade cronológica*; e um crescimento de 14,8 pontos percentuais na medida com *idade prospectiva*. Isso significa que, considerando o percentual de idosos no Brasil, o envelhecimento populacional entre 2010 e 2060 calculado com a *idade prospectiva* é 31% menor do que o envelhecimento calculado com a *idade cronológica*.

Ainda sobre os dados do Gráfico 10, nota-se que a proporção de idosos entre 1980 e 2000 é menor com a *idade cronológica* e maior com a *idade prospectiva*. Isso ocorre porque o *ano padrão* é 2010. Por exemplo, no *ano índice* de 1980, para fins de elaboração do Gráfico 10, todos os indivíduos que tinham 53,1 anos cronológicos foram considerados idosos, pois essas pessoas tinham a mesma expectativa de sobrevida dos indivíduos com 60 anos no *ano padrão* 2010 (vide informações do Gráfico 4).

O terceiro e o último indicador apresentado nesta seção é a razão de dependência dos idosos na população brasileira. Assim como nos demais indicadores, foi definido o *ano padrão* como 2010 e calculada a medida tradicional e a nova medida de envelhecimento, esta última com base na *idade prospectiva*. Contudo, diferente do indicador anterior, o qual considerava pessoa com 60 anos ou mais como idosa, para calcular a razão de dependência foi utilizada a idade de 65 anos ou mais como critério para pessoa idosa. Os dados do Gráfico 11 reiteram a tendência de envelhecimento populacional no Brasil, mas, assim como as demais medidas, destaca diferenças importantes entre a forma de cálculo, com idade *prospectiva* ou *cronológica*.

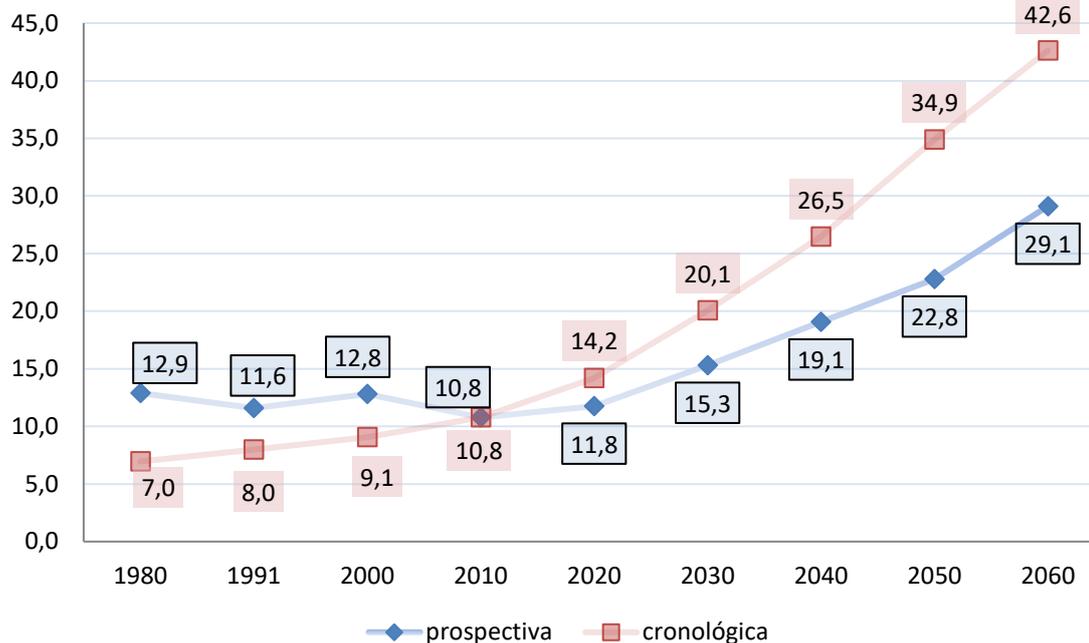
Considerando a razão de dependência dos idosos calculada de maneira convencional, ou seja, com a *idade cronológica*, observa-se um vultoso crescimento entre os anos de 2000 e 2060. Nesse intervalo de tempo, a razão de dependência dos idosos sai do nível de 9,1 para 42,6, representando um crescimento de 3,7 vezes o nível inicial. Com esse crescimento, para o ano de 2060, projeta-se a existência de mais de 42 idosos³⁷ para cada 100 pessoas em idade potencialmente ativa³⁸; e essa relação no ano 2000 era de aproximadamente 9 idosos para cada 100 pessoas em idade potencialmente ativa.

Considerando a razão de dependência dos idosos calculada com a *idade prospectiva*, o envelhecimento populacional projetado entre 2000 e 2060 é relativamente menor do que o envelhecimento populacional calculado como medida tradicional. A razão de dependência prospectiva era 12,8 no ano 2000 e passa para 29,1 no ano de 2060. Isso significa que, com base na *idade prospectiva*, projeta-se para o ano de 2060 a existência de aproximadamente 29 idosos para cada 100 pessoas em idade potencialmente ativa; e, com base na *idade cronológica*, projeta-se mais de 42 idosos a cada 100 pessoas em idade potencialmente ativa.

³⁷ Neste caso, pessoas com 65 anos ou mais.

³⁸ Neste caso, pessoas com idade entre 15 e 64 anos.

GRÁFICO 11 – Razão de dependência dos idosos na população brasileira (1980-2060) – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

A comparação entre os resultados obtidos para as duas formas de calcular a razão de dependência dos idosos também pode ser estabelecida com base na evolução desse indicador desde o *ano padrão*. Em 2010, a razão de dependência dos idosos era de 10,8; em 2060 esse indicador passa para 42,6 segundo a medida tradicional; e 29,1 segundo a *idade prospectiva*. Isso equivale a uma diferença de 13,5 pontos. Com essa comparação é possível afirmar que, para o período compreendido entre 2010 e 2060, a nova medida caracteriza um processo de envelhecimento em um nível 33,7% menor do que o nível de envelhecimento obtido com a medida tradicional.

Com os indicadores apresentados e analisados nesta seção foi possível verificar que o envelhecimento populacional é um processo vigente no Brasil; e que tal processo pode ser confirmado tanto com as *medidas tradicionais* como também com as *novas formas de mensurar* o envelhecimento populacional. Contudo, as novas formas de mensurar o envelhecimento populacional tornam o processo menos agudo, ou seja, a trajetória dos indicadores calculados com a *idade prospectiva* tende a compor uma curva de envelhecimento mais suave do que a curva de indicador calculado com a *idade cronológica*.

As medidas apresentadas nesta seção são complementares entre si, sendo que todas indicam que o processo de envelhecimento populacional no Brasil é um fenômeno perdurável. Contudo, cada nova medida apresentou uma variabilidade específica com relação às respectivas medidas tradicionais. Por exemplo, entre 2010 e 2060, quando se analisou a idade mediana da

população, verificou-se que o nível de envelhecimento calculado com base na *idade prospectiva* é 63,4% menor do que o nível de envelhecimento calculado com a *idade cronológica*. Por outro lado, quando se analisou o percentual de idosos na população, também para o período entre 2010 e 2060, verificou-se que o envelhecimento populacional calculado com a *idade prospectiva* é 31% menor do que o envelhecimento calculado com a *idade cronológica*. No caso da razão de dependência, observou-se que a nova medida calculada com a *idade prospectiva* gera um indicador de envelhecimento 33,7% menor do que o nível obtido com a tradicional razão de dependência dos idosos.

Uma vez que já foram explorados os dados no âmbito nacional, verificada a diferença entre os indicadores tradicionais e as novas medidas de envelhecimento populacional, cumpre examinar as diferenças e similaridades do processo de envelhecimento em uma dimensão subnacional, ou seja, analisar os mesmos indicadores para cada uma das cinco grandes regiões do Brasil. Esse é o objetivo da próxima seção deste terceiro capítulo.

3.3 Novas medidas de envelhecimento: indicadores para as regiões do Brasil

As novas medidas de envelhecimento apresentadas nesta seção compreendem as cinco grandes regiões do Brasil. Conquanto o objetivo seja estabelecer uma análise comparativa entre populações de diferentes regiões geográficas, a *idade prospectiva* utilizada na produção das novas medidas atendeu ao critério do *ano padrão* e não à *região padrão*. Assim, os indicadores de cada região foram calculados com base nas expectativas de vida no *ano padrão* 2010. A lógica é a mesma que já foi apresentada na seção anterior e, portanto, permite comparação dos dados regionais com o nível nacional.

Os dados foram organizados em painéis com o objetivo de favorecer a visualização das séries históricas de dois indicadores para cada uma das cinco regiões, ou seja, indicadores tradicionais e os novos, estes últimos calculados com a *idade prospectiva*. Cada painel é composto por seis gráficos com as medidas tradicionais (idades cronológicas) e as novas medidas de envelhecimento populacional (idades prospectivas).

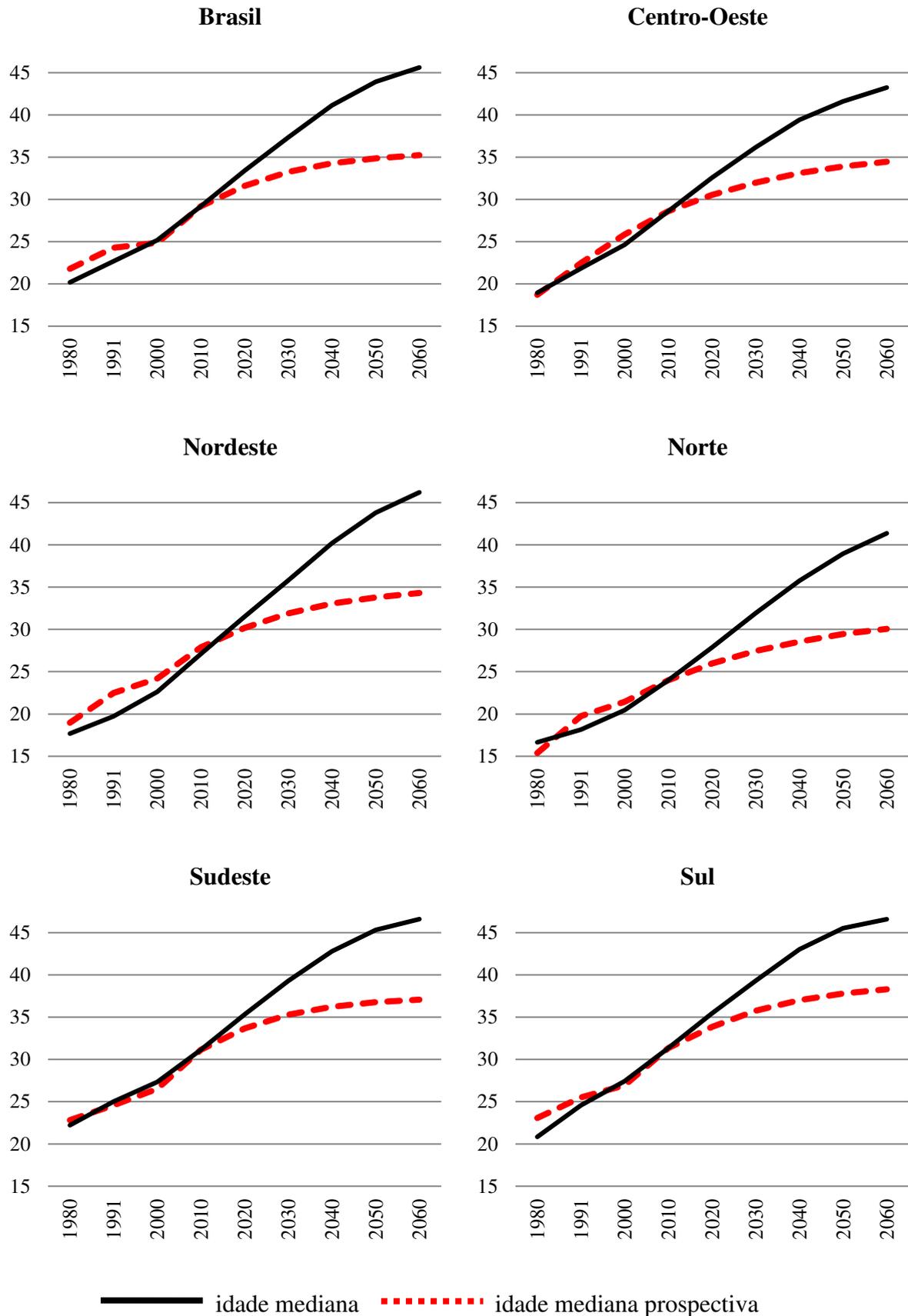
O Painel 1 exhibe dados relativos à idade mediana e idade mediana prospectiva da população. Considerando a idade cronológica, é possível verificar que a elevação da *idade mediana* da população é verossímil para todas as regiões entre 1980 e 2060. Além disso, a inclinação das curvas é bastante semelhante ao longo da série histórica. Isso significa que o envelhecimento populacional observado e projetado em nível nacional também é verificado nos dados para as cinco grandes regiões do Brasil.

Conquanto a *idade mediana* apresente uma mesma tendência de envelhecimento populacional para todas as regiões, os níveis de cada curva na série histórica indicam diferentes estágios no processo de envelhecimento. Por exemplo, a *idade mediana* da população da região Norte fica sempre em patamar inferior às idades medianas das demais regiões em um mesmo ano; enquanto que as *idades medianas* das populações das regiões Sul e Sudeste situam-se sempre em um patamar mais elevado. Isso conduz à interpretação de que as regiões com idade mediana mais elevada iniciaram antecipadamente o processo de envelhecimento populacional.

A mudança de posição relativa da *idade mediana* das populações do Nordeste e do Centro-Oeste também retrata diferenças entre o ponto de partida da série histórica (1980) e o horizonte de projeção dos dados (até 2060). Entre os anos de 1980 e 2030, a *idade mediana* da população do Nordeste é inferior à idade mediana da população do Centro-Oeste, mas essa diferença vai sendo paulatinamente reduzida até o ano de 2040; e, a partir de 2050, a *idade mediana* da população do Nordeste se torna superior à idade mediana da população do Centro-Oeste. Utilizando apenas a idade mediana *cronológica* da população como critério, pode-se dizer que, em 2060, o Nordeste terá uma população quase tão envelhecida como o Sul e o Sudeste, pois a idade mediana no Nordeste será de 46,2 anos contra 46,6 das regiões Sul e Sudeste. O processo de envelhecimento da população no Nordeste parece relativamente mais acentuado, haja vista que, ao início da série histórica (1980), a *idade mediana* da população no Nordeste era 17,6 anos contra 22,2 anos na região Sudeste, por exemplo.

Ao considerar a *idade mediana prospectiva* calculada para todas as grandes regiões do Brasil, também verificamos uma mesma tendência de envelhecimento entre os anos de 1980 e 2060. Mas o ritmo de envelhecimento com essa medida alternativa parece significativamente mais lento do que quando utilizamos a medida tradicional.

PAINEL 1 – Idade mediana e idade mediana prospectiva para as cinco Grandes Regiões do Brasil (1980-2060) – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

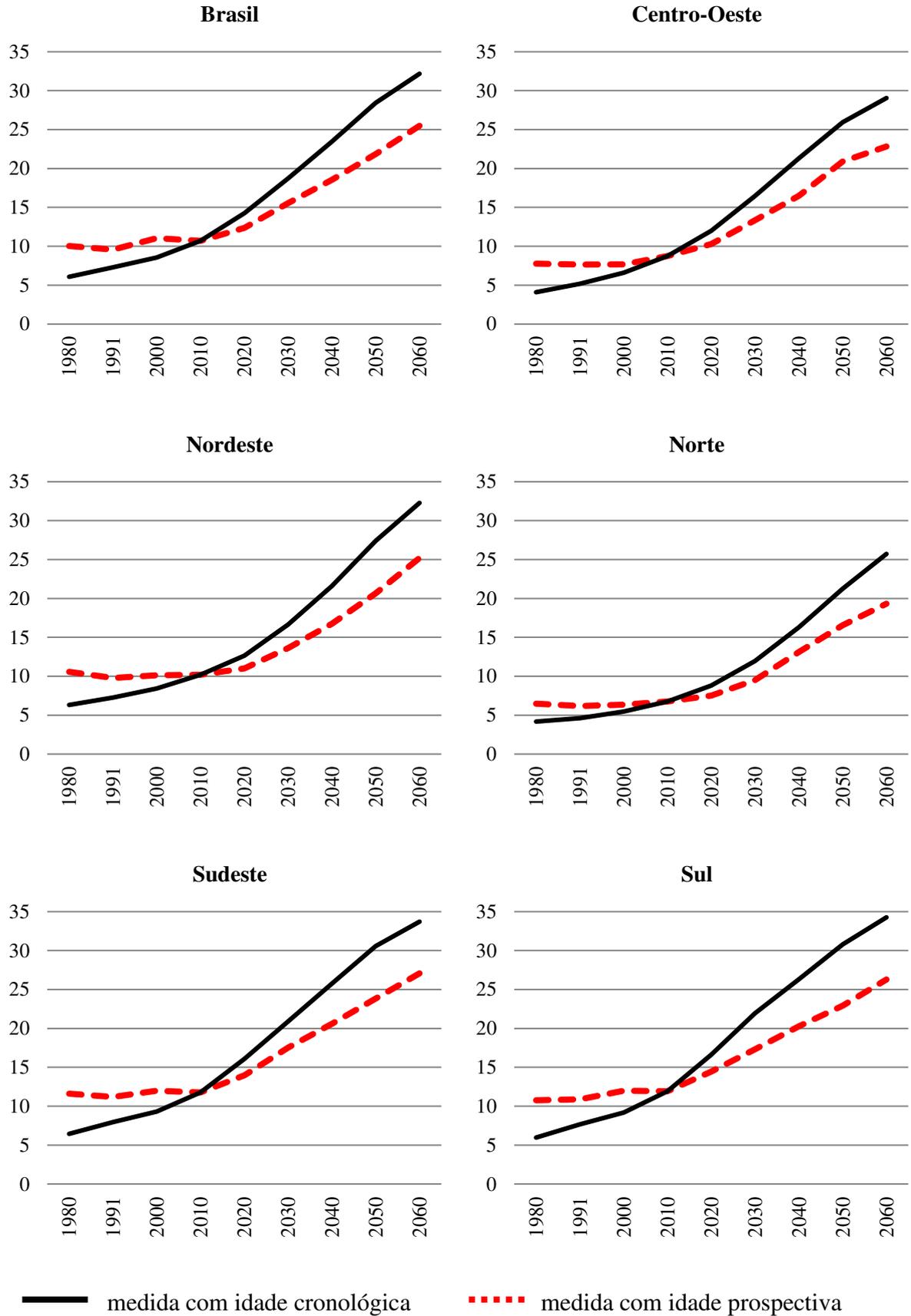
Com a nova medida de envelhecimento, a configuração relativa entre as regiões também muda. Por exemplo, mesmo com elevação constante, a idade mediana da população do Nordeste não ultrapassa a idade mediana da população do Centro-Oeste quando calculada com a *idade prospectiva*.

