



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS (CCSA)
DEPARTAMENTO DE FINANÇAS E CONTABILIDADE (DFC)
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS ATUARIAIS (CCA)

VITÓRIA CÁSSIA OLIVEIRA GOMES DA SILVA

**MORTALIDADE POR COVID-19: IMPACTO SOBRE AS PENSÕES POR MORTE
EM UM RPPS**

JOÃO PESSOA
2024

VITÓRIA CÁSSIA OLIVEIRA GOMES DA SILVA

**MORTALIDADE POR COVID-19: IMPACTO SOBRE AS PENSÕES POR MORTE
EM UM RPPS**

Trabalho de Conclusão de Curso para o curso de Ciências Atuariais na UFPB, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Atuariais.

Área de concentração: Previdência Social.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Santos Júnior.

Coorientador: Prof. Esp. Thiago Silveira.

JOÃO PESSOA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586m Silva, Vitória Cássia Oliveira Gomes da.
Mortalidade por Covid-19: impacto sobre as pensões
por morte em um RPPS / Vitória Cássia Oliveira Gomes da
Silva. - João Pessoa, 2024.
72 f. : il.

Orientação: Luiz Carlos Santos Júnior.
Coorientação: Thiago Silveira.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Covid-19. 2. Mortalidade da população brasileira.
3. Múltiplos Decrementos. 4. Regime Próprio de
Previdência Social (RPPS). 5. Pensão por morte. I.
Santos Júnior, Luiz Carlos. II. Silveira, Thiago. III.
Título.

UFPB/CCSA

CDU 368

VITÓRIA CÁSSIA OLIVEIRA GOMES DA SILVA

MORTALIDADE POR COVID-19: IMPACTO SOBRE AS PENSÕES POR MORTE EM UM RPPS

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Atuariais pela Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



LUIZ CARLOS SANTOS JUNIOR

Data: 02/05/2024 23:09:16-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Carlos Santos Júnior

Orientador

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente



HERICK CIDARTA GOMES DE OLIVEIRA

Data: 02/05/2024 14:43:33-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Herick Cidarta Gomes de Oliveira

Membro avaliador

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente



JOAO VINICIUS DE FRANÇA CARVALHO

Data: 03/05/2024 18:52:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Vinícius de França Carvalho

Membro avaliador

Universidade de São Paulo (USP)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, por ser amor incondicional e porto seguro. Seu suporte e abdicação diária das próprias vontades para facilitar as minhas permitiram que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos amigos que fiz durante o curso, em especial a Ianneska, Maria Eduarda e Wandalúcia. Vocês trouxeram leveza aos meus dias e acolheram o meu lado mais humano. A Hugo, não só pelos olhos atentos ao meu trabalho, mas principalmente pelo companheirismo, me trazendo tranquilidade para continuar fazendo tudo dar certo. Sua contribuição foi inestimável.

Agradeço a todos os professores que contribuíram nessa jornada. Acredito que, onde ensinamos, ali ficamos, cada um foi essencial para o que tem se concretizado até aqui. Agradeço em especial ao professor Luiz, por me orientar, por acreditar em mim e me dar oportunidades mesmo antes de se tornar sua aluna. Também à professora Vera, que se dispôs a me direcionar para além da sala de aula, demonstrando sempre querer o melhor para mim. E ao professor Filipe, por ser o primeiro a me motivar e plantar em mim o desejo de que a saída da sala de aula seja apenas um “até logo”. A disposição e o cuidado que vocês têm com os alunos me inspiram.

Agradeço também ao professor Thiago Silveira, por além de todos os ensinamentos, possibilitar a realização deste trabalho e sempre se dispor a me ajudar.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram com este trabalho, obrigada!

RESUMO

A pandemia da Covid-19, infecção respiratória aguda causada pelo vírus *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*, foi detectada em dezembro de 2019 após a notificação de um surto em Wuhan, na China. Diversos estudos se propuseram a analisar o impacto das mortes causadas pela pandemia em vários países, estimando o declínio na expectativa de vida ao nascer para as várias populações. Como a mortalidade é um evento passível de cobertura, é necessário que estudos atuariais compreendam o tempo até a morte dos participantes, viabilizando a realização de cálculos que estimam os impactos da mortalidade sobre as obrigações do plano previdenciário. Assim, este trabalho objetivou analisar os impactos da mortalidade causada pela pandemia de Covid-19 sobre a Provisão Matemática do benefício de pensão por morte para aposentados em um plano previdenciário ofertado por um RPPS. Para isso, a partir do modelo de Múltiplos Decrementos, foram construídas tábuas de mortalidade, incluindo (Cenário 1) e excluindo os óbitos por Covid-19 (Cenário 2), para posterior realização dos cálculos atuariais. Em seguida, as probabilidades de morte obtidas foram aplicadas a uma base de dados referente a 504 servidores inativos de um RPPS, e comparados os resultados sobre o Valor Presente dos Benefícios Futuros (VPBF) e a Provisão Matemática (PM) do benefício de pensão por morte no período que constitui a pandemia (2020, 2021 e 2022). Dentre os principais resultados obtidos, foi possível verificar que, ao eliminar a Covid-19 como causa de morte, a probabilidade de morte é menor do que quando esta é considerada, em todos os anos analisados. Mantendo as demais premissas constantes e aplicando as experiências de mortalidade ao plano de benefícios do RPPS, à exceção do ano de 2022, os compromissos relativos às pensões por morte foram reduzidos no Cenário 2, comparativamente ao Cenário 1. A mudança das tábuas de mortalidade nos cenários em que a Covid-19 não atua como causa de morte reduziu o VPBF e a PM relativos aos compromissos com as pensões, em média, em 1,72% (de 2020 para 2021) e em 1,75% (de 2021 para 2022). Além disso, mesmo que a variação entre o VPBF e a PM seja muito próxima, o impacto é um pouco maior sobre as provisões. Por fim, os resultados evidenciam a importância de considerar o impacto causado pela pandemia não só na estrutura de mortalidade, mas também sobre áreas específicas que fazem o uso das premissas fundamentadas em tal comportamento, uma vez que a alteração de apenas uma premissa impactou no conjunto do resultado.

Palavras-Chave: Pandemia de Covid-19. Mortalidade da população brasileira. Múltiplos Decrementos. RPPS. Pensão por morte.

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic, an acute respiratory infection caused by the *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* virus, was detected in December 2019 after the notification of an outbreak in Wuhan, China. Several studies set out to analyze the impact of deaths caused by the pandemic in various countries, estimating the decline in life expectancy at birth for various populations. As mortality is an event that can be covered, it is necessary for actuarial studies to understand the time until the death of participants, making it possible to carry out calculations that estimate the impacts of mortality on the obligations of the pension plan. Thus, this work aimed to analyze the impacts of mortality caused by the Covid-19 pandemic on the Mathematical Provision of the death pension benefit for retirees in a pension plan offered by an RPPS. To this end, based on the Multiple Decrement model, mortality tables were constructed, including (Scenario 1) and excluding deaths due to Covid-19 (Scenario 2), for subsequent actuarial calculations. Then, the death probabilities obtained were applied to a database referring to 504 inactive employees of an RPPS, and the results on the Present Value of Future Benefits (VPBF) and the Mathematical Provision (PM) of the death pension benefit in the period that constitutes the pandemic (2020, 2021 and 2022). Among the main results obtained, it was possible to verify that, when eliminating Covid-19 as a cause of death, the probability of death is lower than when this is considered, in all the years analyzed. Keeping other assumptions constant and applying mortality experiences to the RPPS benefit plan, with the exception of the year 2022, commitments relating to death pensions were reduced in Scenario 2, compared to Scenario 1. The change in mortality tables in scenarios in which Covid-19 does not act as a cause of death reduced the VPBF and PM relating to pension commitments, on average, by 1.72% (from 2020 to 2021) and by 1.75% (from 2021 to 2022). Furthermore, even if the variation between VPBF and PM is very close, the impact is slightly greater on provisions. Finally, the results highlight the importance of considering the impact caused by the pandemic not only on the mortality structure, but also on specific areas that make use of premises based on such behavior, since the change in just one premise had an impact on the whole of the result.

Keywords: Covid-19 Pandemic. Mortality of the Brazilian population. Multiple Decrements. RPPS. Death pension.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Óbitos ocorridos no Brasil, dispostos por idade e sexo, em 2020.....	47
Figura 2 - Óbitos ocorridos no Brasil, dispostos por idade e sexo, em 2021	47
Figura 3 - Óbitos ocorridos no Brasil, dispostos por idade e sexo, em 2022.....	47
Figura 4 - Probabilidades de morte bruta e líquida no Brasil, dispostas por idade e sexo, em 2020.....	50
Figura 5 - Probabilidades de morte bruta e líquida no Brasil, dispostas por idade e sexo, em 2021.....	51
Figura 6 - Probabilidades de morte bruta e líquida no Brasil, dispostas por idade e sexo, em 2022.....	52
Figura 7 - Expectativa de vida no Brasil, por idade, causa de morte e sexo, em 2020	53
Figura 8 - Expectativa de vida no Brasil, por idade, causa de morte e sexo, em 2021	54
Figura 9 - Expectativa de vida no Brasil, por idade, causa de morte e sexo, em 2022	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de casos e de óbitos, letalidade e taxa de mortalidade por Covid-19	17
Tabela 2 - Quantidade de óbitos com sexo ignorado e idade indeterminada (SIM)..	34
Tabela 3 - Quantidade de óbitos com sexo ignorado e idade indeterminada (SRAG)	34
Tabela 4 - Quantidades absoluta e relativa de óbitos no Brasil	45
Tabela 5 - Média de óbitos por idade, disposto por ano e sexo, no Brasil	46
Tabela 6 - Características dos participantes inativos do RPPS analisado	49
Tabela 7 - Resultados do VPBF, VPCF e PM por cenário e ano.....	57
Tabela 8 - Variação percentual de VPBF, VPCF e PM por ano (desconsiderando a Covid-19).....	58
Tabela 9 - Variação percentual de VPBF, VPCF e PM (todas as causas de óbitos) .	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das premissas atuariais	20
Quadro 2 - Regras para o recebimento da pensão por morte	22
Quadro 3 - Informações dos registros de óbitos	33
Quadro 4 - Informações do RPPS	35
Quadro 5 - Premissas adotadas no trabalho	42

LISTA DE ABREVIATURAS

- BD – Benefício Definido
- CF – Constituição Federal
- EAPC – Entidades Abertas de Previdência Complementar
- EC – Emenda Constitucional
- EFPC – Entidades Fechadas de Previdência Complementar
- ESPII – Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional
- ESPIN – Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional
- IBA – Instituto Brasileiro de Atuária
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IEN – Idade Normal de Entrada
- OMS – Organização Mundial de Saúde
- OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
- PM – Provisão Matemática
- PNAD Contínua – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
- PNI – Prêmio Nivelado Individual
- PUC – Crédito Unitário Projetado
- RGPS – Regime Geral de Previdência Social
- PMBAC – Provisão Matemática de Benefícios a Conceder
- PMBC – Provisão Matemática de Benefícios Concedidos
- RPC – Regime de Previdência Complementar
- RPPS – Regime Próprio de Previdência Social
- SARS-CoV-2 – *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*
- SIM – Sistema de Informação sobre Mortalidade
- SRAG – Síndrome Respiratória Aguda Grave
- TEM – Taxa Específica de Mortalidade
- VPBF – Valores Presentes dos Benefícios Futuros
- VPCF – Valores Presentes das Contribuições Futuras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA	11
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 A PANDEMIA DE COVID-19	17
2.2 A MENSURAÇÃO DA MORTALIDADE	19
2.3 PENSÃO POR MORTE	21
2.4 PROVISÕES MATEMÁTICAS EM RPPS	23
2.5 REVISÃO DA LITERATURA	27
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
3.1 TIPO DE PESQUISA, AMOSTRA E COLETA DE DADOS	32
3.2 VARIÁVEIS ANALISADAS	33
3.3 TIPOS DE ANÁLISE	36
3.3.1 Análise descritiva	36
3.3.2 Modelo de Múltiplos Decrementos	36
3.3.2.1 Cálculo das estimativas de mortalidade	37
3.3.3 Funções de comutação e o cálculo do VPBF e da PM	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA	45
4.1.1 Bases de dados de mortalidade	45
4.1.2 Base de dados do RPPS	48
4.2 ANÁLISE DO MODELO DE MÚLTIPLOS DECREMENTOS	50
4.3 ANÁLISE DO VPBF E DA PM	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA

O sistema previdenciário brasileiro é estruturado sob a forma de três regimes: Regime Geral de Previdência Social (RGPS), Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) e Regime de Previdência Complementar (RPC). Os dois primeiros integram a previdência social, ofertada pelo Estado e obrigatória a todos os trabalhadores do país; já o último possui caráter facultativo, sendo organizado de forma autônoma em relação aos regimes de previdência social e pode ser dividido em Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) e Entidades Abertas de Previdência Complementar (EAPC).

Conforme o art. 40 da Constituição Federal (CF), o Regime Próprio possui caráter contributivo, é estabelecido no âmbito de cada ente federativo e deve assegurar a todos os servidores públicos estatutários pelo menos os benefícios de aposentadoria e pensão por morte previstos neste artigo, observados critérios que preservem o equilíbrio financeiro e atuarial (BRASIL, 1998).

Dado o objetivo principal de honrar o pagamento dos benefícios aos participantes e dada a característica de longo prazo, existem diversos fatores de risco aos quais o passivo dos planos previdenciários está exposto. Rodrigues (2008) afirma que o principal risco de um fundo é a impossibilidade de acumular e/ou manter recursos suficientes para cumprir os compromissos assumidos com os participantes.

O equilíbrio dos planos previdenciários e os riscos que os envolvem passam pelas premissas atuariais adotadas e pela metodologia de cálculo empregada. Dessa forma, existe a necessidade de monitorar os resultados das obrigações dos planos para assegurar a sua solvência junto à utilização de premissas para mensurar tais compromissos de forma adequada.

Segundo Corrêa (2018), as premissas podem ser econômicas ou demográficas. As econômicas estão relacionadas aos fatores macroeconômicos externos aos planos de benefícios, como a rentabilidade dos investimentos e a taxa de crescimento das remunerações, enquanto as demográficas se referem à entrada e saída da população de ativos ou de beneficiários do plano, tal como a hipótese de mortalidade, cuja morte do participante encerra a série de pagamentos de

contribuições ou de benefícios ao mesmo tempo que pode dar início a um benefício de pensão aos seus dependentes.

Nesse sentido, embora tais premissas sejam comumente estimadas com base na experiência e tendência de determinada população, e por se tratar de eventos futuros, é possível que ocorra algum evento não previsto que altere abruptamente o comportamento da variável em questão, como o caso da pandemia da Covid-19, infecção respiratória aguda causada pelo vírus *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023a).

A pandemia de Covid-19 foi detectada em dezembro de 2019 na China. No Brasil, foi declarada Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) em janeiro de 2020 e Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) um mês depois, sendo identificada como uma doença de alta transmissibilidade e de distribuição global (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023a).

No Brasil, a evolução do coronavírus foi considerada acelerada, e o primeiro registro de infecção pela doença foi confirmado em fevereiro de 2020. Na metade do mês de abril do mesmo ano, já haviam sido registradas 2.462 mortes e 38.654 casos de infecção. Em maio de 2020, o coronavírus foi considerado a maior causa de morte no país (SILVA; DUARTE; TERRA, 2022).

Devido ao crescimento significativo dos casos de infecção e mortes, foram adotadas diversas medidas como tentativas de reduzir a propagação da doença no país, a exemplo da quarentena e restrições aos estabelecimentos comerciais, conforme as necessidades locais, o que resultou em impactos sociais e econômicos na sociedade, tanto diretos quanto indiretos (SILVA; DUARTE; TERRA, 2022).

Ferreira, Teixeira e Scaff (2021), por exemplo, verificaram que em decorrência da Covid-19 houve a ampliação dos pedidos de pensão por morte no RGPS e um consequente impacto financeiro sobre o sistema previdenciário. Se utilizado o mesmo período de comparação pelos autores, a partir de dados do Ministério da Previdência Social, em fevereiro de 2020 o total de benefícios concedidos pelo RGPS foi de 358.999, enquanto em maio de 2021 foi de 410.892. Destes, 26.275 e 84.205 correspondem à pensão por morte, respectivamente (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2023).

Esses números dão indícios de que a pandemia de Covid-19 impactou a quantidade de concessão de pensão por morte no RGPS, que quadruplicou nesse período, e aumentou a necessidade de recursos referentes aos benefícios

concedidos. Sob a ótica relativa, a concessão de pensão por morte em relação ao total dos benefícios concedidos pelo RGPS passou de 7%, em fevereiro de 2020, para 20%, em maio de 2021; além disso, enquanto o total de benefícios concedidos cresceu em 14%, a concessão de pensão por morte cresceu em 220%, para o mesmo período.

Dessa forma, levanta-se e pretende-se verificar a hipótese de que, assim como no RGPS, a grande quantidade de óbitos decorrentes da pandemia pode ter aumentado a concessão de pensão por morte nos RPPS e, conseqüentemente, impactado as Provisões Matemáticas de Benefícios Concedidos dos planos, já que a hipótese de mortalidade é muito sensível e tem relação direta com o Valor Presente dos Benefícios Futuros.

Nesse contexto, questiona-se: quais os efeitos da mortalidade causada pela pandemia de Covid-19 sobre a Provisão Matemática do benefício de pensão por morte para aposentados em um plano previdenciário ofertado por um RPPS?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os impactos da mortalidade causada pela pandemia de Covid-19 sobre a Provisão Matemática do benefício de pensão por morte para aposentados em um plano previdenciário ofertado por um RPPS.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para os anos de 2020, 2021 e 2022, que constituem a pandemia de Covid-19:

- A partir do modelo de Múltiplos Decrementos, construir tábuas de mortalidade em dois cenários – incluindo e excluindo os óbitos por Covid-19;
- Analisar as diferenças entre as probabilidades de morte e as expectativas de vida decorrentes das tábuas de mortalidade construídas nos dois cenários;
- Calcular, a partir das tábuas construídas nos dois cenários, o Valor Presente dos Benefícios Futuros, o Valor Presente das Contribuições Futuras e a Provisão Matemática do benefício de pensão por morte para aposentados no plano de benefícios ofertado pelo RPPS analisado;

- Comparar os resultados dos cálculos atuariais para mensurar os impactos da mortalidade causada pela pandemia sobre a Provisão Matemática do benefício de pensão por morte de aposentados no plano de benefícios ofertado pelo RPPS analisado.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Rodrigues (2008), as premissas assumidas pelo atuário podem não se realizar como previsto, o que pode resultar em desequilíbrios técnicos, seja insuficiência dos planos ou taxaço excessiva. Por isso, as premissas devem ser avaliadas sobre a sua razoabilidade no curto e médio prazo e quanto à capacidade de se mostrarem consistentes no longo prazo. Dessa forma, deve-se considerar os riscos atuariais aos quais os planos de benefícios estão expostos ou os eventos oriundos de intervenientes que trazem volatilidade aos resultados necessários à sua solvência.

