



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

MATHEUS DA COSTA NÓBREGA

**ANÁLISE DAS HIPÓTESES ATUARIAIS BIOMÉTRICAS NOS MOLDES DA
PORTARIA MF Nº 464/2018: UM ESTUDO DE CASO EM UM REGIME PRÓPRIO
DE PREVIDÊNCIA SOCIAL PARAIBANO**

**JOÃO PESSOA, PB
2020**

MATHEUS DA COSTA NÓBREGA

Análise das Hipóteses Atuariais Biométricas nos moldes da Portaria MF Nº 464/2018: Um estudo de caso em um Regime Próprio de Previdência Social Paraibano

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: Sistema previdenciário.

Orientador: Prof. Bel. Thiago Silveira

**JOÃO PESSOA, PB
2020**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N754a Nóbrega, Matheus da Costa.

Análise das Hipóteses Atuariais Biométricas nos moldes da Portaria MF N° 464/2018: Um estudo de caso em um Regime Próprio de Previdência Social Paraibano / Matheus da Costa Nóbrega. - João Pessoa, 2020.
65 f. : il.

Orientação: Thiago Silveira.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Regimes Próprios de Previdência Social. 2. Portaria MF n° 464/2018. 3. Hipóteses atuariais biométricas. 4. Qui-Quadrado. 5. Kolmogorov-Smirnov. 6. Desvio Quadrático Médio. 7. Instrumentos de qualidade de ajustamento. I. Silveira, Thiago. II. Título.

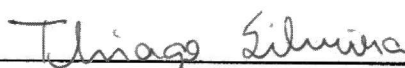
UFPB/CCSA

MATHEUS DA COSTA NÓBREGA

**Análise das Hipóteses Atuariais Biométricas nos moldes da Portaria MF nº
464/2018: Um estudo de caso em um Regime Próprio de Previdência Social
Paraibano**

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.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Bel. Thiago Silveira
Orientador

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Me. Filipe Coelho de Lima Duarte
Membro avaliador

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dr. Luiz Carlos Santos Júnior
Membro avaliador

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer aos meus pais, o Sr. Odilon Nóbrega Filho por todo seu esforço e dedicação para que isso fosse possível, não existe exemplo maior de pessoa que eu possa ter, a Sr.^a Maria do Carmo da Costa Nóbrega, minha amada mãe a pessoa que mais amo na minha vida, obrigado pela compreensão e por fazer tudo por mim sempre e também agradecer a minha querida irmã Milena da Costa Nóbrega que tanto adoro.

Agradecer também às pessoas que hoje são mais que amigos para mim, são amigos e irmãos, costumeiramente dito por Rômulo Gomes Pereira, que sempre está comigo, não apenas nas horas de alegria, mas principalmente nas horas mais difíceis e por ter me dado uma oportunidade e me guiado profissionalmente em seus projetos. Não menos importante agradecer ao meu amigo e professor, orientador desse trabalho, Thiago Silveira, o qual tenho minha maior admiração, por sempre ter a paciência em ajudar e a inteligência em ensinar algo novo, também agradecer a outra pessoa que é bastante importante, ao meu amigo e companheiro de estudos Gláucio Alves Medeiros por sempre estar em busca de aprendizado, incentivando as pessoas com essa sua grande qualidade.

Agradecer aos membros avaliadores da banca examinadora, Filipe Coelho de Lima Duarte e Luiz Carlos Santos Júnior, pelas contribuições na elaboração desse trabalho, com comentários e sugestões construtivos.

Agradecer aos meus amigos e colegas que conheci nesses períodos do curso, principalmente aqueles que hoje são companheiros de trabalho, os quais tenho grande consideração, Alisson Martiniano, Alisson Santos, Alúcio Belo, Guilherme Oliveira, Italo Igor e Mairlley Cavalcante.

Agradecer a todos que fizeram parte desse trabalho direta e indiretamente, a todos os professores e professoras que fizeram parte da minha formação acadêmica, que se esforçaram para passar seu conhecimento nesses períodos.

E por fim, agradecer a todos meus amigos de longa data, aos amigos de infância que sempre estiveram e estão disponíveis para ajudar.

“A sorte não existe. Aquilo a que chamas sorte é o cuidado com os pormenores.”

(Winston Churchill)

RESUMO

O presente trabalho analisa a adequabilidade das hipóteses atuariais biométricas relacionadas à massa de participantes analisada, obedecendo o mínimo estabelecido pela Portaria MF nº 464/2018. Visando encontrar a tábua mais adequada para a população analisada, foram utilizados os testes de aderências, designadamente para esse trabalho os testes de Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov, além do Desvio Quadrático Médio. Foi considerada uma base de dados dos anos 2015 a 2019, de participantes ativos de um Regime Próprio de Previdência Social Paraibano. Para fins de comparação com as tábuas indicadas como parâmetro mínimo pela Portaria MF nº 464/2018 a tábua IBGE 2018 para mortalidade e Álvaro Vindas para entrada em invalidez, foram utilizadas outras tábuas biométricas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Atuária. De acordo com os resultados encontrados, ressaltando que os testes foram realizados por sexo, as hipóteses mais aderentes foram as tábuas BR-EMSsb-v.2010 para mortalidade do grupo feminino e a AT-83 para mortalidade do grupo masculino, para o evento entrada em invalidez as tábuas mais aderentes foram a Álvaro Vindas para o grupo feminino e a RRB-1944 Mod para o grupo masculino, mostrando que apenas uma das hipóteses seguiu o mínimo estabelecido: a entrada em invalidez do grupo feminino. Por fim, de acordo com os resultados analisados, o modo que os testes foram feitos e o número de eventos observados influenciam na escolha da hipótese mais aderentes.

Palavras-Chave: Regimes Próprios de Previdência Social. Portaria MF nº 464/2018. Hipóteses atuariais biométricas. Qui-Quadrado. Kolmogorov-Smirnov. Desvio Quadrático Médio. Instrumentos de qualidade de ajustamento.

ABSTRACT

The present work analyzes the suitability of the biometric actuarial hypotheses related to the mass of participants analyzed, obeying the minimum established by Ordinance MF n° 464 of 2018. In order to find the most appropriate table for the analyzed population were used adhesion tests, namely for this work the Chi-Square and Kolmogorov-Smirnov tests, beyond Mean Square Deviation. It was considered a database of the years 2015, 2016, 2017, 2018 and 2019, that is, of the last five years, of active participants in a Paraíba Social Security System. For comparison purposes with the tables indicated as a minimum parameter by Ordinance MF No. 464 of 2018, the IBGE 2018 table for mortality and Álvaro Vindas for entry into disability, other biometric tables provided by the Instituto Brasileiro de Atuaria were used. According to the results found, emphasizing that the tests were done by sex, the most adherent hypotheses were the BR-EMSsb-v.2010 tables for mortality in the female group and the AT-83 for mortality in the male group, for the entry into disability event, the most adherent tables were Álvaro Vindas for the female group and RRB-1944 Mod for the male group, showing that only one of the hypotheses followed the minimum established the entry into disability of the female group. Finally, according to the results analyzed, the way the tests were performed and the number of events observed influences the choice of the most adherent hypothesis.

Keywords: Social Security System. Ordinance MF n° 464/2018. Actuarial Biometric hypotheses. Chi-Square. Kolmogorov-Smirnov. Mean Square Deviation. Quality adjustment instruments.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participantes ativos do plano ao longo do período observado.....	23
Gráfico 2 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano	30
Gráfico 3 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano	31
Gráfico 4 – Entrada em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano.....	36
Gráfico 5 – Entradas em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das hipóteses atuariais.....	18
Quadro 2 – Tipos de erros em um teste de hipóteses.....	24
Quadro 3 – Avaliação e seleção de modelos e suas hipóteses	28
Quadro 4 – Classificação das tábuas biométricas utilizadas.....	29
Quadro 5 – Resultados dos testes para as hipóteses mais aderentes.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participantes ativos do plano.....	22
Tabela 2 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano	30
Tabela 3 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano	31
Tabela 4 – Teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo feminino	32
Tabela 5 – Teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo masculino	33
Tabela 6 – Teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo feminino	33
Tabela 7 – Teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo masculino	34
Tabela 8 – DQM para mortalidade do grupo do sexo feminino	34
Tabela 9 – DQM para mortalidade do grupo do sexo masculino.....	35
Tabela 10 – Entradas em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano.....	35
Tabela 11 – Entradas em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano	36
Tabela 10 – Teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino	37
Tabela 11 – Teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino	38
Tabela 12 – Teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino.....	38
Tabela 13 – Teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino	39
Tabela 14 – DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino.....	39
Tabela 15 – DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CF	Constituição Federal
DQM	Desvio Quadrático Médio
EC	Emenda Constitucional
IBA	Instituto Brasileiro de Atuaria
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
KS	Kolmogorov-Smirnov
MF	Ministério da Fazenda
MPS	Ministério da Previdência Social
RGPS	Regime Geral de Previdência Social
RPC	Regime de Previdência Complementar
RPPS	Regime Próprio de Previdência Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Questão de pesquisa	16
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Justificativa para o tema	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Hipóteses atuariais e suas identificações	18
2.2	Hipóteses biométricas	19
2.3	Análise de sensibilidade das hipóteses atuariais	21
3	METODOLOGIA	22
3.1	Base de dados	22
3.2	Testes de hipóteses	23
3.3	Testes de aderência	24
3.3.1	Qui-Quadrado	25
3.3.2	Kolmogorov-Smirnov (KS)	26
3.3.3	Desvio Quadrático Médio (DQM)	27
3.4	Aderência das hipóteses	28
4	RESULTADOS	29
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	43
	APÊNDICE A – EVENTOS OBSERVADOS E ESPERADOS POR FAIXA ETÁRIA PARA TODOS OS GRUPOS	48
	APÊNDICE B – RESULTADOS DOS TESTES POR FAIXA ETÁRIA	50
	APÊNDICE C – EVENTOS OBSERVADOS E ESPERADOS DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA PARA TODOS OS GRUPOS POR ANO	54
	APÊNDICE D – RESULTADOS DOS TESTES DE ADERÊNCIA POR ANO	58
	ANEXO A – ART. 21 DA PORTARIA MF Nº 464, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018	64
	ANEXO B – TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DO QUI-QUADRADO	65

1 INTRODUÇÃO

A Previdência Social no Brasil pode ser considerada como um dos maiores programas de distribuição de renda do País (SCHERER, SANTOS e BREGOLIN, 2017). Conforme a Constituição Federal de 1988, a Previdência no Brasil é composta por três regimes: o Regime Geral de Previdência Social (RGPS), o Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) e o Regime de Previdência Complementar (RPC). O regime previdenciário é um seguro público (RGPS e RPPS) ou privado (RPC, operado por Entidades Abertas e Fechadas de Previdência Complementar) que tem como função garantir uma renda ao trabalhador ao final da sua vida laborativa e de protegê-lo contra riscos diversos na parte de sua vida em idade ativa, como desemprego, invalidez, doenças que causem a perda de rendimento, entre outros. Esse sistema é mantido através das contribuições, que são de caráter facultativo para a Previdência Complementar e obrigatória para Previdência Social, tanto no RGPS quanto para o RPPS, se assim for instituído pelo seu ente federativo.