A elevação da idade mediana da população ocorre tanto nas medidas com *idade cronológica* como também com *idade prospectiva*, mas esse aumento é maior quando se utiliza a *idade cronológica*. Além disso, a aplicação da *idade prospectiva* amplia a diferença entre a região com a maior idade mediana e a região com a menor idade mediana. Por exemplo, no ano de 2060, as idades medianas das populações das cinco regiões do Brasil estão entre 41,4 e 46,6 anos calculados com as idades cronológicas, ou seja, uma diferença de 5,2 anos; e estão entre 30,1 e 38,3 anos calculados com as idades prospectivas, isto é, uma diferença de 8,2 anos. Em síntese, quando utilizamos a *idade prospectiva* em vez da *idade cronológica* para calcular a idade mediana das populações, amplia-se a diferença entre o nível de envelhecimento de cada região. Isso decorre da diferença entre as expectativas de sobrevida observadas e projetadas para cada região.

O segundo indicador analisado nesta seção é a proporção de idosos na população de cada região durante o período compreendido entre 1980 e 2060. O Painel 2 sintetiza essas informações, expondo, em valores percentuais, o crescimento relativo da população idosa nas populações. Por exemplo, no ano de 2010, considerando a *idade cronológica*, o Sul é a região com o maior percentual de idosos, isto é, 11,9% da população da região Sul tem 60 anos ou mais. E, nos anos subsequentes, a região Sul se mantém como aquela com população relativamente mais envelhecida, atingindo a marca de 34,3% de idosos em 2060. Por outro lado, quando se observa os dados calculados com a *idade prospectiva*, no ano de 2060, a região com a população mais envelhecida é a região Sudeste, pois esta terá 27,1% de idosos; e a região Sul terá 26,3% de idosos na população.

Ainda sobre o Painel 2, verifica-se que a região Norte é a região relativamente menos envelhecida dentre as cinco regiões do Brasil, e isso pode ser observado para todos os anos da série histórica, independentemente de se utilizar a idade cronológica ou a idade prospectiva. Conquanto persistam essas diferenças entre as regiões, há uma constante elevação no percentual de idosos para todas as populações após o ano de 2010, seja com a medida calculada com a *idade cronológica*, seja com aquela calculada com a *idade prospectiva*.

PAINEL 2 – Percentual de idosos nas cinco Grandes Regiões do Brasil (1980-2060) – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

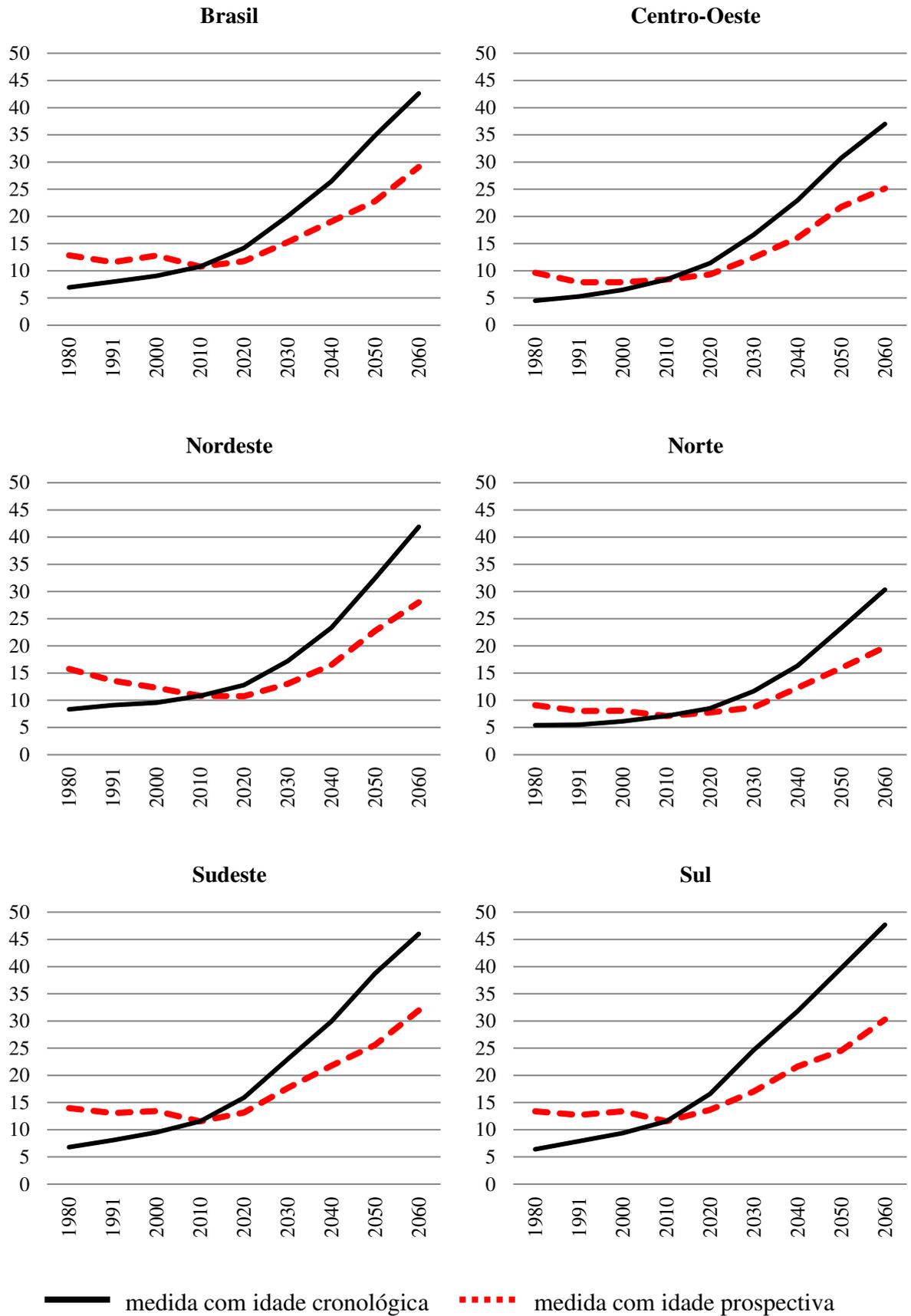
Considerando apenas as *novas medidas* de envelhecimento, há uma estabilidade no percentual de idosos nas populações entre os anos de 1980 e 2010. E, entre 1980 e 1991 todas as regiões tiveram redução na proporção de idosos, exceto a região Sul. Por exemplo, a população do Nordeste era composta por 10,6% de idosos em 1980 e passou a ter 9,8% de idosos em 1991. Esse declínio da proporção de idosos quando se utiliza a *idade prospectiva* é resultado de uma ampliação na expectativa de sobrevida durante o período.

Conquanto os valores de cada indicador sejam distintos, os gráficos do Painel 1 e do Painel 2 apresentam um formato bem parecido quando analisados na perspectiva tradicional, isto é, utilizando a *idade cronológica*. Em outras palavras, a posição relativa entre as regiões constitui um comportamento parecido das curvas nos gráficos de idade *cronológica*. Por exemplo, a relação entre a idade mediana das populações (Painel 1) do Nordeste e do Centro-Oeste compõe uma curva com formato parecido com a curva da proporção de idosos (Painel 2) dessas mesmas regiões. Contudo, ao analisar os dados na perspectiva das novas medidas de envelhecimento, calculadas com a *idade prospectiva*, as posições relativas entre as regiões são distintas, ou seja, diferentes entre Painel 1 e Painel 2. Além disso, diferente do observado na idade mediana (Painel 1), a utilização da *idade prospectiva* para calcular a proporção de idosos (Painel 2) não ocasiona uma ampliação das diferenças entre as regiões.

O terceiro e último indicador analisado nesta seção é a razão de dependência dos idosos. A medida convencional, com *idades cronológicas*, apresenta uma tendência de elevação gradual entre 1980 e 2010 para todas as regiões. E, para o mesmo período, quando se observa os dados com as novas medidas de envelhecimento, verifica-se uma tendência de declínio para esse período. Por exemplo, com a *idade cronológica*, a população do Nordeste, nos anos de 1980 e 2010, tem uma razão de dependência dos idosos de 8,3 e 20,8, respectivamente. Mas quando se considera a *idade prospectiva*, a razão de dependência dos idosos no Nordeste é de 15,8 em 1980, passando para 10,8 no ano de 2010.

Entre o ano de 2010 e 2060, tanto as medidas tradicionais como as novas medidas indicam a elevação da razão de dependência dos idosos. Contudo, assim como ocorre em todos os demais indicadores, o aumento da razão de dependência calculado com as *idades prospectivas* é menor do que o aumento calculado com as *idades cronológicas*. Por exemplo, no ano de 2060, a razão de dependência da região Sul atinge 47,7 quando calculada com a *idade cronológica*; e 30,3 quando calculada com a *idade prospectiva*.

PAINEL 3 – Razão de dependência dos idosos nas cinco Grandes Regiões do Brasil (1980-2060) – Ano Padrão 2010



Fonte: IBGE (2018) e Albuquerque e Senna (2005). [Elaboração própria].

Ainda sobre os dados do Painel 3, entre os anos de 2010 e 2060, verifica-se que a posição relativa entre as regiões quase não sofre influência da forma de apurar a razão de dependência. Em outras palavras, a classificação entre regiões mais ou menos envelhecidas segundo a razão de dependência dos idosos não é influenciada pela *idade prospectiva*. A única exceção é a posição relativa entre as regiões Sul e Sudeste, mas a diferença entre os indicadores dessas duas regiões é pequena.

A razão de dependência dos idosos corroborou com o reconhecimento de que há diferentes estágios no processo de envelhecimento. Isso significa que, embora exista uma mesma tendência de envelhecimento ao longo da série histórica, algumas regiões do país estão em estágio mais avançado do que outras nesse processo. Com os indicadores até aqui apresentados, pode-se ordenar as populações desde a mais envelhecida até a menos envelhecida, na seguinte ordem: Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte.

As novas medidas de envelhecimento populacional dispostas neste capítulo produziram uma perspectiva complementar para a análise do processo observado e projetado para o Brasil e suas cinco grandes regiões. Seja no âmbito nacional ou subnacional, os dados analisados neste capítulo apresentam um processo de envelhecimento perdurável entre o período compreendido entre 1980 e 2060. Contudo, a forma de mensuração pode revelar diferentes níveis e ritmos de evolução desse processo.

As medidas tradicionais de envelhecimento configuram um processo mais acelerado quando se observam as séries históricas contendo a proporção de idosos, a idade mediana e a razão de dependência dos idosos. Na dimensão nacional, o envelhecimento populacional mensurado com as novas medidas exibiu um nível de envelhecimento sempre menor do que o nível calculado com a idade cronológica, isto é, 63,4% menor quando mensurado pela idade mediana prospectiva; e 31% menor quando mensurado pela proporção de idosos na população.

A análise dos indicadores para as cinco grandes regiões do Brasil viabilizou o reconhecimento de diferenças regionais no processo de envelhecimento. Independentemente do indicador utilizado, o envelhecimento das populações das regiões Sul e Sudeste se projeta em um patamar relativamente mais elevado do que as demais regiões, seja com a utilização das medidas tradicionais ou das novas medidas. A posição relativa da região Norte também não se altera com base nas idades *prospectivas* ou *cronológicas*, isto é, a população da região Norte se projeta como aquela com o nível mais baixo de envelhecimento ao longo das séries históricas analisadas. A posição relativa entre as regiões Nordeste e Centro-Oeste sofre mudança quando são utilizadas as idades *prospectivas* em vez de as idades *cronológicas* para estimar a idade

mediana da população. Para os demais indicadores, a posição relativa entre Nordeste e Centro-Oeste não se altera quando são empregadas as novas medidas de envelhecimento.

O uso da *idade prospectiva* para calcular a idade mediana da população amplia a diferença entre a região com a maior idade mediana e a região com a menor idade mediana, mas isso não ocorre com os demais indicadores. Aliás, quando se observa a proporção de idosos e a razão de dependência dos idosos, sendo estes indicadores calculados com *idades prospectivas*, verifica-se uma tendência de redução das diferenças entre a região mais envelhecida e a menos envelhecida. Por exemplo, com a *idade cronológica*, a maior e a menor razão de dependência dos idosos no ano de 2060 são, respectivamente, 47,7 e 30,3, representando uma diferença de 17,4; e quando se utiliza a *idade prospectiva*, a maior razão de dependência dos idosos é de 31,9 e a menor razão de dependência dos idosos é de 19,8, equivalendo a uma diferença de 12,1. Isso decore de diferenças regionais na ampliação da expectativa de sobrevida aos 60 e 65 anos.

Neste capítulo, o uso da idade prospectiva ofereceu uma perspectiva complementar aos indicadores que buscam mensurar o envelhecimento da população brasileira. Além de um processo de envelhecimento em ritmo mais lento do que aquele calculado com medidas tradicionais, a abordagem prospectiva revelou uma mesma tendência para cinco grandes regiões do Brasil. Conquanto todas as regiões estejam envelhecendo, há níveis diferentes entre os indicadores regionais, sinalizando que algumas regiões estão em estágios mais avançados no processo de envelhecimento populacional.

O próximo capítulo apresenta uma análise do processo de envelhecimento com base na abordagem das características, mensurando e analisando a idade com base em medidas físicas de indivíduos em diferentes grupos populacionais.

CAPÍTULO 4 – A ABORDAGEM DAS CARACTERÍSTICAS E A MENSURAÇÃO DA IDADE EM TERMOS RELATIVOS

Ao completar 60 anos de idade cronológica, um cidadão brasileiro pode afirmar que acumulou as características necessárias para ser reconhecido como pessoa idosa. Isso é uma garantia de direito constante na legislação brasileira desde o ano de 1994, quando da edição da Política Nacional do Idoso. Ao longo desses 30 anos, o número de indivíduos que acumula as características de pessoa idosa tem aumentado persistentemente. Essas informações suscitam a reflexão sobre a capacidade de mensuração da idade com base apenas no critério cronológico. Afinal, quais são as características comuns entre as pessoas com a mesma idade cronológica? Em que medida as características dos grupos em idades avançadas explicitam as diferenças nos estágios de envelhecimento biológico?

Voltando ao caso da legislação brasileira e suas implicações práticas em termos de classificação dos idosos, outras questões podem ser apresentadas na tentativa de explicitar a relação entre as características dos indivíduos e a sua idade cronológica. Por exemplo, as seguintes: *i*) quais características pessoais diferem um indivíduo de 59 anos completos de uma pessoa com 60 anos completos? *ii*) a pessoa com 60 anos completos em 1994 detém as mesmas características de uma com 60 anos completos em 2024? *iii*) em que medida as características individuais de envelhecimento diferem entre os brasileiros que completaram 60 anos em 1994?

O capítulo anterior tratou de mostrar que a ampliação da expectativa de vida modifica o valor atribuído à idade cronológica, ou seja, com uma expectativa de vida em constante crescimento, o indivíduo com 60 anos completos em 2024 tem mais anos prospectivos do que o indivíduo que completou 60 anos em 1994. Neste capítulo, pretende-se introduzir a abordagem das características no sentido de identificar qual a idade de um determinado estrato populacional em relação a outro. É com base nas características de indivíduos em diferentes grupos populacionais que se viabiliza a relativização da idade cronológica aqui proposta. As desigualdades experimentadas por uma mesma população em processo de envelhecimento podem ser reveladas quando da comparação de características de subgrupos populacionais em uma mesma coorte de nascimento.

A abordagem das características desenvolvida neste capítulo tem inspiração e fundamentação conceitual nos trabalhos de Sanderson e Scherbov (2013; 2014; 2016). A mensuração do envelhecimento populacional com base na abordagem das características é útil porque características importantes dos indivíduos sofrem mudanças com o avanço da idade e,

também, porque características específicas da idade mudam ao longo do tempo e diferem de um lugar para outro (Sanderson; Scherbov, 2013).

A concentração num aspecto das mudanças nas características das populações, mas não em todos os outros, proporciona uma imagem limitada do envelhecimento, que muitas vezes não é apropriada nem para estudos científicos nem para análises políticas. Há um paradigma emergente mais geral no campo do envelhecimento populacional, que considera múltiplas características das pessoas e não apenas a sua idade cronológica. A esperança de vida remanescente, a saúde, as taxas de incapacidade, o funcionamento cognitivo e a elegibilidade para uma pensão pública completa também são importantes para compreender o envelhecimento da população (Sanderson; Scherbov, 2013, p. 1) [Tradução própria].

Além da dimensão conceitual, a abordagem das características se viabiliza pela disponibilidade de informações sobre a condição de saúde e outras características da população em análise. Nesse sentido, a análise desenvolvida neste capítulo foi beneficiada pela disponibilidade dos dados do Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros (ELSI-BRASIL). Esse estudo oferece um banco de dados com diversas informações sobre o domicílio e sobre os indivíduos. Trata-se de uma amostra representativa para o Brasil em 2015, alcançando o grupo populacional com 50 anos completos ou mais.