Pinheiro (2007) afirma que a variável mortalidade constitui a principal hipótese de um plano de benefícios e interfere de forma direta na situação financeira e atuarial desses planos. É fato que a Covid-19 causou um número significativo de mortes em todo o mundo e gerou efeitos sociais e econômicos na sociedade que, por sua vez, impactam na dinâmica demográfica do país, principalmente no que diz respeito à estrutura da mortalidade e conseqüentemente na expectativa de vida ao nascer da população (SILVA; DUARTE; TERRA, 2022).

Em um resumo das principais métricas e dos indicadores básicos da vigilância da Covid-19 disponibilizado pelo Ministério da Saúde (2023b), com dados de fevereiro de 2020 a julho de 2023, mas levando em conta apenas o período de fevereiro de 2020 a dezembro de 2022, foram registrados um total acumulado de 36.331.281 casos e 693.853 óbitos.

Com base em dados de anos anteriores, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) caracterizou como excesso de mortalidade a diferença entre a quantidade de mortes que ocorreram e o que seria esperado na ausência da pandemia, incluindo mortes associadas diretamente à Covid-19 (devido à doença) ou indiretamente (devido ao impacto da pandemia nos sistemas de saúde e na sociedade). As estimativas entre janeiro de 2020 e dezembro de 2021 indicam que tal excesso foi de aproximadamente 14,9 milhões de mortes, sendo maior para homens do que para mulheres e maior entre pessoas idosas (OPAS/OMS, 2022).

Diversos trabalhos se propuseram a analisar o impacto das mortes causadas pela pandemia em vários países e, partindo de dados observados ou simulados, o ponto em comum é a estimativa da redução na expectativa de vida ao nascer para as várias populações, que são substanciais segundo os padrões históricos recentes.

Ao contrário do que vinha sendo observado nos últimos anos em relação à tendência de crescimento da expectativa de vida ao nascer no Brasil, motivada por melhorias na qualidade de vida da população, pode-se afirmar que essa nova causa de mortalidade apresentará uma quebra nas tendências, já que levou a uma desaceleração desse crescimento, conforme o apresentado nos estudos (CASTRO *et al.*, 2021; DIÓGENES; OJIMA; COSTA, 2020; HEUVELINE; TZEN, 2021; MAROIS; MUTTARAK; SCHERBOV, 2020; SILVA; DUARTE; TERRA, 2022; SILVA *et al.*, 2020).

Nesse contexto, embora a utilização de premissas não realistas para a mortalidade possa permitir, pelo menos temporariamente, uma situação econômica tranquila para o plano de aposentadoria e pensões, no médio e longo prazo, exigirá ajustes mais acentuados na estrutura do plano de benefícios, que se darão após a substituição da premissa, seja pela redução no valor dos benefícios e / ou pelo aumento na taxa de contribuição para os participantes (PINHEIRO, 2007).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) afirma que as Tábuas Completas de Mortalidade para o Brasil tanto para o ano de 2020 quanto 2021 retratam a projeção da mortalidade elaborada a partir de dados censitários de 2010, sem incorporar, portanto, os efeitos da pandemia de Covid-19 no aumento dos óbitos na população brasileira. Para que esses efeitos sejam incluídos, seria necessária uma alteração na metodologia utilizada pelo IBGE para calcular as Tábuas (IBGE, 2023).

Diante desse cenário, torna-se importante estudar o impacto causado pela pandemia não só na estrutura de mortalidade, mas também sobre áreas específicas que fazem o uso das premissas fundamentadas em tal comportamento.

Embora alguns estudos tratem do impacto sobre o passivo atuarial de planos previdenciários dada a variação das premissas atuariais ou de determinado evento, conforme apontaram Queiroz e Afonso (2023), existe uma lacuna na literatura sobre as pensões por morte, especialmente no setor público brasileiro. Afirmam, ainda, que essa escassez, tanto teórica quanto empírica, pode estar associada a dois motivos: incorporar as pensões além dos benefícios de aposentadoria aumenta a complexidade do trabalho e nem sempre há dados em quantidade, qualidade e desagregação que possam ser empregados adequadamente.

Assim, o presente trabalho contribui à medida que analisa o impacto da mortalidade causada por Covid-19 sobre o plano de benefícios de um RPPS, especificamente sobre a formação das Provisões Matemáticas do benefício de pensão por morte.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco seções. Na primeira seção, encontra-se a introdução do trabalho com contextualização, questão de pesquisa, objetivos (geral e específicos) e justificativa. Na segunda seção, encontram-se as fundamentações teóricas e empíricas. Na terceira seção, encontram-se os procedimentos metodológicos adotados. Na quarta seção, encontram-se os resultados e discussões. Na quinta seção, por fim, encontram-se as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta considerações e conexões entre a pandemia de Covid-19, a mortalidade, as pensões por morte e as provisões matemáticas de um plano, além de estudos anteriores relacionados ao tema abordado.

2.1 A PANDEMIA DE COVID-19

A doença por coronavírus, conhecida como Covid-19, foi detectada em dezembro de 2019 após a notificação de um surto em Wuhan, na China. Trata-se de uma infecção respiratória causada pelo vírus SARS-CoV-2. Os coronavírus são uma família de vírus comuns em diferentes espécies de animais que podem causar desde um resfriado comum até doenças mais graves, como as causadas pela síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023c; OPAS/OMS, 2023).

No Brasil, foi declarada ESPII em janeiro de 2020 e após uma disseminação global não contida, em março de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou que a Covid-19 estava caracterizada como uma pandemia. A partir daí, foram recomendadas diversas medidas de isolamento visando diminuir a propagação do vírus (SILVA; DUARTE; TERRA, 2022).

As Portarias MS/GM n.º 188, de 3 de fevereiro de 2020, e n.º 913, de 22 de abril de 2022, declararam o início e o fim do período de ESPIN em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV), respectivamente. Considerando esse período, a Tabela 1 apresenta, em linhas gerais, a quantidade de casos e de óbitos por Covid-19, disponibilizados pelo Ministério da Saúde (2023d).

Tabela 1 - Número de casos e de óbitos, letalidade e taxa de mortalidade por Covid-19

Período	Casos acumulados	Óbitos acumulados	Letalidade	Taxa mortalidade (100 mil hab.)
27/03/2020 a 31/12/2020	7.675.973	194.949	2,5%	92,77
01/01/2021 a 31/12/2021	22.287.521	619.056	2,8%	201,59
01/01/2022 a 31/12/2022	36.331.281	693.853	1,9%	35,57

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Ministério da Saúde (2024).

Conforme Silva, Duarte e Terra (2022), o coronavírus foi considerado a maior causa de morte no Brasil em maio de 2020. A partir dos dados da Tabela 1, é possível observar a evolução percentual da mortalidade de 2020 para 2021 devido ao aumento da quantidade de casos e de óbitos em 190% e 218%, respectivamente. Já de 2021 para 2022, a evolução se deu em 63% para a quantidade de casos e em 12% para a quantidade de óbitos acumulados.

A Fundação Oswaldo Cruz (2023) afirma que as repercussões causadas pelo coronavírus vão além de ordem epidemiológica em escala global, tendo impactos sociais, econômicos, políticos, culturais e históricos sem precedentes na história recente das epidemias. Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) evidenciados por Marques (2022), a taxa de desemprego subiu para 14,7% no primeiro trimestre de 2021, sendo a maior de todos os trimestres da série histórica iniciada em 2012. A autora ressalta como as ações de saúde, sociais e políticas estão interligadas, uma vez que, além das modificações nos dados demográficos, a pandemia trouxe inúmeros impactos ao cenário econômico brasileiro.

Sobre os efeitos indiretos da pandemia, estes podem ser avaliados a partir do aumento da mortalidade global em relação aos níveis de mortalidade de referência anteriores, dado que as mortes em excesso impactam na mortalidade por outras causas. Por um lado, diminuem a mortalidade para algumas causas (por exemplo, a redução de exposição a outras infecções); por outro, aumentam por outras causas devido a atrasos ou renúncias, associados principalmente à sobrecarga do sistema de saúde (CASTRO *et al.*, 2021; MAROIS; MUTTARAK; SCHERBOV, 2020; OPAS/OMS, 2022).

Entre as implicações, as variações na taxa de mortalidade contribuem com maiores ou menores pesos na expectativa de vida ao nascer, medida que representa o número de anos esperados que uma pessoa poderá viver, considerando as condições de mortalidade observadas no período (SILVA *et al.*, 2020). Essa medida, considerada nos cálculos atuariais, será apresentada na próxima subseção, destacando-se como a mortalidade e suas implicações são mensuradas pela ciência atuarial.

2.2 A MENSURAÇÃO DA MORTALIDADE

O equilíbrio atuarial é alcançado quando se igualam as receitas e as obrigações estimadas, a valor presente atuarial, implicando, neste caso, que as contribuições proporcionam recursos suficientes para pagar os benefícios futuros assegurados pelo regime. Para isso, adota-se um conjunto de hipóteses atuariais. Especificamente nos RPPS, onde o valor dos benefícios é determinado conforme regras previamente estabelecidas, a contribuição se configura como uma variável dependente, já que os benefícios são definidos constitucionalmente e projetados a partir da legislação e das premissas atuariais e devem ser cobertos pelo conjunto de ativos ao longo do tempo (BRASIL, 2022; CORRÊA, 2018; NOGUEIRA, 2012; XAVIER, 2015).

Segundo Rodrigues (2008), as premissas atuariais são um conjunto de estimativas relacionadas a eventos biométricos, financeiros, econômicos, demográficos, sociais etc., que se espera realizar em um dado período, com um bom nível de segurança. São definidas pelo atuário e utilizadas para mensurar os encargos e receitas previdenciárias a partir de funções que expressam comportamentos futuros utilizados nos cálculos.

A concretização de qualquer que seja o cenário, considerando premissas que se baseiam em eventos futuros, está sujeita ao trinômio certeza-probabilidade-risco: certeza quanto ao dispêndio com determinado benefício, risco associado ao fato de não se saber quando ocorrerá a sua concessão e em qual proporção, e, neste caso, probabilidade atribuída à ocorrência do evento ou aos pagamentos, por meio do cálculo atuarial. O Quadro 1 apresenta a classificação das premissas atuariais estabelecidas pelo Comitê de Pronunciamentos Atuariais do Instituto Brasileiro de Atuária (IBA).

A exemplo das premissas biométricas, embora não se saiba quando cada beneficiário irá morrer, é possível atribuir probabilidades de morte por idade para uma população de segurados e calcular o valor médio necessário ao pagamento dos benefícios vitalícios (CORRÊA, 2018). Para tanto, faz-se necessário o uso da tábua de mortalidade, “que apresenta o número de pessoas vivas e de pessoas mortas, em ordem crescente da idade, desde a origem até a extinção completa do grupo” (VILANOVA, 1969, p. 16).

Quadro 1 - Classificação das premissas atuariais

Biométricas	Demográficas	Econômicas	Financeiras
Tábua de entrada em invalidez	Hipótese sobre a composição da família de pensionistas	Taxa de inflação	Taxa real anual de juros
Tábua de mortalidade de inválidos	Hipótese de entrada em aposentadoria	Projeção de crescimento real de salário	
Tábua de mortalidade geral	Hipótese sobre geração futura de novos entrados	Projeção de crescimento real dos benefícios do plano	
Tábua de sobrevivência	Hipótese de desligamento	Projeção de crescimento real do maior salário de benefício do INSS	
Tábua de sobrevivência de inválidos		Indexador do plano	
Tábua de morbidez			

Fonte: Resolução IBA n.º 02/16 (2016).

Com o intuito de representar a probabilidade de morte ou de sobrevivência de uma população em um determinado período, de acordo com Vilanova (1969), uma tábua de mortalidade é composta, no mínimo, pelas seguintes funções:

- l_x = número de pessoas vivas na idade x .
- d_x = número de pessoas mortas entre as idades x e $x + 1$.
- p_x = probabilidade anual de sobrevivência ou probabilidade de (x) sobreviver à idade $x + 1$.
- q_x = probabilidade anual de morte ou probabilidade de (x) morrer antes de atingir a idade $x + 1$.
- μ_x = risco de morte, força de mortalidade, taxa instantânea de mortalidade ou coeficiente instantâneo de mortalidade à idade x .
- e_x^0 = esperança abreviada de vida à idade x .

Vale ressaltar que as premissas biométricas devem refletir o melhor julgamento do atuário dada a realidade em que está inserido, uma vez que são elaboradas com base na experiência histórica e nas perspectivas de evolução da massa de

participantes, assistidos e beneficiários do plano. Nessa linha de raciocínio, as tábuas de mortalidade utilizadas devem representar a efetiva mortalidade a qual o grupo segurado está submetido, já que tem relação direta com as Provisões Matemáticas dos planos e, quando as condições não se comportam conforme previsto, estas podem ser minoradas ou majoradas, resultando em perdas ou ganhos atuariais (CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; RODRIGUES, 2008; XAVIER, 2015).

Quanto à tábua mínima que pode ser utilizada para organização e funcionamento dos RPPS, a Portaria MTP n.º 1.467/2022, no art. 36 (Capítulo IV), determina que observados os critérios técnicos, para cálculo da taxa de sobrevivência de válidos e inválidos, o limite mínimo adotado será dado pela tábua anual de mortalidade do IBGE, segregada por sexo. As tábuas de mortalidade do IBGE são adotadas por serem elaboradas utilizando dados de mortalidade da população brasileira, refletindo a tendência de mortalidade de longo prazo do país. Também é prevista a utilização de tábuas formuladas com base na experiência evidenciada da massa de beneficiários do regime, cujo relatório de análise das premissas deverá conter estudo técnico da aderência que confronte a informação das tábuas biométricas utilizadas na avaliação atuarial em relação àquelas constatadas para a massa.

Como a mortalidade é um evento passível de cobertura – em seguradoras, por exemplo, pode motivar o pagamento de indenização (em forma de pecúlio ou pensão) à família do segurado –, é necessário que estudos atuariais compreendam o tempo até a morte dos participantes (segurados e beneficiários). Esse entendimento viabiliza a realização de cálculos que estimam os impactos da mortalidade sobre as obrigações do plano previdenciário, dado que no âmbito dos RPPS, a morte pode motivar o pagamento de pensão, cobertura que será melhor descrita na subseção a seguir.

2.3 PENSÃO POR MORTE

Um dos benefícios assegurados pelos RPPS é a pensão por morte, destinada aos dependentes do segurado quando este é acometido pelo evento morte, assegurando ao beneficiário uma assistência à família após o falecimento do provedor. Segundo Nunes (2020), junto à aposentadoria, a pensão por morte é um dos benefícios de maior relevância mesmo antes de se pensar em sistema previdenciário e, de forma histórica, sua criação remonta ao período colonial: em

1953, com as Santas Casas de Misericórdia no Porto de São Vicente e na Vila de Santos; e em 1975, com o Plano de Beneficência dos Órfãos e Viúvas dos Oficiais da Marinha.

Além das regras de concessão e cálculo estabelecidas pela Portaria MTP n.º 1.467/2022, de uma forma geral, o direito ao benefício é vinculado ao preenchimento de alguns requisitos básicos: o óbito do segurado, a qualidade do segurado falecido e a qualidade do dependente do falecido. Quanto ao óbito do segurado, não se faz distinção entre os diferentes tipos de segurado (se é ativo, aposentado ou adquiriu o direito à aposentadoria); para os demais requisitos, é necessário atender as condições que garantam o direito ao recebimento do benefício (NUNES, 2020).

O dependente é considerado beneficiário de forma indireta, já que a sua vinculação ocorre em razão do seu vínculo com o segurado. Conforme as Leis n.º 9.032/1995, n.º 9.528/1997, n.º 12.470/2011, n.º 13.146/2015, n.º 13.135/2015 e n.º 13.846/2019, que modificaram a Lei n.º 8.213/1991, o rol de dependentes inclui o cônjuge ou companheiro; o filho não emancipado menor de 21 anos ou inválido ou que possua alguma deficiência grave ou intelectual ou mental; os pais; e o irmão não emancipado menor de 21 anos ou que seja inválido ou possua alguma deficiência grave, ou intelectual, ou mental.

Ademais, a Portaria ME n.º 424/2020 modificou a Lei n.º 8.213/1991, fixando as idades de que tratam a duração da pensão. O Quadro 2 apresenta um resumo dos critérios vigentes em 2023 para o recebimento da pensão por morte, estabelecidos conforme a legislação.

Quadro 2 - Regras para o recebimento da pensão por morte

Condições de Elegibilidade	Idade do beneficiário na data do óbito do titular	Duração do benefício	Valor do benefício
Menos de 18 contribuições mensais ou casamento/união estável com duração menor que 2 anos	qualquer idade	4 meses	50% do valor da aposentadoria recebida pelo titular ou daquela a que teria direito se fosse aposentado por incapacidade permanente na data do óbito, com acréscimo de 10 % por dependente, até o limite de 100%
Pelo menos 18 contribuições mensais e casamento/união estável com duração maior que 2 anos	menor que 21 anos	3 anos	
	entre 22 e 27 anos	6 anos	
	entre 28 e 30 anos	10 anos	
	entre 31 e 41 anos	15 anos	
	entre 42 e 44 anos	20 anos	
	mais de 45 anos	vitalício	

Fonte: Elaboração própria, com base nas Portarias ME n.º 424/2020 e MTP n.º 1.467/2022 (2024).

Como pode ser observado no Quadro 2, além do preenchimento dos requisitos básicos, a duração do pagamento do benefício depende da idade do beneficiário quando da morte do segurado. Em suma, a Portaria MTP n.º 1.467/2022 define no art. 10 (Capítulo VII) que, atualmente, o valor da pensão é dado por uma cota familiar de 50% da aposentadoria, com acréscimo de 10% para cada dependente, até o limite de cinco dependentes, preservando o limite máximo de 100% do valor (BRASIL, 2022).