Os RPPS têm como sua norma máxima a CF de 1988, o qual estabelece em seu art. 40 que aos servidores titulares de cargos efetivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, incluídas suas autarquias e fundações, é assegurado regime de previdência de caráter contributivo e solidário, mediante contribuição do respectivo ente público, dos servidores ativos e inativos e dos pensionistas, observados critérios que preservem o equilíbrio financeiro e atuarial. Desde a sua criação, os Regimes Próprios passaram por um conjunto de alterações e reformas, principalmente, por meio da Lei nº 9.717/1998.

No ano de 2008 destaca-se a publicação, pelo então Ministério da Previdência Social - MPS, da Portaria MPS nº 403, de 10 de novembro de 2008, que dispõe sobre as normas aplicáveis às avaliações e reavaliações atuariais dos RPPS, define parâmetros para a segregação da massa, das hipóteses atuariais e dá outras providências. Além disso, é importante destacar que em seu artigo 5º é observado que as hipóteses atuariais deverão ser adequadas às características da massa de participantes analisada e de seus dependentes, obedecendo aos parâmetros mínimos de prudência estabelecidos pela mesma, seguindo as hipóteses e premissas presentes na Nota Técnica Atuarial do respectivo RPPS.

Para Rodrigues (2008), a escolha e o uso de hipóteses atuariais desviadas da realidade, à qual a massa de participantes analisada está submetida, podem levar a

custos incorretos, provocando déficit ou superávit técnico em seus resultados, assim como a tomada excedente de riscos ou subexposição destes riscos quando a real necessidade venha a indicar o contrário. Ainda, nesta mesma linha de considerações, Fernandes (2017) destaca que é esperado que se tenha um certo grau de confiança nas hipóteses atuariais tendo em vista que são as bases técnicas que influenciam o cálculo do passivo atuarial e assim sendo importantes nos cálculos atuariais.

A exemplo do estudo de Caldart et al. (2014), sobre as tábuas de mortalidade e taxas de crescimento salarial do RPPS do estado do Rio Grande do Sul, foi observado que os parâmetros mínimos previstos na Portaria MPS nº 403/2008 não refletiam a realidade enfrentada pelo RPPS estudado e ainda apresentava menor déficit previdenciário para o RPPS.

A Portaria MPS nº 403/2008 foi revogada pela Portaria MF nº 464, de 19 de novembro de 2018, em que é observado um maior destaque para as hipóteses atuariais. Visto sua importância, deverá ser elaborado um Relatório de Análise das Hipóteses contendo os resultados dos estudos técnicos de aderência e de acompanhamento da aderência das premissas e hipóteses atuariais utilizadas nas avaliações atuariais, imprescindivelmente para o exercício 2020.

A Portaria MF nº 464/2018, aponta que a escolha das hipóteses atuariais devem ser adequadas à situação do plano de benefícios e aderentes às características da massa de segurados para o correto dimensionamento dos seus compromissos futuros, obedecendo aos parâmetros mínimos de prudência estabelecidos pela mesma em seus artigos, que poderão ser revistos por instrução normativa da Secretaria de Previdência por meio de apresentação de estudo técnico previamente aprovado.

Além disso, na Portaria MF nº 464/2018 é possível destacar a importância das escolhas das hipóteses atuariais, pelo fato de que atuário deverá descrever e atestar, no Relatório da Avaliação Atuarial, as hipóteses utilizadas no cálculo, indicando aquelas de maior impacto para o resultado atuarial do RPPS, como, por exemplo, as tábuas biométricas (de mortalidade geral, de entrada em invalidez, entre outras), alterações futuras no perfil e composição das massas, estimativas de remunerações e proventos (crescimento real de salário e benefícios), taxa atuarial de juros, entrada no mercado de trabalho e em aposentadoria programada, composição do grupo familiar, e demais premissas e hipóteses.

1.1 Questão de pesquisa

Os parâmetros mínimos de prudência das hipóteses atuariais biométricas de mortalidade geral e entrada em invalidez estabelecidas pela Portaria MF nº 464/2018 são aderentes às características da massa de participantes avaliados do RPPS?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo examinar a adequabilidade de hipóteses biométricas de mortalidade geral e entrada em invalidez, estabelecidas como mínimas pela Portaria MF nº 464/2018, por meio de testes de aderência, a partir da base de dados dos participantes ativos de um RPPS.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar possíveis resultados inconsistentes ao seguir os parâmetros mínimos estabelecidos na Portaria MF nº 464/2018;
- Encontrar a tábua de mortalidade geral e a tábua de entrada em invalidez mais adequadas para a população analisada, por meio dos testes de aderência;
- Verificar a consistência dos testes de aderência utilizados, de acordo com a base de dados fornecida, através dos resultados obtidos.

1.3 Justificativa para o tema

O estudo das hipóteses atuariais foi escolhido como tema por abranger um aspecto fundamental para o desenvolvimento do trabalho do atuário em um RPPS. Tendo em vista que as escolhas das hipóteses biométricas, demográficas, econômicas, financeiras e genéricas, influenciam diretamente nos resultados das avaliações atuariais, o presente trabalho contribui em uma tomada de decisão hoje que impacte no futuro.

A adequabilidade das hipóteses atuariais contribui para o aprimoramento dos cálculos atuariais bem como para a redução de resultados divergentes, em relação ao cenário real do RPPS, provocados pela inadequabilidade de hipóteses, utilizadas para analisar a massa de participantes ativos.

No estudo realizado por Caldart et al. (2014), é destacável a importância da abordagem de como a adoção de hipóteses mais aderentes pode influenciar nos resultados e nas projeções atuariais.

Em Santos Júnior (2018) por meio de análise de sensibilidade feita com o objetivo de verificar o efeito de hipóteses mais "realistas" no cálculo atuarial, é visto que o custo normal referentes a aposentadorias programadas é sensível quando ocorre algumas variações de tabuas de mortalidade e que a escolha de premissas mínimas estabelecidas por Lei não garantem aderência, liquidez e solvência do plano.

Além disso, a Portaria MF nº 464/2018, destaca que deverá ser elaborado Relatório de Análise das Hipóteses para comprovação de sua adequação às características da massa de participantes estudada. O atuário deverá descrever e atestar, as hipóteses utilizadas e registrar as que foram alteradas ou mantidas em decorrência do estudo de aderência no Relatório da Avaliação Atuarial.

É importante salientar que a Secretaria de Previdência poderá determinar a realização de novo estudo técnico, caso aqueles contidos no Relatório de Análise das Hipóteses sejam considerados inconsistentes ou insuficientes.

Esta pesquisa justifica-se pelo fato de que há a possibilidade de as hipóteses assumidas pelo atuário para eventos ocorridos com os participantes não se realizarem como previsto, acarretando problemas críticos de solvência no RPPS em datas futuras. Por isso é indispensável que as hipóteses sejam testadas e escolhidas corretamente, para assegurar a sustentabilidade do plano e garantir a todos os benefícios dos seus segurados no futuro.

Com esse estudo, os gestores do RPPS, terão uma noção mais ampla acerca do impacto que as hipóteses atuariais, nos moldes da Portaria MF nº 464/2018, tem em relação a massa de participantes avaliada dos RPPS, mostrando que estas são de suma importância nos seus cálculos atuariais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Hipóteses atuariais e suas identificações

As hipóteses atuariais, também são conhecidas como premissas atuariais ou parâmetros atuariais, podendo mudar conforme autor: por exemplo Rodrigues (2008) e Corrêa (2014) utilizam o termo premissa, já o termo hipótese é utilizado na Portaria MF nº 464/ 2018, pelo Instituto Brasileiro de Atuária sendo e é o termo o escolhido no desenvolvimento desse trabalho científico.

De acordo com Rodrigues (2008), as hipóteses atuariais representam um conjunto formal de estimativas para eventos dos diversos tipos que contém um fundo de pensão como, por exemplo, os riscos biométricos, financeiros, econômicos, demográficos, sociais e outros que o atuário espera que se realizem, em um dado período tempo, com um bom nível de segurança, levando em conta o plano avaliado.

A escolha de hipóteses atuariais adequadas à massa de participantes analisada é fundamental, visto que em regimes capitalizados, as avaliações atuariais demonstram a situação da entidade, conduzem novas medidas e buscam a correção quando estimadas insuficiências financeiras futuras (CALDART et al., 2014).

A classificação das hipóteses utilizadas segue a Resolução IBA 02/2016, de acordo com o exposto no Quadro 1:

Quadro 1 – Classificação das hipóteses atuariais

Biométricas	Demográficas	Econômicas	Financeiras
Tábua de Entrada em Invalidez	Hipótese sobre 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 02/2016.

As hipóteses atuariais também podem ter classificações diferenciadas dependendo de cada autor. Caldart et al. (2014, p. 03), por exemplo afirma que que “os parâmetros atuariais podem ser divididos em biométricos e financeiros, como tábuas de mortalidade e taxa de juros, respectivamente”.

Em Rodrigues (2008), algumas hipóteses são chamadas de genéricas como por exemplo a idade de entrada, a idade de aposentadoria, a composição familiar, e é visto que a rotatividade (hipótese de desligamento) é considerada uma hipótese biométrica.

Diante do exposto em que as hipóteses atuariais são estimativas para eventos que o atuário espera que se realizem, vale destacar que as escolhas das mesmas devem ser feitas em conjunto, conforme exposto no art. 15 da Portaria MF nº 464, de 19 de novembro de 2018:

[...] Art. 15. O ente federativo, a unidade gestora do RPPS e o atuário responsável pela elaboração da avaliação atuarial deverão eleger conjuntamente as hipóteses biométricas, demográficas, econômicas e financeiras adequadas à situação do plano de benefícios e aderentes às características da massa de beneficiários do regime para o correto dimensionamento dos seus compromissos futuros, obedecidos os parâmetros mínimos de prudência estabelecidos nesta Portaria, que poderão ser revistos por instrução normativa da Secretaria de Previdência.