Quando propuseram “a abordagem das características para medição do envelhecimento da população” como novo paradigma, Sanderson e Scherbov (2013) não fizeram o uso de informações específicas de saúde ou outras características individuais em pesquisas por amostragem. Os dados utilizados para apresentar o paradigma emergente estavam mais próximos do nível de população e mais distantes do nível dos indivíduos ou subgrupos. Inicialmente, Sanderson e Scherbov (2013) analisaram dados de quatro países (Japão, Lituânia, Noruega e Estados Unidos da América), utilizando-se de informações constantes em tábuas de vida dessas populações. Assim, foram quatro as características apresentadas: a idade cronológica, a esperança de sobrevivência (e_x), a taxa de mortalidade (m_x) e a proporção de pessoas-anos-vividos após uma determinada idade adulta (T_x/T_{20}). Com esses dados, evidencia-se a possibilidade de mensuração do envelhecimento com base nas características de uma população ao longo do tempo, mas não há nenhuma ênfase em diferenciar características de idade entre subgrupos de uma mesma população.

No ano seguinte, Sanderson e Scherbov (2014) ampliaram o conjunto de ferramentas para análise do envelhecimento populacional, demonstrando como os dados de pesquisas por amostragem com dados de saúde podem ser usados para medir o diferencial de envelhecimento entre subgrupos populacionais. Para tanto, foram utilizados dados do *Health and Retirement Survey* (HRS) dos anos de 2006, 2008, 2010 e 2012, em específico, utilizou-se

dos dados sobre força de prensão manual como característica de subgrupos educacionais nos Estados Unidos. Um dos resultados apresentados nessa análise é que os homens brancos com 65 anos e com menor nível de escolaridade (inferior ao ensino médio) têm uma força de prensão manual equivalente à de um homem branco com 69,6 anos de idade e maior nível de escolaridade (ensino médio ou superior).

Neste capítulo, a abordagem das características é utilizada para comparar o envelhecimento de subgrupos populacionais estratificados nos seguintes blocos: *i*) região do país (Nordeste, Norte, Centro-Oeste, Sudeste, e Sul); *ii*) rendimento mensal individual (até 1 salário mínimo e mais de 2 salários mínimos); *iii*) escolaridade (até 4 anos de estudo e 9 anos ou mais de estudo); *iv*) cor de pele declarada (branca e parda); e *v*) situação de domicílio (rural e urbana). A combinação entre a *idade cronológica* e a *força de prensão manual* viabiliza a comparação entre a característica dos diferentes subgrupos em processo de envelhecimento. O pressuposto é que brasileiros com a mesma idade cronológica em 2015 têm *forças de prensão manual* distintas e associadas às características do subgrupo populacional ao qual pertencem.

4.1 Força de prensão manual e idades relativas

Se as pessoas envelhecem em taxas diferentes e as características de subgrupos populacionais explicitam tais diferenças (Sanderson; Scherbov, 2014), então a estratificação da população e a disponibilidade de biomarcadores representam os recursos necessários à relativização da idade cronológica. Segundo Sanderson e Scherbov (2014), a força de prensão manual mostra ser um bom preditor de mortalidade futura e um indicador útil do envelhecimento da população. Com base nesse biomarcador, apresenta-se, neste capítulo, a *idade relativa* dos subgrupos populacionais em relação à mediana da força de prensão manual da população brasileira.

Os dados são analisados com base em gráficos que contrastam os subgrupos populacionais em termos de idade cronológica e idade relativa. Para facilitar a análise dos dados, sugere-se a definição de três áreas em cada gráfico: 1) área de proventos; 2) área de percalços; e 3) fronteira de neutralidade. O Painel 4 é um exemplo para análise das idades relativas com base nessa definição das áreas.

PAINEL 4 – Exemplo de análise gráfica das idades relativas

GRÁFICO 10 – Definição das áreas

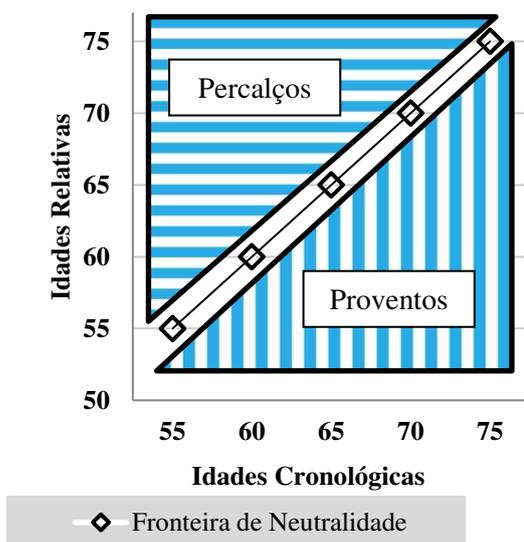
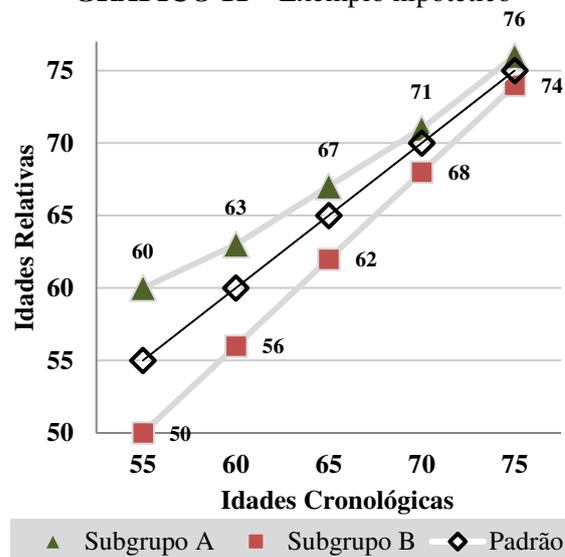


GRÁFICO 11 – Exemplo hipotético



Fonte: Elaboração própria.

A **fronteira de neutralidade** é representada por uma reta que expressa a relação linear entre *idade cronológica* e *idade relativa*. Para a análise que será desenvolvida neste Capítulo, trata-se de uma reta representativa da força de prensão manual dos brasileiros ou das brasileiras no ano de 2015. Dado que a mediana da força de prensão manual dos brasileiros é utilizada como *grupo padrão*, as *idades cronológicas* são idênticas às *idades relativas*. Por outro lado, os subgrupos são considerados como *índices* e suas *idades relativas* geralmente diferem das *idades cronológicas*.

A **área de proventos** representa uma vantagem do subgrupo em relação à mediana da população. Em outras palavras, os dados dos subgrupos com *idades relativas* inferiores à sua *idade cronológica* ocupam um espaço no gráfico que exibe característica de pessoas relativamente mais jovens. No exemplo do Gráfico 11, as idades relativas do **Subgrupo B** estão sempre na área de proventos, indicando que o **Subgrupo B** tem características de população menos envelhecida do que a média da população em análise.

Na **área de percalços**, situam-se os subgrupos com *idades relativas* superiores à sua *idade cronológica*. Nesse caso, os subgrupos constantes na área de percalços têm indivíduos com característica de pessoa relativamente mais envelhecida do que a mediana da população com a mesma *idade cronológica*. O **Subgrupo A** utilizado como exemplo no Gráfico 11 tem idades relativas sempre superiores à sua idade cronológica, indicando características de um subgrupo relativamente mais envelhecido do que a média da população.

A partir dos dados no Gráfico 11, também é possível comparar as *idades relativas* dos subgrupos em análise. Por exemplo, aos 60 cronológicos, a diferença entre as *idades relativas* dos subgrupos **A** e **B** é de 10 anos. Isso significa que, em média, a característica de envelhecimento dos indivíduos que pertencem ao Subgrupo A é 10 anos mais avançada do que dos indivíduos que pertencem ao Subgrupo B. Contudo, há uma tendência de redução das desigualdades nas idades mais avançadas, sendo que, aos 75 anos *cronológicos*, a diferença entre as *idades relativas* desses dois subgrupos é de apenas 2 anos. Esses valores compõem um exemplo hipotético, no qual há uma tendência de redução das desigualdades no envelhecimento de diferentes subgrupos. As próximas seções examinam os dados observados para subgrupos da população brasileira.

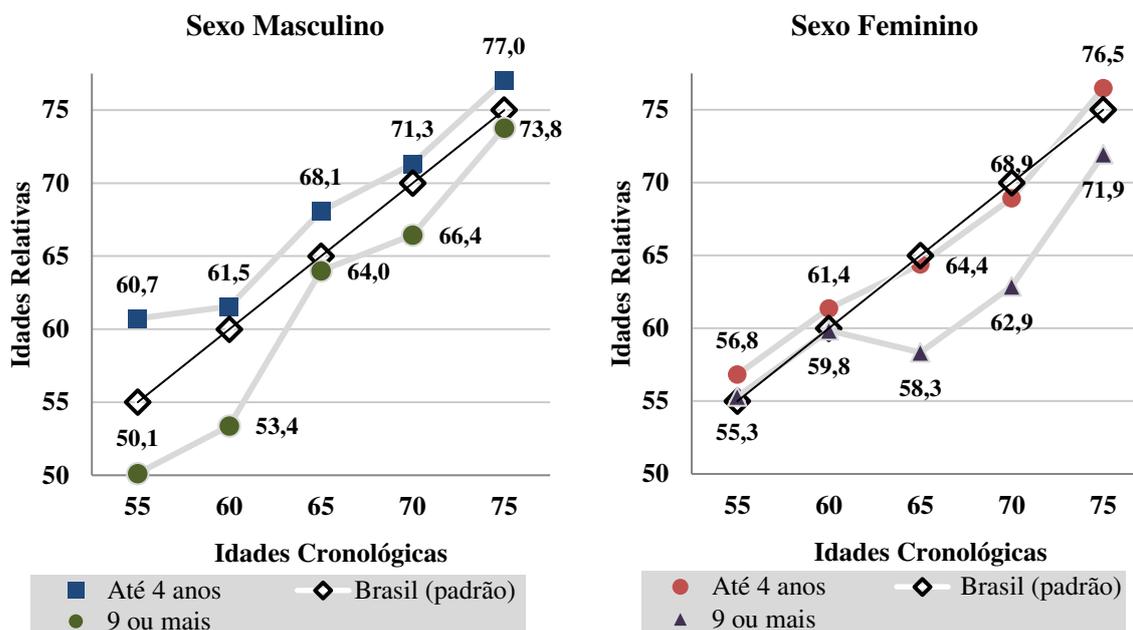
4.2 Idades relativas para diferentes níveis de escolaridade e renda

O Painel 5 exibe as idades relativas calculadas para dois subgrupos com diferentes níveis de escolaridade, oferecendo informação em um gráfico para o sexo masculino e outro gráfico para o sexo feminino.

Os indivíduos do sexo masculino que acumularam “até 4 anos de estudo formal” têm suas *idades relativas* posicionadas sempre na área de percalços, ou seja, suas *idades relativas* são superiores à sua *idade cronológica* e, portanto, esses têm características de pessoas mais envelhecidas do que a média dos homens com a mesma *idade cronológica*. Já os indivíduos que compõem o subgrupo “com 9 anos de estudo ou mais” têm *idades relativas* inferiores a sua *idade cronológica*, ou seja, estão na área de proventos e têm características de grupo relativamente mais jovem do que a média dos homens de mesma *idade cronológica*.

Ainda sobre os dados referentes ao sexo masculino, pode-se verificar que a diferença entre os indivíduos com maior e menor nível de escolaridade é maior nas coortes mais jovens (50-60 anos) e menor nas coortes de idades avançadas (65-75 anos). Aos 55 anos cronológicos, o homem com menos estudo tem característica de 60,7 anos, e o homem com mais estudo tem característica de 50,1 anos. Isso significa que, em média, a diferença entre as *idades relativas* desses dois subgrupos aos 55 anos cronológicos é de 10,6 anos. Enquanto que, no outro extremo do gráfico, a diferença entre as *idades relativas* desses mesmos subgrupos aos 75 anos cronológicos é de apenas 3,2 anos.

PAINEL 5 – Idade relativa para subgrupos de escolaridade – 2015



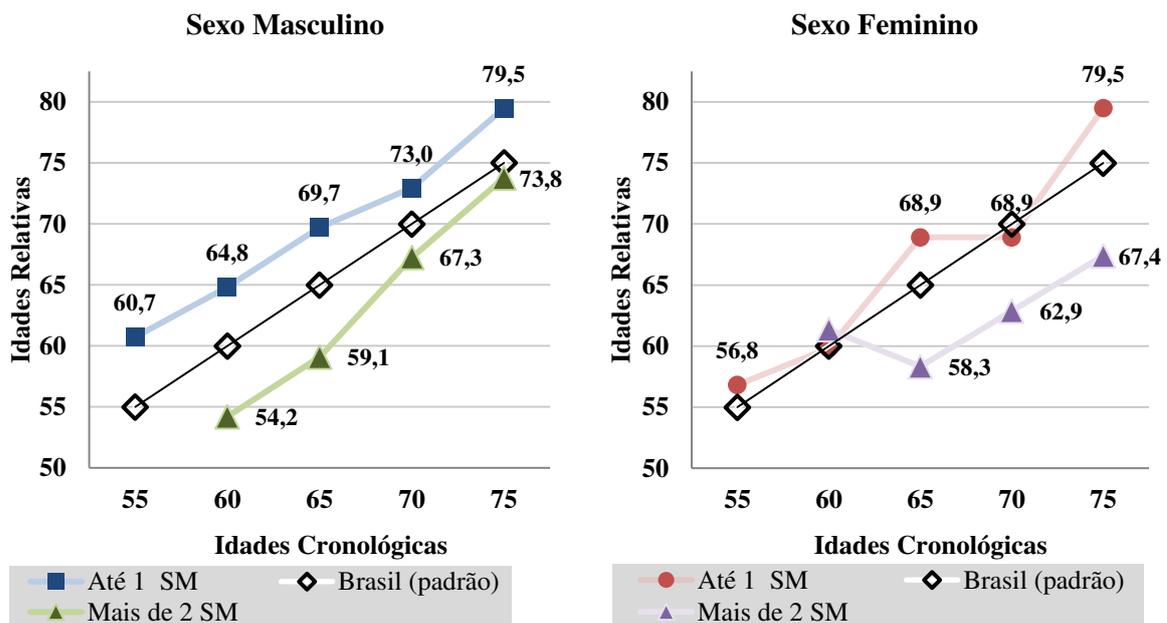
Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

Ter mais ou menos anos de estudo parece afetar o envelhecimento de homens e mulheres de forma diferente, pois o gráfico do sexo feminino indica um padrão diferente do padrão verificado nos dados do sexo masculino. Entre as mulheres, a maior diferença entre as *idades relativas* aparece aos 65 anos cronológicos, nos quais as mulheres com mais escolaridade têm 58,3 anos relativos, e as mulheres com menos escolaridade têm 64,4 anos relativos. Isso indica que a maior diferença entre as idades relativas do sexo feminino é de 6,1 anos. Além disso, a desigualdade das idades relativas das coortes de mulheres mais jovens (55-60 anos) é menor do que a desigualdade nas idades avançadas (65-75 anos). Contudo, a posição das *idades relativas* das mulheres com mais escolaridade está predominantemente na *área de proventos*, e a posição das *idades relativas* das mulheres com menos escolaridade está predominantemente acima da *fronteira de neutralidade*, indicando que ter mais anos de estudo representa uma vantagem em termos de taxa de envelhecimento.

Com base na análise do Painel 5, verifica-se que os anos de estudo formal afetam mais as diferenças entre as *idades relativas* dos homens do que entre as *idades relativas* das mulheres. Porém, ter mais anos de estudo posiciona ambos os sexos em *idades relativas* abaixo das suas *idades cronológicas*. Isso significa que, para qualquer uma das *idades cronológicas* analisadas (55, 60, 65, 70 e 75), as pessoas com 9 anos ou mais de estudo têm características de pessoas relativamente mais jovens do que as pessoas com menos estudo e mesma *idade cronológica*.

A renda individual também é um critério que viabiliza a estratificação da população para comparação entre *idades relativas*. É nesse sentido que o Painel 6 dispõe os dados de dois subgrupos de renda individual, um nível de renda mais baixa (até 1 salário-mínimo) e outro nível de renda mais elevada (mais de 2 salários mínimos). Verifica-se uma similaridade na disposição dos dados do Painel 5 e do Painel 6. Mesmo com valores diferentes, os dados desses dois painéis apresentam uma mesma tendência dos dois subgrupos analisados, sendo possível associar o posicionamento das *idades relativas* de indivíduos de baixa escolaridade com o posicionamento das *idades relativas* de indivíduos de baixa renda. Nesse caso, tanto os subgrupos de baixa renda como os subgrupos de baixa escolaridade estão com *idades relativas* predominantemente na *área de percalços*, enquanto que os subgrupos de renda mais elevada e de mais anos de estudo formal estão com suas *idades relativas* predominantemente na *área de proventos*.

PAINEL 6 – Idade relativa para subgrupos de renda – 2015



Fonte: ELSI-Brasil, 2016 [Elaboração própria].

* Salário-Mínimo em 2015: R\$ 789,00.

A *idade relativa* dos homens e mulheres com renda superior a 2 salários-mínimos e com 55 anos de idade cronológica é inferior a 50 anos relativos, por isso esses são valores faltantes nos gráficos do Painel 6.

No Painel 6, entre os subgrupos do sexo masculino, a maior diferença nas *idades relativas* está aos 60 e 65 anos cronológicos, onde a diferença de características entre os

indivíduos de renda mais baixa e os indivíduos de renda mais elevada se mantêm em 10,6 anos. Nos dados dos subgrupos do sexo feminino, a maior diferença aparece aos *75 anos cronológicos*, pois as mulheres com baixa renda individual têm *12,1 anos relativos* a mais do que as mulheres de renda individual mais elevada. Portanto, assim como no caso dos subgrupos de níveis de escolaridade (Painel 5), os dados para os subgrupos de renda (Painel 6) também indicam um padrão diferente entre os sexos, evidenciando maiores diferenças nas idades relativas do sexo masculino nas coortes mais jovens (55-65); e as maiores diferenças nas *idades relativas* do sexo feminino nas coortes mais velhas (65-75).