Tratados os tópicos sobre a pandemia e suas implicações sobre a mortalidade e o benefício de pensão por morte, a subseção seguinte trata do financiamento dessa cobertura no âmbito do RPPS.

2.4 PROVISÕES MATEMÁTICAS EM RPPS

O sistema previdenciário pode ser definido como o conjunto de regras constitucionais e legais que objetivam oferecer um mecanismo de proteção para atender às necessidades dos segurados e as de caráter social. Regulamentada pela CF de 1988 e sendo parte dos três pilares (saúde, previdência e assistência social) que devem ser assegurados pela Seguridade Social, o sistema previdenciário brasileiro é composto por três tipos diferentes de regimes: RGPS, RPPS e RPC (BRASIL, 1988; CHAN; SILVA; MARTINS, 2010).

O RPPS, objeto de estudo da corrente pesquisa, evoluiu com a CF de 1988, conforme apontado por Nogueira (2012, p. 7):

as Emendas Constitucionais nº 20/1998 e nº 41/2003, e as Leis nº 9.717/1998 e nº 10.887/2004, redefiniram o marco institucional dos Regimes Próprios, estabelecendo regras de organização e funcionamento que proporcionaram significativos avanços na sua gestão.

Dentre estes atos normativos, destaca-se a relevância da Emenda Constitucional (EC) n.º 20/1998, dado que os RPPS, até 1998, foram criados em sua maioria sem a realização de um estudo atuarial que permitisse avaliar o custo do plano e estabelecer as fontes de custeio necessárias para a devida cobertura das obrigações. Passou a exigir, portanto, o equilíbrio financeiro e atuarial dos planos, definido como princípio básico norteador, além de expressar o caráter contributivo e solidário dos regimes de previdência dos servidores públicos (NOGUEIRA, 2012).

De acordo com o art. 50 da Portaria MTP n.º 1.467/2022, o passivo atuarial dos planos é composto pelas provisões matemáticas previdenciárias, que representam os compromissos líquidos do plano de benefícios, avaliados sob o regime financeiro de capitalização. A Provisão Matemática (PM) total, também chamada de Reserva Matemática, é constituída pela soma entre a Provisão Matemática de Benefícios Concedidos (PMBC) e a Provisão Matemática de Benefícios a Conceder (PMBAC), que representam, respectivamente, os compromissos do plano com os participantes já em gozo de benefícios e com os participantes ainda em fase de atividade. Tanto a PMBC quanto a PMBAC correspondem à diferença entre os Valores Presentes dos Benefícios Futuros (VPBF) e os Valores Presentes das Contribuições Futuras (VPCF), sendo a primeira em relação aos aposentados e pensionistas, ou seja, aos participantes que já se encontram em gozo de benefícios, e a outra, relacionada aos participantes ativos (SANTOS JÚNIOR, 2018).

As Provisões Matemáticas consideram, além de outros fatores, os eventos aleatórios da mortalidade dos indivíduos, ou seja, o tempo de vida restante de cada indivíduo. São tradicionalmente calculadas a partir da esperança matemática das taxas de mortalidade e a hipótese de mortalidade dimensiona o valor presente dos benefícios que serão concedidos no futuro, de forma que o evento gerador “morte” produz o benefício de pensão por morte, enquanto a sobrevivência produz o benefício de aposentadoria (DIAS, 2009; MEDEIROS, 2015; PIRES *et al.*, 2021).

Assim, além dos benefícios programáveis (aqueles em que é possível prever a data de início de concessão do benefício), o Regime Próprio oferece a cobertura de benefícios de risco ou não-programáveis (aqueles em que não é possível prever a data de início de concessão do benefício), referentes a situações cujo início de pagamento do benefício está condicionado à ocorrência de evento aleatório, que pode não se materializar ou, ainda, que se materializará em tempo futuro desconhecido, a exemplo da pensão por morte paga aos dependentes por ocasião da morte do participante ou segurado principal (PINHEIRO, 2007).

Para assegurar o equilíbrio financeiro e atuarial dos RPPS são realizadas avaliações atuariais anuais, documento elaborado por atuário de acordo com as bases técnicas estabelecidas, que compreende desde a base cadastral utilizada até a estimativa dos recursos necessários para todos o pagamento dos benefícios, regimes financeiros adotados para o seu financiamento, provisionamento de receitas e encargos, entre outros (BRASIL, 2022). Quanto à forma de quantificação das

contribuições para fazer face aos benefícios e despesas previstas no plano, a Portaria MTP n.º 1.467/2022 distingue dois tipos de regimes financeiros dos quais os entes federativos poderão adotar: regime financeiro de capitalização e regime financeiro de repartição de capitais de cobertura.

No regime de capitalização, existe a constituição de provisões individuais de modo que os ativos capitalizados produzam recursos futuros visando a cobertura integral dos benefícios iniciados durante o mesmo período. Na repartição de capitais de cobertura, há a constituição de provisões visando a cobertura dos compromissos iniciados no mesmo exercício, em outras palavras, as contribuições são definidas para que as receitas sejam equivalentes aos fundos integralmente garantidores dos benefícios iniciados no exercício (BRASIL, 2022; CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; XAVIER; SANTOS JÚNIOR, 2018).

O art. 30 (Capítulo IV, V) da mesma Portaria define que a capitalização deve ser adotada para o financiamento das aposentadorias programadas e pensões por morte decorrentes dessas aposentadorias, ao passo que para cálculo dos compromissos relativos aos benefícios não programáveis de aposentadorias por invalidez, pensões por morte delas decorrentes e as pensões por morte de segurados ativos, o mínimo aplicável deve ser o regime financeiro de repartição de capitais de cobertura. Além disso, é permitida a utilização do regime financeiro de repartição simples¹ em caso de Fundo em Repartição (BRASIL, 2022).

Quanto à forma de acumulação dos recursos, o regime de capitalização permite o uso de diversos métodos de financiamento, conforme a Seção IV do Anexo VI da Portaria 1.467/2022: Crédito Unitário Projetado (PUC), Idade Normal de Entrada (IEN), Prêmio Nivelado Individual (PNI) e Agregado.

De acordo com Xavier e Santos Júnior (2018, p. 224), os métodos de custo atuarial podem ser classificados de diversas formas:

- (i) conforme haja alocação de benefícios ou alocação de custos; (ii) na maneira de cálculo do custo normal e passivo atuarial se individual ou agregado; e (iii) se o método destaca o serviço passado a ser pago como custo suplementar.

¹ Na repartição simples, não há constituição de provisões e as contribuições são definidas de forma que as receitas sejam equivalentes às despesas do exercício, ou seja, em função dos pagamentos dos benefícios previstos para o período.

No método PUC, o custo normal corresponde ao valor presente dos benefícios projetados dividido pelos anos de serviço até a aposentadoria, ou seja, é igual à parcela do benefício a ser acumulada naquele ano, considerando o crescimento salarial estimado durante toda a fase ativa do participante. Por caracterizar-se como um método de alocação de benefícios, onde a provisão matemática e o custo normal são funções do benefício, pode-se afirmar que este método pode resultar em um custo normal crescente como porcentagem da base de cálculo (CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; RODRIGUES, 2008; XAVIER; SANTOS JÚNIOR, 2018).

O método IEN, caracteriza-se como de alocação de custos, onde o benefício acumulado é função do custo normal e este se mantém constante do início ao fim. Nele, o custo normal é calculado individualmente de maneira nivelada ao longo da vida ativa, supondo uma idade inicial de entrada no plano e determinado benefício projetado. Seu benefício é calculado em função do salário projetado para a data de aposentadoria e o custo normal pode ser expresso como uma porcentagem do salário de contribuição, começando da data de entrada até a data da aposentadoria (CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; RODRIGUES, 2008; XAVIER; SANTOS JÚNIOR, 2018).

No método PNI, cada benefício é projetado como prêmios médios sobre os anos de participação no plano e o valor da contribuição corresponde ao necessário para fazer face ao benefício pretendido, semelhante ao IEN – a diferença é que o cálculo considera a data de filiação ao RPPS pela admissão ou pela implantação (o que for posterior) até a data do benefício (CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; RODRIGUES, 2008; XAVIER; SANTOS JÚNIOR, 2018).

O Agregado, por sua vez, como o próprio nome sugere, tem a taxa de contribuição estabelecida em bases coletivas e o custo normal correspondente a um percentual aplicado sobre a folha de salários (CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; RODRIGUES, 2008; XAVIER; SANTOS JÚNIOR, 2018).

Assim, o dimensionamento da Provisão Matemática varia conforme o regime de financiamento adotado e o fato de haver diferentes métodos de financiamento que se comportam de maneiras diferentes possibilita diferentes objetivos e formas de olhar para as provisões e as contribuições necessárias em cada momento (CHAN; SILVA; MARTINS, 2010; GARCIA; SIMÕES, 2010).

2.5 REVISÃO DA LITERATURA

Esta subseção apresenta, em um primeiro momento, resultados de outros trabalhos que trataram do efeito das premissas atuariais, em especial as biométricas, sobre o custo normal, as provisões matemáticas ou o valor presente de benefícios futuros. Além disso, apresentam-se os achados de pesquisas anteriores referentes ao efeito da pandemia da Covid-19 sobre o nível de mortalidade brasileira. Por fim, agrupando-se as temáticas anteriores, resumem-se as pesquisas que investigaram o efeito da pandemia e da mudança no padrão de mortalidade sobre o valor presente de benefícios futuros.

Sobre o efeito das premissas atuariais, Dias (2009), a partir da simulação das taxas de mortalidade e das Provisões Matemáticas de um fundo de pensão, analisou a sensibilidade destas em relação a aquelas. A partir dos resultados obtidos, o autor destaca que dentre os riscos mais importantes e inerentes ao setor estão os riscos biométricos, ou seja, aqueles relacionados à confirmação das estimativas de sobrevivência da população coberta, e os riscos econômicos ou de mercado, referentes ao alcance da rentabilidade obtida com os investimentos.

Nessa perspectiva, Pinheiro (2005) examinou os efeitos das variações das premissas demográficas e econômicas sobre a PM dos benefícios de aposentadoria de um fundo de pensão brasileiro. Seus resultados destacam a expressiva sensibilidade da variável mortalidade sobre o VPBF, cuja influência na determinação do custo dos benefícios de aposentadoria e pensão está diretamente relacionada à situação financeira e atuarial dos planos previdenciários.

Nesse contexto, a premissa sobre a composição do grupo familiar do segurado é de extrema relevância para o cálculo do compromisso com as pensões. Segundo Pinheiro (2005), a PMBC por pensão por morte relativa ao grupo familiar depende das idades médias da família existente na ocasião do falecimento do segurado, de forma que quanto mais jovem for a família, maior será o VPBF para esse benefício.

Com relação ao benefício de pensão por morte, Nascimento (2021) estimou o impacto financeiro futuro sobre as pensões concedidas pelo RGPS derivado das alterações nas variáveis demográficas e constatou que devido à sensibilidade e estruturação do benefício, variações na fecundidade, mortalidade e nupcialidade afetam o total de dispêndio com a sua concessão no decorrer das idades do segurado.

Fígoli e Paulo (2008), ao analisarem o impacto das mudanças nas regras de concessão das pensões desde 1973, frente às mudanças demográficas relativas à composição dos dependentes por segurado, à estrutura por idade dos segurados e ao nível e padrão de mortalidade brasileira, afirmam que alterações na estrutura etária dos segurados deverão impactar no número médio de dependentes e, conseqüentemente, no custo das pensões.

A queda observada no nível de mortalidade brasileira antes da pandemia poderia implicar em uma redução nos óbitos de segurados e, conseqüentemente, no número de pensões concedidas, por exemplo. No entanto, se observada uma mudança na função de mortalidade, decorrente do aumento da mortalidade por outra causa, esse comportamento pode anular, pelo menos parcialmente, o efeito da queda da mortalidade no número de pensões concedidas (FÍGOLI; PAULO, 2008).

Já no âmbito do RPPS, o trabalho de Corrêa (2014) buscou analisar como a variabilidade de eventos demográficos de mortalidade, nupcialidade, invalidez, e fecundidade afetam a solvência de RPPS municipais. Os resultados indicam que o efeito da variação das funções demográficas é potencializado pela rentabilidade dos investimentos, de forma que é preciso cuidar não só dos riscos provenientes da variação das funções econômicas, mas também do risco resultante da interação de funções econômicas com funções demográficas.

Reis (2014), ao avaliar os impactos da taxa de juros e da tábua de mortalidade geral no equilíbrio financeiro e atuarial dos RPPS, a partir de simulações do VPBF alternando três tábuas de mortalidade e diversas taxas de juros, constatou que qualquer alteração dos limites prudenciais e mesmo as advindas de questões demográficas ou de mudanças macroeconômicas, produzirão aumento dos compromissos previdenciários e conseqüentes reflexos nos resultados atuariais. Os resultados da pesquisa mostram que a simples alteração da tábua, mantendo-se determinada a taxa de juros de 6% a.a., gerou um aumento de 10,6% tanto nos compromissos quanto no resultado previdenciário.

Por fim, Bezerra (2023), ao analisar o impacto da variação de premissas atuariais sobre o Custo Normal e as Provisões Matemáticas de um plano de benefícios ofertado por um RPPS, observou que, das premissas analisadas, a variação na taxa de mortalidade tem maior impacto sobre a PM, enquanto as variações na taxa de juros, no tempo de postergação da aposentadoria e no crescimento salarial tem maior impacto sobre o Custo Normal.

No contexto da pandemia, o Brasil foi fortemente afetado pela Covid-19. Em um estudo inicial (maio de 2020), Diógenes, Ojima e Costa (2020), sob a abordagem da teoria de Múltiplos Decrementos e a partir do registro de óbitos, estimaram as diferenças na expectativa de vida da população considerando o total de mortes e a eliminação das mortes decorrentes de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) – que inclui o Sars-CoV-2 – e concluíram que a redução na expectativa de vida ao nascer para ambos os sexos no Brasil seria de 217 dias.

Sob a mesma abordagem, Silva *et al.* (2020), com o objetivo de calcular a expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos da população brasileira, estimou as perdas de anos vividos em decorrência da mortalidade por Covid-19. Partindo da observação do número de óbitos ocorridos por causa, sexo e faixa etária, os resultados apontam uma redução nas expectativas de vida ao nascer em 1,018 e 0,590 anos e, na expectativa de vida aos 60 anos, uma redução de 1,211 e 0,980 anos para o sexo masculino e feminino, respectivamente.

Numa perspectiva global, Marois, Muttarak e Scherbov (2020) combinaram taxas específicas de mortalidade por idade com os pressupostos de taxas de prevalência e aplicaram uma simulação do número de pessoas infectadas, do número de mortes causadas pela doença e do número de mortes por todas as causas durante um período de um ano a quatro grandes regiões: América do Norte e Europa; América Latina e Caribe; Sudeste Asiático; e África Subsaariana. Os resultados indicam que a redução da expectativa de vida ao nascer é de 3 a 8 anos na América Latina.

Silva, Duarte e Terra (2022), a fim de calcular a expectativa de vida ao nascer, por sexo e faixa etária, também utilizaram a teoria de Múltiplos Decrementos para analisar os efeitos de curto prazo da pandemia na estrutura de mortalidade da população brasileira no ano de 2020. Ao comparar o cenário com ou sem as mortes causadas pela Covid-19, observaram que a expectativa de vida ao nascer, que era de 74 anos e 80 anos, caiu para 63 anos para os homens e 70 anos para as mulheres, respectivamente.

A fim de comparar as diferenças na distribuição da população por sexo e grupos etários, Heuveline e Tzen (2021) calcularam a taxa de mortalidade por Covid-19 para 186 países e territórios das Nações Unidas e populações em entidades administrativas subnacionais de primeiro nível. Várias populações registraram reduções na expectativa de vida em 2020 e, especificamente no Brasil, a redução estimada foi de 1,72 anos.

Castro *et al.* (2021), a partir de dados sobre o total de mortes notificadas em 2020 e de janeiro a abril de 2021, estimou um declínio de 1,3 anos na expectativa de vida ao nascer em 2020, nível de mortalidade não observado desde 2014. Nos primeiros 4 meses de 2021, as mortes por Covid-19 representaram 107% do total de mortes em 2020, além disso, supondo que as taxas de mortalidade teriam sido iguais às taxas de todas as causas de 2019 na ausência da pandemia, as mortes por Covid-19 em 2021 reduziram a expectativa de vida ao nascer em 1,8 anos, resultado um pouco maior do que a redução estimada para 2020 sob premissas semelhantes.

Em todos os estudos que estimaram a perda de anos de vida causada pelos óbitos de Covid-19, ou o ganho que se teria caso essa causa fosse excluída, observa-se uma redução maior de anos de vida para os homens do que para as mulheres, o que demonstra maior impacto da doença sobre o sexo masculino. Outro aspecto comum se refere aos indivíduos em idades mais avançadas, já que a doença é desproporcionalmente fatal entre os grupos etários mais velhos, pertencentes ao grupo de risco (CASTRO *et al.*, 2021; DIÓGENES; OJIMA; COSTA; MAROIS; MUTTARAK; SCHERBOV, 2020).

No estudo de Silva *et al.* (2020), os resultados apontaram que, para a faixa entre 60 e 69 anos, a probabilidade de morrer por Covid-19 é de 2,26% para os homens e 1,43% para as mulheres, e, para ambos os sexos, a mesma aumenta para as faixas mais envelhecidas. Consoante os resultados de Silva, Duarte e Terra (2022), a mortalidade por outras causas apresenta um comportamento exponencial que começa a se acentuar nas faixas de 40 a 49 anos, enquanto por Covid-19 essa acentuação é mais tardia, iniciando entre 60 a 69 anos. Entre as faixas de 40 a 60 anos, a Covid-19 representou a maioria dos óbitos, sobretudo no ano de 2021.

Deve-se considerar, também, as diferenças regionais, dada as desigualdades estruturais e econômicas brasileiras. Além da disparidade entre homens e mulheres, os resultados de Castro *et al.* (2021) apontaram maiores reduções na expectativa de vida na região Norte e menores na região Sul; no Nordeste, porém, as reduções estimadas em 2020 são menores do que no Norte.

No mesmo sentido, Marques (2022), objetivando analisar a carga da pandemia de Covid-19 na população idosa do Brasil, observou que as regiões Sudeste e Nordeste se destacaram com maior número absoluto de perdas de anos potenciais; desconsiderando as mortes por Covid-19 em 2020, as regiões Norte e Centro-Oeste

apresentaram os maiores ganhos, chegando a mais de 2 anos em ganhos considerando a ausência de mortes para a doença.