São observados outros pontos importantes no qual a Portaria MF nº 464/2018, dispõe que o atuário deverá descrever e atestar, as hipóteses utilizadas no Relatório da Avaliação Atuarial, indicando as de maior impacto para o resultado atuarial bem como ser elaborado um Relatório de Análise das Hipóteses para comprovação de sua adequação às características da massa de segurados, sendo ressaltados a estrutura e os elementos mínimos estabelecidos nessa instrução normativa.

2.2 Hipóteses biométricas

Essas hipóteses interferem na avaliação atuarial, em relação ao fator da vida humana, em várias dimensões, pois estão relacionadas com as condições e riscos incorridos pelos indivíduos, procurando refletir o comportamento biométrico do grupo analisado (RODRIGUES, 2008). Segundo Winklevoss (1993), os participantes do

plano ativos são expostos a vários riscos como o de morte, rescisão, invalidez e aposentadoria, já a massa de não ativos são expostos apenas ao risco de morte.

A adoção de tábuas biométricas de mortalidade geral, entrada em invalidez e mortalidade de inválidos devem se mostrar aderentes ao efetivo comportamento do grupo de beneficiários sob análise. Há uma necessidade de ser estabelecida uma tábua biométrica específica a cada subgrupo de segurados, como, por exemplo, ativos, aposentados e pensionistas que se mostrarem heterogêneos quanto ao risco que representam (RODRIGUES, 2008).

A mortalidade geral refere-se às ocorrências observadas em uma população qualquer, de forma geral. Na maioria das vezes a tabua de mortalidade geral é utilizada para medir a mortalidade dos beneficiários que estão aposentados (não ativos), cuja causa do benefício não seja decorrente de invalidez (RODRIGUES, 2008). Segundo o IBA (2016) a tábua de Sobrevivência é denominada de tábua de Mortalidade Geral nos casos de utilização exclusiva para longevidade.

A mortalidade entre o grupo de ativos elimina a aposentadoria, enquanto a mortalidade entre aposentados, logicamente, termina a obrigação em curso do plano com o beneficiário (WINKLEVOSS, 1993).

De acordo com Winklevoss (1993) a entrada em invalidez entre funcionários ativos, como a mortalidade e a rotatividade, impede que o beneficiário chegue à aposentadoria e por sua vez reduz os custos do plano, mas os custos baseados nessas incapacidades podem ser maiores ou menores que essa redução, dependendo da provisão que se faz para esse tipo de benefício. Para Rodrigues (2008), essa hipótese determina a probabilidade de uma pessoa do grupo de beneficiários que se encontram na ativa por algum motivo se invalidar. Entende-se que o risco de invalidez é um dos mais difíceis de se estimar rigorosamente, devido à dificuldade de se fazer a apuração correta de quando uma pessoa é realmente inválida ou não inválida.

De acordo com Rodrigues (2008), a hipótese de mortalidade de inválidos, reduz a Reserva de Benefícios Concedidos (RMBC), pela cessação deste benefício ou pela concessão de pensão por morte desse participante inválido, no qual o valor da aposentadoria por invalidez do participante tende a ser menor que o valor da aposentadoria normal.

2.3 Análise de sensibilidade das hipóteses atuariais

De acordo com a Portaria MF nº 464/2018, deverá ser apresentada tanto uma análise de sensibilidade do resultado atuarial à variação das taxas de juros no Relatório da Avaliação Atuarial, quanto uma análise de sensibilidade do resultado à alteração das principais hipóteses utilizadas na avaliação.

A sensibilidade pode ser considerada como a consequência que uma alteração em uma ou mais hipóteses causa no resultado de um estudo. Já a análise de sensibilidade pode ser explicada como um “[...] método que busca mensurar o efeito de uma hipótese ou premissa no resultado final de um estudo ou avaliação atuarial. [...]” (BRASIL, 2018).

Os testes de sensibilidade baseiam-se na manutenção das hipóteses atuariais, ao mesmo tempo em que se variam os resultados projetados do plano ao longo do tempo (WINKLEVOSS, 1993).

Em Santos Júnior (2018) é possível observar que as análises de sensibilidade, utilizando vários cenários, são comparados mostrando o impacto relativo de cada mudança nas hipóteses atuariais sobre o custo normal e o passivo expostos na avaliação atuarial.

Outro aspecto levantado por Winklevoss (1993) é o fato de as hipóteses atuariais tendem a mudar num horizonte de longo prazo. Tendo em vista que em uma avaliação atuarial são utilizadas várias hipóteses e por se tratar de longo prazo, os RPPS são expostos a vários riscos nestas análises, o risco atuarial é um deles.

Para Lay, Silva e Michels (2017) o risco atuarial é o risco associado ao desvio das hipóteses adotadas em relação à realidade, em que o custo dos benefícios seja maior que o valor esperado deles e assim, o risco atuarial é decorrente da adoção de hipóteses atuariais que não se confirmam ao longo do tempo, ou que se revelem agressivas e pouco aderentes à massa de participantes avaliada.

Segundo Silveira e Santos (2017), a análise de sensibilidade das hipóteses utilizadas para um plano de benefícios analisado ajuda na gestão e a prever possíveis cenários futuros observando as possíveis variações do custo deste plano, refletindo melhor sua realidade.

3 METODOLOGIA

Nesta parte, descrevem-se os procedimentos a serem seguidos na realização de um trabalho científico. A presente pesquisa, em relação aos seus objetivos, é de natureza exploratória, tem como alvo a exploração de um determinado assunto e possui uma abordagem quantitativa, que requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (GIL, 2002).

Sendo assim, as pesquisas exploratórias têm uma relação com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, ou seja, além de registrar, analisar, classificar e interpretar os fenômenos estudados, procura identificar seus fatores determinantes. Olhando pelo lado da abordagem pode-se definir que uma pesquisa quantitativa é relacionada a tudo que pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para assim classificá-las e analisá-las, com o uso de recursos e de técnicas estatísticas como testes de hipóteses e testes de correlação (ANDRADE, 2002; GIL, 2002).

3.1 Base de dados

A base de dados utilizada neste trabalho trata-se de uma população referente a participantes ativos reais de um RPPS, conforme Tabela 1. A fim de observar os impactos de possíveis inconsistências, optou-se por realizar testes de hipóteses considerando uma base de dados dos últimos cinco anos¹, além de analisar os participantes por grupos (por sexo), haja vista a diferença de características quanto às variáveis analisadas, sendo elas a morte e a entrada em invalidez.

Tabela 1 – Participantes ativos do plano

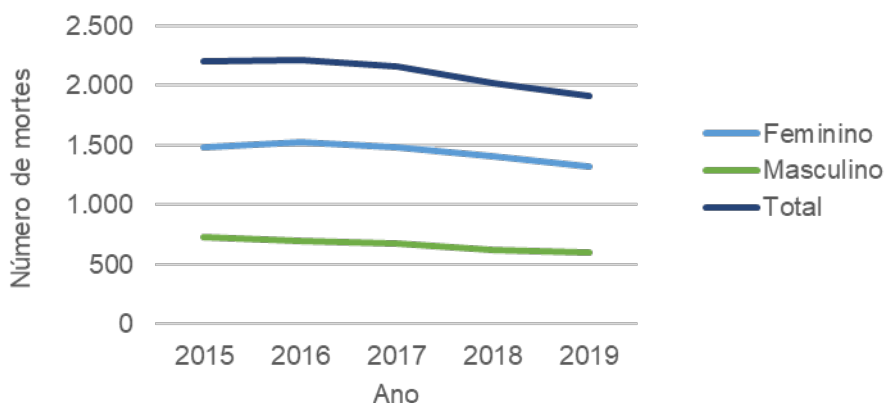
Ano	Feminino	Masculino	Total
2015	1485	724	2.209
2016	1522	697	2.219
2017	1481	675	2.156
2018	1402	619	2.021
2019	1318	597	1.915

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹ Utilizou-se a soma do número de participantes em todos os anos analisados como número de expostos aos riscos vivos, para realizar cada teste.

No Gráfico 1, é observado a evolução desta população ao longo do período analisado, que abrange os anos de 2015 a 2019, em que pode ser visto de maneira mais ampla a diferença de composição dos grupos de participantes do plano.

Gráfico 1 – Participantes ativos do plano ao longo do período observado



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Testes de hipóteses

Os testes de hipóteses são processos de análise baseados em dados de uma amostra, que permitem decidir pela rejeição ou não da hipótese relacionada a um parâmetro dessa amostra, ou seja, são procedimentos que visam avaliar as afirmações sobre o valor da hipótese a ser testada (H_0), decidindo sua modificação com um grau de risco desconhecido, como se trata de uma decisão entre duas alternativas, se trata de um processo de decisão estatística (MORETTIN, 2010; SEBASTIANI; VIALI, 2011; SILVA, 2009; MARTINS; LOURA; MENDES, 2009).

A estrutura de um teste de hipótese consiste em:

- Formulação das hipóteses do teste de H_0 e H_1 ;
- Escolha do nível de significância α ;
- Levantar o tamanho n da amostra e calcular a estimativa do parâmetro
- Escolha da distribuição amostral adequada;
- Cálculo da estatística de teste, valor crítico, valor observado na amostra ou valor calculado;
- Comparação da estatística de exceder com o valor crítico;

- Rejeitar a estatística de teste exceder o valor crítico ou não rejeitar H_1 , caso contrário.

Em um teste de hipóteses, podem ocorrer dois tipos de erros, conforme Quadro 2:

Quadro 2 – Tipos de erros em um teste de hipóteses

	Não rejeitar H_0	Rejeitar H_0
H_0 verdadeira	(1 - α)	Erro do tipo I (α)
H_0 falsa	Erro do tipo II (β)	(1 - β)

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Noutros termos, o Erro Tipo I, que rejeita H_0 , quando H_0 é verdadeira (também chamado de nível de significância e é representado por α);
- O Erro Tipo II, que não rejeita H_0 , quando H_0 é falsa (é representado por β).