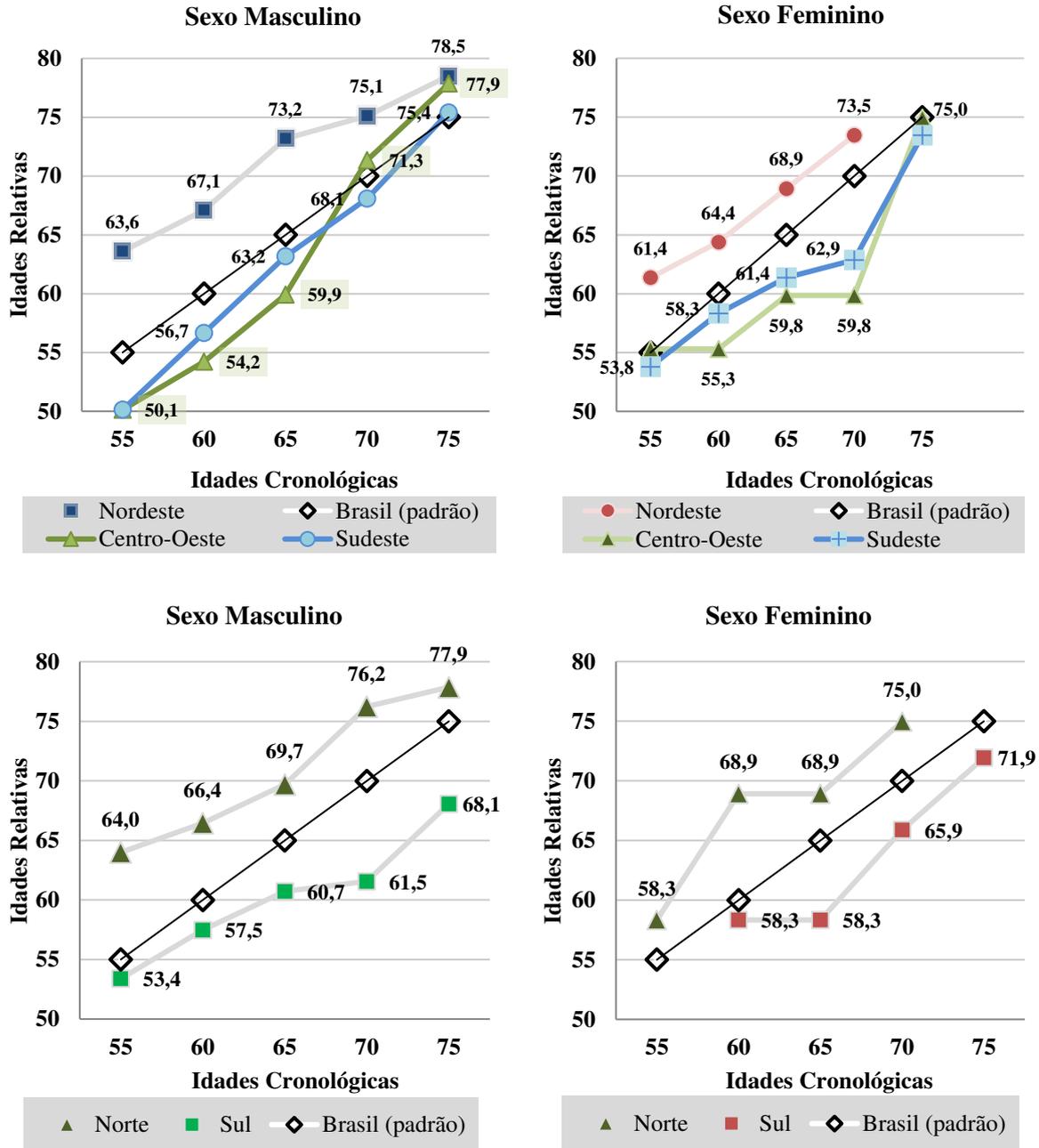
4.3 Idades relativas para as regiões do Brasil

No Capítulo 3 desta tese, a análise do envelhecimento com base na *abordagem prospectiva* revelou uma mesma tendência de envelhecimento entre as regiões do Brasil, mas com diferenças no estágio de envelhecimento observado e projetado. Em síntese, os indicadores analisados no Capítulo 3 atestam que algumas regiões do país estão em estágios mais avançados no processo de envelhecimento populacional. Com base em três indicadores de envelhecimento calculados com as idades *cronológicas* e *prospectivas*, foi possível ordenar as populações desde a mais envelhecida até a menos envelhecida, na seguinte ordem: Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte.

Nesta seção, o objetivo é contrastar as características de indivíduos que envelhecem nas cinco grandes regiões do Brasil, ou seja, saber qual a *idade relativa* dos brasileiros e brasileiras segundo a sua região de domicílio. Será que as populações mais envelhecidas segundo a *abordagem prospectiva* também são as mais envelhecidas segundo a *abordagem das características*? Ou será que as populações das regiões mais envelhecidas têm características de população relativamente mais jovem do que as pessoas em outras regiões do país?

Esta seção discute as idades relativas calculadas para as cinco grandes regiões do Brasil. O recorte etário é o mesmo analisado na seção anterior, ou seja, são apresentadas as *idades relativas* para as *idades cronológicas* de 55 até 75 anos. O Painel 7 exibe os dados de idade relativa para as cinco grandes regiões do Brasil, separando-as segundo sexo. Para facilitar a visualização e comparação dos dados, as *idades relativas* são contrastadas em quatro gráficos.

PAINEL 7 – Idade Relativa Para As Regiões Do Brasil – 2015



Fonte: ELSI-Brasil, 2016 [Elaboração própria].

As *idades relativas* das regiões Norte e Nordeste estão sempre posicionadas na *área de percalços*, ou seja, as *idades relativas* são sempre superiores às *idades cronológicas*. Portanto, os residentes nas regiões Norte e Nordeste têm, em média, características de pessoas mais velhas do que indivíduos de outras regiões com a mesma *idade cronológica*.

Em ambos os sexos, a comparação entre as *idades relativas* da região Norte e da região Sul indicam a manutenção das diferenças em todos os grupos etários analisados (de 55 a 75 para os homens; e de 60 a 70 para as mulheres).

As *idades relativas* dos indivíduos da região Sul estão sempre na *área de proventos*, indicando que esse subgrupo tem características de pessoas relativamente mais jovens do que a média da população brasileira com a mesma *idade cronológica*.

O subgrupo da região Centro-Oeste tem idades relativas diferentes para homens e mulheres, sobretudo aos 70 anos cronológicos. Nos dados do sexo feminino, as *idades relativas* estão localizadas na *área de proventos*, exceto aos 75 anos cronológicos, quando a *idade relativa* das mulheres da região Centro-Oeste está na *fronteira de neutralidade*. Para os homens da região Centro-Oeste, observa-se que as *idades relativas* intercalam entre as áreas de *provento* e de *percalço*, ou seja, entre 55 e 65 anos cronológicos, os homens são relativamente mais jovens do que a média dos brasileiros com a mesma idade, e, a partir dos 70 anos cronológicos, os homens são relativamente mais velhos do que a média dos brasileiros com a mesma *idade cronológica*.

As *idades relativas* da região Sudeste estão situadas predominantemente na área de proventos. Na comparação entre os dados para homens e mulheres, verifica-se uma diferença no padrão das idades relativas ao longo das coortes. Os homens têm *idades relativas* mais distantes da mediana da população nas idades mais jovens (55-60) e se aproximam progressivamente da mediana da população conforme se avança para as idades mais velhas (65-75); já as mulheres têm *idades relativas* mais próximas da mediana da população nas idades cronológicas mais jovens (55-60) e se afastam da mediana da população nas idades mais velhas (65-70).

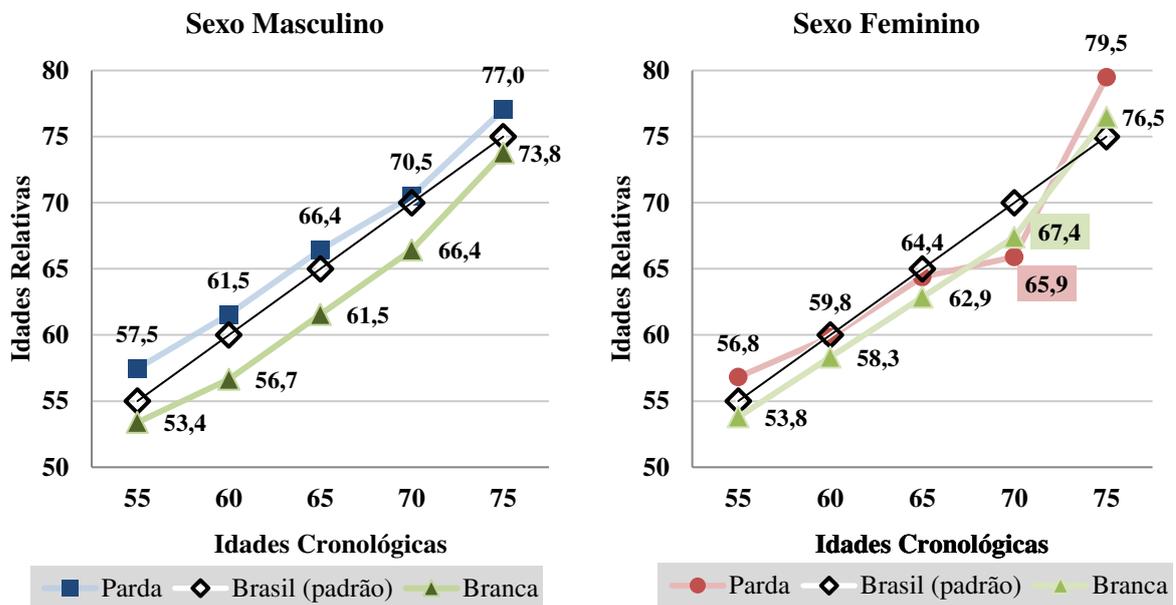
A *abordagem das características* oferece uma perspectiva complementar para a análise do envelhecimento no Brasil. Com o uso de *indicadores tradicionais e medidas prospectivas* aplicadas no Capítulo 3, verificou-se que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste estão em estágios relativamente mais atrasados no processo de envelhecimento. Em outras palavras, as regiões Sul e Sudeste têm populações relativamente mais envelhecidas segundo a idade mediana, proporção e idosos e razão de dependência dos idosos. Nesta seção desenvolvida com a *abordagem das características*, o contraste entre as *idades relativas* das regiões do Brasil revela que as pessoas idosas das regiões Norte e Nordeste têm características de pessoas relativamente mais envelhecidas do que as pessoas de outras regiões e com a mesma *idade cronológica*. Por exemplo, ao completarem 65 *anos cronológicos*, as mulheres das regiões Norte e Nordeste têm 68,9 *anos relativos*, enquanto as mulheres da região Sul têm 58,3 *anos relativos* (10,6 anos de diferença).

4.4 Idades relativas segundo a cor de pele declarada e segundo a situação de domicílio

A disponibilidade de dados que possam ser utilizados como biomarcadores do processo de envelhecimento é fundamental para a abordagem das características. O progresso na coleta de dados sobre as condições de saúde e demais características da população viabiliza o tipo de análise desenvolvida neste capítulo. O ELSI-Brasil dispõe os dados de cor de pele declarada para cinco categorias, quais sejam amarela, branca, indígena, parda e preta. Também há uma variável disponível sobre a situação de domicílio em duas categorias, rural ou urbana. Conforme discussão apresentada no Capítulo 2 e nos apêndices I e II desta tese, parte dos dados disponíveis não atendeu aos critérios de qualificação previamente estabelecidos. Sendo assim, esta última seção apresenta apenas os dados dos subgrupos de cor de pele declarada e de situação de domicílio que atenderam aos critérios de qualificação definidos no Capítulo 2.

O Painel 8 exibe os dados de idade relativa segundo as cores de pele declarada, contrastando as características de envelhecimento dos subgrupos de cor branca e parda.

PAINEL 8 – Idade relativa segundo as cores de pele declaradas – 2015



Fonte: ELSI-Brasil, 2016 [Elaboração própria].

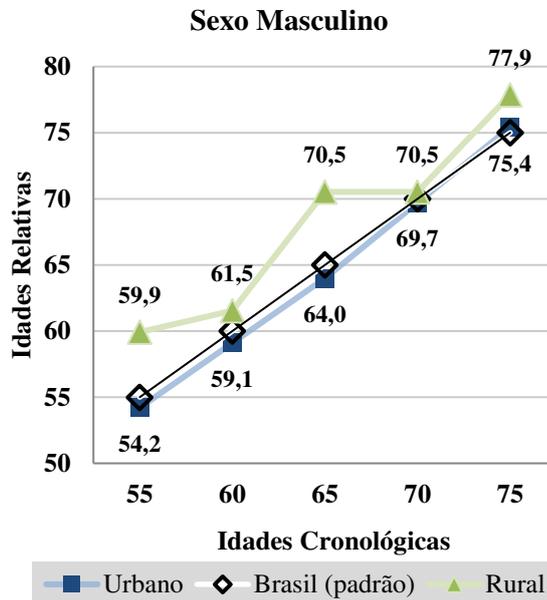
A primeira análise possível é que estratificação segundo a cor de pele declarada parece explicitar mais as diferenças entre os subgrupos do sexo masculino do que do sexo feminino. A diferença entre os subgrupos do sexo masculino é sustentada em todas as idades cronológicas, ou seja, as *idades relativas* do subgrupo de cor parda estão sempre na *área de percalços* e as *idades relativas* do subgrupo de cor branca estão sempre na *área de proventos*.

No caso do sexo feminino, além das diferenças entre as *idades relativas* dos subgrupos serem menores, há *idades relativas* dos dois subgrupos em ambas as áreas (percalços e proventos). Contudo, as *idades relativas* das mulheres de pele branca estão predominantemente na *área de proventos*, e as *idades relativas* das mulheres de pele parda oscilam pela *fronteira de neutralidade*, ora acima, ora abaixo.

A maior diferença entre as idades relativas segundo a cor de pele é obtida entre os homens com 65 anos de idade cronológica. Nesse caso, os homens brancos têm 61,5 anos relativos e os homens pardos têm 66,4 (4,9 anos de diferença). Entre as mulheres, a maior diferença está aos 75 anos cronológicos, nos quais as mulheres pardas têm 79,5 e as mulheres brancas 76,5 (3 anos de diferença).

A última estratificação dos dados apresentados neste capítulo é sobre a situação de domicílio, rural ou urbano. Os dados para o sexo feminino não atenderam aos critérios de qualificação para exibição e análise. Sendo assim, o Gráfico 12 contrasta as idades relativas de homens segundo sua situação de domicílio.

GRÁFICO 12 – Idade relativa segundo a situação de domicílio, 2015



Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

Os residentes de domicílios em área rural têm *idades relativas* superiores a mediana dos brasileiros com a mesma *idade cronológica*. Já os residentes em domicílios na área urbana em *idades relativas* predominantemente abaixo de sua *idade cronológica*.

As diferenças entre as *idades relativas* de homens residentes na área rural e homens residentes na área urbana não são constantes e não indicam um padrão, ou seja, há diferenças

maiores e menores intercaladas entre as observações disponíveis (de 55 a 75 anos). Por exemplo, aos 55 anos cronológicos a diferença é de 5,7 anos, aos 60 anos cronológicos é de apenas 2,4 anos, aos 65 anos cronológicos aumenta para 6,5 anos, e aos 70 anos cronológicos é de apenas 0,8 anos.

Essa oscilação das *idades relativas* no Gráfico 12 e nos dados para o sexo feminino no Painel 8 podem indicar a necessidade de aprimoramento na coleta dos dados por amostragem para esses subgrupos. Em outras palavras, talvez seja necessário a ampliação da amostra para determinados subgrupos ou uma mudança metodológica no uso desses dados. Por outro lado, talvez a estratificação por situação de domicílio ou por cor de pele declarada não tenha tanto efeito como as demais estratificações apresentadas neste capítulo. Propositalmente, no início do capítulo, foram exibidas e analisadas as informações mais completas em termos de estratificação (subgrupos de escolaridade, renda e região do país), deixando para a última seção os estratos com dados incompletos, ou seja, o conjunto de dados residuais sobre os subgrupos de cor de pele declarada e situação de domicílio.

As idades relativas apresentadas neste capítulo informam sobre a insuficiência de mensuração da idade com base apenas no critério cronológico ou mesmo na abordagem prospectiva. Com base na força de prensão manual, verificou-se que pessoas com a mesma idade cronológica estão em diferentes estágios no processo de envelhecimento. As *idades relativas* de subgrupos populacionais são indicadores que exibem essas diferenças, contrastando subgrupos relativamente mais jovens do que sua idade cronológica daqueles subgrupos relativamente mais velhos do que sua idade cronológica. A análise gráfica facilita a visualização dessas diferenças quando há uma predominância das *idades relativas* na *área de percalços* ou então na *área de proventos*.

CONCLUSÃO

A magnitude do ritmo de envelhecimento da população brasileira pode ser sinteticamente apresentada pela comparação entre duas taxas, quais sejam a taxa de crescimento da população total e a taxa de crescimento do grupo etário classificado como idoso (pessoas com 60 anos cronológicos ou mais). Os primeiros resultados do Censo Demográfico 2022 atestam que a população brasileira atingiu o total de 203.062.512 habitantes. Quando se compara com a população recenseada no ano de 2010, nota-se um crescimento de 6,5%. Para o mesmo período de 12 anos (2010-2022), o grupo de pessoas com 60 anos ou mais registrou um crescimento de 55,8%, passando de 20,6 milhões de idosos em 2010 (10,8% da população) para 32,1 milhões em 2022 (15,8% da população) (IBGE, 2011; 2023).

O uso desse tipo de apresentação sintética dos dados é bastante frequente em introduções de estudos que pretendem discutir não apenas o envelhecimento populacional, mas também os seus possíveis desdobramentos em termos de demanda por políticas públicas. De forma complementar, também se pode lançar mão de indicadores tradicionalmente úteis na mensuração e análise do envelhecimento populacional. Três exemplos de indicadores tradicionais foram analisados no Capítulo 3 desta tese, quais sejam (i) a idade mediana da população, (ii) a proporção de idosos e (iii) a razão de dependência dos idosos. Os indicadores tradicionalmente utilizados facilitam a interpretação do processo de envelhecimento populacional, seja numa observação ao longo de série histórica, seja na comparação entre populações para um mesmo período.