Já considerando os efeitos da pandemia sobre a previdência, o estudo realizado por Ferreira *et al.* (2021) investiga de que maneira as modificações implementadas pela reforma da previdência dada pela EC n.º 103, de 18 de novembro de 2019, aliada à pandemia da Covid-19, impactam o benefício da pensão por morte de dependentes do RGPS e as contas da previdência social. Os resultados demonstram que: do total de benefícios concedidos, a quantidade de concessão de pensão por morte quadruplicou no período; houve a ampliação dos pedidos de pensão por morte decorrentes da Covid-19, além do impacto financeiro na mesma proporção sobre o sistema previdenciário.

Sobre os impactos da Covid-19 em RPPS, Silva (2021) analisou os impactos na mortalidade e na taxa de juros ocasionados pela pandemia no RPPS do município de Santa Rita/PB e observou que a mortalidade decorrente da Covid-19 gerou efeitos significativos tanto na probabilidade de morte como no VPBF das aposentadorias programadas, gerando impactos negativos nas Provisões Matemáticas da entidade.

Apresentados os estudos anteriores que tratam do tema, tem-se que a lacuna a ser explorada no presente trabalho se refere aos impactos da Covid-19 sobre as pensões por morte em um RPPS.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção apresenta o tipo de pesquisa, a caracterização da amostra, os dados, as variáveis analisadas e o método aplicado para atingir o objetivo do estudo. Os procedimentos foram implementados utilizando a linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2024) e o Excel (MICROSOFT, 2011), para selecionar e manipular as variáveis de interesse nas bases de mortalidade e realizar os cálculos atuariais, respectivamente.

3.1 TIPO DE PESQUISA, AMOSTRA E COLETA DE DADOS

Segundo Gil (2019), o delineamento da pesquisa se refere à determinação de uma estratégia geral que integra os diferentes componentes do estudo, constituindo o modelo para a coleta, a medição e a interpretação dos dados. Quanto à abordagem, a presente pesquisa se caracteriza como quantitativa, já que os resultados podem ser quantificados e possibilitam descrever e verificar a existência de relação entre variáveis. Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, dado que parte de conhecimentos teóricos direcionados à aplicação prática, a partir de problemas específicos. Quanto aos objetivos, descritiva, pois objetiva descrever as características de determinado fenômeno, além de estabelecer relação entre as variáveis propostas no objeto de estudo. Quanto aos procedimentos, por se tratar de um estudo sobre um RPPS específico, caracteriza-se o uso do estudo de caso.

A amostra é constituída por dados secundários disponibilizados por um RPPS de pequeno porte, que optou pelo anonimato. Devido ao fato de a maioria dos óbitos por Covid-19 concentrar-se nas idades mais avançadas, para fins de cálculo, foram considerados apenas os servidores inativos, ou seja, as pensões por morte dos servidores que já estavam em gozo de aposentadoria nos anos estudados, cujo grupo etário foi o mais afetado.

Também foram utilizados dados sobre a mortalidade, coletados a partir do Banco de Dados de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) e do Sistema de Informação sobre Mortalidade do OpenDataSus (SIM), para os óbitos por todas as causas, ambos desenvolvidos pelo Ministério da Saúde. O primeiro, disponibiliza dados epidemiológicos de SRAG desde 2009 até os dias atuais, passando a incorporar, em 2020, dados da Covid-19. Devido às incertezas quanto à real incidência

da doença, decorrentes do elevado grau de subnotificação existente nos casos e mortes por Covid-19, foram consideradas as mortes por SRAG, não apenas aquelas cuja Síndrome tenha sido classificada especificamente por Covid-19, assim como fizeram Diógenes, Ojima e Costa (2020). O segundo, é a maior fonte de dados de mortalidade do país, produto da unificação de mais de quarenta modelos de Declaração de Óbito utilizados ao longo dos anos. Disponibiliza, desde 1975, informações referentes a óbitos por grupo de causa, grupo etário, sexo e local de ocorrência.

Por fim, também foram extraídos dados das projeções populacionais brasileiras, a partir da tabela número 7358 do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), por idade e sexo (IBGE, 2024). Assumindo o pressuposto de que o impacto da mortalidade por Covid-19 sobre o RPPS se assemelha ao da população geral, tanto os dados dos óbitos quanto a população utilizada são referentes ao Brasil, para os três anos (2020, 2021 e 2022).

Expostos o tipo de pesquisa, a amostra e as bases de dados, a seguir, apresentam-se as variáveis analisadas e o modelo que estima as diferenças entre as probabilidades de morte da população considerando todas as mortes e a eliminação das mortes decorrentes de uma causa específica.

3.2 VARIÁVEIS ANALISADAS

Para construir as tábuas de mortalidade e verificar as diferenças, tanto considerando quanto desconsiderando os óbitos por Covid-19, foram analisadas as informações exibidas no Quadro 3, coletadas nos Sistemas de registro de óbitos desenvolvidos pelo Ministério da Saúde.

Quadro 3 - Informações dos registros de óbitos

Variável	Tipo	Descrição
Sexo	Qualitativa	Informa o sexo do indivíduo
Data de nascimento	Data	Informa a data de nascimento do falecido
Data do óbito	Data	Informa a data em que ocorreu o óbito
Data de evolução do caso	Data	Informa a data de alta ou de óbito, quando for o caso

Fonte: Elaboração própria (2024).

Algumas divergências foram encontradas referentes à indeterminação da idade do sexo do indivíduo falecido, o que influencia no total de mortes tanto por todas as causas quanto pela causa e, conseqüentemente, no total geral.

O total de óbitos no Brasil em 2020, 2021 e 2022 foi de 1.556.824, 1.832.649 e 1.544.266, respectivamente. Destes, ao segregar por sexo, 284, 348 e 289 tiveram o sexo ignorado, respectivamente. Além disso, embora a base do SIM informe a idade, a do SRAG não informa e, para manter o padrão entre as duas, a idade foi calculada como a diferença entre a data de óbito e a data de nascimento. Por isso, em caso de falta de uma destas informações, não foi possível determinar a idade do falecido. Do total de óbitos, 3.744, 3.548 e 3.343 impossibilitaram o cálculo da idade em 2020, 2021 e 2022, respectivamente. A Tabela 2 apresenta tais quantidades e quanto do total de óbitos estas representam.

Tabela 2 - Quantidade de óbitos com sexo ignorado e idade indeterminada (SIM)

Ano	Total de óbitos (SIM) (a)	Sexo ignorado (b)	Idade indeterminada (c)	Óbitos desconsiderados (d=b+c)	Proporção de óbitos desconsiderados do total (e=d/a)
2020	1.556.824	284	3.744	4.028	0,26%
2021	1.832.649	348	3.548	3.896	0,21%
2022	1.544.266	289	3.343	3.632	0,24%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SIM (2024).

As mesmas divergências foram encontradas na base de óbitos por SRAG. Do mesmo modo, a Tabela 3 apresenta a quantidade de óbitos cuja idade do indivíduo não foi determinada, bem como a quantidade de vezes que o sexo foi ignorado e quanto do total de óbitos estas quantidades representam.

Tabela 3 - Quantidade de óbitos com sexo ignorado e idade indeterminada (SRAG)

Ano	Total de óbitos (SRAG) (a)	Sexo ignorado (b)	Idade indeterminada (c)	Óbitos desconsiderados (d=b+c)	Proporção de óbitos desconsiderados do total (e=d/a)
2020	313.325	42	1.596	1.638	0,52%
2021	438.872	42	1.717	1.759	0,40%
2022	90.285	10	360	370	0,41%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SRAG (2024).

Como pode ser observado, a proporção de óbitos desconsiderados devido às divergências encontradas não representa nem 1% do total de mortes nos três anos, em ambas as bases de mortalidade. Dessa forma, não foram considerados os óbitos

cujo sexo do indivíduo foi ignorado e/ou uma das datas (nascimento ou óbito) não foi informada.

Em seguida, os dados de mortalidade foram utilizados para a construção das tábuas de vida de Múltiplos Decrementos e aplicadas aos dados referentes aos servidores inativos do plano. Ressalta-se também que a projeção da população utilizada é disponibilizada pelo IBGE até a idade “90+”, sendo necessária, após a construção das tábuas de vida de Múltiplos Decrementos, a utilização da metodologia de extrapolação das probabilidades de morte das Tábuas IBGE. O Quadro 4 exhibe os dados disponibilizados pelo RPPS analisado.

Quadro 4 - Informações do RPPS

Variável	Tipo	Descrição
Sexo do aposentado	Qualitativa	Informa o sexo do servidor
Estado civil	Qualitativa	Informa o estado civil do servidor (1 - solteiro (a), 2 - casado (a), 3 - viúvo (a), 4 - separado (a) judicialmente, 5 - divorciado (a), 6 - união estável)
Data de nascimento	Data	Informa a data de nascimento do servidor
Data de nascimento do cônjuge	Data	Informa a data de nascimento do cônjuge do servidor, se houver
Sexo do cônjuge	Qualitativa	Informa o sexo do cônjuge do servidor, se houver
Condição do cônjuge	Qualitativa	Informa a condição (1 - válido (a), 2 - inválido (a)) do cônjuge do servidor, se houver
Valor da aposentadoria	Quantitativa	Informa o valor do benefício mensal de aposentadoria recebido pelo servidor
Valor da contribuição	Quantitativa	Informa o valor da contribuição mensal apenas do servidor cujo valor do provento supera o teto do RGPS, ou o dobro desse limite em caso de doença incapacitante, determinado pelo RPPS

Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir das informações qualitativas e quantitativas contidas nos Quadros 3 e 4, foi possível realizar os cálculos atuariais e analisar, comparativamente, os possíveis impactos na mortalidade ocasionados pela pandemia sobre o VPBF e a PM do benefício de pensão por morte do RPPS em questão.

3.3 TIPOS DE ANÁLISE

Esta subseção apresenta as análises realizadas sobre os dados, incluindo o modelo utilizado para o estudo da mortalidade e as formulações para o cálculo do custo do plano com os benefícios de pensão por morte, a partir dos pressupostos adotados.

Inicialmente, foram calculadas as probabilidades de morte considerando cada cenário quanto à mortalidade – com e sem Covid-19 (SRAG). Com base nos resultados do modelo, foram construídas as tábuas de vida de Múltiplos Decrementos, o que, considerando os dois cenários, os sexos masculino e feminino e os anos de 2020, 2021 e 2022, resultou em 12 tábuas.

Para demonstrar as implicações da mortalidade no cálculo atuarial, em relação aos impactos causados pela pandemia de Covid-19, as probabilidades de morte obtidas foram aplicadas aos cálculos atuariais e comparados os resultados sobre o VPBF e a PM.

3.3.1 Análise descritiva

Esta análise descreve as informações das bases de dados de mortalidade e da base de dados fornecida pelo RPPS. As estatísticas são apresentadas com base nas medidas de posição (média, mediana, valor mínimo e máximo) e de variabilidade (desvio padrão). As equações e outras medidas podem ser encontradas em Azevedo (2016).

3.3.2 Modelo de Múltiplos Decrementos

A teoria de Múltiplos Decrementos se fundamenta no fato de que um indivíduo, em um instante zero, encontra-se em um estado inicial, e com o transcorrer do tempo, diversas forças (decrementos) tendem a retirá-lo desse estado. Aplicado ao problema do estudo, tem-se que todo participante ativo associado a um plano de benefícios está, simultaneamente, sujeito a decrementos tendentes a afastá-lo dessa condição, tais como a aposentadoria, a morte, a rotatividade etc. (RODRIGUES, 2008).

De acordo com Chiang (1968), como a morte não é um evento repetitivo e é atribuída a uma única causa, os Múltiplos Decrementos ou riscos competitivos na

análise da mortalidade consistem no fato de existir vários riscos de morte que competem entre si sobre a vida do indivíduo, os quais devem ser considerados nos estudos de mortalidade por causa específica.

A partir da tábua de mortalidade, são obtidas as probabilidades de morte e de sobrevivência, além da expectativa de vida, funções utilizadas no cálculo previdenciário. É possível, ainda, estimar estas funções utilizando a teoria dos Múltiplos Decrementos, a partir do estudo da mortalidade por causa específica, considerando-se, de um lado, um cenário em que determinada população está exposta ao risco em questão; de outro, um cenário em que a causa é retirada e se avaliam as mudanças nas probabilidades e na expectativa de vida (CHIANG, 1968).

Para estimar as probabilidades de morte associadas à causa específica, foi calculada a Taxa Específica de Mortalidade (TEM), que corresponde à relação entre o total de óbitos e a população no meio do ano (pessoas-ano²), em determinado ano, por idade ou grupo etário. Neste estudo, foram considerados dois cenários sujeitos à população para construção das tábuas: um que considera os óbitos por todas as causas (incluindo a Covid-19) e outro que considera os óbitos por todas as causas, excluindo a Covid-19.

A seguir, apresentam-se as formulações necessárias para o cálculo das estimativas de mortalidade nos respectivos cenários.

3.3.2.1 Cálculo das estimativas de mortalidade

Para o cálculo das estimativas de mortalidade, conforme a abordagem de Chiang (1968), é possível assumir que o risco de morte por uma causa específica opere sozinho sobre a população, e, de forma alternativa, seja excluído para serem calculadas as probabilidades que medem tal efeito. Assim como nos trabalhos de Castro *et al.* (2021) e Silva (2021), foi assumido o pressuposto de que as mortes por Covid-19 em cada ano não ocorreriam por outras causas. Em seguida, para calcular as probabilidades levando em conta as mortes por Covid-19, observada a taxa de mortalidade, apresentam-se algumas funções: a taxa específica de mortalidade; a

² Para evitar distorções no cálculo das taxas demográficas, é necessário levar em consideração o tempo durante o qual esses eventos ocorrem, ou seja, o tempo de exposição dos indivíduos ao risco, representado pela medida pessoas-ano.

taxa central de mortalidade; a probabilidade de morte; a probabilidade de sobrevivência; o tempo vivido entre x e $x + n$; o tempo vivido entre x e ω ; e a esperança de vida à idade x .

A taxa específica de mortalidade (${}_nM_x$) representa a experiência de mortalidade da população a partir da estimação do risco de um indivíduo morrer por determinada causa, em determinado ano, conforme a expressão (1).

$${}_nM_{x,j} = \frac{{}_n\acute{O}bitos_{x,j}}{{}_nPopula\c{c}\tilde{a}o_{x,j}}. \quad (1)$$

Em que ${}_n\acute{O}bitos_{x,j}$ é o número de óbitos ocorridos durante o ano, por idade ou grupo etário; ${}_nPopula\c{c}\tilde{a}o_{x,j}$ é a população do meio do ano; n é a duração do intervalo; x é o limite inferior do grupo etário; e j é o ano.

Alternativamente, a taxa central de mortalidade (${}_nm_x$), a qual pode ser obtida pela TEM, assumindo-se a probabilidade de morte uniforme, representa a probabilidade de uma pessoa de idade $x + 0,5$ morrer entre as idades $x + 0,5$ e $x + 1$, de acordo com a expressão (2).

$${}_nM_x \cong {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x}. \quad (2)$$

Onde ${}_nd_x$ é o número de mortes entre as idades x e $x + n$; ${}_nL_x$ é o número de anos vividos pela população entre as idades x e $x + n$.

A probabilidade de morte (${}_nq_x$) é a probabilidade de um indivíduo de idade x morrer entre as idades x e $x + n$. Neste caso, são considerados os óbitos por todas as causas, ou seja, trata-se da probabilidade de morte bruta. Pode ser representada segundo a expressão (3).

$${}_nq_x = \frac{n \times ({}_nM_x)}{1 + (n - {}_na_x) \times {}_nM_x}. \quad (3)$$

Onde n é o intervalo etário das idades; ${}_nM_x$ é a taxa específica de mortalidade; ${}_na_x$ é a fração média do tempo vivido pelos que morreram entre x e $x + n$.

Considerando o comportamento da mortalidade uniforme e o intervalo entre as idades igual a 1, ${}_na_x = 0,5$, exceto para a primeira idade, cujo valor deve estar entre 0,10 e 0,35 dependendo do nível de mortalidade, conforme recomendado por Ortega (1987). Neste estudo, para a idade 0, ${}_na_x = 0,35$.

A probabilidade de sobrevivência (${}_np_x$) é a probabilidade de um indivíduo de idade x sobreviver entre as idades x e $x + n$. Pode ser expressa como (4).

$${}_np_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}. \quad (4)$$

Em que l_x é o número de sobreviventes à idade x ; l_{x+n} é o número de sobreviventes à idade $x + n$. Como a probabilidade de morte é complementar à probabilidade de sobrevivência, tem-se que:

$${}_np_x + {}_nq_x = 1 \quad (5)$$

E

$${}_np_x = 1 - {}_nq_x. \quad (6)$$

Já desconsiderando os óbitos por Covid-19, a probabilidade de morte (${}_nq_{x,\delta}$) é representada por (7). Neste caso, considera-se a probabilidade de morrer quando todas as causas estão presentes, exceto a causa específica, ou seja, trata-se da probabilidade de morte líquida.

$${}_nq_{x,\delta} = 1 - \hat{p}_x \left(\frac{{}_n\acute{obitos}_{x,j} - {}_n\acute{obitos}_{x,\delta,j}}{{}_n\acute{obitos}_{x,j}} \right). \quad (7)$$

Onde δ é a causa de morte; \hat{p}_x é a probabilidade de sobrevivência, complementar à probabilidade de morte bruta; ${}_n\acute{obitos}_{x,j}$ é o número de óbitos ocorridos por todas as causas durante o ano, por idade ou grupo etário; ${}_n\acute{obitos}_{x,\delta,j}$ é o número de óbitos ocorridos pela causa δ durante o ano, por idade ou grupo etário.

O tempo vivido entre x e $x + n$ (${}_nL_x$) é o número de anos vividos pela geração l_0 (raiz da tábua) entre as idades x e $x + n$.

$${}_nL_x = n \times l_{x+n} + {}_na_x \times {}_nd_x. \quad (8)$$

Onde $n \times l_{x+n}$ é o tempo vivido pelos que sobreviveram à idade $x + n$; ${}_na_x \times {}_nd_x$ é o tempo vivido pelos que morreram entre as idades $x + n$.