Os testes de hipóteses podem ser paramétricos e não paramétricos. Os testes paramétricos assumem sempre determinada normalidade dos dados. Caso não seja atendida a hipótese de normalidade, utilizam-se testes não paramétricos que permitem testar a significância estatística dos resultados sem fazer suposições a respeito da distribuição de probabilidade caracterizada por certos parâmetros da amostra. (AREAL; ARMADA, 1999; BICKEL; DOKSUM, 1977; MARTINS; LOURA; MENDES, 2009; CUNHA; MARTINS; ASSAF NETO, 2014).

3.3 Testes de aderência

Teste de aderência é aquele que tem a finalidade de verificar se um conjunto de resultados práticos tem compatibilidade com um conjunto teórico, ou seja, seguem determinados valores esperados, através de métodos que tem como ideia primária a comparação entre os eventos observados e esperados. (MORETTIN, 2010).

Neste trabalho são utilizados testes de hipóteses de método não paramétricos, como o Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov, além deles é utilizado o Desvio Quadrático Médio para a avaliação e seleção de modelos. Segundo Martins, Loura e Mendes (2009) os métodos não paramétricos, são métodos com uma grande

generalidade de aplicação, já que as hipóteses subjacentes a essa aplicação não têm restrições ou poucas restrições, como são métodos que funcionam bem para várias distribuições, levando em consideração que estes não fazem suposições sobre as distribuições de probabilidade, sendo estes chamados robustos e as estatísticas utilizadas recebem o nome de estatísticas firmes.

3.3.1 Qui-Quadrado

O teste de Qui-Quadrado tem este nome pelo fato de empregar uma variável estatística padronizada, expressa pela letra grega χ , elevada ao quadrado χ^2 . Tem uma estatística baseada no somatório do quadrado dos desvios das frequências, analisando a hipótese nula de não existir discrepância entre as frequências observadas e as frequências esperadas (BRUNI, 2007; BARROS, 2018).

O valor do χ^2 calculado é dado pela seguinte formulação:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_o - f_t)^2}{f_t}$$

em que,

n = o número de classes;

f_o = frequências observadas na classe i ;

f_t = frequências teóricas na classe i .

As hipóteses do teste são as seguintes:

H_0 : O χ^2 calculado é menor que o tabelado, tábua é aderente à massa de s participantes avaliada;

H_1 : O χ^2 calculado é maior que o tabelado, tábua não é aderente à massa de participantes avaliada.

O teste Qui-Quadrado avalia se duas distribuições podem ser consideradas estatisticamente idênticas ou distintas, em função dos graus de liberdade² e do nível de significância. Devem ser determinadas as áreas de “aceitação” e rejeição da hipótese nula através da comparação entre o valor encontrado no cálculo e o encontrado na tabela de Qui-Quadrado, ou seja, entre o valor calculado e o valor tabelado, para um nível de significância α , onde o modelo de probabilidade será considerado adequado quando o valor calculado for menor do que o tabelado (BRUNI, 2007; MELLO; SILVA, 2013; BARROS, 2018).

Seu uso é indicado quando os dados são discretos ou contínuos e quando os valores esperados para cada classe, não são muito pequenos, normalmente sendo esse valor igual ou maior a cinco, ou seja, essencialmente para grandes amostras (MARTINS; LOURA; MENDES, 2009).

3.3.2 Kolmogorov-Smirnov (KS)

O teste de aderência por Kolmogorov-Smirnov é realizado por meio da diferença entre a função de distribuição acumulada da amostra e função de distribuição acumulada teórica (estimado pelos modelos probabilísticos), essa diferença é calculada em módulo. (DEGROOT; SCHERVISH, 2012; BARROS, 2018).

O valor do KS calculado é dado pela seguinte formulação:

$$D_n = \text{máx}|F_0 - F_t|$$

onde,

F_0 = representa a função de distribuição acumulada assumida para os dados;

F_t = representa a função de distribuição acumulada teórica.

As hipóteses do teste são as seguintes:

² Os graus de liberdade são calculados pelo número de classes dividido pelas idades com expostos vivos não zerados menos um.

H_0 : As distribuições são semelhantes a tábua é aderente à massa de participantes analisada.

H_1 : As distribuições são distintas a tábua não é aderente à massa de participantes analisada.

O teste de Kolmogorov-Smirnov consiste em avaliar se os formatos de duas distribuições podem ser considerados idênticos ou distintos, em função do nível de significância. Assim compara-se a máxima diferença obtida no valor calculado com o desvio máximo tabelado, considerado que nível de significância adotado é um valor n que representa o tamanho da amostra, quando os valores calculados são menores ou iguais aos valores tabelados a distribuição é adequada, se o contrário ocorrer a distribuição não será adequada (MELLO; SILVA, 2013; BARROS, 2018).

O teste de Kolmogorov-Smirnov é mais poderoso que o Qui-Quadrado para pequenas amostras, levando em consideração que o teste de Kolmogorov-Smirnov trata as observações individualmente, enquanto o teste do Qui-Quadrado analisa os dados, levando em consideração agrupamento, e assim acaba havendo perda de informação (MARTINS; LOURA; MENDES, 2009).

3.3.3 Desvio Quadrático Médio (DQM)

Beltrão e Pinheiro (2002) mencionam que o Desvio Quadrático Médio mede a variabilidade dos dados, o que permite avaliar a distância dos dados observados e os dados esperados.

O Desvio Quadrático Médio (DQM) é dado pela equação:

$$DQM_t = \left(\frac{q_t - q_d}{q_d} \right)^2$$

onde,

q_t = Eventos observados na classe t ;

q_d = Eventos esperados na classe t .

O DQM não se baseia em não rejeitar ou rejeitar H_0 . De acordo com Pinheiro (2007) a hipótese que se aproxima de 0 ou tenha o menor DQM é a hipótese que

apresenta os menores desvios quadráticos, portanto, é a hipótese mais aderente, além disso, esse teste tem grande relevância quando o Qui-quadrado não é aplicável ou não proporciona aderência a nenhuma das hipóteses.

3.4 Aderência das hipóteses

Os procedimentos estatísticos são utilizados visando ajudar na escolha das hipóteses atuariais. Nessa pesquisa são utilizados o teste de Qui-Quadrado, o teste de Kolmogorov-Smirnov e o Desvio Quadrático Médio, esses métodos têm como ideia primária a comparação entre os eventos observados e esperados.

No Quadro 3, são apresentados os testes de hipóteses utilizados juntamente com suas hipóteses estabelecidas de acordo com o objetivo do trabalho.

Quadro 3 – Avaliação e seleção de modelos e suas hipóteses

Teste	Hipóteses	
	Hipótese nula	Hipótese alternativa
Qui-quadrado	A tábua é ADERENTE, porque o χ^2 calculado é menor que o Tabelado.	A tábua é NÃO ADERENTE, porque o χ^2 calculado é maior que o Tabelado.
Kolmogorov-Smirnov (KS)	As distribuições são semelhantes, a tábua é aderente à massa de participantes analisada.	As distribuições são distintas, a tábua não é aderente à massa de participantes analisada.
Desvio quadrático médio (DQM)	As tábuas mais aderentes são aquelas que demonstram menor Desvio Quadrático Médio ³ .	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Seguindo os parâmetros mínimos de prudência estabelecidos na Portaria MF nº 464/2018, as hipóteses atuariais testadas são as tábuas biométricas de mortalidade geral (para esse evento é observado a morte de um participante ativo do plano) e de entrada em invalidez (para esse evento é observado a entrada em invalidez de um participante ativo do plano).

A respeito da morbidez, esta hipótese não será testada pois não é adotada pelo RPPS investigado, e tendo também em vista que a EC 103/2019 retirou do rol de benefícios o auxílio-doença. Assim não há que se realizar os testes, já que não terá algum impacto na gestão do RPPS.

³ O Desvio Quadrático Médio (DQM), diferentemente do Qui-Quadrado e do Kolmogorov-Smirnov, não possui uma hipótese não aderente, ele indica a hipótese mais aderente entre as tábuas que não rejeitaram a H_0 nos demais testes.

4 RESULTADOS

Seguindo os mínimos estabelecidos no art. 21, I, a, da Portaria MF nº 464/2018, a tábua biométrica de mortalidade para válidos que será testada neste trabalho é a tábua completa de mortalidade para o Brasil, fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde é observado que em cumprimento ao disposto no art. 2º do Decreto n. 3.266, de 29.11.1999, o IBGE divulga anualmente, até o dia 1º de dezembro, no Diário Oficial da União, as tábuas completas de mortalidade para o total da população brasileira em 1º de julho do ano anterior, portanto foi utilizada a tábua do ano de 2018⁴.

Ressaltando o disposto no art. 21, II, a, da Portaria MF nº 464/2018, é estabelecido o limite mínimo para tábua biométrica de entrada em invalidez, onde é explanado que para esse evento será dado pela tábua Álvaro Vindas.

Para meio de comparação, foram utilizadas outras tábuas biométricas, fornecidas pelo IBA⁵ e classificadas de acordo com sua finalidade, conforme se observa no Quadro 4. Levando em consideração que os testes foram feitos separadamente para os grupos do sexo feminino e masculino, nos casos de mortalidade foram usadas as tábuas por sexo, ou seja, as tábuas são diferentes de acordo com o grupo que estão sendo testadas. Por exemplo, IBGE 2018 (feminino) e IBGE 2018 (masculino). Já para entrada em invalidez destaca-se que as tábuas Álvaro Vindas, Grupo Americana, IBA (Ferroviários) e Hunter's, não possuem essa segregação por sexo, sendo as mesmas a tábua utilizada para ambos os sexos.

Quadro 4 – Classificação das tábuas biométricas utilizadas

Mortalidade	Entrada em invalidez
IBGE 2018 – por sexo	Álvaro Vindas
AT-83 – por sexo	Grupo Americana
AT-2000 – por sexo	IBA (Ferroviários)
BR-EMSSb-v.2010 – por sexo	RRB-1944 Mod – por sexo
AT-2000 (Suavizada 10%) – por sexo	Hunter's

Fonte: Elaborado pelo autor.

⁴ Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9126-tabuas-completas-de-mortalidade.html?=&t=downloads>

⁵ Disponível em: <https://www.atuarios.org.br/tabuas-biometricas>

Na Tabela 2 e no Gráfico 1, são apontados os dados de mortes observadas e esperadas de acordo com cada tábua utilizada na comparação, em cada ano analisado, para o grupo do sexo feminino.