Contudo, a eficácia das medidas tradicionais de envelhecimento populacional tem sido questionada (Spijkier, 2015); e as novas formas de conceituar e mensurar o envelhecimento populacional emergem (Scherbov; Sanderson, 2016). O aumento da expectativa de sobrevivência em idades avançadas, a melhor condição de saúde de pessoas idosas e a maior heterogeneidade do grupo de pessoas com 60 anos ou mais são fatores que contestam a eficácia e a utilidade *das medidas tradicionais* na mensuração do envelhecimento populacional. O uso exclusivo da *idade cronológica* como base para mensuração do envelhecimento populacional está em grande parte dessa discussão. É a partir disso que surgem indicadores alternativos e suas respectivas abordagens para análise e mensuração do envelhecimento populacional.

A mensuração e a análise do envelhecimento da população brasileira no Século XXI requerem uma combinação de *abordagens* que possam contribuir no desenvolvimento de uma ampla agenda de envelhecimento, preservando direitos constitucionalmente assegurados desde a década de 1980; e avançando na construção da agenda de envelhecimento saudável

materializada pelo plano para uma *Década do Envelhecimento Saudável 2020-2030* (OPAS, 2020). Qualquer que seja a política de envelhecimento em pauta, a forma como conceituamos a idade ocupa posição central na definição do público elegível aos serviços, benefícios e programas governamentais. E é nesse sentido que as *abordagens emergentes* podem contribuir na conceituação, mensuração e análise do envelhecimento da população no Brasil Século XXI.

Nesta tese, além dos indicadores tradicionais de envelhecimento populacional, foram aplicadas duas *abordagens emergentes* para mensuração e análise do envelhecimento da população brasileira, a *abordagem prospectiva* e a *abordagem das características*. A *abordagem prospectiva* foi viabilizada pela noção de *idade prospectiva*, isto é, a idade conceituada com base na expectativa de sobrevivência em idades avançadas. Já a *abordagem das características* fundamenta-se no uso da *idade relativa* para evidenciar desigualdades no processo de envelhecimento de subgrupos populacionais de uma mesma coorte de nascimento, mas com características distintas.

As formas alternativas de conceituar a idade e as *abordagens emergentes* para análise e mensuração do envelhecimento devem exercer um papel central na orientação de políticas públicas dirigidas às novas coortes de idosos durante o Século XXI. Com base nesse pressuposto, desenvolveu-se esta pesquisa para solução das seguintes questões: (1) considerando as abordagens emergentes para mensuração do envelhecimento populacional, como o Brasil está envelhecendo? (2) quais as diferenças de idade entre estratos da população brasileira segundo as novas medidas de envelhecimento populacional? (3) qual o significado, o potencial e os limites da abordagem prospectiva na determinação da agenda de envelhecimento populacional no Brasil do Século XXI?

Os resultados que compõem a resposta para a primeira pergunta de pesquisa estão na aplicação da *idade prospectiva*, isto é, no Capítulo 3. Verificou-se que o envelhecimento populacional é um processo vigente no Brasil tanto com as *medidas tradicionais* como também com a aplicação da *abordagem prospectiva*. Contudo, quando são analisadas as projeções de envelhecimento com base nas novas *medidas prospectivas*, o processo segue um ritmo mais lento do que aquele calculado com as medidas tradicionais. Analisando a série projetada até 2060, a trajetória dos indicadores calculados com a *idade prospectiva* tende a compor uma curva de envelhecimento mais suave do que a curva de indicadores calculados com a *idade cronológica*. Essa configuração dos *indicadores prospectivos* para o Brasil está em consonância com os resultados de estudos para diversos países da América Latina, incluindo o Brasil (Gietel-Basten; Saucedo; Scherbov, 2020).

Assim, o processo de envelhecimento populacional no Brasil é um fenômeno perdurável para ambas as medidas de idade (cronológica e prospectiva). Contudo, cada novo indicador prospectivo apresentou uma variabilidade específica com relação à sua respectiva medida tradicional. Por exemplo, entre 2010 e 2060, quando se analisou a idade mediana da população, verificou-se que o nível de envelhecimento calculado com base na *idade mediana prospectiva* é 63,4% menor do que o nível de envelhecimento calculado com a *idade mediana cronológica*. Por outro lado, quando se analisou o percentual de idosos na população, também para o período entre 2010 e 2060, verificou-se que o envelhecimento populacional calculado com a *idade prospectiva* é 31% menor do que o envelhecimento calculado com a *idade cronológica*.

Ainda sobre a resposta para a primeira pergunta de pesquisa, a *abordagem prospectiva* corroborou com o reconhecimento de que há diferentes estágios no processo de envelhecimento entre as cinco grandes regiões do Brasil. Isso significa que, embora exista uma mesma tendência de envelhecimento ao longo da série histórica, algumas regiões do país estão em estágio mais avançado do que outras nesse processo. Com os indicadores apresentados no Capítulo 3, foram ordenadas as populações desde a mais envelhecida até a menos envelhecida, na seguinte ordem: Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte.

A análise contida no Capítulo 4 responde à segunda pergunta de pesquisa: **(2) quais as diferenças de idade entre estratos da população brasileira segundo as novas medidas de envelhecimento populacional?** A combinação entre a *idade cronológica* e a *força de prensão manual* viabilizou a comparação entre a característica dos diferentes subgrupos em processo de envelhecimento. O pressuposto dessa análise é que os brasileiros com a mesma idade cronológica em 2015 têm *forças de prensão manual* distintas e associadas às características do subgrupo populacional ao qual pertencem. Com base nesse biomarcador, apresentou-se, de forma inédita, a *idade relativa* dos subgrupos populacionais em relação à mediana da força de prensão manual da população brasileira.

Os resultados apresentados no Capítulo 4 asseguram que, dependendo do grupo de renda ou escolaridade, os idosos brasileiros do sexo masculino têm *idades relativas* que podem alcançar 10,6 anos de diferença de um grupo para outro. Por exemplo, um idoso de *60 anos cronológicos* do sexo masculino com renda até 1 salário-mínimo tem, em média, características de uma pessoa 10,6 anos mais envelhecida do que um idoso que ganha mais de 2 salários mínimos e pertence a mesma coorte de nascimento. Nos dados dos subgrupos do sexo feminino, a maior diferença aparece aos *75 anos cronológicos*, pois as mulheres com baixa renda individual têm *12,1 anos relativos* a mais do que as mulheres de renda individual mais elevada.

Ter mais anos de estudo formal ou mais renda individual representa uma vantagem aos subgrupos em termos de características de envelhecimento, enquanto que ter menos anos de estudo ou menor nível de renda individual representa uma desvantagem do grupo no seu processo de envelhecimento.

Além disso, com a *abordagem das características*, a mensuração do contraste entre as *idades relativas* das regiões do Brasil revelou que as pessoas idosas das regiões Norte e Nordeste têm características de pessoas relativamente mais envelhecidas do que as pessoas de outras regiões e com a mesma *idade cronológica*. Por exemplo, ao completarem 65 *anos cronológicos*, as mulheres das regiões Norte e Nordeste têm 68,9 *anos relativos*, enquanto as mulheres da região Sul têm 58,3 *anos relativos* (10,6 anos de diferença).

No que se refere aos subgrupos por cor de pele declarada, a maior diferença entre as *idades relativas* foi obtida entre os homens com 65 anos de idade cronológica. Nesse caso, os homens brancos têm 61,5 anos relativos e os homens pardos têm 66,4 (4,9 anos de diferença). Entre as mulheres, a maior diferença está aos 75 anos cronológicos, nos quais as mulheres pardas têm 79,5 e as mulheres brancas 76,5 (3 anos de diferença).

Os resultados obtidos com a mensuração e comparação das *idades relativas* de diferentes subgrupos populacionais viabilizaram a resposta para a segunda pergunta de pesquisa constante nesta tese. E é com essa exposição das desigualdades de características de envelhecimento entre subgrupos populacionais da mesma coorte de nascimento que direcionamos os esforços para a terceira pergunta de pesquisa: **qual o significado, o potencial e os limites da abordagem prospectiva na determinação da agenda de envelhecimento populacional no Brasil do Século XXI?**

A *abordagem prospectiva* significa complementar a análise do envelhecimento com uma idade alternativa à *idade cronológica*. Portanto, o uso da *idade prospectiva* complementa a análise do envelhecimento populacional ao incorporar a expectativa de sobrevida na mensuração da idade. A *abordagem prospectiva* oferece uma perspectiva complementar para a análise do envelhecimento populacional. De forma geral, quando a análise do envelhecimento combina a *abordagem tradicional* com a *abordagem prospectiva*, verifica-se um envelhecimento em ritmo mais acelerado com a *abordagem tradicional* e um envelhecimento em ritmo mais lento com a *abordagem prospectiva*.

Sobre o seu uso potencial na determinação da agenda de envelhecimento, buscando equacionar as políticas públicas dirigidas aos idosos com as suas respectivas demandas, poder-se-ia introduzir a *idade prospectiva* como “indexador da idade de fronteira”. Em outras palavras, a *idade cronológica* que assegura direitos aos idosos no Brasil desde 1980 poderia ser

reajustada com base na *idade prospectiva*. Assim, a cada ampliação da expectativa de sobrevida aos 60 anos cronológicos, haveria uma elevação da *idade cronológica* necessária para acesso aos direitos específicos desse grupo etário.

Ainda que a *idade prospectiva* não tenha sido explicitamente utilizada como parte do argumento para reformas do Sistema de Seguridade Social brasileiro, a ampliação da expectativa de vida é frequentemente vinculada às justificativas da chamada “Reforma da Previdência”. Em 2016, teve-se a tramitação da última proposta de emenda a constituição que tratou dessa temática, a Exposição de Motivos da PEC nº 287/2016 foi elaborada pelo Ministério da Fazenda, argumentando que a expectativa de sobrevida dos idosos com 65 anos ou mais aumentou 12 anos entre 1980 e 2015, atingido 18,4 anos (Jaccoud; Mesquita; Paiva, 2017). Foi com base nesses indicadores em nível de população total que o governo propôs alteração da idade para acesso ao Benefício de Prestação Continuada (BPC), passando de 65 para 70 anos, ignorando o fato de que, segundo dados do Anuário Estatístico de Previdência Social, a expectativa de sobrevida dos beneficiários idosos do BPC é inferior a 7,9 anos (Jaccoud; Mesquita; Paiva, 2017).

Esses fatos anunciam que a *abordagem prospectiva* já fundamenta propostas na agenda pública; e que a *idade prospectiva* é um instrumento potencial para futuras propostas. No Capítulo 3, o uso da *idade prospectiva* como “indexador da idade de fronteira” foi exemplificado com o Benefício de Prestação Continuada (BPC), previsto na legislação brasileira desde a década de 1980 e dirigido aos idosos com 65 *anos cronológicos* ou mais e pessoas com deficiência. Nesse caso, se fosse aplicada a *idade prospectiva* como indexador para ajuste da *idade cronológica* de fronteira (65 anos), a *idade cronológica* mínima para uma pessoa idosa ter acesso ao BPC, no ano de 2020, seria 74 anos. Isso porque, ao completar 74 anos cronológicos no ano de 2020, um cidadão brasileiro tem, em média, a expectativa de sobrevida igual ao cidadão brasileiro que completava 65 anos cronológicos em 1980. Em suma, o indivíduo com 74 *anos cronológicos* em 2020 tem complementarmente 65 *anos prospectivos* com base em 1980.

Esse tipo de utilização da *idade prospectiva* deve inserir no debate público a seguinte questão: é suficiente para fins de política pública assumir a expectativa de vida como a *proxy* que determina a inclusão ou a exclusão de grupos elegíveis aos benefícios, ações e programas governamentais? As *idades relativas* apresentadas nesta tese informam sobre a insuficiência de mensuração da idade com base apenas no *critério cronológico* ou mesmo na *abordagem prospectiva*. Com base na força de prensão manual, verificou-se que pessoas com a mesma idade cronológica estão em diferentes estágios no processo de envelhecimento. As

idades relativas de subgrupos populacionais são indicadores que exibem essas diferenças, contrastando subgrupos relativamente mais jovens do que sua idade cronológica daqueles subgrupos relativamente mais velhos do que sua idade cronológica.

Em suma, os indicadores tradicionais e prospectivos não revelam as desigualdades no processo de envelhecimento entre grupos socioeconômicos e, portanto, sua utilização como “indexador da idade de fronteira” ocasionará novas restrições e constrangimentos aos grupos socioeconômicos que envelhecem relativamente mais rápido. Se a equidade for estabelecida enquanto princípio norteador da agenda de envelhecimento, então, o acesso aos serviços e benefícios públicos deve considerar não apenas a *idade cronológica* e a expectativa de vida (*idade prospectiva*), mas também as desigualdades objetivas do envelhecimento que se revelam por meio da mensuração e análise da *idade relativa*.

Se a agenda de envelhecimento populacional no Brasil do Século XXI precisa incorporar os objetivos *Década do Envelhecimento Saudável 2020-2030*, então a mensuração do envelhecimento exige uma mudança significativa na forma como pensamos, sentimos e agimos com relação à idade e ao envelhecimento. Conceituar e mensurar o envelhecimento populacional para além de determinada fronteira cronológica significa introduzir a *abordagem prospectiva* combinada com a *abordagem das características*. Nesse sentido, tanto a ampliação da expectativa de vida como o grau de desigualdade no processo de envelhecimento podem fomentar ações para a agenda de envelhecimento saudável, garantindo que as comunidades promovam as capacidades das pessoas idosas, reduzam as desigualdades entre subgrupos e entreguem serviços de cuidados integrados desde a atenção básica até os cuidados de longa duração (OPAS, 2020).

Para tanto, faz-se necessária a continuidade dos esforços para mensuração e relativização da idade com base em características dos indivíduos em determinada população. A força de preensão manual demonstra ser um bom preditor de mortalidade futura, um indicador útil do envelhecimento da população e um meio para calcular a *idade relativa*. Mas a *abordagem das características* também pode ser desenvolvida com base na coleta e operacionalização de outros biomarcadores como, por exemplo, a velocidade de marcha. A ampliação de dados disponíveis que possam ser utilizados para esse tipo de análise requer investimentos em pesquisas por amostragem que combinem dados biológicos úteis para mensuração do envelhecimento.

O presente estudo é pioneiro e buscou mensurar de uma forma mais objetiva o ritmo do envelhecimento do país. Nesse sentido, esta tese avançou nas discussões sobre o envelhecimento populacional no Brasil. Uma limitação do estudo foi a utilização de apenas um

biomarcador como variável contínua que viabilizou o cálculo das idades relativas (a força de prensão manual). Futuras pesquisas devem promover a ampliação das variáveis biológicas contínuas que possam ser úteis no cálculo das idades relativas. Além disso, novas pesquisas também poderão relacionar a idade relativa com as diferenças de gênero e de ocupação no mercado de trabalho.

Cumprido destacar que o presente estudo buscou utilizar os dados mais atualizados do Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros (ELSI), combinando os dados coletados em 2015 com os dados da segunda onda, coletados em 2019. Contudo, avaliou-se que o banco de dados do ELSI para o ano de 2019 é composto uma amostra menos robusta na composição dos grupos de interesse e para o uso dos dados de força de prensão manual. Presume-se que o período de pandemia pode ter prejudicado a realização da pesquisa. Assim, ressalta-se a importância de futuros investimentos nessa pesquisa para continuidade dos estudos sobre envelhecimento, bem como para novas abordagens metodológicas envolvendo a idade relativa.

Esta pesquisa oferece uma série de subsídios à discussão, revisão e formulação de políticas públicas que possam reconhecer as desigualdades no processo de envelhecimento, mas não tem a pretensão de indicar soluções pontuais para uma agenda tão complexa.

No âmbito da agenda pública, a mensuração do envelhecimento que observar apenas a dimensão quantitativa da população pode ser justificativa para reformas de um Estado que ignora as diversas características e as respectivas demandas da população que envelhece. Por outro lado, a mensuração do envelhecimento que incorporar também características da população pode justificar o investimento em políticas e ações voltadas ao envelhecimento saudável.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. R. P. C.; SENNA, J. R. X. **Tábuas de mortalidade por sexo e grupos de idade**: grandes regiões e unidades da federação – 1980, 1991 e 2000. Rio de Janeiro, RJ, 2005. (Textos para Discussão, n. 20).

ANDRADE, J. M. et al. Perfil da fragilidade em adultos mais velhos brasileiros: ELSI-Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 52, supl. 2, p. S1-S10, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/dXBjsZYPJWjm53NmK8cWwVj/?lang=pt>. Acesso em: 14 nov. 2023.

BENGSON, V. L.; BURGESS, E. O.; PARROT, T. M. Theory, explanation, and a third generation of theoretical development in social gerontology. **Journal of Gerontology: Social Sciences**, Washington, DC, v. 52, n. 2, p. 72-88, 1997.

BLANCO, M. El enfoque del curso de vida: orígenes y desarrollo. **Revista Latinoamericana de Población**, Ano 5, No. 8 - p.5 -32. Janeiro, 2011.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Geral. Lei nº 13.183, de 4 de novembro de 2015. Altera as Leis nº 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.213, de 24 de julho de 1991, 10.779, de 25 de novembro de 2003, 12.618, de 30 de abril de 2012, 10.820, de 17 de dezembro de 2003 e a Lei nº 7.998, de 11 de janeiro de 1990; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 nov. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília, DF, 2006. (Cadernos de Atenção Básica, n. 19). Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_saude_pessoa_idosa.pdf. Acesso em: 05 out. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Emenda Constitucional nº 41, de 19 de dezembro de 2003**. Modifica os arts. 37, 40, 42, 48, 96, 149 e 201 da Constituição Federal, revoga o inciso IX do § 3 do art. 142 da Constituição Federal e dispositivos da Emenda Constitucional nº 20, de 15 de dezembro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 2003a.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Estatuto do Idoso. Lei n. 10.741 de 01 de outubro de 2003**. Brasília, DF, 2003b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.741.htm. Acesso em: 11 set. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Emenda Constitucional nº 20, de 15 de dezembro de 1998. Modifica o sistema de previdência social, estabelece normas de transição e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 dez. 1998.