Para o cálculo do tempo vivido para os grupos de idades em aberto, em que a idade mínima é definida, mas não há um limite superior específico, ou seja, idade de truncamento dos dados, foram desenvolvidas três relações utilizando o método dos mínimos quadrados, conforme Ortega (1987). Para estimar os coeficientes de determinado grupo etário em aberto, a equação da regressão tem a forma expressa em (9), utilizada para obter o L_{90+} , considerando os dados de mortalidade coletados e o ajuste pelo modelo linear:

$$\frac{L_{x+}}{l_x} = (a + b \times l_x). \quad (9)$$

O tempo vivido entre x e ω (T_x) é o número total de anos vividos pela geração de l_0 nascimentos entre as idades x e ω .

$$T_x = \sum_{a=x}^{\omega-1} L_a. \quad (10)$$

ω é a última idade da tábua.

Por fim, a esperança de vida à idade x (e_x^0) representa o número médio de anos que um indivíduo deverá viver desde a idade x até o final da vida.

$$e_x^0 = \frac{T_x}{l_x}. \quad (11)$$

T_x é o tempo total de anos vividos; l_x é o número de sobreviventes à idade x .

A partir das probabilidades de morte bruta e líquida estimadas, foi possível desenvolver as tábuas de vida de Múltiplos Decrementos para os sexos masculino e feminino e para os três anos que constituem a pandemia.

Na sequência, partindo dessas expressões, as tábuas de vida para os cálculos atuariais foram construídas utilizando-se as funções de comutação. Com base nas

tábuas construídas, a seguir, apresentam-se as formulações necessárias para o cálculo do VPBF e PM.

3.3.3 Funções de comutação e o cálculo do VPBF e da PM

As Tábuas de Comutação constituem um dos principais instrumentos utilizados nos cálculos atuariais. São construídas a partir de uma tábua de mortalidade e resultam, basicamente, do produto entre as funções biométricas (referentes à informação do número de sobreviventes ou do número de mortes) e o fator de desconto financeiro, estabelecida uma taxa de juros.

Dividem-se, portanto, em funções de sobrevivência e funções de morte. Conforme Brasil (1985), as funções de comutação relativas à sobrevivência podem ser expressas por (12), (13) e (14).

$$D_x = l_x \times v^x. \quad (12)$$

$$N_x = \sum_x^{\omega} D_x. \quad (13)$$

$$S_x = \sum_x^{\omega} N_x. \quad (14)$$

Em que v^x é o fator de desconto financeiro, dada uma taxa de juros i :

$$v^x = \frac{1}{(1+i)^x}. \quad (15)$$

A função N_x resulta do somatório dos valores de D_x , variando da idade x até a última idade da tábua, enquanto a função S_x resulta do somatório dos valores de N_x , para o mesmo intervalo. As funções de morte, por sua vez, podem ser expressas por (16), (17) e (18).

$$C_x = d_x \times v^{x+1}. \quad (16)$$

$$M_x = \sum_x^{\omega} C_x. \quad (17)$$

$$R_x = \sum_x^{\omega} M_x. \quad (18)$$

De forma análoga, a função M_x resulta do somatório dos valores de C_x , variando da idade x até a última idade da tábua, enquanto a função R_x resulta do somatório dos valores de M_x , para o mesmo intervalo.

Para análise da variação do VPBF e da PM do plano referente ao dispêndio com pensão por morte durante a pandemia, foram adotadas as mesmas premissas atuariais (Taxa de Juros, Regime Financeiro do Plano e Inflação, por exemplo) utilizadas pelo RPPS analisado – com exceção da tábua de mortalidade de válidos que, para fins comparativos, foram utilizadas as construídas neste estudo, de acordo com os cenários já apresentados. Tomando as informações disponibilizadas pelo RPPS, o Quadro 5 resume as premissas utilizadas, tendo 31/12/2023 como data base do exercício.

Quadro 5 - Premissas adotadas no trabalho

Premissa	Valor adotado
Taxa de Juros Real	5,04% ao ano
Tábua de Mortalidade de Inválidos	IBGE-2022 (Homens e Mulheres)
Tábua Entrada em Invalidez	Álvaro Vindas
Inflação	3,00% ao ano
Fator de Capacidade	98,66%

Fonte: Elaboração própria (2024).

No caso de pensão decorrente de falecimento de inativo, aposentado por idade e tempo de contribuição ou compulsoriamente, o benefício corresponde a 60% para um dependente, mais 10% por dependente adicional, até o máximo de 100%, aplicados sobre o valor da aposentadoria. Em outras palavras, trata-se de uma cota do valor da aposentadoria, reversível aos dependentes habilitados.

Conforme documentos internos disponibilizados pelo RPPS, exibe-se a expressão para o cálculo do VPBF de benefícios concedidos de aposentadorias programadas e sua reversão em pensão ao cônjuge ou companheiro (a):

$${}^{apos}VPBF_x = 13 \times B_t \times (a_r + a_{r/x-k}) \quad (19)$$

$${}^{apos}VPBF_{x/y} = 13 \times B_t \times a_{r/x-k} \quad (20)$$

Em que ${}^{apos}VPBF_x$ representa o Valor Presente dos Benefícios Futuros de aposentadorias programadas e ${}^{apos}VPBF_{x/y}$, a sua reversão em pensão; r é a idade estimada de entrada em aposentadoria programada; x é a idade atual do servidor; $x - k$ é a diferença etária entre o servidor e o dependente y ; B_t é o valor do benefício projetado para a idade de aposentadoria; a_r é o valor presente atuarial de uma série de pagamentos futuros ao titular, a partir da idade de aposentadoria r ; e $a_{r/x-k}$ é o valor presente atuarial de uma série de pagamentos futuros ao dependente, quando o segurado titular falecer, expressa em 21.

$$a_{r/x-k} = a_r - a_{ry} \quad (21)$$

Em que a_{ry} é o valor presente atuarial de uma série de pagamentos futuros ao titular e ao dependente, desde que ambos estejam vivos.

Para o cálculo das Provisões Matemáticas, é utilizado o método chamado prospectivo. A soma da $PMBaC$ e $PMBC$ constitui o passivo atuarial ou PM total do plano. Por este método, tanto a $PMBaC$ quanto a $PMBC$ correspondem à diferença entre o $VPBF$ e o $VPCF$. Considerando a aposentadoria programada e a sua reversão em pensão, cuja soma das Provisões corresponde a $PMBC$ total, tem-se que:

$${}^{apos}PMBC_x = {}^{apos}VPBF_x \times FC - {}^{apos}VPCF_x \quad (22)$$

$${}^{apos}PMBC_{x/y} = {}^{apos}VPBF_{x/y} \times FC - {}^{apos}VPCF_{x/y} \quad (23)$$

$$FC = (1 + \theta) \times \frac{1 - (1 + \theta)^{-n}}{n \times \theta} \quad (24)$$

Em que ${}^{apos}PMBC_x$ representa a Provisão Matemática dos Benefícios Concedidos de aposentadorias programadas e ${}^{apos}PMBC_{x/y}$, a sua reversão em pensão; FC é o Fator de Capacidade das remunerações e dos benefícios, sendo $\theta = \sqrt[n]{1+Y} - 1$, correspondente à taxa efetiva mensal para uma taxa de inflação Y anual e n meses entre as datas-base (neste caso, 12 meses); ${}^{apos}VPCF_x$ representa o Valor Presente das Contribuições Futuras de aposentadorias programadas e ${}^{apos}VPCF_{x/y}$, a sua reversão em pensão.

Explicitados os procedimentos adotados e as equações utilizadas, a seguir, apresentam-se os resultados e discussões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta a análise descritiva dos dados, além dos principais resultados obtidos com o modelo de Múltiplos Decrementos utilizado para analisar o problema da pesquisa. Apresentam-se, por fim, os resultados sobre o VPBF e a PM do plano, referentes aos benefícios de aposentadoria concedidos e sua reversão em pensão, nos cenários em que as mortes por Covid-19 são consideradas e desconsideradas no período analisado.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

4.1.1 Bases de dados de mortalidade

Considerando os óbitos tanto por todas as causas quanto por SRAG, é possível observar que a quantidade de óbitos para o sexo masculino é superior a do sexo feminino nos três anos analisados. A proporção de óbitos por todas as causas e por SRAG para o sexo masculino, em relação ao total de óbitos, é maior em 2020 e decresce nos anos seguintes, enquanto para o sexo feminino é maior em 2021 e aumenta em 2022. A Tabela 4 apresenta a quantidade de óbitos, segregada por sexo, e a proporção em relação ao total de óbitos para o período analisado.

Tabela 4 - Quantidades absoluta e relativa de óbitos no Brasil

Óbitos por todas as causas	2020		2021		2022	
	Quantidade	Proporção do total	Quantidade	Proporção do total	Quantidade	Proporção do total
Masculino	871.340	56,11%	1.012.689	55,38%	842.423	54,68%
Feminino	681.456	43,89%	816.064	44,62%	698.211	45,32%
Total	1.552.796		1.828.753		1.540.634	
Óbitos por SRAG	2020		2021		2022	
	Quantidade	Proporção do total	Quantidade	Proporção do total	Quantidade	Proporção do total
Masculino	175.838	56,41%	240.433	55%	47.340	52,65%
Feminino	135.849	43,59%	196.680	45%	42.575	47,35%
Total	311.687		437.113		89.915	

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SIM e no SRAG (2024).

Observando a variação percentual anual a partir dos dados da Tabela 4 e considerando as mortes por todas as causas, a quantidade de óbitos para o sexo

masculino aumentou (16,22%) de 2020 para 2021 e reduziu (16,81%) de 2021 para 2022; para o sexo feminino, aumentou em 19,75% e reduziu em 14,44%; para ambos, aumentou em 17,77% e reduziu em 15,75%, de 2020 para 2021 e de 2021 para 2022, respectivamente.

O mesmo comportamento pode ser observado para os óbitos por SRAG, proporcionalmente mais acentuado, uma vez que, de 2020 para 2021, para o sexo masculino, aumentou em 36,74% e de 2021 para 2022 reduziu em 80,31%; para o sexo feminino, aumentou em 44,78% e reduziu em 78,35%, no mesmo período; para ambos, o aumento de óbitos totais (de 2020 para 2021) foi de 40,24%, enquanto a queda (de 2021 para 2022) foi de 79,43%.

Do total de óbitos, para ambos os sexos, os óbitos por SRAG correspondem a 20,07%, 23,90% e 5,84% em 2020, 2021 e 2022, respectivamente. O que pode explicar o aumento da mortalidade seguido pela sua redução é o tempo que foi necessário para a criação e aplicação da vacina – antes da vacinação, a população, a descoberto, vivenciou um aumento de óbitos; depois de vacinada, observou-se a queda do número de mortes.

Se observada a média de óbitos por idade nos três anos, do mesmo modo, a média masculina é superior à média feminina, tanto por todas as causas quanto por SRAG, indicando maior impacto da mortalidade sobre o sexo masculino, assim como nos achados de outros autores (CASTRO *et al.*, 2021; DIÓGENES; OJIMA; COSTA; MAROIS; MUTTARAK; SCHERBOV, 2020). A Tabela 5 apresenta a quantidade média de óbitos por idade (considerando as idades entre 0 e 100), dispostas por sexo e por ano, ocorridos no Brasil.

Tabela 5 - Média de óbitos por idade, disposto por ano e sexo, no Brasil

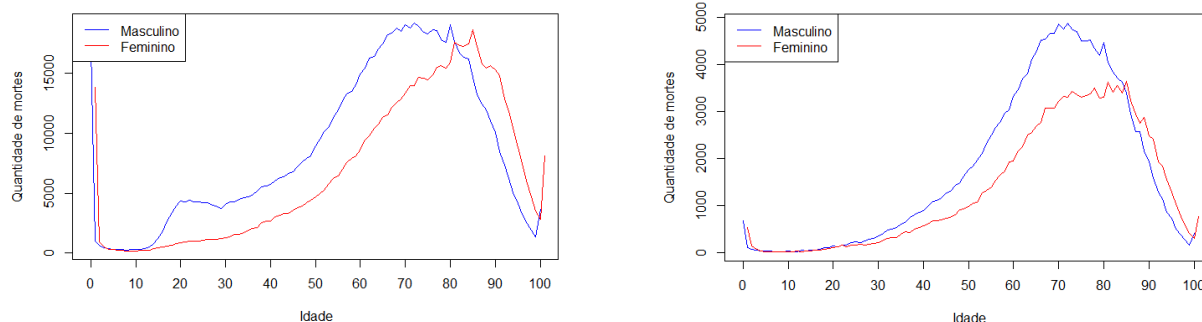
	2020		2021		2022	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Óbitos por todas as causas	8.627	6.747	10.027	8.080	8.341	6.913
Óbitos por SRAG	1.741	1.345	2.381	1.947	469	422

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SIM e no SRAG (2024).

Nota-se também que a maior média se concentra no ano de 2021, para ambos os sexos e causas de mortalidade, ano característico do excesso, quando comparado ao ano anterior, de mortalidade pela OPAS devido aos óbitos por Covid-19 (OPAS/OMS, 2022). Para complementar a análise sobre o impacto da mortalidade por

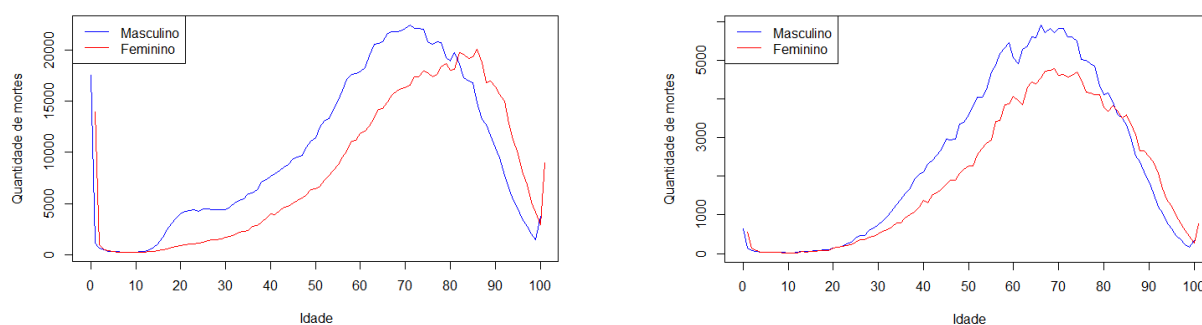
sexo, as Figuras 1, 2 e 3 exibem a quantidade de óbitos por idade e sexo, para todas as causas e por SRAG, nos três anos.

Figura 1 - Óbitos ocorridos no Brasil, dispostos por idade e sexo, em 2020
a) Por todas as causas b) Por SRAG



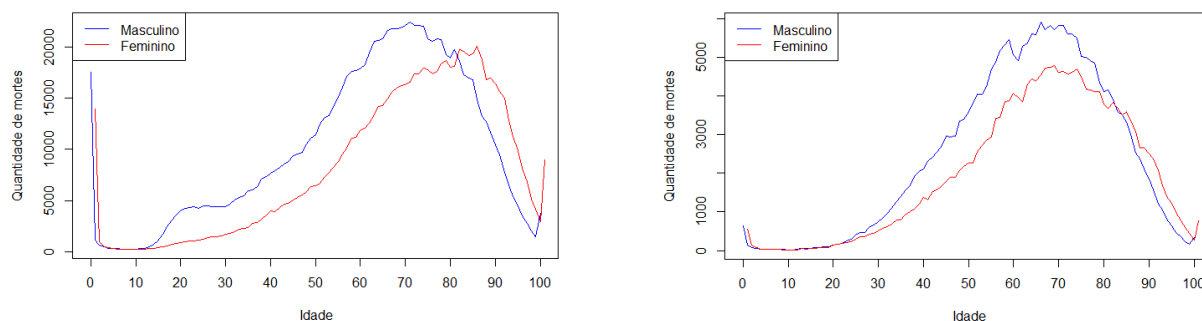
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SIM e no SRAG (2024).

Figura 2 - Óbitos ocorridos no Brasil, dispostos por idade e sexo, em 2021
a) Por todas as causas b) Por SRAG



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SIM e no SRAG (2024).

Figura 3 - Óbitos ocorridos no Brasil, dispostos por idade e sexo, em 2022
a) Por todas as causas b) Por SRAG



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados coletados no SIM e no SRAG (2024).

Além do que já havia sido observado acerca do maior impacto sobre o sexo masculino, as Figuras indicam a concentração de mortes nas idades mais avançadas,

principalmente por SRAG. Além disso, se observadas as Figuras 1.a), 2.a) e 3.a), que exibem as mortes por todas as causas, como esperado, também há registros de maior número de mortes nas primeiras idades.

Nas idades mais avançadas, superiores a 80 anos, percebe-se que a quantidade de mortes para as mulheres passa a superar a dos homens. O mesmo comportamento pode ser observado nas Figuras 1.b), 2.b) e 3.b), que exibem a mortalidade por SRAG no mesmo período. Comparativamente entre os anos, nota-se que, embora 2021 tenha a maior quantidade de óbitos no geral e por SRAG, as Figuras 3.a) e 3.b) indicam a crescente da mortalidade mais acentuada no ano seguinte entre os idosos, o que pode ser resultado dos efeitos pós-pandemia, já que este foi o grupo mais afetado.

Todos os achados indicam que a mortalidade por SRAG se apresenta mais tardia, o que corrobora com os resultados dos estudos sobre a pandemia de Covid-19 apresentados na literatura (CASTRO *et al.*, 2021; DIÓGENES; OJIMA; COSTA; MAROIS; MUTTARAK; SCHERBOV, SILVA *et al.*, 2020; MARQUES; SILVA, DUARTE; TERRA, 2022). Adicionalmente, o acúmulo de mortes no ano de 2021 se mostra mais rápido, antecedendo as faixas etárias quando comparado ao ano anterior, o que segundo Silva Duarte e Terra (2022), pode ser explicado pela Covid-19 ter representado a maioria dos óbitos para as faixas etárias de 40 a 60 anos, principalmente neste ano.

Portanto, há uma maior ocorrência relativa de mortes no ano de 2021, por todas as causas e por SRAG, além do maior impacto sobre o sexo masculino e sobre as idades mais avançadas.

4.1.2 Base de dados do RPPS

Em relação às características da base de dados do RPPS, foram recebidas informações de 504 servidores que se encontravam em fase de gozo do benefício de aposentadoria. Por se tratar de informações anônimas, não foi possível caracterizar o RPPS quanto à localização, porte, nem quantidade total de participantes. Assim sendo, a Tabela 6 apresenta de forma geral as características dos participantes inativos, de acordo com a base de dados recebida.