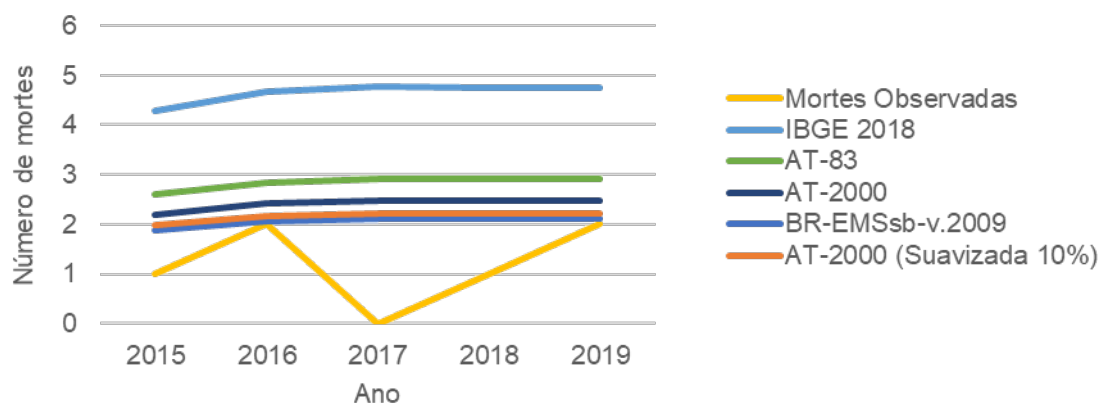
Tabela 2 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano

Ano	Mortes Observadas	Mortes Esperadas				
		IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
2015	1	4,28	2,59	2,20	1,89	1,98
2016	2	4,67	2,84	2,41	2,07	2,16
2017	0	4,77	2,91	2,47	2,11	2,21
2018	1	4,75	2,91	2,47	2,11	2,21
2019	2	4,74	2,92	2,47	2,11	2,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tábua IBGE 2018 possui um número de mortes esperados maior que as outras tábuas e maior que o número de mortes observadas, em relação aos participantes ativos do sexo feminino do RPPS estudado, em todos os anos.

Gráfico 2 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano



Fonte: Elaborado pelo autor.

É visto um baixo número de eventos observados e esperados para o grupo feminino, destacando que os eventos esperados são maiores que os observados ao longo do período analisado, além de ressaltar que a ocorrência de mortes varia entre 0 e 2, o que não ocorre em nenhuma das hipóteses escolhidas, em que apenas os valores dos eventos esperados das tábuas BR-EMSsb-v.2010 e AT-2000 (Suavizada 10%) se aproximam dos eventos observados.

Na Tabela 3 e no Gráfico 2, estão os dados de mortes observadas e esperadas indicadas por cada tábua utilizada na comparação, nos anos considerados, para o grupo do sexo masculino.

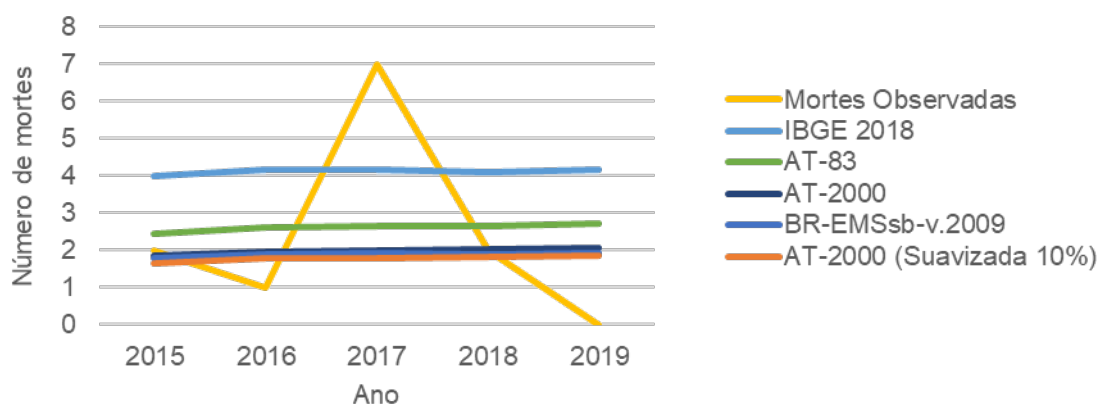
Tabela 3 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano

Ano	Mortes Observadas	Mortes Esperadas				
		IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
2015	2	4,00	2,43	1,85	1,80	1,66
2016	1	4,16	2,60	1,97	1,89	1,77
2017	7	4,17	2,64	2,00	1,91	1,80
2018	2	4,10	2,65	2,01	1,89	1,81
2019	0	4,16	2,72	2,06	1,92	1,85

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tábua IBGE 2018 possui um número de mortes esperados maior que as outras tábuas, em relação aos participantes ativos do sexo masculino do RPPS estudado, em todos os anos. Destaca-se nos anos de 2017 e 2019 a divergência dos números de mortes observadas, em relação aos outros anos do período analisado.

Gráfico 3 – Mortes observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano



Fonte: Elaborado pelo autor.

Verifica-se um baixo número de eventos observados e esperados para o grupo masculino, destacando uma discrepância nos eventos observados, que acontece apenas em um período e tem o valor máximo de 7, em que nos outros períodos é notada a ocorrência de eventos em uma quantidade de até três vezes menos que nesse período, fazendo com que todas as tábuas testadas tenham menores valores esperados que os observados ao longo do período analisado, a ocorrência de mortes varia entre 0 e 7.

Os testes de hipóteses utilizados nesse trabalho consideram uma base de dados dos últimos cinco anos a fim de observar os impactos de possíveis inconsistências. Optou-se por realizá-los de maneira que os dados considerados fossem a soma dos valores observados em cada faixa etária⁶, para determinado evento e grupo, e a soma dos valores esperados em cada faixa etária que foram calculados para determinado evento e grupo, em cada ano analisado⁷.

A opção pela realização dos testes dessa forma foi aderida tendo em vista que o baixo número de observações ou a não ocorrência destes, como visto em alguns anos, ocasionaria resultados inconsistentes nos testes realizados.

Nas Tabelas 4 e 5 são contidos os resultados do teste Qui-Quadrado, para mortalidade dos participantes ativos, em cada tábua testada, considerando o grupo do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 4 – Teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo feminino

Tábua	χ^2	Graus de Liberdade	χ^2 tabelado	Resultado
IBGE 2018	15,495114	5	11,070498	Rejeita H_0
AT-83	9,577675	5	11,070498	Não rejeita H_0
AT-2000	8,815747	5	11,070498	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	7,798103	5	11,070498	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	8,575419	5	11,070498	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste Qui-Quadrado para mortalidade geral dos servidores ativos, foi realizado com 5% de nível de significância, assim pode-se dizer que há uma probabilidade de 95% de não ocorrer o erro do Tipo I. Para o grupo do sexo feminino o teste rejeitou apenas a hipótese nula para a tábua IBGE 2018. Para as outras tábuas testadas, pode-se deduzir que há indícios dessas serem aderentes a massa de participantes analisada, levando em consideração que todas não rejeitaram H_0 , destacando a tábua BR-EMSsb-v.2010 que demonstra ser a mais aderente, esse entendimento poderá ser ratificado por meio do teste KS e do DQM.

⁶ Os dados e resultados abrangendo as faixas etárias dos testes realizados, encontram-se no apêndice A e no apêndice B deste trabalho.

⁷ Os valores e resultados dos testes de hipóteses, calculados por ano, encontram-se no apêndice C e no apêndice D deste trabalho.

Tabela 5 – Teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo masculino

Tábua	χ^2	Graus de Liberdade	χ^2 tabelado	Resultado
IBGE 2018	4,171760	5	11,070498	Não rejeita H_0
AT-83	0,823911	5	11,070498	Não rejeita H_0
AT-2000	1,586746	5	11,070498	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	2,063607	5	11,070498	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	2,362535	5	11,070498	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já para o grupo do sexo masculino o teste Qui-Quadrado não rejeitou a hipótese nula para todas as tábuas testadas, o que induz a ideia de que as tábuas são aderentes à massa de participantes analisada, levando em consideração que todas não rejeitaram a H_0 , destacando-se a tábua AT-83 que demonstra ser a mais aderente, é proferido que esse entendimento poderá ser confirmado quando se calcular o DQM.

Analisando os dados e resultados obtidos no teste Qui-Quadrado, acaba se deparando em resultados não conclusivos, onde apenas a Tábua IBGE 2018, foi rejeitada para o grupo do sexo feminino. Além disso, é bom reforçar que, como já citado neste trabalho e é de conhecimento, o uso do teste Qui-Quadrado é indicado quando os valores esperados para cada classe, não é muito pequeno, o que não ocorre na amostra utilizada para a realização do teste.

Nas Tabelas 6 e 7, são explanados os resultados do teste Kolmogorov-Smirnov, para mortalidade dos participantes ativos, em cada tábua testada, considerando o grupo do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 6 – Teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo feminino

Tábua	K-S	K-S tabelado	Resultado
IBGE 2018	0,388401	0,622842	Não rejeita H_0
AT-83	0,394069	0,662442	Não rejeita H_0
AT-2000	0,394164	0,679816	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	0,385607	0,698785	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	0,394036	0,692572	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste Kolmogorov-Smirnov é mais poderoso que o Qui-Quadrado para pequenas amostras, igualmente a amostra estudada, se tem que para a mortalidade geral dos servidores ativos o teste foi realizado com 5% de nível de significância, onde para o grupo do sexo feminino o teste não rejeitou a hipótese nula para todas as tábuas testadas, pode-se deduzir que há indícios dessas serem aderentes à massa

de participantes analisada, ou seja, os dados dos eventos observados são semelhantes a tábuas testadas.

Tabela 7 – Teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo masculino

Tábua	K-S	K-S tabelado	Resultado
IBGE 2018	0,066463	0,493925	Não rejeita H_0
AT-83	0,079687	0,544038	Não rejeita H_0
AT-2000	0,086726	0,584163	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	0,072147	0,592219	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	0,087499	0,602021	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o grupo do sexo masculino, é visto também que o teste não rejeitou a hipótese nula para todas as tábuas testadas, pode-se deduzir que há indícios dessas serem aderentes a massa de participantes analisada, ou seja, os dados dos eventos observados de mortalidade são semelhantes aos das tábuas testadas.

Considerando que pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, é visto que todas as tábuas são aderentes a massa de participantes analisada, levando em consideração que todas não rejeitaram a H_0 , de acordo com estes resultados é explanado a impossibilidade de adotar-se esse teste de forma conclusiva, nesse caso foi realizado o DQM para averiguação da aderência das hipóteses.