CAMARANO, A. A.; PASINATO, M. T. O envelhecimento populacional na agenda das políticas públicas. In: CAMARANO, A. A. (org.). **Os idosos brasileiros: muito além dos 60?** Rio de Janeiro, RJ: IPEA, 2004. p. 253-292.

CAREY, J. R.; VAUPEL, J. W. Biodemography. In: POSTON JR., D. L. (ed.). **Handbook of population**. 2. ed. New York, NY: Springer, 2019. p. 713-745.

CARVALHO, J. A. M.; GARCIA, R. A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 19, n. 3, p. 725-733, 2003.

CHACKIEL, J.; SCHKOLNIK, S. **América Latina**: los sectores rezagados en la transición de la fecundidad. Santiago, Chile: CEPAL, 2003. (Serie Población y Desarrollo).

CIOSAK, S. I. et al. Senescência e senilidade: novo paradigma na Atenção Básica de Saúde. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, SP, v. 45, (esp.2), p. 1761-1765, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0080-62342011000800022>. Acesso em: 05 out. 2021.

CNP – CONSELHO NACIONAL DE PREVIDÊNCIA. **ATA da 247ª Reunião Ordinária do Conselho Nacional de Previdência (CNP)**. Brasília, DF: Ministério da Fazenda, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/images/previdencia/2018/04/atacnps247.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.

COBB, W. R.; ELDER, V. C. The politics of agenda building: an alternative perspective for modern democratic theory. **Journal of Politics**, Chicago, v. 33, n. 4, p. 892-915, 1971. Disponível em: <https://fbaum.unc.edu/teaching/articles/CobbElder-JOP-1971.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.

COMFORT, A. The nature and criteria of senescence. In: COMFORT, A. **The biology of senescence**. New York, NY: Rinehart & Company, INC, 1956. p. 17-41. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/6435>. Acesso em: 06 out. 2021.

COSIO-ZAVALA, M. E. Dos modelos de transición demográfica en América Latina. **Perfiles Latinoamericanos**, México, n. 6, p. 29-47, 1995.

COSIO-ZAVALA, M. E. La transición demográfica en América Latina y en Europa. **Notas de Población**, Santiago, Chile, n. 56, p. 11-32, 1992. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/12947>. Acesso em: 11 jan. 2022.

COTLEAR, D. (ed). **Population aging: is Latin America ready?** Washington, DC: World Bank, 2011. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2542>. Acesso em: 13 jan. 2022.

CRIMMINS, E.; KIM, J. K.; VASUNILASHORN, S. Biodemography: new approaches to understanding trends and differences in population health and mortality. **Demography**, New York, NY, v. 47, Suppl. 1, p. S41-64, 2010. doi:10.1353/dem.2010.0005

DAUGHERTY, H. G.; KAMMEYER, K. C. W. Population composition. In: DAUGHERTY, H. G.; KAMMEYER, K. C. W. **An introduction to population**. 2. ed. New York, NY: Guilford Publications, 1995. p. 81-106. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/An_Introduction_to_Population/BEw78usS_eIC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=population+pyramid&pg=PA87&printsec=frontcover. Acesso em: 30 nov. 2021.

DEBERT, G. G. Velhice e o curso da vida pós-moderno. **Revista USP**, São Paulo, SP, n. 42, p. 70-83, 1999.

DUGAROVA, E. et al. **Ageing, older persons and the 2030 agenda for sustainable development**. New York, NY: United Nations Development Programme, 2017. Disponível em: <https://www.undp.org/publications/ageing-older-persons-and-2030-agenda-sustainable-development>. Acesso em: 20 jul. 2021.

ELDER, G.; KIRKPATRICK, M.; CROSNOE, R. The emergence and development of life course theory. In: JEYLAN, T. M.; MICHAEL J. S. (ed.). **Handbook of the life course**. New York, NY: Springer, 2003. p. 3-19. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-306-48247-2_1. Acesso em: 26 jan. 2022.

ELSI-BRASIL. **Estudo longitudinal da saúde dos idosos brasileiros**. Belo Horizonte, MG: Fundação Oswaldo Cruz – Minas Gerais (FIOCRUZ-MG), 2016. Disponível em: <http://elsi.cpqrr.fiocruz.br/a-pesquisa/o-que-e-o-elsi-brasil/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

FANTIN, R.; CAMACHO, B. G.; SOLÍS, B. C. Defunciones por COVID-19: distribución por edad y universalidad de la cobertura médica en 22 países. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, DC, v. 45, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53770>. Acesso em: 13 jan. 2022.

FIGUEIREDO, R. G. et al. Força de apreensão manual como ferramenta diagnóstica de risco de fragilidade em pacientes idosos com asma moderada a grave. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, SP, v. 49, n. 3, p. 1-8, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/7JMfFRrxq738Sm4rQYsdFpr/?lang=pt>. Acesso em: 14 nov. 2023.

FISHMAN, J. R.; BINSTOCK, R. H.; LAMBRIX, M. A. Antiaging science: the emergence, maintenance, and enhancement of a discipline. **Journal of Aging Studies**, New York, NY, v. 22, n. 4, p. 295-303, 2008.

FRIES, J. F. Aging, natural death, and the compression of morbidity. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 303, n. 3, p. 130-135, 1980.

GIETEL-BASTEN, S.; SAUCEDO, S. E. G.; SCHERBOV, S. Prospective measures of aging for Central and South America. **Plos One**, California, v. 15, n. 7, 2020.

GONÇALVES, A.; BRANCHI, B. A. Envelhecimento, sustentabilidade e reforma do Sistema de Seguridade Social brasileiro: um novo desafio demográfico para uma velha questão política. **Textos & Contextos**, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 2, p. 348-361, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/1677-9509.2019.2.30113>. Acesso em: 15 jan. 2022.

GONZAGA, M. R.; QUEIROZ, B. L.; LIMA, E. E. C. Compression of mortality: the evolution in the variability in the age of death in Latin America. **Revista Latinoamericana de Población**, Rio de Janeiro, RJ, v. 12, n. 23, p. 9-35, 2018.

HARMAN, D. The aging process. **Proceedings of National Academy of Sciences of the USA**, Omaha, v. 78, n. 11, p. 7124-7128, 1981. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.78.11.7124>. Acesso em: 04 out. 2021.

HAYFLICK, L. The future of ageing. **Nature**, London, v. 408, n. 6809, p. 267-269, 2000.

HINDE, A. **Demographic methods**. London: Arnold Publishers, 1998.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados iniciais do Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro, RJ, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=38166&t=resultados>. Acesso em: 03 nov. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeira prorrogação do Censo Demográfico: de 2020 para 2021**. Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques/27161-censo-2020-adiado-para-2021.html>. Acesso em: 20 jul. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população: Brasil e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro, RJ, 2013a. (Série Relatórios Metodológicos, v. 40).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tábuas abreviadas de mortalidade por sexo e idade:** Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação 2010. Rio de Janeiro, RJ, 2013b. (Estudos e Pesquisas).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeiros resultados definitivos do Censo 2010.** Rio de Janeiro, RJ, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1866&t=primeiros-resultados-definitivos-censo-2010-populacao-brasil-190-755-799-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 20 jul. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores sociodemográficos:** prospectivos para o Brasil 1991-2030. Rio de Janeiro, RJ: IBGE; São Paulo, SP: Arbeit, 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=25851>. Acesso em: 03 jun. 2022.

JACCOUD, L.; MESQUITA, A. C.; PAIVA, A. **O Benefício de Prestação Continuada na reforma da previdência:** contribuições para o debate. Brasília, DF: IPEA, 2017. (Texto de Discussão, n. 2301).

JIN, K. Modern Biological theories of aging. **Aging and Disease**, USA, v. 2, n. 2. p. 72-74, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2995895/>. Acesso em: 21 set. 2023.

KASS, L. R. L'Chaim and its limits: why not immortality? **First Things**, [S. l.], n. 113, p. 17-24, 2001.

KNIGHT, J. A. The process and theories of aging. **Annals of Clinical and Laboratory Science**, Houston, TX, v. 25, n. 1, p. 1-12, 1995. Disponível em: <http://www.annclinlabsci.org/content/25/1/1.full.pdf+html>. Acesso em: 04 out. 2021.

LEE, L. et al. Screening for frailty in primary care: accuracy of gait speed and hand-grip strength. **Canadian Family Physician**, [S. l.], v. 63, n. 1, p. e51-e57, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317085183_Screening_for_frailty_in_primary_care. Acesso em: 14 nov. 2023.

LIN, K. Modern biological theories of aging. **Aging and Disease**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 72-74, 2010.

LUTZ, W. et al. Years of good life (YoGL): a well-being indicator designed to serve as sustainability criteria. In: ANNUAL MEETING 2020 – PAA, 2020, Washington, DC. **Anais...** Alexandria: PAA, 2020.

MAGALHÃES, J. P. The scientific quest for lasting youth: prospects for curing aging. **Rejuvenation Research**, New Rochelle, NY, v. 17, n. 5, p. 458-467, 2014.

MASON, A.; LEE, R. **O envelhecimento da população e a economia geracional:** principais resultados. Santiago, Chile: CEPAL, 2010. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3944>. Acesso em: 21 jul. 2021.

MEDAWAR, P. B. Un unsolved problem of biology. In: MEDAWAR, P. B. **The uniqueness of the individual.** New York, NY: Routledge, 1958. p. 44-70. Disponível em: http://info-centre.jenage.de/assets/pdfs/library/medawar_uniqueness_of_the_individual.pdf. Acesso em: 06 out. 2021.

MEDVEDEV, Z. A. An attempt at a rational classification of theories of aging. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge, v. 65, n. 3, p. 375-398, 1990.

MICROSOFT. **Site Oficial de Suporte.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-BR>. Acesso em: 01 jul. 2022.

- MOTA, M.; FIGUEIREDO, P.; DUARTE, J. Teorias biológicas do envelhecimento. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, Portugal, v. 4, n. 1, p. 81-110, 2004. Disponível em: researchgate.net/publication/268354890_Teorias_biologicas_do_envelhecimento. Acesso em: 04 out. 2021.
- NAMBOODIRI, K. **A primer of population dynamics**. New York, NY: Plenum Press, 1996.
- NAZARETH, J. M. **Introdução à demografia: teoria e prática**. Lisboa, Portugal: Editorial Presença, 1996.
- OEPPEL, J.; VAUPEL, J. W. Broken limits to life expectancy. **Science**, Washington, DC, v. 296, n. 5570, p. 1029-1031, 2002.
- OLSHANSKY, S. J.; CARNES, B. A.; CASSEL, C. In search of Mathuselah: estimating the upper limits to human longevity. **Science**, Washington, DC, v. 250, n. 4981, p. 634-640, 1990.
- OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Década do envelhecimento saudável 2020-2030**. Washington, DC, 2020. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52902>. Acesso em: 02 maio 2022.
- ORTEGA, M. **Tablas de Mortalidad**. Santiago, Chile: CELADE, 1982.
- PATARRA, N. L.; OLIVEIRA, M. C. F. A. Transição, transições. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 6., 1988, Olinda, PE. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABEP, 1988.
- PETERSEN, A.; SEEAR, K. In search of immortality: the political economy of anti-aging medicine. **Medicine Studies**, Berlim, v. 1, p. 267-279, 2009. 10.1007/s12376-009-0020-x.
- PRESTON, S. H.; HEUVELINE, P.; GUILLOT, M. **Demography: measuring and modeling population processes**. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2001.
- RANDOW, R.; SOUZA, L. G.; WONG, L. L. R. Envelhecimento populacional na América Latina e Caribe, entre 1950 e 2020: uma aplicação da abordagem prospectiva. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE POPULAÇÃO, 9., 2020, online. **Anais...** [S. l.]: ALAP, 2020. Disponível em: <https://congresosalap.com/alap2020/resumos/0001/PPT-eposter-trab-aceito-0202-1.PDF>. Acesso em: 27 jan 2022.
- RIFFE, T. et al. **DemoTools: an R package of tools for aggregate demographic analysis**. [S. l. : s. n.], 2019. Disponível em: <https://github.com/timriffe/DemoTools/>.
- ROSER, M.; RITCHIE, H.; ORTIZ-OSPINA, E. World population growth. **OurWorldInData.org.**, 2013. Disponível em: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>. Acesso em: 03 dez. 2021.
- ROTHSTEIN, M. Introduction. In: ROTHSTEIN, M. **Biochemical approaches to aging**. Amsterdam: Elsevier Science, 1982. p. 1-5. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=iOTx8xpJ1GwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Biochemical+Approaches+to+Aging&ots=_e2LH-kHPF&sig=EChilNLD8vHmyzCVQpGqOMEmvxvE#v=onepage&q=senescence&f=false. Acesso em: 20 out. 2021.
- SAAD, P. M. Demographic trends in Latin America and the Caribbean. In: COTLEAR, D. (ed.). **Population aging: is Latin America ready?** Washington, DC: World Bank, 2011. p. 43-78. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2542>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SANDERSON, W. C.; SCHERBOV, S. Measuring the speed of aging across population subgroups. **PLoS ONE**, San Francisco, CA, v. 9, n. 5, 2014.

SANDERSON, W. C.; SCHERBOV, S. The characteristics approach to the measurement of population aging. **Population and Development Review**, New York, NY, v. 39, n. 4, p. 673-685, 2013.

SANDERSON, W. C.; SCHERBOV, S. A new perspective on population aging. **Demographic Research**, Germany, v. 16, p. 27-57, 2007. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/26347928?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 21 jan. 2022.

SANDERSON, W. C.; SCHERBOV, S. Average remaining lifetimes can increase as human populations age. **Nature**, London, v. 435, n. 7043, p. 811-813, 2005.

SCHERBOV, S. **Measuring population aging**: bridging research and policy. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS, 50., 2019, Bangkok, Tailândia. **Anais...** Laxenburg, Austria: IIASA, 2019.

SCHERBOV, S.; SANDERSON, W. C. New approaches to the conceptualization and measurement of age and aging. In: MAZZUCO, S.; KEILMAN, N. (ed.). **Developments in demographic forecasting**. New York, NY: Springer, 2016. p. 243-258. (The Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis 49).

SHRYOCK, H. S.; SIEGEL, J. S. **Studies in population: the methods and materials of demography**. San Diego: Academic Press, 1976.

SMITH, D. **Formal demography**. New York, NY: Plenum Press, 1992.

SOARES, A. S. D. Da idade biológica à idade prospectiva: uma nova perspectiva sobre o envelhecimento. In: REUNIÃO ORDINÁRIA DO CONSELHO NACIONAL DE PREVIDÊNCIA, 247, 2018, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Coordenação Geral de Estudos Previdenciários da Secretaria de Previdência do Ministério da Fazenda do Brasil, 2018. Disponível em: <http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/03/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Envelhecimento-no-Brasil-247%C2%AA-Reuni%C3%A3o-Ordin%C3%A1ria-CNP.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.

SPIJKER, J. **Alternative indicators of population ageing**: an inventory. Viena: Vienna Institute of Demography, 2015. (Working Paper, 4).

STF – SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. **Corte decide que o Governo Federal deve fazer o Censo em 2022**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/noticias/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=466012&ori=1>. Acesso em: 21 jul. 2021.

STREHLER, B. L. Definitions, criteria, categories, and origins of age changes. In: STREHLER, B. L. **Time, cells and aging**. 2. ed. New York, NY: Academic Press, 1977. p. 5-30.

SYDDALL, H. et al. Is grip strength a useful single marker of frailty? **Age Ageing**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 650-656, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/9024421_Is_grip_strength_a_useful_single_marker_of_frailty_Age_Ageing. Acesso em: 14 nov. 2023.

TEIXEIRA, I. D'A. O.; GUARIENTO, M. H. Biologia do envelhecimento: teorias, mecanismos e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 15, n. 6, p. 2845-2857, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000600022>. Acesso em: 04 out. 2021.

TRAVASSOS, G. F.; COELHO, A. B.; ARENDS-KUENNING, M. P. The elderly in Brazil: demographic transition, profile, and socioeconomic condition. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, RJ, v. 37, p. 1-27, 2020.

UNITED NATIONS. **World population ageing 2019**. New York, NY, 2020a.

UNITED NATIONS. **World population ageing 2020 highlights: living arrangements of older persons**. New York, NY, 2020b.

UNITED NATIONS. **World population prospects 2019: highlights**. New York, NY, 2019. Disponível em: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf. Acesso em: 08 jan. 2022.

UNITED NATIONS. **World population prospects: the 2017**. New York, NY, 2017.

UNITED NATIONS. **Principles and recommendations for population and housing censuses: revision 3**. New York, NY, 2017. Disponível em: https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/Standards-and-Methods/files/Principles_and_Recommendations/Population-and-Housing-Censuses/Series_M67rev3-E.pdf. Acesso em: 18 jul. 2021.

UNSD – UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. **Standard country or area codes for statistical use (M49 Standard)**. New York, NY, 2021. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49/>. Acesso em: 21 jul. 2021.

VASCONCELOS, A. M. N.; GOMES, M. M. F. Transição demográfica: a experiência brasileira. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 539-548, 2012.

VAUPEL, J. W. Biodemography of human ageing. **Nature**, London, v. 464, n. 7288, p. 36-42, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4010874/pdf/nihms558585.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2022.

VAUPEL, J. W. Demographic analysis of aging and longevity. In: GENERAL POPULATION CONFERENCE – IUSSP, 23., 1997, Beijing. **Anais...** França: IUSSP, 1997.

VERDERY, A. M, et al. National profiles of coronavirus disease 2019 mortality risks by age structure and preexisting health conditions. **The Gerontologist**, Washington, DC, v. 61, n. 1, p. 71–77, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/geront/gnaa152>. Acesso em: 14 jan. 2022.

WEEKS, J. R. **Population: an introduction to concepts and issues**. 10. ed. San Diego: Wadsworth/Thomson Learning, 2002.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global age-friendly cities: a guide**. Geneva, 2007. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43755/9789241547307_eng.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 abr. 2024.

WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, SP, v. 23, n. 1, p. 5-26, 2006. Disponível em: <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/226>. Acesso em: 03 dez. 2021.