Tabela 6 - Características dos participantes inativos do RPPS analisado

Variável	Masculino		Feminino		Total	
Quantidade de servidores	114		390		504	
Estado civil	Solteiro (a)	Casado (a)	Viúvo (a)	Separado (a) judicialmente	Divorciado (a)	União estável
	63	272	61	3	58	47
Condição do cônjuge	Válido (a)			Inválido (a)		
	319			0		
Idade do servidor	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	65	8,39	63	40	92	
Idade do cônjuge	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	66	7,5	65	43	85	
Benefício de aposentadoria	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	3.665	2.064,74	3.302	1.320	11.986	
Contribuição superior ao teto	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	13,88	65,27	0,00	0,00	626,96	

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados fornecidos pelo RPPS (2024).

Do total de participantes, 77,38% são do sexo feminino e 22,62% são do sexo masculino. Quanto ao estado civil, a maioria é casado (a), solteiro (a) ou viúvo (a), representando 53,97%, 12,50% e 12,10% dos servidores, respectivamente. Quanto aos aptos a gerar o benefício de pensão por morte, como não foram recebidas informações dos demais dependentes e as anuidades de pensão são baseadas no padrão familiar, consideram-se os que são casados ou se encontram em união estável, o que totaliza 319 dos 504 servidores, ou seja, 63,30%. Ademais, não há cônjuges em situação de invalidez.

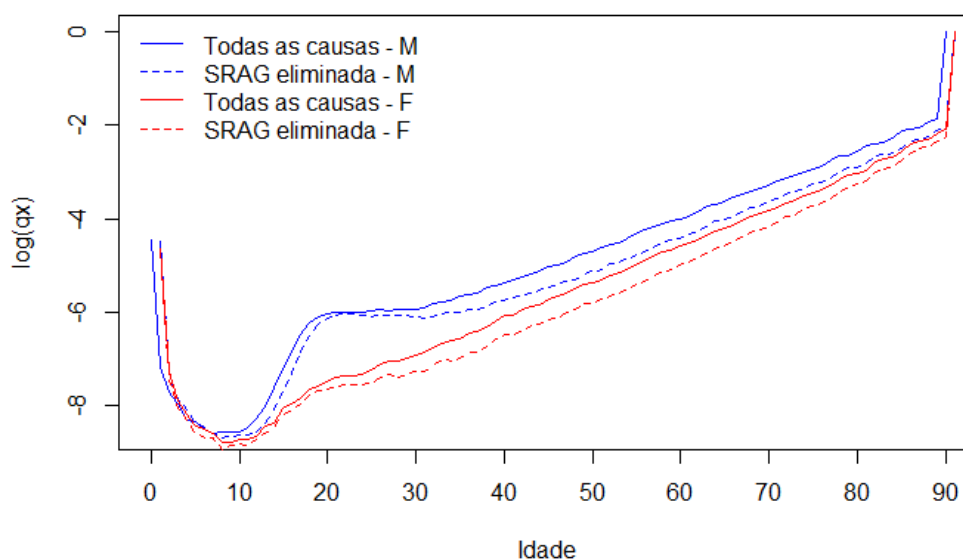
Quanto à idade, calculada considerando a data-base do exercício e a data de nascimento, os segurados analisados têm em média 65 anos, e o cônjuge, se for o caso, é em média 1 ano mais velho, o que pode ser explicado pela maioria dos servidores ser do sexo feminino e, conseqüentemente, o cônjuge, do sexo masculino. Analogamente, a idade mínima dos servidores (40) é menor que a idade mínima do cônjuge (43), a idade máxima do cônjuge (85) é menor que a do servidor (92), bem como o desvio em relação à média para a idade do servidor é maior que a encontrada para a idade do cônjuge, ainda que sejam muito próximas.

Por fim, o benefício médio de aposentadoria recebido pelos servidores é de R\$ 3.665, enquanto o mínimo é de R\$ 1.320 (salário-mínimo da data-base) e o máximo é de R\$ 11.986. A contribuição média daqueles cujo benefício supera o teto do RGPS é de R\$ 13,88, com valor mínimo de R\$ 0,00 (aqueles cujo benefício não supera o teto) e máximo de R\$ 626,96.

4.2 ANÁLISE DO MODELO DE MÚLTIPLOS DECREMENTOS

Ao construir as tábuas de vida de Múltiplos Decrementos, observam-se as probabilidades de o indivíduo morrer por qualquer causa na presença de todos os outros riscos na população (probabilidade de morte bruta) e de o indivíduo morrer se um risco específico for eliminado como causa de morte (probabilidade de morte líquida). As Figuras 4, 5 e 6 exibem o logaritmo das probabilidades de morte bruta e líquida (retirada SRAG), por idade e sexo, para os anos de 2020, 2021 e 2022.

Figura 4 - Probabilidades de morte bruta e líquida no Brasil, dispostas por idade e sexo, em 2020



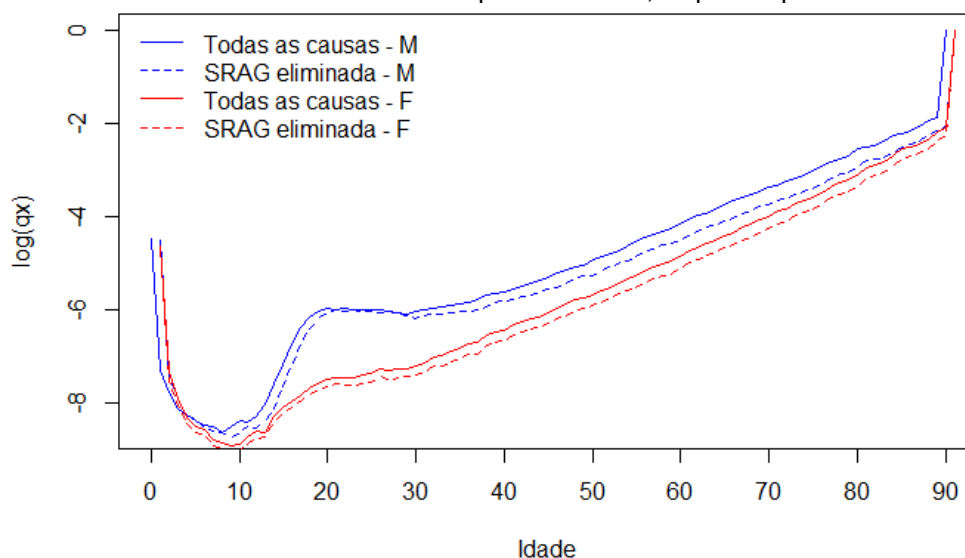
Fonte: Elaboração própria (2024).

De acordo com a Figura 4, como a mortalidade é maior nas primeiras idades, as curvas decrescem e se acentuam nas idades mais jovens, crescendo, novamente, à medida que a idade aumenta. Nas primeiras idades, não há diferença expressiva entre as probabilidades, de modo que, desconsiderando os óbitos por Covid-19 (linhas tracejadas), as curvas praticamente convergem, ficando um pouco mais abaixo quando eliminada a causa para o sexo feminino, nos três anos.

Em todas as idades, a mortalidade masculina é superior a feminina, nos dois cenários. Para os 60 anos, por exemplo, as probabilidades de morte bruta em 2020 são 1,56% (homens) e 0,87% (mulheres), enquanto as probabilidades de morte líquida de SRAG são 1,22% (homens) e 0,67% (mulheres). A diferença entre a bruta e a líquida resulta em 0,34% ($1,56\% - 1,22\%$) e em 0,20% ($0,87\% - 0,67\%$) para homens e mulheres, respectivamente. Já a diferença entre as probabilidades por sexo resulta

em 0,69% (1,56% – 0,87%) e em 0,55% (1,22% – 0,67%), ou seja, a diferença entre os sexos é maior do que a diferença entre a bruta e a líquida, para o mesmo sexo. O mesmo acontece nos anos seguintes.

Figura 5 - Probabilidades de morte bruta e líquida no Brasil, dispostas por idade e sexo, em 2021



Fonte: Elaboração própria (2024).

Conforme a Figura 5, como as probabilidades aumentam com a idade, as diferenças entre elas também passam a ser mais expressivas, especialmente para os homens. Percebe-se que em 2020 e em 2021, nas idades mais avançadas, a mortalidade masculina eliminada a SRAG converge para o comportamento da mortalidade geral feminina.

Nota-se que dos 30 anos em diante, em 2021, as curvas crescem de forma mais acelerada. Enquanto em 2020 a diferença entre as probabilidades de morte bruta e líquida aos 30 anos foram 0,02% (homens) e 0,01% (mulheres), em 2021, foram 0,04% (homens) e 0,03% (mulheres), respectivamente. Em 2022, a diferença se torna muito pequena, sendo de 0,01% (homens) e 0,00% (mulheres).

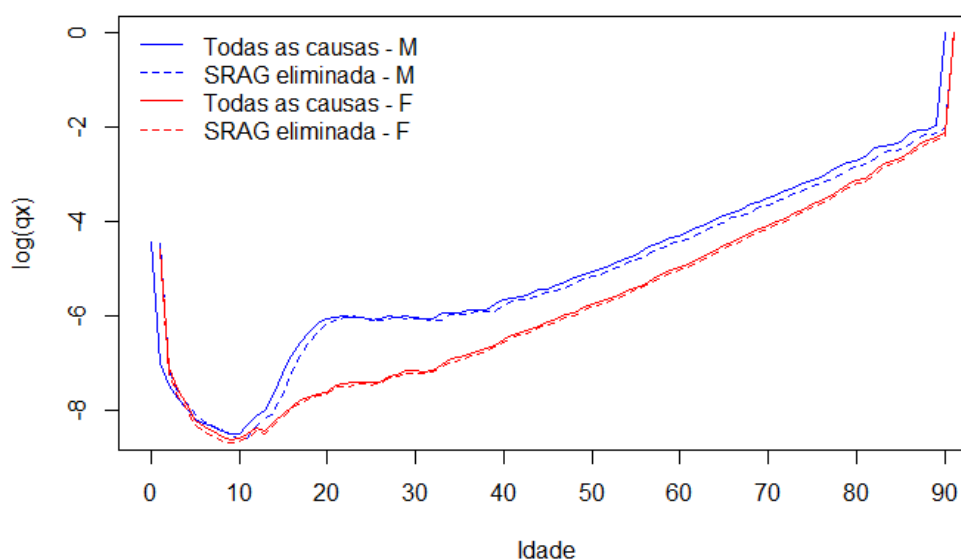
Para ambos, a probabilidade de morte bruta cresce em 2021 e decresce em 2022. A probabilidade de morte líquida, por sua vez, apresenta comportamento contrário para os homens, mantém-se estável (de 2020 para 2021) e, no ano seguinte, aumenta, enquanto para as mulheres, aumenta e em seguida se mantém a mesma.

Heuveline e Tzen (2021) afirmam que persistem incertezas quanto ao impacto direto e indireto da pandemia na mortalidade. E como uma parcela das mortes por todas as causas correspondem aos óbitos por Covid-19, o aumento da mortalidade

geral em 2021 seguido pela redução em 2022 apresenta o mesmo padrão identificado nas análises anteriores sobre a quantidade de óbitos, para ambos os sexos.

Da mesma forma, como a quantidade de mortes para o sexo masculino foi maior em todos os anos, quando a causa é eliminada, não são verificadas diferenças imediatas sobre a probabilidade, que apresenta crescimento somente em 2022. Já para as mulheres, cuja mortalidade geralmente é inferior a masculina, de 2020 para 2021, quando eliminada a SRAG, já se denota diferença e o comportamento se estabiliza no ano seguinte.

Figura 6 - Probabilidades de morte bruta e líquida no Brasil, dispostas por idade e sexo, em 2022



Fonte: Elaboração própria (2024).

Em 2022, percebe-se que as curvas de mortalidade entre os cenários ficam muito próximas, praticamente sobrepostas em todas as idades para o sexo feminino; para o sexo masculino, tornam-se mais próximas das idades mais jovens em diante e a linha tracejada fica abaixo da contínua a partir das últimas idades.

À medida que a idade aumenta, as diferenças entre as probabilidades aumentam, sendo maiores nas idades mais avançadas. Enquanto as diferenças entre as probabilidades nas idades mais jovens ficam em torno de 0,01%, em 2020, a diferença média entre os 60 e 80 anos é de 0,86% e 0,49%; entre os 80 e 90+, é de 2,06% e 1,31%, para o sexo masculino e feminino, respectivamente.

Em 2021, a diferença média entre as probabilidades salta para 0,98% e 0,65% (60 – 80 anos) e reduz para 1,93% e 1,27% (80 – 90+), para os sexos masculino e feminino, nesta ordem. Em 2022, a diferença média entre as probabilidades decresce

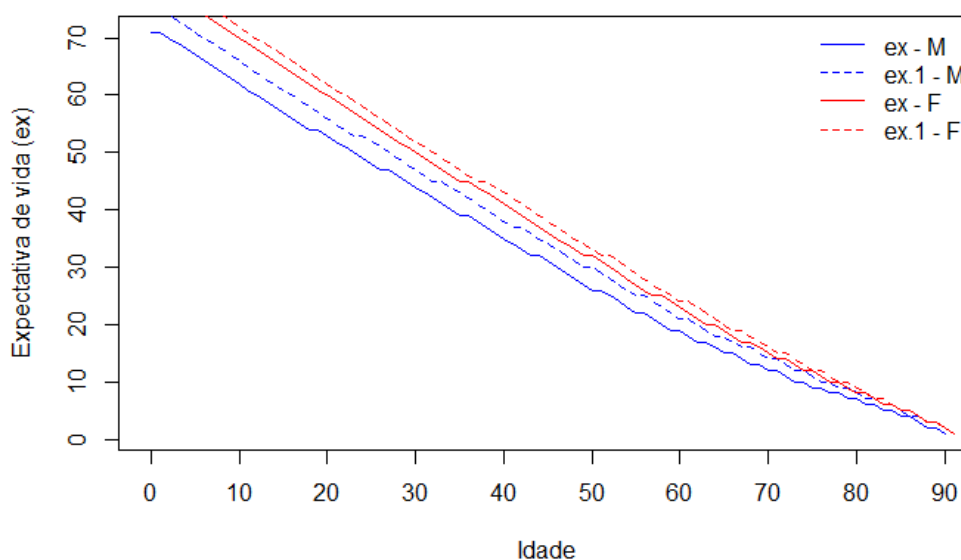
para ambos os intervalos etários, sendo 0,20% e 0,12% (60 – 80 anos) e 0,73% e 0,46% (80 – 90+), para os mesmos sexos, respectivamente.

Aos 80 anos, de 2020 para 2021 e de 2021 para 2022, a probabilidade de morrer por todas as causas diminui para os homens, enquanto aumenta para as mulheres e, em seguida, diminui – comportamento esperado, dado o verificado nas Figuras 1, 2 e 3.

No geral, desconsiderando a SRAG, a probabilidade de morrer diminui para os homens de 2020 para 2021, mas aumenta de 2021 para 2022 e, para as mulheres, embora menor, continua crescente de um ano para o outro. Além disso, para ambos os sexos, aumenta para as idades mais envelhecidas, como observado no trabalho de Diógenes, Ojima e Costa (2020), Silva *et al.* (2020) e Silva, Duarte e Terra (2022).

Como as probabilidades de morte implicam nos resultados acerca da expectativa de vida, estas também foram calculadas. Em seguida, as Figuras 7, 8 e 9 apresentam as expectativas de vida por idade, para os sexos masculino (M) e feminino (F), considerando todas as mortes (ex) e desconsiderando as mortes por Covid-19 (ex.1).

Figura 7 - Expectativa de vida no Brasil, por idade, causa de morte e sexo, em 2020

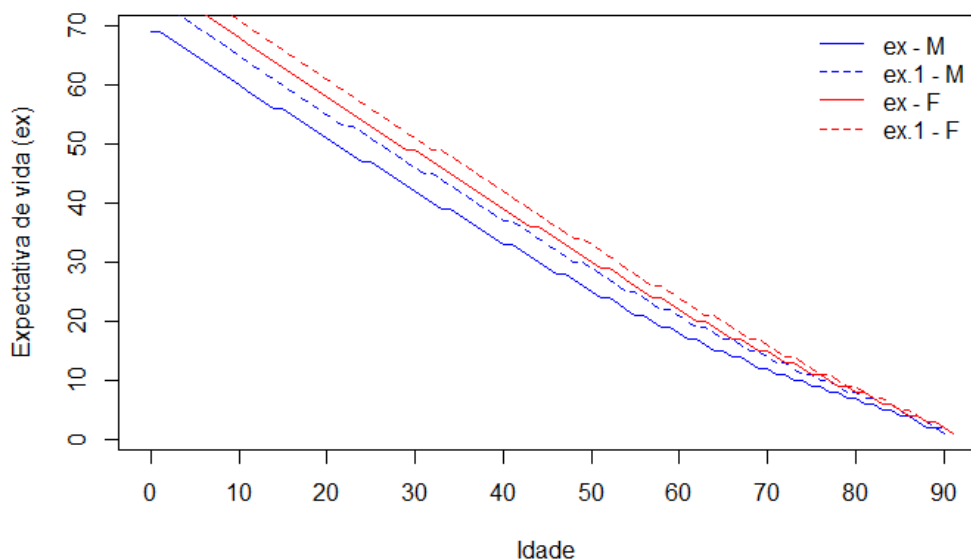


Fonte: Elaboração própria (2024).

Assim como esperado, e de acordo com a Figura 7, a expectativa de vida é maior ao desconsiderar as mortes por Covid-19, para ambos os sexos. Em 2020 é possível perceber que a distância entre as linhas é maior para os homens, especialmente nas primeiras idades; já nas últimas, para ambos, as linhas ficam muito

próximas e assim como a probabilidade de morte líquida dos homens cruzava com a probabilidade de morte bruta das mulheres, dados os cenários, o mesmo acontece com a expectativa de vida.