Nas tabelas 8 e 9, são apresentados os resultados do DQM, para mortalidade dos participantes ativos, em cada tábua testada, considerando o grupo do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 8 – DQM para mortalidade do grupo do sexo feminino

Tábua	DQM	Resultado
IBGE 2018	15,495114	Não é tábua a mais aderente
AT-83	9,577675	Não é tábua a mais aderente
AT-2000	8,815747	Não é tábua a mais aderente
BR-EMSsb-v.2010	7,798103	Tábua mais aderente
AT-2000 (Suavizada 10%)	8,575419	Não é tábua a mais aderente

Fonte: Elaborado pelo autor.

O DQM para mortalidade geral, apesar de não demonstrar resultados conclusivos com base em significância estatística, se mostra adequado para comparar diferentes tábuas, caso os outros testes estatísticos não sejam convincentes. Para o grupo do sexo feminino é visto que houve apenas uma rejeição de H_0 , ocorrida no teste Qui-Quadrado, a tábua IBGE 2018, tornando esse teste não conclusivo, ao usar

o DQM, como observado no teste Qui-Quadrado que a tábua BR-EMSsb-v.2010 seria a mais aderente, é o que realmente ocorre no DQM que ao analisar seus resultados, a tábua BR-EMSsb-v.2010 é dada como a mais aderente dentre as que foram utilizadas nos testes.

Tabela 9 – DQM para mortalidade do grupo do sexo masculino

Tábua	DQM	Resultado
IBGE 2018	4,171760	Não é tábua a mais aderente
AT-83	0,823911	Tábua mais aderente
AT-2000	1,586746	Não é tábua a mais aderente
BR-EMSsb-v.2010	2,063607	Não é tábua a mais aderente
AT-2000 (Suavizada 10%)	2,362535	Não é tábua a mais aderente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o grupo do sexo masculino é observado que não houve rejeição de H_0 , tanto no teste Qui-Quadrado quanto no teste Kolmogorov-Smirnov, como observado no teste Qui-Quadrado a tábua AT-83 seria a mais aderente, o que realmente ocorre no DQM que tem como resultado, a tábua AT-83 como a mais aderente dentre as que foram utilizadas nos testes.

O DQM tem como resultado que a hipótese que se aproxima de 0 ou tenha o menor DQM é tida como a hipótese que apresenta os menores desvios quadráticos e é a mais aderente, no caso analisado a tábua BR-EMSsb-v.2010 e a tábua AT-83, para o grupo feminino e masculino, respectivamente, são as que possuem o DQM mais próximo de 0, portanto, são as hipóteses mais aderentes para mortalidade, em cada grupo analisado.

Seguidos os propostos deste trabalho, após analisados os dados de mortes, são estudados os dados de entrada em invalidez, na Tabela 10 e no Gráfico 3, são visualizados tanto os eventos observados como os esperados de acordo com a tábua utilizada na comparação, em cada ano analisado, para o grupo do sexo feminino.

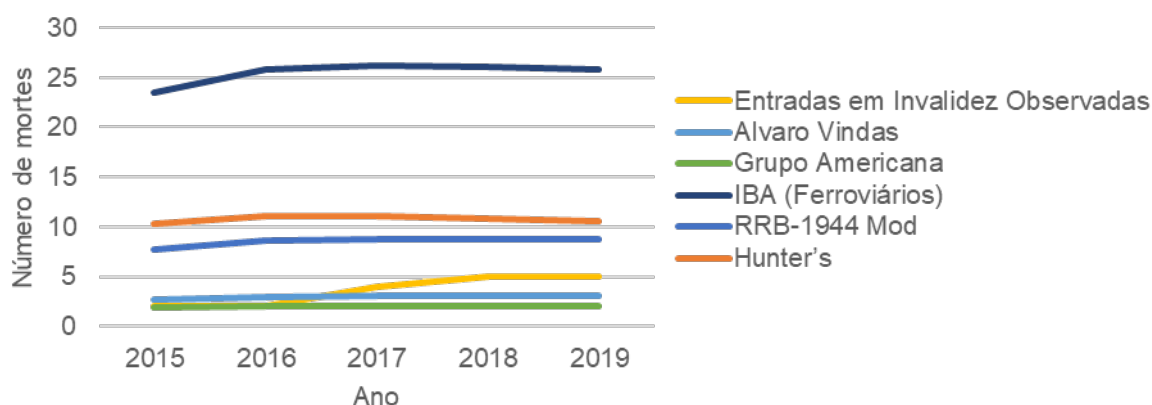
Tabela 10 – Entradas em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano

Ano	Entradas em Invalidez Observadas	Entrada em Invalidez Esperadas				
		Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
2015	2	2,69	1,91	23,47	7,79	10,34
2016	2	2,95	2,07	25,76	8,56	11,03
2017	4	3,02	2,10	26,18	8,77	11,06
2018	5	3,04	2,10	26,06	8,74	10,83
2019	5	3,06	2,10	25,87	8,79	10,61

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tábuas Álvaro Vindas e Grupo Americana possuem números de entradas em invalidez esperadas semelhantes aos valores de entrada em invalidez observadas, em relação aos participantes ativos do sexo feminino do RPPS estudado, em todos os anos, o que não ocorre nas outras tábuas utilizadas.

Gráfico 4 – Entrada em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo feminino por ano



Fonte: Elaborado pelo autor.

É visto um baixo número de eventos observados para o grupo feminino, destacando que o número de eventos esperados varia entre 2 e 5, o que não ocorre em nenhuma das hipóteses escolhidas, onde as tábuas IBA (Ferroviários), RRB-1944 Mod Hunter's, apresentam valores elevados em relação aos valores observados, como já dito, apenas as tábuas Álvaro Vindas e Grupo Americana se aproximam dos eventos observados de entrada em invalidez.

Na Tabela 11 e no Gráfico 4, é visto os dados de entrada em invalidez, tanto os para eventos observados como para os esperados, de acordo com a tábua utilizada na comparação, em cada ano analisado, para o grupo do sexo masculino.

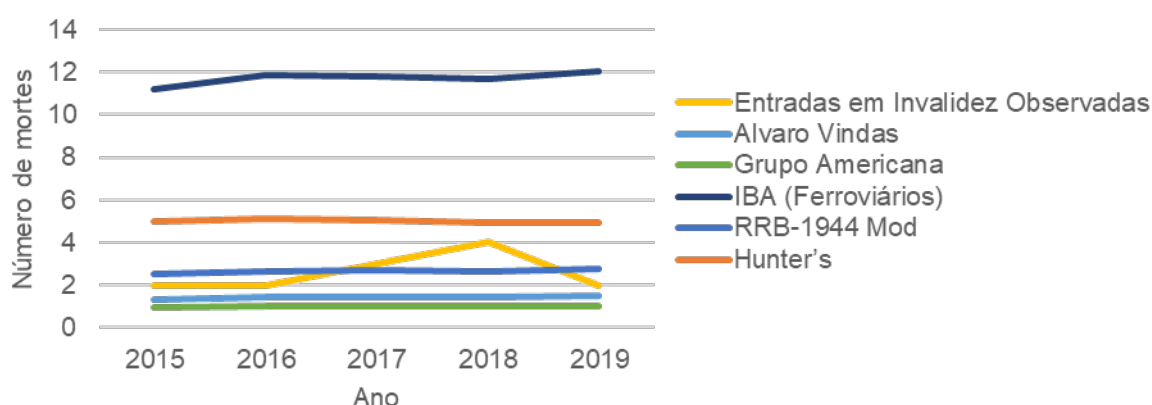
Tabela 11 – Entradas em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano

Ano	Entradas em Invalidez Observadas	Entrada em Invalidez Esperadas				
		Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
2015	2	1,31	0,93	11,23	2,51	4,99
2016	2	1,41	0,99	11,88	2,66	5,10
2017	3	1,43	1,00	11,82	2,68	5,07
2018	4	1,45	1,01	11,70	2,66	4,91
2019	2	1,48	1,01	12,07	2,77	4,94

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diferente dos dados obtidos no grupo do sexo feminino pelos números de entradas em invalidez esperadas, é notado que apenas a tábua RRB-1944 Mod se aproxima dos eventos observados, levando em consideração os participantes ativos do sexo feminino do RPPS estudado, ao longo de todo período analisado, o que não ocorre em nenhuma das outras tábuas utilizadas.

Gráfico 5 – Entradas em invalidez observadas e esperadas para o grupo do sexo masculino por ano



Fonte: Elaborado pelo autor.

É ressaltado um baixo número de eventos observados para o grupo masculino, destacando que o número de eventos esperados varia entre 2 e 4, o que não ocorre em nenhuma das hipóteses escolhidas, onde as tábuas IBA (Ferroviários) e Hunter's apresentam valores elevados e são distinguidos valores menores para eventos esperados das tábuas Álvaro Vindas e Grupo Americana.

Nas Tabelas 10 e 11, são visualizados os resultados do teste Qui-Quadrado, para entrada em invalidez dos participantes ativos, em cada tábua testada, considerando o grupo do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 12 – Teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino

Tábua	χ^2	Graus de Liberdade	χ^2 tabelado	Resultado
Álvaro Vindas	3,344194	5	11,070498	Não rejeita H_0
Grupo Americana	10,075094	5	11,070498	Não rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	94,061387	5	11,070498	Rejeita H_0
RRB-1944 Mod	14,746887	5	11,070498	Rejeita H_0
Hunter's	24,862405	5	11,070498	Rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste Qui-Quadrado para a entrada em invalidez dos servidores ativos foi realizado com 5% de nível de significância, assim há 95% de probabilidade das tábuas que rejeitaram a H_0 , não serem adequadas. Para o grupo do sexo feminino o teste

rejeitou a hipótese nula para as tábuas IBA (Ferroviários), RRB-1944 Mod e Hunter's, destacando-se as tábuas IBA (Ferroviários) e Hunter's, que apresentam resultados divergentes em relação aos das outras tábuas utilizadas. Para as outras tábuas testadas, pode-se deduzir que há um indício dessas serem aderentes a massa de participantes analisada, levando em consideração que não rejeitaram a H_0 , destacando a tábua Álvaro Vindas que demonstra ser a mais aderente.