WONG, L. R.; CARVALHO, J. A. M.; AGUIRRE, A. Duración de la transición demográfica en América Latina y su relación con el desarrollo humano. **Estudios Demográficos y Urbanos**, México, v. 15, n. 1, p. 185-207, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Análise Exploratória da Amostra em Estratos

A Tabela 6 apresenta esses dados para as cinco grandes regiões do país, considerando os indivíduos do sexo masculino. É possível identificar que o número de participantes da pesquisa é menor nas regiões Norte e Centro-Oeste. Além disso, nos grupos etários de idades mais avançadas, há poucos indivíduos participantes da pesquisa. Isso justifica a necessidade de operacionalizar os indicadores com base nos grupos etários em vez de idades simples.

TABELA 6 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a região do país (Sexo Masculino)

Região	idade	sim	não	Região	idade	sim	não	Região	idade	sim	não
Nordeste	50-54	232	7	Norte	50-54	65	0	Sul	50-54	195	7
	55-59	239	3		55-59	70	4		55-59	159	0
	60-64	163	0		60-64	38	0		60-64	130	1
	65-69	129	4		65-69	38	0		65-69	81	0
	70-74	86	0		70-74	17	0		70-74	68	0
	75-79	59	1		75-79	17	0		75-79	32	1
	80-84	24	0		80-84	6	0		80-84	25	1
	85-89	19	0		85-89	3	0		85-89	12	0
90+	6	0	90+	1	0	90+	2	0			
Total	957	15	Total	255	4	Total	704	10			

Região	idade	sim	não	Região	idade	sim	não
Centro-Oeste	50-54	82	1	Sudeste	50-54	492	19
	55-59	70	1		55-59	449	9
	60-64	48	0		60-64	335	3
	65-69	32	3		65-69	244	2
	70-74	16	0		70-74	169	0
	75-79	26	0		75-79	121	4
	80-84	6	0		80-84	63	0
	85-89	5	0		85-89	35	0
90+	3	0	90+	13	0		
Total	288	5	Total	1921	38		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

A Tabela 7 exibe o mesmo tipo de informação da tabela anterior, mas agora com dados para o sexo feminino. Cumpre reiterar a informação de que os dados utilizados nesta etapa da pesquisa são dados de amostra complexa e que todos os indicadores foram calculados de modo que os resultados sejam representativos dos grupos etários, bem como das regiões do país e demais estratos populacionais.

TABELA 7 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a região do país (Sexo Feminino)

Região	idade	sim	não	Região	idade	sim	não	Região	idade	sim	não
Nordeste	50-54	293	6	Norte	50-54	73	0	Sul	50-54	184	1
	55-59	230	11		55-59	57	0		55-59	186	3
	60-64	156	7		60-64	42	0		60-64	120	3
	65-69	169	3		65-69	32	0		65-69	116	4
	70-74	104	6		70-74	14	0		70-74	68	2
	75-79	92	1		75-79	21	0		75-79	54	2
	80-84	42	12		80-84	9	0		80-84	42	1
	85-89	13	0		85-89	5	0		85-89	20	0
90+	13	1	90+	1	0	90+	2	0			
Total	1111	47	Total	257	0	Total	793	15			

Região	idade	sim	não	Região	idade	sim	não
Centro-Oeste	50-54	94	1	Sudeste	50-54	555	25
	55-59	63	0		55-59	477	12
	60-64	58	1		60-64	400	9
	65-69	35	0		65-69	283	17
	70-74	24	0		70-74	205	5
	75-79	21	0		75-79	155	10
	80-84	10	2		80-84	103	3
	85-89	6	1		85-89	47	3
90+	2	0	90+	14	1		
Total	314	4	Total	2238	84		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

As Tabelas 8 e 9 dispõem do mesmo tipo de informação das tabelas anteriores, mas agora com dados para os grupos segundo a cor de pele declarada. Observa-se o baixo número de participantes em cada grupo quinquenal dos indivíduos de cor declarada amarela, indígena. Há um baixo número de indivíduos que declararam essas cores de pele. Isso refletiu na qualidade dos dados e na opção de operacionalização das idades relativas apenas dos grupos declarados de pele branca e parda. Segundo a análise preliminar realizada, o número de

integrantes dos demais grupos (amarela e indígena) não oferece dados seguros para estimativas de idade relativa, e o modelo de regressão linear para o grupo de pele preta apresentaram uma baixa capacidade de explicação da variabilidade da medida de força em relação à idade. Em outras palavras, o coeficiente de determinação e a aleatoriedade dos dados em torno da média nacional justificaram a não utilização dos dados de cor preta, amarela e indígena para ambos os sexos.

TABELA 8 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a cor de pele declarada (Sexo Masculino)

cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não
Amarela	50-54	9	0	Branca	50-54	445	12	Indígena	50-54	18	1
	55-59	7	0		55-59	357	5		55-59	26	3
	60-64	6	0		60-64	308	1		60-64	7	0
	65-69	9	0		65-69	215	5		65-69	14	0
	70-74	4	0		70-74	182	0		70-74	3	0
	75-79	5	0		75-79	95	1		75-79	7	0
	80-84	1	0		80-84	63	1		80-84	0	0
	85-89	1	0		85-89	36	0		85-89	0	0
90+	1	0	90+	7	0	90+	0	0			
Total		42	0	Total	1708	25	Total	75	4		
cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não
Parda	50-54	475	20	Preta	50-54	89	2	Não sabe/Não Respondeu	50-54	30	0
	55-59	492	9		55-59	81	0		55-59	23	0
	60-64	289	3		60-64	78	0		60-64	26	0
	65-69	215	2		65-69	51	0		65-69	20	3
	70-74	134	0		70-74	19	0		70-74	14	0
	75-79	123	2		75-79	12	0		75-79	14	2
	80-84	39	0		80-84	12	0		80-84	10	0
	85-89	29	0		85-89	4	0		85-89	3	0
90+	10	0	90+	6	0	90+	1	0			
Total		1808	36	Total	351	2	Total	141	5		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

TABELA 9 – Participação no teste de força e composição da amostra para análise segundo a cor de pele declarada (Sexo Feminino)

cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não
Amarela	50-54	17	0	Branca	50-54	457	23	Indígena	50-54	16	1
	55-59	5	0		55-59	421	8		55-59	23	0
	60-64	7	0		60-64	329	4		60-64	13	0
	65-69	6	0		65-69	245	13		65-69	6	1
	70-74	7	0		70-74	190	3		70-74	11	0
	75-79	5	0		75-79	143	3		75-79	5	0
	80-84	4	0		80-84	91	6		80-84	7	0
	85-89	1	0		85-89	55	1		85-89	1	0
90+	1	0	90+	15	1	90+	0	0			
Total		53	0	Total		1945	62	Total		83	2

cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não	cor	idade	sim	não
Parda	50-54	551	6	Preta	50-54	122	1	Não sabe/Não respondeu	50-54	37	0
	55-59	451	12		55-59	85	5		55-59	29	2
	60-64	331	6		60-64	72	9		60-64	25	0
	65-69	279	8		65-69	75	2		65-69	25	1
	70-74	150	8		70-74	41	2		70-74	16	1
	75-79	141	8		75-79	35	1		75-79	14	0
	80-84	74	9		80-84	17	2		80-84	13	0
	85-89	22	1		85-89	9	2		85-89	3	0
90+	10	1	90+	4	0	90+	2	0			
Total		2010	59	Total		461	24	Total		162	4

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

As Tabelas 10 e 11 exibem dados de participação no teste de força de preensão manual com base na situação de domicílio, isto é, separa os dados de participantes da pesquisa que residem em área rural daqueles participantes que residem em área urbana. Os dados da Tabela 10 são relativos ao sexo masculino e os dados da Tabela 11 são atinentes ao sexo feminino.

As Tabelas 12 e 13 têm dados de participação no teste de força segundo os grupos de renda. Inicialmente, foram organizados cinco grupos de renda, mas o baixo número de indivíduos nas idades avançadas justificou a redução para apenas três grupos de renda (*até 1 Salário-Mínimo, Entre 1 e 2 Salários-Mínimos e Mais de 2 Salários-Mínimos*).

TABELA 10 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo a situação de domicílio (Sexo Masculino)

Zona	idade	sim	não	Zona	idade	sim	não
Rural	50-54	121	0	Urbana	50-54	945	34
	55-59	141	2		55-59	844	15
	60-64	116	1		60-64	598	3
	65-69	102	4		65-69	422	5
	70-74	74	0		70-74	281	0
	75-79	54	0		75-79	201	6
	80-84	15	0		80-84	110	1
	85-89	8	0		85-89	66	0
	90+	4	0		90+	20	0
Total	637	8	Total	3488	63		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

TABELA 11 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo a situação de domicílio (Sexo Feminino)

Zona	idade	sim	não	Zona	idade	sim	não
Rural	50-54	189	0	Urbana	50-54	1011	31
	55-59	193	6		55-59	821	20
	60-64	99	1		60-64	676	19
	65-69	114	3		65-69	523	22
	70-74	60	0		70-74	356	13
	75-79	52	0		75-79	291	13
	80-84	24	3		80-84	182	14
	85-89	13	0		85-89	78	4
	90+	6	0		90+	27	1
Total	748	13	Total	3965	137		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

TABELA 12 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo renda individual (Sexo Masculino)

Renda	idade	sim	não	Renda	idade	sim	não	Renda	idade	sim	não
Até 1 Salário-Mínimo	50-54	357	6	Entre 1 e 2 SM	50-54	317	20	Entre 2 e 3 SM	50-54	147	4
	55-59	326	8		55-59	259	4		55-59	158	3
	60-64	221	1		60-64	223	1		60-64	102	0
	65-69	151	2		65-69	185	7		65-69	60	1
	70-74	115	0		70-74	108	0		70-74	48	0
	75-79	95	4		75-79	84	1		75-79	30	0
	80-84	37	0,4		80-84	47	1		80-84	15	0
	85-89	26	0		85-89	25	0		85-89	12	0
	90+	9	0		90+	15	0		90+	0	0
Total	1337	23	Total	1262	33	Total	572	8			

Renda	idade	sim	não	Renda	idade	sim	não
Entre 3 e 4 SM	50-54	86	2	Mais de 4 SM	50-54	160	2
	55-59	111	2		55-59	131	0
	60-64	57	0		60-64	111	1
	65-69	54	0		65-69	74	0
	70-74	35	0		70-74	50	0
	75-79	15	0		75-79	32	1
	80-84	12	0		80-84	15	0
	85-89	4	0		85-89	7	0
	90+	0	0		90+	1	0
Total	374	4	Total	580	4		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

TABELA 13 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo renda individual (Sexo Feminino)

Renda	idade	sim	não	Renda	idade	sim	não	Renda	idade	sim	não
Até 1 Salário-Mínimo	50-54	740	21	Entre 1 e 2 SM	50-54	293	8	Entre 2 e 3 SM	50-54	76	0
	55-59	663	22		55-59	214	3		55-59	52	0
	60-64	452	8		60-64	186	9		60-64	65	1
	65-69	312	15		65-69	205	7		65-69	61	0
	70-74	205	10		70-74	141	3		70-74	35	0
	75-79	155	3		75-79	124	0		75-79	41	3
	80-84	86	11		80-84	68	3		80-84	29	3
	85-89	40	1,9		85-89	26	2		85-89	12	0
90+	10	0,7	90+	13	0	90+	6	0			
Total	2663	93	Total	1270	36	Total	377	8			

Renda	idade	sim	não	Renda	idade	sim	não
Entre 3 e 4 SM	50-54	27	1	Mais de 4 SM	50-54	64	1
	55-59	29	0		55-59	56	1
	60-64	33	0		60-64	40	1
	65-69	26	1		65-69	32	1
	70-74	14	0		70-74	21	0
	75-79	7	0		75-79	16	6
	80-84	8	0		80-84	15	0
	85-89	4	0		85-89	8	0
90+	0	1	90+	3	0		
Total	148	2	Total	255	11		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

A utilização dos dados relativos ao nível educacional representou um desafio no sentido de identificar o melhor agrupamento das informações relativas ao número de anos de estudo. A variável *e22* do banco ELSI-Brasil foi coletada com base na seguinte pergunta: Qual o último ano da escola que o(a) Sr.(a) foi aprovado(a)? As alternativas de resposta eram 18 variáveis categóricas ordinais, desde “nunca estudou” até o nível de “doutorado”.

Inicialmente, buscou-se utilizar algumas categorias já previstas no banco de dados (primário, ginásio, colegial, supletivo e ensino superior). Mas a qualidade dos dados desses subgrupos sugeriu a necessidade de reorganização das categorias. Sendo assim, as categorias apresentadas nas Tabelas 14 e 15 serviam para uma análise exploratória dos dados, mas não são as categorias realmente adotadas nesta tese. As três categorias criadas a partir dos dados e utilizadas na análise são as seguintes: i) até 4 anos de estudo; ii) entre 4 e 8 anos de estudo; e iii) 9 anos ou mais de estudo.

TABELA 14 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo escolaridade (Sexo Masculino)

Nível	idade	sim	não	Nível	idade	sim	não	Nível	idade	sim	não
Primário	50-54	368	10	Ginásio	50-54	287	11	Colegial	50-54	325	11
	55-59	414	8		55-59	280	2		55-59	211	4
	60-64	331	1		60-64	187	1		60-64	111	1
	65-69	315	8		65-69	97	2		65-69	72	0
	70-74	234	0		70-74	50	0		70-74	53	0
	75-79	207	5		75-79	17	1		75-79	15	0
	80-84	87	0,9		80-84	15	0		80-84	8	0
	85-89	58	0		85-89	6	0		85-89	5	0
	90+	22	0		90+	1	0		90+	1	0
Total	2035	34	Total	939	18	Total	801	16			

Nível	idade	sim	não	Nível	idade	sim	não
Supletivo	50-54	0	0	Superior	50-54	84	2
	55-59	5	0		55-59	76	3
	60-64	0	0		60-64	79	0
	65-69	2	0		65-69	36	0
	70-74	1	0		70-74	15	0
	75-79	0	0		75-79	15	0
	80-84	0	0		80-84	13	0
	85-89	0	0		85-89	4	0
	90+	0	0		90+	0	0
Total	8	0	Total	323	5		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

TABELA 15 – Teste de força e composição da amostra para análise segundo escolaridade (Sexo Feminino)

Nível	idade	sim	não	Nível	idade	sim	não	Nível	idade	sim	não
Primário	50-54	432	13	Ginásio	50-54	327	5	Colegial	50-54	306	5
	55-59	459	17		55-59	259	6		55-59	205	1
	60-64	390	9		60-64	166	1		60-64	142	7
	65-69	391	9		65-69	103	3		65-69	89	7
	70-74	287	8		70-74	57	4		70-74	44	0
	75-79	260	10		75-79	42	0		75-79	31	0
	80-84	150	16		80-84	26	1		80-84	18	0
	85-89	72	3,9		85-89	12	0		85-89	4	0
	90+	30	1,1		90+	2	0		90+	1	0
Total	2471	87	Total	994	20	Total	840	21			

Nível	idade	sim	não	Nível	idade	sim	não
Supletivo	50-54	2	0	Superior	50-54	132	9
	55-59	1	0		55-59	87	2
	60-64	0	0		60-64	76	2
	65-69	0	0		65-69	49	5
	70-74	0	0		70-74	25	0
	75-79	0	0		75-79	8	2
	80-84	0	0		80-84	10	0
	85-89	1	0		85-89	2	0
	90+	0	0		90+	0	1
Total	4	0	Total	389	21		

Fonte: ELSI-Brasil (2016). [Elaboração própria].