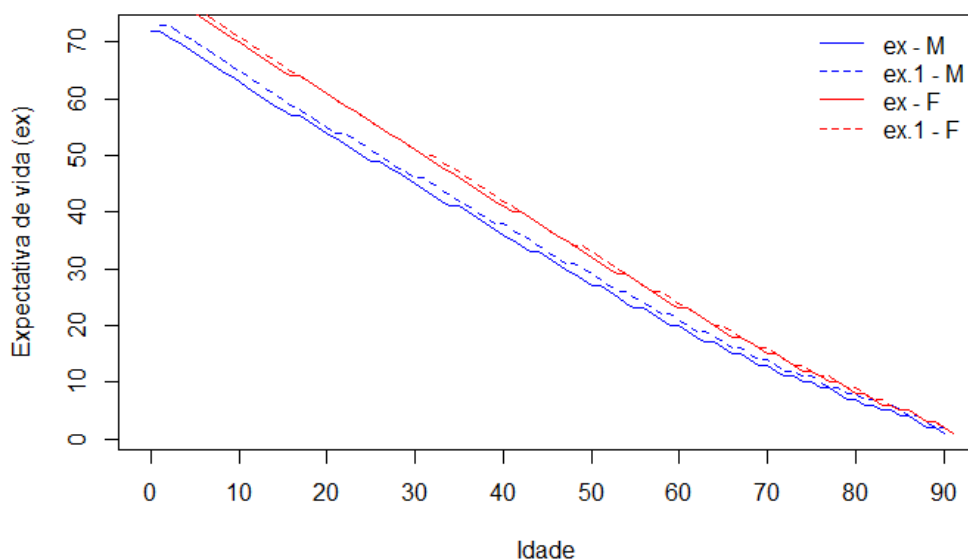
Figura 8 - Expectativa de vida no Brasil, por idade, causa de morte e sexo, em 2021



Fonte: Elaboração própria (2024).

Conforme a Figura 8, o comportamento é semelhante em 2021, no entanto, as linhas já se mostram mais distantes, especialmente para as mulheres, comparativamente ao ano anterior. Outro ponto é que o encontro entre as linhas antecede as idades quando o mesmo acontece no ano anterior: enquanto em 2020 isso se dá entre os 65 e 70 anos em diante, em 2021, é dos 60 em diante. Além disso, a expectativa de vida masculina consegue se manter subposta.

Por fim, em 2022, a diferença do comportamento da expectativa de vida entre os sexos é mais perceptível. No entanto, para ambos, há pouca diferença entre os cenários, principalmente para as mulheres, em que nas idades mais jovens as linhas se sobrepõem de fato.

Figura 9 - Expectativa de vida no Basil, por idade, causa de morte e sexo, em 2022

Fonte: Elaboração própria (2024).

Segundo a Figura 7, a expectativa de vida ao nascer para o sexo masculino em 2020 foi de 71 e 74 anos, enquanto para as mulheres foi de 78 e 80 anos, nos cenários em que são considerados todos os óbitos e em que são excluídas as SRAG, respectivamente. Em 2021, as expectativas foram 69 e 76 (todas as causas) e 73 e 79 (eliminando a causa) para os sexos masculino e feminino, respectivamente. Em 2022, foram 72 e 78 (todas as causas) e 73 e 79 (eliminando a causa), para os mesmos sexos.

Como verificaram Marois, Muttarak e Scherbov (2020), a diferença alcança em torno de 3 anos de vida perdidos, nos dois cenários de causas e de 2020 para o ano de 2021. Já em 2022, as expectativas aumentam para os homens e se mantêm para as mulheres, diferença percebida entre as Figuras. Consoante os resultados de Castro *et al.* (2021), o declínio da expectativa de vida ao nascer é um pouco maior em 2021, comparativamente ao ano anterior.

Aos 60 anos, a expectativa de vida encontrada para o sexo masculino foi de 19 e 21 anos, enquanto para as mulheres foi de 22 e 24 anos, nos cenários em que são considerados todos os óbitos e em que são excluídos os causados por SRAG, respectivamente. Em 2021, as expectativas foram 18 e 21 (todas as causas) e 20 e 23 (eliminando a causa) para os sexos masculino e feminino, nesta ordem. Em 2022, foram 20 e 23 (todas as causas) e 20 e 23 (eliminando a causa), para os mesmos sexos. Novamente, as diferenças são maiores para os homens, além disso, em 2022, aos 60 anos, não há diferença de expectativas entre os cenários.

As diferenças entre as expectativas de vida verificadas entre os cenários podem ser entendidas como quantos anos a mais os indivíduos viveriam caso a causa de morte não estivesse atuando sobre a população, em outras palavras, representam quantos anos de vida foram perdidos devido aos óbitos associados ao risco em questão.

Heuveline e Tzen (2021) estimaram uma redução de 1,72 anos para o Brasil em 2020, nesta pesquisa, a diferença média entre as expectativas resultou em 1,95 (homens) e 1,51 (mulheres), para o mesmo ano; em 2021, foram perdidos em média 2,09 anos (homens) e 2,43 anos (mulheres); e em 2022, cerca de 0,46 anos (homens) e 0,39 anos (mulheres). Assim, exceto em 2021, a redução nas expectativas de vida é maior para os homens do que para as mulheres (CASTRO *et al.*; HEUVELINE; TZEN, 2021; DIÓGENES; OJIMA; COSTA; MAROIS; MUTTARAK; SCHERBOV, SILVA *et al.*, 2020; SILVA, DUARTE; TERRA, 2022).

4.3 ANÁLISE DO VPBF E DA PM

Para demonstrar os impactos da mortalidade causada pela pandemia sobre o benefício de pensão por morte do RPPS analisado, apresentam-se os resultados do VPBF e da PM, calculados conforme as formulações descritas na subseção 3.3.3.

Mantendo as demais premissas atuariais constantes, exceto a tábua de mortalidade de válidos, apresentam-se dois cenários: o Cenário 1, que exhibe os resultados em que todos os óbitos foram considerados para a construção das tábuas; e o Cenário 2, que exhibe os resultados em que os óbitos por Covid-19 foram desconsiderados. Os subscritos x e x/y se referem aos compromissos associados ao participante e ao dependente, quando aquele falecer, respectivamente.

A Tabela 7 apresenta os resultados indicados para os três anos.

Tabela 7 - Resultados do VPBF, VPCF e PM por cenário e ano

Resultado (R\$)	2020	
	Cenário 1 (todas as causas de morte)	Cenário 2 (Covid-19 eliminada)
VPBF _x	271.063.123,31	285.013.732,98
VPBF _{x/y}	61.800.700,59	58.089.288,64
VPBF total	332.863.823,90	343.103.021,62
VPCF _x	45.856.093,80	48.290.285,85
VPCF _{x/y}	9.335.846,11	8.820.732,44
VPCF total	55.191.939,91	57.111.018,28
PM _x	221.569.156,40	232.898.346,24
PM _{x/y}	51.635.442,11	48.488.953,80
PM total	273.204.598,51	281.387.300,04
	2021	
	Cenário 1 (todas as causas de morte)	Cenário 2 (Covid-19 eliminada)
VPBF _x	263.082.115,54	279.904.869,83
VPBF _{x/y}	62.540.627,14	59.260.185,56
VPBF total	325.622.742,68	339.165.055,40
VPCF _x	44.484.471,62	47.410.799,23
VPCF _{x/y}	9.437.814,05	8.981.094,74
VPCF total	53.922.285,67	56.391.893,97
PM _x	215.066.882,00	228.737.534,53
PM _{x/y}	52.263.470,35	49.483.774,09
PM total	267.330.352,35	278.221.308,63
	2022	
	Cenário 1 (todas as causas de morte)	Cenário 2 (Covid-19 eliminada)
VPBF _x	275.785.147,44	276.682.194,58
VPBF _{x/y}	60.021.454,55	63.668.643,70
VPBF total	335.806.601,99	340.350.838,28
VPCF _x	46.734.365,41	46.684.981,36
VPCF _{x/y}	9.091.691,54	9.607.514,82
VPCF total	55.826.056,95	56.292.496,19
PM _x	225.349.535,76	226.283.927,90
PM _{x/y}	50.124.229,48	53.206.647,29
PM total	275.473.765,25	279.490.575,19

Fonte: Elaboração própria (2024).

Para todos os anos analisados, sempre que as mortes por Covid-19 são desconsideradas, tanto o VPBF_x quanto a PM_x resultam em valores maiores do que quando são consideradas. À exceção do ano de 2022, o VPBF_{x/y} e a PM_{x/y} foram reduzidos, comparativamente ao Cenário 1.

Como no Cenário 2 as chances de sobreviver são maiores, se o servidor (x) sobrevive por mais tempo, o dispêndio com sua aposentadoria perdura por mais tempo, implicando em um maior VPBF_x. Por outro lado, se as chances de sobreviver são menores, o dispêndio passará a ser, então, com o dependente (y), uma vez que a morte do servidor dá início ao recebimento da pensão.

Nos três anos, mesmo que os valores associados às pensões por morte tenham reduzido no Cenário 2, tanto o VPBF total (VPBF_x + VPBF_{x/y}) quanto a PM total (PM_x

+ $PM_{x/y}$) resultaram em valores maiores em relação ao Cenário 1, já que proporcionalmente, os valores associados apenas ao benefício do servidor (aposentadoria) representam a maior parte da constituição destes. Os resultados estão de acordo com os de Pinheiro (2005), evidenciando relação direta entre a sobrevivência do indivíduo e o VPBF e, conseqüentemente, na formação de sua provisão.

Como os resultados são distintos entre os anos, foi calculada a variação sobre os resultados ao eliminar as mortes por Covid-19. Uma variação positiva indica um aumento dos valores do Cenário 2 em relação ao Cenário 1 e uma variação negativa indica uma redução dos mesmos. Os percentuais são dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Variação percentual de VPBF, VPCF e PM por ano (desconsiderando a Covid-19)

Resultado (R\$)	2020	2021	2022
VPBF _x	5,15%	6,39%	0,33%
VPBF _{x/y}	-6,01%	-5,25%	6,08%
VPBF total	3,08%	4,16%	1,35%
VPCF _{xv}	5,31%	6,58%	-0,11%
VPCF _{x/y}	-5,52%	-4,84%	5,67%
VPCF total	3,48%	4,58%	0,84%
PM _x	5,11%	6,36%	0,41%
PM _{x/y}	-6,09%	-5,32%	6,15%
PM total	3,00%	4,07%	1,46%

Fonte: Elaboração própria (2024).

Ainda que os resultados relativos somente aos aposentados (x) tenham apresentado maior variação positiva em 2021 (6,39% e 6,36%), a maior variação negativa dos compromissos previdenciários relativos às pensões (x/y) foi observada em 2020 (-6,01% e -6,09%). Isso pode ser explicado por: a) pela diferença entre as probabilidades de morte líquida (associada ao Cenário 2) e bruta (associada ao Cenário 1), em cada ano; e b) pela relação inversa entre a variação do benefício relativo apenas ao servidor (aposentadoria) e ao dependente (pensão).

Como as diferenças entre as referidas probabilidades foram maiores no ano de 2021, a sobrevivência quando se desconsidera a causa de morte também é (por isso, as variações apenas sobre (x) são superiores), o que implica que a reversão do seu benefício de aposentadoria em pensão será mais tardia.

Como a variação do VPBF_x em 2020 foi menor (5,15%) do que em 2021 (6,39%), a variação do VPBF_{x/y} foi maior (-6,01% e -5,25%), para o mesmo período. A PM, por sua vez, se comporta de forma semelhante. Em 2022, a relação acima se torna mais explícita, especialmente se feita a mesma comparação – enquanto para (x)

o VPBF e a PM não alcançam um aumento nem de 1%, os resultados que representam os compromissos com as pensões alcançam pouco mais de 6%, contrariamente aos anos anteriores. Mesmo assim, a mudança das tábuas de mortalidade nos cálculos atuariais nos cenários em que a Covid-19 não atua como risco de morte reduziu o VPBF e a PM relativos aos compromissos com as pensões, em média, em 1,72% e 1,75%, respectivamente.

Para verificar as variações nos resultados de um dado cenário, ou seja, para a realização de uma análise horizontal de cada cenário, foram calculadas suas diferenças de um ano para o outro, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Variação percentual de VPBF, VPCF e PM (todas as causas de óbitos)

Resultado (R\$)	De 2020 para 2021	De 2021 para 2022
	Diferença entre os Cenários (2) – (1)	Diferença entre os Cenários (2) – (1)
VPBF _x	1,15%	-5,98%
VPBF _{x/y}	0,82%	11,47%
VPBF total	1,03%	-2,78%
VPCF _x	1,17%	-6,59%
VPCF _{x/y}	0,73%	10,64%
VPCF total	1,04%	-3,71%
PM _x	1,15%	-5,85%
PM _{x/y}	0,84%	11,62%
PM total	1,02%	-2,59%

Fonte: Elaboração própria (2024).

Como o ano de 2019 não foi investigado, não há observação da variação de resultados de 2019 para 2020. Seguindo a mesma lógica da Tabela 8, uma variação positiva indica um aumento dos valores do cenário em relação ao mesmo cenário no ano anterior, enquanto uma variação negativa indica uma redução dos mesmos.

Observa-se que em 2021, tanto a variação do VPBF quanto a da PM, referentes às pensões no Cenário 2, é maior do que a variação no Cenário 1, de forma que a diferença entre estas é positiva. Após verificado o aumento de 2020 para 2021, a diferença entre os Cenários 2 e 1 é de 0,82% (2,02%–1,20%) para o VPBF e de 0,84% (2,05%–1,22%) para a PM. De 2021 para 2022, mesmo que a variação tenha sido negativa no Cenário 1, no Cenário 2 é positiva e maior do que o observado no ano anterior, resultando também em uma diferença positiva entre eles, de 11,47% (7,44%–(-4,03%)) para o VPBF e de 11,62% (7,52%–(-4,09%)) para a PM.

Em linhas gerais, é percebido que os compromissos associados às pensões, em contraste com os associados apenas ao participante, tendem a variar positivamente de 2020 para 2021, uma vez que a probabilidade de morte no Cenário

1 aumentou, comparativamente ao ano anterior. Já de 2021 para 2022, apesar da redução verificada no Cenário 1, o aumento no Cenário 2 é superior ao verificado no ano anterior, fazendo com que as diferenças para o mesmo Cenário, dada a variação anual, resultem no mesmo comportamento: redução do $VPBF_{x/y}$ e da $PM_{x/y}$ no Cenário 1 e aumento no Cenário 2.

Os resultados e as relações identificadas estão em consonância com os de Silva (2021), visto que as mortes causadas pela Covid-19 geraram efeitos sobre as probabilidades de morte e conseqüentemente sobre os resultados ($VPBF$, $VPCF$ e PM), mesmo que o $VPBF_{x/y}$ e a $PM_{x/y}$ variem em percentuais muito próximos, sendo o impacto um pouco maior sobre as provisões, destacando a sensibilidade da premissa sobre esta, conforme os resultados obtidos por Bezerra (2023).

Se utilizada uma tábua construída com base no nível de mortalidade do período, para a mesma população, tem-se que: uma mortalidade maior resultará em uma população com uma expectativa de vida menor que a da população submetida a um nível de mortalidade menor. Logo, se maiores níveis de mortalidade não são considerados, os cálculos atuariais serão realizados se baseando no fato de que a pessoa tende a falecer antes do que ela irá, o que pode resultar na subestimação do valor necessário aos compromissos com o participante, ao passo que pode resultar na superestimação dos compromissos com o dependente.

Agrupando os principais resultados, quando excluída a causa de morte, os maiores impactos sobre as pensões se deram no ano de 2020, além de que a variação do $VPBF_{x/y}$ e da $PM_{x/y}$ se dá em percentuais muito próximos, sendo o impacto maior sobre as provisões. Constatase, também, maior longevidade das tábuas utilizadas no Cenário 2 em relação as do Cenário 1, o que explica os resultados sobre o $VPBF$ e a PM . Dessa forma, pode-se concluir que a alteração da tábua não só implica em valores diferentes para o $VPBF$ e a PM , mas a longevidade, sub ou superestimada, afeta a magnitude dos impactos sobre os cálculos.

Reis (2014) verificou o aumento dos compromissos previdenciários à medida que foram utilizadas as tábuas AT-83M e AT-2000M em substituição à IBGE 2011*MPS, em 4,2% e 10,6%, respectivamente. Como as tábuas mais atuais são mais longevas que as mais antigas, a AT-83M gera uma mortalidade maior que a AT-2000M, ou seja, considera que os participantes tendem a viver por menos tempo, enquanto a outra considera que as pessoas viverão por mais tempo, sendo que ambas, em relação à IBGE 2011*MPS, auferem resultados inferiores.

Analogamente aos resultados do autor, a mortalidade no Cenário 1 é maior, implicando em uma menor longevidade em relação ao Cenário 2 e, quanto maior a diferença entre os níveis, maiores serão também os efeitos sobre os resultados. Em outros termos, a mudança na tábua de vida, no Cenário em que as mortes por Covid-19 são excluídas, tende a reduzir os compromissos associados ao benefício de pensão e, em contrapartida, tende a aumentar os associados ao benefício de aposentadoria, visto que o montante com este benefício terá que ser prolongado devido à maior longevidade do participante principal.

Por fim, deve-se considerar que a base de dados utilizada é constituída majoritariamente por servidores do sexo feminino. Como os impactos da mortalidade causada pela pandemia sobre as mulheres foi menor do que sobre os homens, em planos cuja quantidade de servidores do sexo masculino seja superior, os efeitos sobre os resultados provavelmente divergirão. Assim, destaca-se que para RPPS com características distintas ou mesmo outras bases de dados de aplicação atuarial, devido à influência destas nos cálculos, as mesmas experiências de mortalidade podem apresentar resultados distintos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude das pesquisas sobre o impacto das mortes causadas pela pandemia em diversos aspectos, especialmente na estrutura de mortalidade, e dos cálculos atuariais serem baseados em premissas a respeito do futuro, a exemplo da probabilidade de morte, este estudo objetivou analisar os impactos da mortalidade causada pela pandemia de Covid-19 sobre a Provisão Matemática do benefício de pensão por morte para aposentados em um plano previdenciário ofertado por um RPPS.

Para alcançar o objetivo proposto, foi utilizado o modelo de Múltiplos Decrementos para construção das tábuas em dois Cenários: 1) os óbitos por Covid-19 são considerados; e 2) os óbitos por Covid-19 são desconsiderados como causa de morte no período que constitui a pandemia (2020, 2021 e 2022). Em seguida, foram analisados os efeitos da mortalidade a partir das diferenças entre as probabilidades de morte e as expectativas de vida.

Posteriormente, foram realizados os cálculos atuariais sobre a base de dados de um RPPS referente a 504 servidores inativos, sendo 114 homens (22,62%) e 390 mulheres (77,38%), utilizando as probabilidades de morte resultantes dos cenários 1 e 2, já descritos. Por fim, foram comparados os resultados do plano especificamente sobre o VPBF e sobre a formação da PM do benefício de pensão por morte.