Tabela 13 – Teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino

Tábua	χ^2	Graus de Liberdade	χ^2 tabelado	Resultado
Álvaro Vindas	10,835629	5	11,070498	Não rejeita H_0
Grupo Americana	23,126856	5	11,070498	Rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	36,027783	5	11,070498	Rejeita H_0
RRB-1944 Mod	2,153525	5	11,070498	Não rejeita H_0
Hunter's	7,792236	5	11,070498	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o grupo do sexo masculino o teste Qui-Quadrado rejeitou a hipótese nula para as tábuas Grupo americana e IBA (Ferroviários), que apresentam resultados divergentes em relação aos das outras tábuas utilizadas. Para as outras tábuas testadas, pode-se deduzir que há indícios dessas serem aderentes a massa de participantes analisada, levando em consideração que não rejeitaram a H_0 , destacando a tábua RRB-1944 Mod, que demonstra ser a mais aderente.

Analisando os dados e resultados obtidos no teste Qui-Quadrado, acaba se deparando em resultados não conclusivos, onde as tábuas Álvaro Vindas e Grupo Americana, foram não rejeitas para o grupo do sexo feminino e para o grupo do sexo masculino, além da Álvaro Vindas as tábuas RRB-1944 Mod e Hunter's não rejeitaram a H_0 , diante disso precisa-se analisar os resultados dos outros testes, para uma possível conclusão de quais dessas tábuas é a mais aderente.

Nas Tabelas 12 e 13, são dados os resultados do teste Kolmogorov-Smirnov, para entrada em invalidez dos participantes ativos, em cada tábua testada, considerando o grupo do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 14 – Teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino

Tábua	K-S	K-S tabelado	Resultado
Álvaro Vindas	0,068412	0,427108	Não rejeita H_0
Grupo Americana	0,052433	0,483031	Não rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	0,054729	0,506596	Não rejeita H_0
RRB-1944 Mod	0,058838	0,531780	Não rejeita H_0
Hunter's	0,054234	0,523588	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste de Kolmogorov-Smirnov para a entrada em invalidez dos servidores ativos foi realizado com 5% de nível de significância, onde para o grupo do sexo feminino o teste não rejeitou a hipótese nula para todas as tábuas testadas, pode-se deduzir que há um indício dessas serem aderentes a massa de participantes analisada, ou seja, os dados dos eventos observados são semelhantes a tábuas testadas.

Tabela 15 – Teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino

Tábua	K-S	K-S tabelado	Resultado
Álvaro Vindas	0,149796	0,481774	Não rejeita H_0
Grupo Americana	0,090548	0,533030	Não rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	0,093512	0,573926	Não rejeita H_0
RRB-1944 Mod	0,131593	0,582123	Não rejeita H_0
Hunter's	0,093618	0,592092	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o grupo do sexo masculino, é visto que o teste não rejeitou a hipótese nula para todas as tábuas testadas. Por isso, pode-se deduzir que há indícios dessas serem aderentes a massa de participantes analisada, ou seja, os dados dos eventos observados de entrada em invalidez são semelhantes aos das tábuas testadas.

Considerando que pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, é apresentado que todas as tábuas são aderentes a massa de participantes analisada, levando em consideração que todas não rejeitaram a H_0 , de acordo com estes resultados é explanado a impossibilidade de adotar-se esse teste de forma conclusiva, nesse caso foi realizado o DQM para averiguação da aderência da hipótese.

Nas Tabelas 14 e 15, é mostrado os resultados do DQM para entrada em invalidez dos participantes ativos, em cada tábua testada, considerando o grupo do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 16 – DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino

Tábua	DQM	Resultado
Álvaro Vindas	3,344194	Tábua mais aderente
Grupo Americana	10,075094	Não é tábua a mais aderente
IBA (Ferroviários)	94,061387	Não é tábua a mais aderente
RRB-1944 Mod	14,746887	Não é tábua a mais aderente
Hunter's	24,862405	Não é tábua a mais aderente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o grupo do sexo feminino é visto que o DQM, que tem como resultado a tábua mais aderente aquele de menor DQM entre as que foram utilizadas no teste, a tábua Álvaro Vindas.

Tabela 17 – DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino

Tábua	DQM	Resultado
Álvaro Vindas	10,835629	Não é tábua a mais aderente
Grupo Americana	23,126856	Não é tábua a mais aderente
IBA (Ferroviários)	36,027783	Não é tábua a mais aderente
RRB-1944 Mod	2,153525	Tábua mais aderente
Hunter's	7,792236	Não é tábua a mais aderente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificando o grupo do sexo masculino é visto que o DQM, tem como resultado a tábua RRB-1944 Mod, sendo essa a que possui o menor valor de DQM entre as tábuas testadas.

Logo, no caso analisado a tábua Álvaro Vindas e a tábua RRB-1944 Mod, para o grupo feminino e masculino, respectivamente, são as que possuem o DQM mais próximo de 0, além de terem suas hipóteses não rejeitas nos testes de Qui-Quadrado e nos testes de Kolmogorov-Smirnov, portanto, são as hipóteses mais aderentes para entrada em invalidez, em cada grupo analisado.

No Quadro 5, são demonstradas as hipóteses que se mostraram mais aderentes, após os testes realizados.

Quadro 5 – Resultados dos testes para as hipóteses mais aderentes

Teste	Mortalidade		Entrada em Invalidez	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
	BR-EMSSb-v.2010	AT-83	Álvaro Vindas	RRB-1944 Mod
Qui-quadrado	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Kolmogorov-Smirnov (KS)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Desvio quadrático médio (DQM)	Tábua mais aderente	Tábua mais aderente	Tábua mais aderente	Tábua mais aderente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, as hipóteses mais aderentes para o evento mortalidade foram as tábuas BR-EMSSb-v.2010 e AT-83, para o grupo feminino e masculino, respectivamente, já para o evento entrada em invalidez as tábuas Álvaro Vindas e RRB-1944 Mod, para o grupo feminino e masculino, respectivamente, se mostraram mais aderentes.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho desempenhou seu objetivo ao analisar e examinar a adequabilidade das hipóteses atuariais biométricas relacionadas à massa de participantes analisada de um RPPS (considerando uma base de dados dos participantes ativos dos últimos cinco anos), obedecendo ao mínimo estabelecido pela Portaria MF nº 464/2018, através de métodos estatísticos, utilizando o teste de hipóteses Qui-Quadrado, o teste de hipóteses Kolmogorov-Smirnov e o Desvio Quadrático Médio, de acordo com as hipóteses testadas.

Primeiramente, ao analisar a base de dados ao longo dos cinco anos utilizados, foi observado o baixo número ou a ausência de ocorrências dos eventos em alguns anos, onde se tornou inviável, fazer uma análise anual tendo em vista que os resultados não seriam conclusivos e apresentariam várias tabuas aderentes ou a ausência de tábua aderente a cada ano, logo os testes foram feitos com a soma de valores esperados e de valores observados, de cada ano.

Após análise, os resultados pelo teste Qui-Quadrado se tornaram inconclusivos, tendo em vista a procura da tábua mais aderente à amostra testada, pelo fato de que mais de uma tábua testada não rejeitar a hipótese nula. Desta forma, foi reforçada a ideia de que o uso do teste Qui-Quadrado é indicado quando os valores esperados para cada classe não são muito pequenos.

Pelo teste de Kolmogorov-Smirnov⁸, que é considerado mais poderoso que o Qui-Quadrado para pequenas amostras, pois trata as observações individualmente, indicando se as distribuições que estão sendo analisadas são semelhantes ou não, apresenta como resultado que todas as tábuas são aderentes à massa de participantes analisada, levando em consideração que todas não rejeitaram H_0 , logo as distribuições dos eventos observados são semelhantes a dos eventos esperados, de acordo com estes resultados é explanado a impossibilidade de adotar-se esse teste de forma conclusiva.

Utilizado o DQM para nortear os resultados conclusivos, pois em casos onde os testes estatísticos não sejam conclusivos, apesar de não demonstrar resultados conclusivos com base em significância estatística, esse teste se mostra adequado

⁸ Ao ser realizado por ano, pelo teste Kolmogorov-Smirnov, encontrou-se inconsistência em alguns resultados onde o número observado de eventos foi zero.

para comparar diferentes tábuas, levando em consideração os resultados obtidos nos testes Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov, se têm as hipóteses mais aderentes a massa de participantes analisada.

Nota-se que a maioria dos resultados diferem do mínimo estabelecido pela Portaria MF nº 464/2018, que são as tábuas IBGE para mortalidade e Álvaro Vindas para entrada em invalidez, é visto que para mortalidade a tábua IBGE 2018 não é aderente para nenhuma das ocasiões, já a tábua Álvaro Vindas é aderente à massa de participantes ativos do sexo feminino.

Enfatizando os resultados para o evento mortalidade, as hipóteses mais aderentes foram as tábuas BR-EMSsb-v.2010 e AT-83, para o grupo feminino e masculino, respectivamente, já para o evento entrada em invalidez as tábuas Álvaro Vindas e RRB-1944 Mod, para o grupo feminino e masculino, respectivamente, se mostraram mais aderentes, logo são as hipóteses recomendadas.

Conclui-se que, o mínimo estabelecido pela Portaria MF nº 464/2018, nem sempre é a melhor escolha como hipótese, por exemplo para o evento mortalidade em relação ao sexo feminino foi rejeitado pelo teste Qui-Quadrado, e apesar de para o sexo masculino ter sido aceita esta hipótese, no fim o DQM não a decretou como mais aderente. Ainda, é observável o fato de que as tábuas para ambos os sexos, que não diferem suas probabilidades de acordo com o grupo, não serem igualmente aceitas para os dois grupos analisados, onde nos cenários adotados, mortalidade (feminino/masculino) e entrada em invalidez (feminino/masculino), foram obtidos diferentes resultados para cada um deles, mostrando que de acordo com o modo que os testes foram feitos o número de eventos observados influenciam na escolha da hipótese mais aderentes.

Recomenda-se para trabalhos futuros, a análise das hipóteses atuariais biométricas em uma massa de segurados que comtemple um maior número de participantes e ocorrências, analisando como os testes de hipóteses utilizados se comportariam. Outro tema proposto seria a utilização de novos testes, por exemplo o teste binomial que pode ser aplicado quando se possui grandes amostras de dados, ou ainda o teste Z, que tem a finalidade parecida com a do DQM em apontar qual é a hipótese que seria mais aderente, entre outros.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

AREAL, Nelson Manuel de P. B. da Costa; ARMADA, Manuel José da Rocha. Testes paramétricos e não-paramétricos de reversão para a média da rendibilidade de índices do mercado accionista. **Revista de Administração Contemporânea**, [s.l.], v. 3, n. 2, p.7-28, ago. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-65551999000200002>.