APÊNDICE II – Notas sobre Modelos Ajustados para Seleção dos Dados

1. Grupos de Grandes Regiões (sexo masculino)

NORDESTE

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.3703	-1.2431	0.0485	1.4348	2.1993

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	51.94035	1.76320	29.46	< 2e-16 ***
idade	-0.34627	0.02582	-13.41	3.89e-15 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.609 on 34 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.841, Adjusted R-squared: 0.8364

F-statistic: 179.9 on 1 and 34 DF, p-value: 3.894e-15

```
>anova(Modelo_Nordeste)
```

Analysis of Variance Table

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
idade	1	465.81	465.81	179.88	3.894e-15 ***
Residuals	34	88.04	2.59		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

NORTE

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 78 e 83 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-6.5149	-1.0121	-0.1365	1.5695	3.8233

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	57.00067	2.63907	21.60	< 2e-16 ***
idade	-0.41649	0.03909	-10.65	4.71e-12 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.318 on 32 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7801, Adjusted R-squared: 0.7732

F-statistic: 113.5 on 1 and 32 DF, p-value: 4.71e-12

```
>anova(Modelo_Norte)
```

Analysis of Variance Table

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
--	----	--------	---------	---------	--------

```
idade      1 609.67  609.67  113.5 4.71e-12 ***
Residuals 32 171.89   5.37
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

CENTRO-OESTE

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 68, 74 e 81 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```
Residuals:
```

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-7.1679 -1.6331  0.1278  1.5829  8.6814
```

```
Coefficients:
```

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 63.97211     3.38042  18.924 < 2e-16 ***
idade       -0.45072     0.04993   -9.027 3.49e-10 ***
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 3.016 on 31 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  0.7244,    Adjusted R-squared:  0.7155
```

```
F-statistic: 81.48 on 1 and 31 DF,  p-value: 3.485e-10
```

```
>anova(Modelo)
```

```
Analysis of Variance Table
```

```
Response: forca
```

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1  741.00   741.00  81.481 3.485e-10 ***
Residuals 31  281.92    9.09
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

SUDESTE

```
Residuals:
```

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-4.6135 -1.0982 -0.3814  1.1095  4.5030
```

```
Coefficients:
```

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 60.46396     2.01618  29.99 < 2e-16 ***
idade       -0.41922     0.02952  -14.20 7.44e-16 ***
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 1.84 on 34 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  0.8557,    Adjusted R-squared:  0.8515
```

```
F-statistic: 201.7 on 1 and 34 DF,  p-value: 7.437e-16
```

```
>anova(Modelo)
```

```
Analysis of Variance Table
```

```
Response: forca
```

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
```

```
idade      1 682.77 682.77 201.65 7.437e-16 ***
Residuals 34 115.12 3.39
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

SUL

```
Residuals:
  Min      1Q  Median      3Q      Max
-6.471 -2.441 -0.885  2.226  9.510

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  65.2154    4.1388  15.757 < 2e-16 ***
idade       -0.4904    0.0606  -8.093 1.95e-09 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 3.777 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6583, Adjusted R-squared: 0.6482
F-statistic: 65.49 on 1 and 34 DF, p-value: 1.952e-09

```
>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table
```

```
Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade  1  934.44   934.44  65.491 1.952e-09 ***
Residuals 34  485.12    14.27
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

2. Grupos de Grandes Regiões (sexo feminino)

NORDESTE

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos à idade de 85 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```
Residuals:
  Min      1Q  Median      3Q      Max
-2.7028 -1.0332  0.1569  1.0838  2.2095

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  35.48021    1.55326  22.84 < 2e-16 ***
idade       -0.26900    0.02292  -11.73 2.55e-13 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 1.37 on 33 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8067, Adjusted R-squared: 0.8008
F-statistic: 137.7 on 1 and 33 DF, p-value: 2.552e-13

```
>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade      1 258.331 258.331   137.7 2.552e-13 ***
Residuals 33  61.911   1.876
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

NORTE

```
lm(formula = forca ~ idade, data = Norte_M)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.4291 -1.4021 -0.1299  1.0558  6.3582

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  35.4021     2.4788  14.282 6.29e-16 ***
idade        -0.2651     0.0363  -7.303 1.85e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 2.262 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6107,    Adjusted R-squared:  0.5993
F-statistic: 53.34 on 1 and 34 DF,  p-value: 1.85e-08
```

```
>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

Response: forca
            Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade      1 272.99 272.988   53.34 1.85e-08 ***
Residuals 34 174.01   5.118
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

CENTRO-OESTE

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.6303 -1.0417  0.2112  1.1721  4.7583

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 38.93200     2.29561  16.96 < 2e-16 ***
idade       -0.29447     0.03361  -8.76 3.08e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 2.095 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.693,    Adjusted R-squared:  0.684
F-statistic: 76.74 on 1 and 34 DF,  p-value: 3.084e-10
```

```
>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table
```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 336.87  336.87  76.745 3.084e-10 ***
Residuals 34 149.24    4.39
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

SUDESTE

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.3819 -0.8694 -0.0126  0.5232  2.6400

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 35.88303    1.32944   26.99  <2e-16 ***
idade       -0.24299    0.01947  -12.48   3e-14 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.213 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8209,    Adjusted R-squared:  0.8156
F-statistic: 155.8 on 1 and 34 DF,  p-value: 2.999e-14

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 229.379 229.379 155.81 2.999e-14 ***
Residuals 34  50.053   1.472
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

SUL

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos à idade de 75 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.3144 -0.7520  0.1279  0.4336  3.8182

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 36.74588    1.92884  19.051 < 2e-16 ***
idade       -0.24803    0.02833  -8.756 4.04e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.752 on 33 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6991,    Adjusted R-squared:  0.69
F-statistic: 76.67 on 1 and 33 DF,  p-value: 4.037e-10

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 235.44 235.438  76.669 4.037e-10 ***
Residuals 33 101.34   3.071
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

3. Grupos de Escolaridade/Anos de estudo (sexo masculino)

ATÉ QUATRO ANOS DE ESTUDO

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.1056 -0.9781 -0.1840  0.8423  3.0388

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 53.87931   1.57660   34.17  <2e-16 ***
idade       -0.34938   0.02309  -15.13  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.439 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8707,    Adjusted R-squared:  0.8669
F-statistic: 229 on 1 and 34 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 474.22 474.22  229.04 < 2.2e-16 ***
Residuals 34 70.39   2.07
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

ENTRE 5 E 8 ANOS DE ESTUDO

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-7.1572 -1.5307 -0.5022  2.0632  5.5869

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 54.99564   3.35584  16.388 < 2e-16 ***
idade       -0.32737   0.04914  -6.662 1.2e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.063 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5663,    Adjusted R-squared:  0.5535
F-statistic: 44.39 on 1 and 34 DF,  p-value: 1.204e-07

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
idade	1	416.36	416.36	44.386	1.204e-07 ***
Residuals	34	318.93	9.38		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MAIS DE 8 ANOS DE ESTUDO

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.8701	-1.6262	0.2441	1.4599	8.2396

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	58.14292	3.03531	19.156	< 2e-16 ***
idade	-0.37360	0.04466	-8.365	1.16e-09 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.735 on 33 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6795, Adjusted R-squared: 0.6698

F-statistic: 69.98 on 1 and 33 DF, p-value: 1.155e-09

>anova(Modelo)

Analysis of Variance Table

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
idade	1	523.27	523.27	69.979	1.155e-09 ***
Residuals	33	246.76	7.48		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

4. Grupos de Escolaridade/Anos de estudo (sexo feminino)

ATÉ 4 ANOS DE ESTUDO

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.3606	-0.7702	-0.1495	0.6973	2.8582

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	33.83805	1.14398	29.58	< 2e-16 ***
idade	-0.22394	0.01675	-13.37	4.27e-15 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.044 on 34 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8402, Adjusted R-squared: 0.8355

F-statistic: 178.7 on 1 and 34 DF, p-value: 4.273e-15

>anova(Modelo)

Analysis of Variance Table

```

Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade 1 194.826 194.83 178.73 4.273e-15 ***
Residuals 34 37.063 1.09
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

ENTRE 5 E 8 ANOS DE ESTUDO

```

Residuals:
  Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.2968 -1.3253 -0.1857  1.3323  4.2047

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 39.47097   1.92556   20.50 < 2e-16 ***
idade       -0.30931   0.02819  -10.97 1.03e-12 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.757 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7797,    Adjusted R-squared:  0.7732
F-statistic: 120.4 on 1 and 34 DF,  p-value: 1.033e-12

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade       1 371.69  371.69  120.35 1.033e-12 ***
Residuals 34 105.00    3.09
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

MAIS DE 8 ANOS DE ESTUDO

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 67,68 e 8 5 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados a baixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```

Residuals:
  Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.5226 -0.9441  0.1233  0.5663  2.8889

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 36.29263   1.58403   22.91 < 2e-16 ***
idade       -0.25520   0.02337  -10.92 3.77e-12 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.396 on 31 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7936,    Adjusted R-squared:  0.787
F-statistic: 119.2 on 1 and 31 DF,  p-value: 3.772e-12

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade 1 232.435 232.44 119.22 3.772e-12 ***
Residuals 31 60.441 1.95
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

5. Grupos de Renda (sexo masculino)

ATÉ 1 SALÁRIO-MÍNIMO

```

Residuals:
  Min      1Q  Median      3Q      Max
-4.6839 -1.2556 -0.2405  0.9264  4.7051

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 55.96875    2.36371   23.68 < 2e-16 ***
idade       -0.38897    0.03461  -11.24 5.4e-13 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

Residual standard error: 2.157 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.7879, Adjusted R-squared: 0.7817
F-statistic: 126.3 on 1 and 34 DF, p-value: 5.402e-13

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade         1 587.81  587.81 126.31 5.402e-13 ***
Residuals    34 158.23    4.65
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

ENTRE 1 E 2 SALÁRIO-MÍNIMOS

```

Residuals:
  Min      1Q  Median      3Q      Max
-4.1084 -1.2026  0.0348  1.2074  5.5745

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 53.56607    2.25831   23.72 < 2e-16 ***
idade       -0.33514    0.03307  -10.13 8.27e-12 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

Residual standard error: 2.061 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.7513, Adjusted R-squared: 0.744
F-statistic: 102.7 on 1 and 34 DF, p-value: 8.266e-12

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca

```

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade    1 436.35  436.35  102.72 8.266e-12 ***
Residuals 34 144.43    4.25
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

MAIS DE 2 SALÁRIOS-MÍNIMOS

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.9718 -1.4641  0.0896  1.2976  6.3268

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 61.94287    2.85913   21.66 < 2e-16 ***
idade      -0.42535    0.04186  -10.16 7.75e-12 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.609 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7522,    Adjusted R-squared:  0.745
F-statistic: 103.2 on 1 and 34 DF,  p-value: 7.752e-12

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade    1 702.90  702.90  103.23 7.752e-12 ***
Residuals 34 231.51    6.81
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

6. Grupos de Renda (sexo feminino)

ATÉ 1 SALÁRIO-MÍNIMO

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 68, 80 e 81 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados a baixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.6641 -0.6671  0.1873  0.4703  1.8148

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 35.8802    1.0394   34.52 <2e-16 ***
idade      -0.2605    0.0154  -16.91 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9144 on 31 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9022,    Adjusted R-squared:  0.8991
F-statistic: 286.1 on 1 and 31 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade      1 239.220 239.220 286.13< 2.2e-16 ***
Residuals 31 25.918 0.836
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

ENTRE 1 E 2 SALÁRIOS-MÍNIMOS

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.7955 -0.9713 -0.1143  0.8288  3.2034

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 36.5962     1.7554   20.85 < 2e-16 ***
idade      -0.2575     0.0257  -10.02 1.11e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.602 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.747, Adjusted R-squared: 0.7396
F-statistic: 100.4 on 1 and 34 DF, p-value: 1.11e-11

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade      1 257.658 257.658 100.39 1.11e-11 ***
Residuals 34 87.265 2.567
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

MAIS DE 2 SALÁRIOS-MÍNIMOS

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.6787 -0.9378  0.1101  1.0408  4.8493

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 37.27591     2.05741  18.118< 2e-16 ***
idade      -0.25742     0.03036  -8.478 8.52e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.814 on 33 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6853, Adjusted R-squared: 0.6758
F-statistic: 71.87 on 1 and 33 DF, p-value: 8.521e-10

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 236.57 236.572  71.872 8.521e-10 ***
Residuals 33 108.62   3.292
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

7. Cor de pele declarada (sexo masculino)

BRANCA

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 50, 59 e 85 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```

Call:
lm(formula = forca ~ idade, data = Branco)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.3932 -0.6213 -0.2875  0.6731  1.7731

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 59.03534   1.11046   53.16  <2e-16 ***
idade       -0.39961   0.01622  -24.64  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

Residual standard error: 0.9172 on 31 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9514,    Adjusted R-squared:  0.9499
F-statistic: 607.1 on 1 and 31 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

```

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 510.69  510.69  607.09 < 2.2e-16 ***
Residuals 31  26.08    0.84
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>confint(Modelo)
                2.5 %    97.5 %
(Intercept) 56.7705489 61.3001257
idade      -0.4326862 -0.3665311

```

PARDA

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.2284 -0.8985 -0.0546  1.4507  3.6439

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 59.21371   2.25649   26.24  < 2e-16 ***
idade       -0.43269   0.01622  -26.64  < 2e-16 ***

```

```

idade      -0.42553    0.03304   -12.88 1.24e-14 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.059 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8299,    Adjusted R-squared:  0.8249
F-statistic: 165.9 on 1 and 34 DF,  p-value: 1.241e-14

>anova(Modelo_Norte)
Analysis of Variance Table

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1  703.46   703.46  165.87 1.241e-14 ***
Residuals 34  144.20     4.24
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>confint(Modelo_Norte)
                2.5 %    97.5 %
(Intercept) 54.6279773 63.7994502
idade      -0.4926718 -0.3583792

```

PRETA

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-10.6467  -2.7734  -0.2335   2.6799   8.8064

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  57.07268    5.24348  10.884 1.86e-12 ***
idade       -0.37999    0.07727  -4.918 2.35e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.68 on 33 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4229,    Adjusted R-squared:  0.4054
F-statistic: 24.19 on 1 and 33 DF,  p-value: 2.349e-05

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1  529.73   529.73  24.186 2.349e-05 ***
Residuals 33  722.79    21.90
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>confint(Modelo)
                2.5 %    97.5 %
(Intercept) 46.4047347 67.7406271
idade      -0.5371869 -0.2227879

```

AMARELA

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-9.1553  -2.1768  -0.7133   2.6931   9.0942

```

```

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 58.24126   6.55246   8.888 3.39e-08 ***
idade      -0.40108   0.09982  -4.018 0.000736 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.336 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4594,    Adjusted R-squared:  0.4309
F-statistic: 16.14 on 1 and 19 DF,  p-value: 0.0007356

>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table

Response: forca
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
idade   1 303.54  303.537  16.143 0.0007356 ***
Residuals 19 357.26  18.803
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>confint(Modelo)
      2.5 %      97.5 %
(Intercept) 44.526809 71.9557028
idade      -0.610008 -0.1921421

```

INDÍGENA

Pearson's product-moment correlation

```

data: indigena$forca and indigena$idade
t = -1.2549, df = 27, p-value = 0.2203
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.5536347  0.1441428
sample estimates:
      cor
-0.2347654

```

8. Cor de pele declarada (sexo feminino)

BRANCA

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos à 82 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.23135 -0.49195  0.04407  0.48122  2.65283

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 35.34577   1.14915  30.76 < 2e-16 ***
idade      -0.24153   0.01693 -14.26 1.15e-15 ***
---

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.026 on 33 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.8604, Adjusted R-squared: 0.8562
 F-statistic: 203.4 on 1 and 33 DF, p-value: 1.146e-15

```
>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table
```

```
Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade      1 214.015 214.015 203.44 1.146e-15 ***
Residuals 33  34.715   1.052
```

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
>confint(Modelo)
                2.5 %      97.5 %
(Intercept) 33.007815 37.6837308
idade      -0.275977 -0.2070742
```

PARDA

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 66, 71, 76 e 85 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

```
Residuals:
   Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.9958 -0.5706  0.1593  0.6380  1.9878
```

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 37.03065    1.19433   31.00 < 2e-16 ***
idade      -0.27422    0.01771  -15.48 7.53e-16 ***
```

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.043 on 30 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.8888, Adjusted R-squared: 0.8851
 F-statistic: 239.7 on 1 and 30 DF, p-value: 7.529e-16

```
>anova(Modelo)
Analysis of Variance Table
```

```
Response: forca
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
idade      1 260.754 260.754 239.72 7.529e-16 ***
Residuals 30  32.632   1.088
```

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
>confint(Modelo)
                2.5 %      97.5 %
(Intercept) 34.5914978 39.4698096
idade      -0.3103963 -0.2380536
```

PRETA

Nota: Após a análise de resíduos, foi necessária a exclusão dos dados relativos às idades de 73, 80 e 81 anos para cumprimento do pressuposto de normalidade na distribuição dos resíduos. Os resultados abaixo são do modelo final ajustado sem tais observações.

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.5280	-0.8759	0.0376	1.4875	2.6169

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	32.08069	2.06282	15.552	3.44e-16 ***
idade	-0.17395	0.03064	-5.678	3.07e-06 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.809 on 31 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5098, Adjusted R-squared: 0.494

F-statistic: 32.24 on 1 and 31 DF, p-value: 3.075e-06

>anova(Modelo)

Analysis of Variance Table

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
idade	1	105.49	105.488	32.241	3.075e-06 ***
Residuals	31	101.43	3.272		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

>confint(Modelo)

	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	27.873547	36.2878294
idade	-0.236432	-0.1114697

AMARELA

Pearson's product-moment correlation

data: AMARELA\$forca and AMARELA\$idade

t = -2.4697, df = 26, p-value = 0.02041

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.69582294 -0.07502985

sample estimates:

cor
-0.435905

INDIGENA

data: INDIGENAS\$forca and INDIGENAS\$idade

t = -3.7962, df = 31, p-value = 0.0006414

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.7597193 -0.2727877

sample estimates:

cor
-0.5633397

9. Situação de domicílio (sexo masculino)

URBANO

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.1660	-0.6776	0.1512	0.7586	1.9380

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	58.39713	1.13154	51.61	<2e-16 ***
idade	-0.39780	0.01657	-24.01	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.033 on 34 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9443, Adjusted R-squared: 0.9427

F-statistic: 576.5 on 1 and 34 DF, p-value: < 2.2e-16

>anova(Modelo)

Analysis of Variance Table

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
idade	1	614.79	614.79	576.46	< 2.2e-16 ***
Residuals	34	36.26	1.07		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

>confint(Modelo)

	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	56.0975577	60.696701
idade	-0.4314756	-0.364133

RURAL

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.2292	-1.8786	-0.1451	1.9600	4.8909

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	60.1452	2.8340	21.22	< 2e-16 ***
idade	-0.4535	0.0415	-10.93	1.15e-12 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.586 on 34 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7784, Adjusted R-squared: 0.7719

F-statistic: 119.4 on 1 and 34 DF, p-value: 1.147e-12

>anova(Modelo)

Analysis of Variance Table

Response: forca

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
idade	1	798.83	798.83	119.41	1.147e-12 ***

Residuals 34 227.45 6.69

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

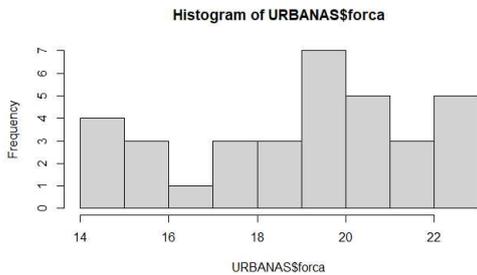
>confint(Modelo)

	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	54.3858266	65.9044637
idade	-0.5377838	-0.3691231

10. Situação de domicílio (sexo feminino)

URBANAS

Nota: Mesmo removendo observações com medidas discrepantes (68 e 82 anos), não foi possível alcançar uma distribuição normal para esses dados.

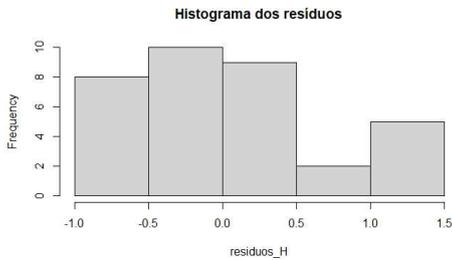


Shapiro-Wilk normality test

data: URBANAS\$forca
W = 0.93332, p-value = 0.03913

RURAL

NOTA: problema com distribuição dos resíduos.



Shapiro-Wilk normality test

data: padronizados_H
W = 0.92566, p-value = 0.02342