Dentre os principais resultados, destaca-se que, ao eliminar a Covid-19 como causa de morte, a probabilidade de morte é menor do que quando esta é considerada, em todos os anos analisados, ou seja, as chances de sobreviver seriam maiores. Além disso, verificou-se um maior impacto sobre o sexo masculino e sobre as idades mais avançadas.

Comparativamente entre os sexos, também foi verificado que os resultados tanto das probabilidades de morte quanto das expectativas de vida oscilam mais para as mulheres de 2020 para 2021 e se mantêm mais estáveis no ano seguinte, de forma que as diferenças de 2021 para 2022 se mostram muito pequenas. Para os homens, o inverso acontece.

Quanto aos resultados obtidos sobre o VPBF e a PM, mantendo as demais premissas atuariais e alterando apenas a tábua de mortalidade de válidos, à exceção do ano de 2022, os compromissos relativos às pensões por morte foram reduzidos no Cenário 2, comparativamente ao Cenário 1. Ainda assim, nos três anos, tanto o VPBF

total quanto a PM total resultaram em valores maiores, realizada a mesma comparação.

A diferença observada no ano de 2022 pode ser explicada pelo fato de a base de dados do RPPS conter um número maior de mulheres (com cônjuge do sexo oposto), somado ao fato de a pensão por morte ser um benefício tipicamente feminino, devido a maior expectativa de vida feminina em relação à masculina. Além disso, com a exceção do ano de 2021, os ganhos na sobrevivência feminina ao eliminar a causa foram inferiores aos dos homens.

Evidencia-se a relação direta entre a sobrevivência do indivíduo e o VPBF e, conseqüentemente, na formação de sua provisão. Isto posto, foi verificado que a mudança das tábuas de mortalidade nos cálculos atuariais nos cenários em que a Covid-19 não atua como causa de morte reduziu o VPBF e a PM relativos aos compromissos com as pensões, em média, em 1,72% (de 2020 para 2021) e em 1,75% (de 2021 para 2022). Além disso, mesmo que a variação entre o VPBF e a PM seja muito próxima, o impacto é um pouco maior sobre as provisões.

Caso as tábuas utilizadas não incorporem as mortes e os efeitos da Covid-19, isso significa que, considerando os impactos da pandemia sobre a mortalidade, o VPBF total e a PM total referentes aos aposentados podem ter sido subestimados, pois, considerando as mortes inclusas, o cálculo dos compromissos para fazer frente aos benefícios de pensão foram inferiores ao que seria necessário.

Esta pesquisa possui algumas limitações. Por exemplo, pressupôs-se que as mortes por Covid-19 em cada ano não ocorreriam por outras causas. Tendo em vista os efeitos indiretos da pandemia sobre os óbitos pelas demais causas, o efeito direto pode ser sobrestimado. Ademais, os resultados são referentes apenas ao plano de benefícios de um RPPS e somente aos servidores inativos. Por fim, não foram alteradas as demais premissas adotadas pelo plano.

Sugere-se a realização de estudos futuros considerando a variação de outras premissas, como a taxa de juros atuarial, para avaliar o impacto conjunto às tábuas de mortalidade, além da inclusão dos participantes ativos do plano e dos demais dependentes do servidor, bem como de outros RPPS. A avaliação do impacto conjunto das alterações das premissas atuariais é fundamental para garantir o equilíbrio e a sustentabilidade desses regimes, desde a garantia do pagamento dos compromissos futuros aos participantes à identificação de possíveis medidas e políticas públicas eficazes relacionadas à previdência social.

Diante do exposto, este trabalho evidencia a importância de considerar o impacto causado pela pandemia não só na estrutura de mortalidade, mas também sobre áreas específicas que fazem o uso das premissas fundamentadas em tal comportamento, uma vez que a alteração de apenas uma premissa impactou no conjunto do resultado.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Paulo Roberto Medeiros de. **Introdução à estatística**. 3 ed. Natal: EDUFRN, 2016.

BEZERRA, Arthur Maurício Rodrigues. **Análise de sensibilidade de premissas atuariais: o caso de um RPPS paraibano**. 2023. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Atuariais) — Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2023.

BRASIL, Gilberto. **O ABC da Matemática Atuarial e Princípios Gerais de Seguros**. Porto Alegre: Sulina, 1985.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 06 set. 2023.

_____. Lei n.º 12.470, de 31 de Agosto de 2011. Altera os arts. 21 e 24 da Lei n.º 8.212, de 24 de julho de 1991 [...]; altera os arts. 16, 72 e 77 da Lei n.º 8.213, de 24 de julho de 1991 [...]; altera os arts. 20 e 21 e acrescenta o art. 21-A à Lei n.º 8.742, de 7 de dezembro de 1993 [...]; e acrescenta os §§ 4º e 5º ao art. 968 da Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002 [...]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12470.htm. Acesso em: 24 set. 2023.

_____. Lei n.º 13.135, de 17 de junho de 2015. Altera as Leis n.º 8.213, de 24 de julho de 1991, n.º 10.876, de 2 de junho de 2004, n.º 8.112, de 11 de dezembro de 1990, e n.º 10.666, de 8 de maio de 2003, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13135.htm. Acesso em: 24 set. 2023.

_____. Lei n.º 13.146, de 06 de Julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 24 set. 2023.

_____. Lei n.º 13.846, de 18 de Junho de 2019. [...] altera as Leis n.º 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 7.783, de 28 de junho de 1989, 8.112, de 11 de dezembro de 1990, 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.213, de 24 de julho de 1991, 8.742, de 7 de dezembro de 1993, 9.620, de 2 de abril de 1998, 9.717, de 27 de novembro de 1998, 9.796, de 5 de maio de 1999, 10.855, de 1º de abril de 2004, 10.876, de 2 de junho de 2004, 10.887, de 18 de junho de 2004, 11.481, de 31 de maio de 2007, e 11.907, de 2 de fevereiro de 2009; e revoga dispositivo da Lei n.º 10.666, de 8 de maio de

2003, e a Lei n.º 11.720, de 20 de junho de 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13846.htm. Acesso em: 24 set. 2023.

_____. Lei n.º 8.213, de 24 de Julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm. Acesso em: 24 set. 2023.

_____. Lei n.º 9.032, de 28 de Abril de 1995. Dispõe sobre o valor do salário mínimo, altera dispositivos das Leis n.º 8.212 e n.º 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9032.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.032%2C%20DE%2028%20DE%20ABRIL%20DE%201995.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20valor%20do,1991%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: em: 24 set. 2023.

_____. Lei n.º 9.528, de 10 de Dezembro de 1997. Altera dispositivos das Leis n.ºs 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9528.htm. Acesso em: em: 24 set. 2023.

_____. **Portaria ME nº 424, de 29 de dezembro de 2020.** Fixa as novas idades de que tratam a alínea "b" do inciso VII do art. 222 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, e a alínea "c" do inciso V do § 2º do art. 77 da Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-me-n-424-de-29-de-dezembro-de-2020-296880511>. Acesso em: 07 fev. 2024.

_____. **Portaria MTP n.º 1.467, de 02 de junho de 2022.** Disciplina os parâmetros e as diretrizes gerais para organização e funcionamento dos regimes próprios de previdência social dos servidores públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em cumprimento à Lei nº 9.717, de 1998, aos arts. 1º e 2º da Lei nº 10.887, de 2004 e à Emenda Constitucional nº 103, de 2019. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/rpps/legislacao-dos-rpps/portarias/copy_of_PortariaMTPn1.467de02jun2022Atualizadaat28jun20231.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

CASTRO, Luciano Gonçalves de. **Nota Técnica sobre a Metodologia adotada pelo Ministério da Previdência Social na Extrapolação das Tábuas de Mortalidade IBGE para as idades acima de 80 anos, de autoria do Atuário Luciano Gonçalves de Castro, MIBA nº 1.116, Doutorando em Demografia, Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais, Pesquisador – Demógrafo da COPIS/DPE/IBGE1.** 2015. Disponível em:

<http://sa.previdencia.gov.br/site/2015/06/NOTA-TECNICA-ATUARIAL-EXTRAPOLACAO-DA-TABUA-IBGE-MPS.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2024.

CASTRO, Marcia C. *et al.* Reduction in life expectancy in Brazil after COVID-19. **Nature Medicine**, [S.L.], v. 27, n. 9, p. 1629-1635, 29 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-021-01437-z>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-021-01437-z>. Acesso em: 24 ago. 2023.

CHAN, Betty Lilian; SILVA, Fabiana Lopes; MARTINS, Gilberto de Andrade; **Fundamentos da previdência complementar: da atuária à contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2010.

CHIANG, Chin Long. **Introduction to stochastic processes in biostatistics**. New York: John Wiley & Sons, 1968.

CONGRESSO USP CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 9., 2009, São Paulo. **Mensuração de Passivo Atuarial de Fundos de Pensão: Uma Visão Estocástica**. São Paulo: USP, 2009. Disponível em: https://congressosp.fipecafi.org/anais/artigos92009/an_resumo.asp?con=1&cod_trabalho=147&titulo=MENSURA%C7%C3O+DE+PASSIVO+ATUARIAL+DE+FUNDOS+DE+PENS%C3%3A+UMA+VIS%C3O+ESTOC%C1STICA. Acesso em: 08 jun. 2023.

CORRÊA, Cristiane Silva. **Premissas atuariais em planos previdenciários: uma visão atuarial demográfica**. Curitiba: Appris, 2018.

CORRÊA, Cristiane Silva. **Tamanho populacional e aleatoriedade de eventos demográficos na solvência de RPPS municipais capitalizados**. 2014. 274 f. Tese (Doutorado) – Curso de Demografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

CPA 03. **Comitê de pronunciamentos atuariais**. Disponível em: https://atuarios.org.br/wp-content/uploads/2021/12/resolucao_2016_2.pdf. Acesso em: 16 set. 2023.

DIÓGENES, Victor Hugo Dias; OJIMA, Ricardo; COSTA, José Vilton. **Tempo de vida perdido: o impacto da SRAG na expectativa de vida no Nordeste e suas UFs**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Observatório do Nordeste Para Análise Sociodemográfica da Covid-19, 2020. Disponível em: <https://demografiaufrn.net/2020/05/22/expectativa-vida-srag/>. Acesso em: 23 set. 2023.

FERREIRA, Vanessa Rocha; TEIXEIRA, Eliana Maria de Souza Franco; SCAFF, Luma Cavaleiro de Macedo. REFORMA DA PREVIDÊNCIA, PENSÃO POR MORTE E A COVID-19. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 110-127, dez. 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ppgdir/article/view/118962>. Acesso em: 8 jun. 2023.

FÍGOLI, Moema Bueno; PAULO, Maira Andrade. **Mudança populacional**: aspectos relevantes para a Previdência. Brasília. Ministério da Previdência Social. Secretaria de Políticas de Previdência Social, 2008. 292 p. – (Coleção Previdência Social; v. 27).

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Ministério da Saúde. **Impactos sociais, econômicos, culturais e políticos da pandemia**. 2023. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/impactos-sociais-economicos-culturais-e-politicos-da-pandemia>. Acesso em: 19 out. 2023.

GARCIA, Jorge Afonso; SIMÕES, Onofre Alves. **Matemática actuarial**: vida e pensões. Coimbra: Almedina, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. Ed. São Paulo. Atlas, 2019.

HEUVELINE, Patrick; TZEN, Michael. Beyond deaths per capita: comparative COVID-19 mortality indicators. **Bmj Open**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 11, mar. 2021. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042934>. Disponível em: <https://bmjopen.bmj.com/content/11/3/e042934>. Acesso em: 23 set. 2023.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Tabela 7358 - População, por sexo e idade**. 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/7358>. Acesso em: 23 fev. 2024.

_____. **Tábua completa de mortalidade para o Brasil [: análises e tabelas]**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73097>. Acesso em: 23 set. 2023.

MAROIS, Guillaume; MUTTARAK, Raya; SCHERBOV, Sergei. Assessing the potential impact of COVID-19 on life expectancy. **Plos One**, [S.L.], v. 15, n. 9, p. 1-12, 17 set. 2020. Public Library of Science (PLOS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0238678>. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0238678>. Acesso em: 23 set. 2023.

MARQUES, Marilane Vilela. **PANDEMIA DA COVID-19 E POPULAÇÃO IDOSA NO BRASIL**: anos de vida perdidos e efeitos na expectativa de vida. 2022. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

MEDEIROS, Lucas Pinheiro. **Análise de sensibilidade nos fundos de pensão: simulação para hipóteses biométricas**. 2015. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, Curitiba, 2015.

MICROSOFT. **Excel para Microsoft**. Versão 2403.[S. l.]: Microsoft Corporation, 2011. 1 CD-Rom.

Ministério da Previdência Social. **Boletim estatístico da previdência social**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/paineis-estatisticos/beneficios-do-rgps-concessoes>. Acesso em: 09 jun. 2023.

_____. **Informações Financeiras e Estatísticas dos Segurados**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/paineis-estatisticos/panorama-da-previdencia/informacoes-financeiras-e-estatisticas-dos-segurados>. Acesso em: 20 out. 2023.

Ministério da Saúde. **Coronavírus**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus>. Acesso em: 19 out. 2023.

_____. (d) **Covid-19: Casos e Óbitos**. Brasília, 2023. Disponível em: https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html. Acesso em: 19 out. 2023.

_____. (a) **O que é a Covid-19?**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/o-que-e-o-coronavirus>. Acesso em: 23 set. 2023.

_____. (b) Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico Especial. Doença pelo Novo Coronavírus – Covid-19**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/covid-19/2023/boletim_covid_153_julho_11set23.pdf/view. Acesso em: 23 set. 2023.

_____. **Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM**. 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/sim-1979-2019>. Acesso em: 10 fev. 2024.

_____. **SRAG 2021 a 2024 - Banco de Dados de Síndrome Respiratória Aguda Grave - incluindo dados da COVID-19**. 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/srag-2021-e-2022>. Acesso em: 10 fev. 2024.

NASCIMENTO, Michelly Vieira do. **Pensões por morte no Brasil**: uma análise do impacto financeiro considerando variações demográficas sobre a pensão por morte do Regime Geral de Previdência Social. 2021. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Demografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

NOGUEIRA, Naron Gutierre. **O equilíbrio financeiro e atuarial dos RPPS**: de princípio constitucional a política pública de estado. Brasília: Coleção Previdência Social, 2012.

NUNES, Jacqueline Moura. PENSÃO POR MORTE: alterações introduzidas pela emenda constitucional 103/2019. **Revista Ciências Jurídicas e Sociais - Ung-Ser**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 30, 28 fev. 2021. Revistas Científicas Eletrônicas UNG. <http://dx.doi.org/10.33947/2238-4510-v10n2-4467>. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/cienciasjuridicasesociais/article/view/4467>. Acesso em: 24 set. 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OPAS/OMS. 2022. **Excesso de mortalidade associado à pandemia de COVID-19 foi de 14,9 milhões em 2020 e 2021**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2022-excesso-mortalidade-associado-pandemia-covid-19-foi-149-milhoes-em-2020-e-2021#:~:text=Excesso%20de%20mortalidade%20associado%20%C3%A0,Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Pan%2DAmericana%20da%20Sa%C3%BAde>. Acesso em: 08 fev. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OPAS/OMS. 2023. **Folha informativa sobre COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 19 out. 2023.

ORTEGA, Antonio. **Tablas de mortalidade**. San José: Centro Latino Americano de Demografia, 1987.

PINHEIRO, Ricardo Pena. **A Demografia dos Fundos de Pensão**. Brasília: Ministério da Previdência Social. Secretaria de Políticas de Previdência Social, 2007. 292 p. – (Coleção Previdência Social. Série estudos; v. 24).

PINHEIRO, Ricardo Pena. **Riscos Demográficos e Atuariais nos Planos de Benefício Definido e de Contribuição Definida num Fundo de Pensão**. 2005. 320 f. Tese (Doutorado) - Curso de Demografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

PIRES, Danilo Machado, *et al.* **Fundamentos da matemática atuarial: vida e pensões**. Curitiba: CRV, 2021.

R Core Team (2024). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

REIS, Lucas Andrade dos. **A Avaliação do Impacto da Taxa de Juros e da Tábua de Mortalidade Geral no Equilíbrio Financeiro e Atuarial dos Regimes Próprios de Previdência Social**. 2014. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

RODRIGUES, José Ângelo. **Gestão de risco atuarial**. São Paulo: Saraiva, 2008.

SANTOS JÚNIOR, Luiz Carlos. **Análise de sobrevivência aplicada a premissas atuariais: o caso da previdência pública municipal de Cabedelo/PB**. 2018. 185 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biometria, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

SILVA, Bruna da Costa *et al.* O impacto do COVID-19 na expectativa de vida ao nascer da população brasileira. **IX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población**. Valparaíso: Alap, 2020. p. 1-20. Disponível em: <https://congresosalap.com/alap2020/resumos/0001/PPT-eposter-trab-aceito-0539-1.PDF>. Acesso em: 23 set. 2023.

SILVA, Micaela Carneiro da. **Análise do impacto da mortalidade e taxa de juros ocasionados pela pandemia por covid-19 sobre o valor atual dos benefícios futuros do RPPS do município de Santa Rita/PB**. 2021. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Atuariais — Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2021.

SILVA, Raiane de Lima; DUARTE, Alice Silva; TERRA, Luísa Pimenta. COVID-19: impactos na mortalidade e expectativa de vida no Brasil em 2020 e 2021. **Sigmae**, Alfenas, v. 10, n. 2, p. 22-35, mar. 2022. Disponível em: <https://publicacoes.unifal-mg.edu.br/revistas/index.php/sigmae/article/view/1605>. Acesso em: 20 set. 2023.

USP INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACCOUNTING, 23., 2023, São Paulo. **As pensões por morte são relevantes? Os impactos da reforma previdenciária de 2019 sobre os indicadores previdenciários individuais dos servidores do RPPS da União**. São Paulo: USP, 2023.

VILANOVA, Wilson. **Matemática Atuarial**. São Paulo: Pioneira, 1969.

XAVIER, Ivanildo. **Regimes Próprios de Previdência Social**: métodos de financiamento e liquidação de passivos atuariais. 2015. 112 f. Monografia (Pós-graduação) - Curso de Ciências Atuariais e Demografia., Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campina Grande, 2015.

XAVIER, Ivanildo; SANTOS JÚNIOR, Luiz Carlos. **Regimes Próprios de Previdência Social**: métodos de financiamento e liquidação de passivos atuariais. In: Ministério da Fazenda (org.). **Regimes previdenciários e situação atuarial**. Brasília: MF; Spreve, 2018. p. 219-240. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/colecao-previdencia-social/vol-36.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.