BARROS, Calina Grazielli Dias et al. VAZÃO MÍNIMA Q7,10 NO AMAPÁ ESTIMADA POR MODELOS PROBABILÍSTICOS. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, [s.l.], v. 26, n. 3, p.284-294, 29 jun. 2018. Revista Engenharia na Agricultura. <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v26i3.930>.

BICKEL, P. J. & DOKSUM, K. A. Mathematical statistics: basic ideas and selected topics (2a ed., vol. 1).California: Holden-Day, Prattice Hall Inc., 1977.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

BRASIL. DECRETO Nº 3.266, DE 29 DE NOVEMBRO DE 1999. Atribui competência e fixa a periodicidade para a publicação da tábua completa de mortalidade de que trata o § 8o do art. 29 da Lei no 8.213, de 24 de julho de 1991, com a redação dada pela Lei no 9.876, de 26 de novembro de 1999. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3266.htm>. Acesso em: 13 dez. 2019.

BRASIL. EMENDA CONSTITUCIONAL Nº 103. Altera o sistema de previdência social e estabelece regras de transição e disposições transitórias. Disponível em: < <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/emenda-constitucional-n-103-227649622>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Portaria nº 464, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre as normas aplicáveis às avaliações atuariais dos regimes próprios de previdência social - RPPS da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e estabelece parâmetros para a definição do plano de custeio e o equacionamento do déficit atuarial. Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/11/PORTARIA-MF-no-464-de-19nov2018-publicada.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. Portaria nº 402, de 10 de dezembro de 2008. Disciplina os parâmetros e as diretrizes gerais para organização e funcionamento dos regimes próprios de previdência social dos servidores públicos ocupantes de cargos efetivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em cumprimento das Leis nº 9.717, de 1998 e nº 10.887, de 2004. Disponível em: < <http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/09/Portaria-MPS-no-402-de-10dez2008-atualizada-04set2018.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. Portaria nº 403, de 10 de dezembro de 2008. Dispõe sobre as normas aplicáveis às avaliações e reavaliações atuariais dos Regimes Próprios de Previdência Social - RPPS da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, define parâmetros para a segregação da massa e dá outras providências. Disponível em:

<<http://sa.previdencia.gov.br/site/2016/07/PORTARIA-403.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

BRUNI, Adriano Leal. **Estatística aplicada à gestão empresarial**. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 376 p.

CALDART, Paulo Roberto et al. Adequação das Hipóteses Atuariais e Modelo Alternativo de Capitalização para o Regime Básico do RPPS: O Caso do Rio Grande do Sul. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 25, n. 66, p.281-293, set-dez. 2014. Quadrimestral. ISSN 1519-7077.

CORRÊA, Cristiane Silva. **Tamanho populacional e aleatoriedade de eventos demográficos na solvência de RPPS municipais capitalizados**. 2014. 277 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, UFMG, Belo Horizonte, 2014.

CUNHA, Moisés Ferreira da; MARTINS, Eliseu; ASSAF NETO, Alexandre. Avaliação de empresas no Brasil pelo fluxo de caixa descontado: evidências empíricas sob o ponto de vista dos direcionadores de valor nas ofertas públicas de aquisição de ações. **Revista de Administração**, [s.l.], v. 49, n. 2, p.251-266, 2014. Business Department, School of Economics, Business & Accounting USP. <http://dx.doi.org/10.5700/rausp1144>.

DORNBUSCH, Rudiger; FISCHER, Stanley; STARTZ, Richard (Ed.). **MACROECONOMIA**. 11. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda, 2013. 624 p. Tradução de: João Gama Neto.

DEGROOT, Morris H.; SCHERVISH, Mark J.. **Probability and statistics**. 4. ed. [s.l.]: Pearson Education, Inc., 2012. 893 p.

Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. L. & Chan, B. L. (2009). *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. São Paulo: Campus.

FERNANDES, Eric Ribeiro. **AS NOVAS REGRAS DE SOLVÊNCIA E SEU IMPACTO NO EQUILÍBRIO FINANCEIRO E ATUARIAL DOS FUNDOS DE PENSÃO DO BRASIL**. 2017. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/21104/1/2017_EricRibeiroFernandes_tcc.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2019.

GIL, A. C.. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

IBA. Instituto Brasileiro de Atuária. RESOLUÇÃO IBA 02/2016, de 21 de março de 2016. Dispõe sobre a criação do Pronunciamento Atuarial CPA 003 – Classificação

de Hipóteses Atuariais. Disponível em:

<http://www.atuarios.org.br/docs_old/CPA_003_03082015.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2019.

LAY, Luís Antonio; SILVA, Thiago Bruno de Jesus; MICHELS, Andressa. Fatores Explicativos da Evidenciação dos Benefícios aos Empregados em Empresas Brasileiras Listadas no IBRx 100 da BM&FBovespa. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.185-204, 18 jan. 2017. Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade. <http://dx.doi.org/10.18028/2238-5320/rgfc.v7n1p185-204>.

MARTINS, M. E. G. ; LOURA, L. C. C., ; MENDES, M. F. “Análise de dados : texto de apoio para os professores do 1º ciclo”. Lisboa : DGIDC. Disponível em: <<http://arquivoescolar.org/bitstream/arquivo-e/98/1/An%C3%A1lise%20de%20dados.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

MELLO, C.R.; SILVA, A.M. Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras: Ed. UFLA, 2013. 455p.

MORETTIN, Luiz Gonzaga. **Estatística básica**: Probabilidade e inferência, volume único. Sao Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 362 p.

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).

RODRIGUES, José Ângelo. **Gestão de Risco Actuarial**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2008.

SANTOS JÚNIOR, Luiz Carlos. **Análise de sobrevivência aplicada a premissas atuariais**: o caso da previdência pública municipal de Cabedelo/PB. 2018. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biometria, Bioestatística, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

SCHERER, Flavia Luciane; SANTOS, Marídia Brachak dos; BREGOLIN, Carolina Ghisleri. O impacto da portaria MPS nº 440/2013 na transparência dos regimes próprios: um estudo de caso no Fundo de Previdência Municipal – FUNDOPREVI. Redes: **REVISTA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 3, p. 250-272, Setembro 2017. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/5399/pdf>>. Acesso em: 9 Julho 2019.

SEBASTIANI, Renate Grings; VIALI, Lori. Teste de Hipóteses: uma análise dos erros cometidos por alunos de engenharia. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 24, n. 40, p.835-854, dez. 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291222113011>>. Acesso em: 25 dez. 2019.

SILVA, André Luiz Carvalhal da. **Introdução à Análise de Dados**. Rio de Janeiro: Editora E-papers, 2009. 170 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=EQfUR3uOqiQC&pg=PA113&dq=teste+de+hipoteses&hl=pt->

BR&sa=X&ved=0ahUKEwiA5ObMrdHmAhXZLLkGHV9ACFYQ6AEIKTAA#v=onepage&q=teste%20de%20hipoteses&f=false>. Acesso em: 25 dez. 2019.

SILVEIRA, Thiago; SANTOS, Diogo Silva dos. Análise de sensibilidade das principais premissas atuariais e da base de dados sobre a reserva matemática e o custo normal em um RPPS. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ATUARIAIS DA PARAÍBA, 3., 2017, João Pessoa. **Anais...** . João Pessoa: UFPB, 2017. p. 1 - 16. Disponível em: <<https://www.concicatufpb.com.br/concicat-2017>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

WINKLEVOSS, Howard E. **PENSION MATHEMATICS**: with Numerical Illustrations Second Edition. 2. ed. Philadelphia: Pension Research Council Wharton School of The University of Pennsylvania, 1993. 302 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A – EVENTOS OBSERVADOS E ESPERADOS POR FAIXA ETÁRIA PARA TODOS OS GRUPOS

Tabela 1 – Mortes observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	Número de Expostos ao Risco (Vivos)	Mortes Observadas	Mortes Esperadas				
			IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-30 anos	232	0	0,11	0,11	0,10	0,08	0,09
31-40 anos	2.119	3	1,39	1,39	1,17	1,10	1,05
41-50 anos	2.601	1	3,69	3,69	3,09	2,75	2,78
51-60 anos	1.866	2	5,88	5,88	4,99	4,11	4,48
61-70 anos	378	0	2,92	2,92	2,50	2,12	2,24
71-80 anos	12	0	0,19	0,19	0,16	0,13	0,14
81 anos e mais	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Mortes observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	Número de Expostos ao Risco (Vivos)	Mortes Observadas	Mortes Esperadas				
			IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-30 anos	184	0	0,44	0,15	0,14	0,17	0,12
31-40 anos	924	3	2,65	1,03	0,78	1,07	0,71
41-50 anos	1.252	1	6,21	3,74	2,74	2,70	2,47
51-60 anos	730	2	7,01	4,91	3,72	3,22	3,33
61-70 anos	208	0	3,77	2,77	2,15	1,96	1,94
71-80 anos	14	0	0,51	0,44	0,35	0,28	0,32
81 anos e mais	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Entradas em invalidez observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	Número de Expostos ao Risco (Vivos)	Entradas em Invalidez Observadas	Entradas em Invalidez Esperadas				
			Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-30 anos	232	0	0,14	0,14	1,22	0,42	0,94
31-40 anos	2.119	1	1,52	1,40	12,70	4,21	9,20
41-50 anos	2.601	5	3,42	2,69	30,94	9,27	16,05
51-60 anos	1.866	9	5,71	3,79	52,49	19,46	19,40
61-70 anos	378	3	3,67	2,06	29,98	9,00	7,88
71-80 anos	12	0	0,29	0,22	0,00	0,30	0,41
81 anos e mais	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Entradas em invalidez observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	Número de Expostos ao Risco (Vivos)	Entradas em Invalidez Observadas	Entradas em Invalidez Esperadas				
			Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB- 1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-30 anos	184	0	0,11	0,11	0,97	0,22	0,75
31-40 anos	924	0	0,66	0,61	5,50	1,22	4,00
41-50 anos	1.252	4	1,62	1,27	14,59	2,90	7,64
51-60 anos	730	6	2,36	1,54	21,65	5,44	7,86
61-70 anos	208	3	1,95	1,08	16,00	3,29	4,26
71-80 anos	14	0	0,38	0,32	0,00	0,21	0,50
81 anos e mais	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – RESULTADOS DOS TESTES POR FAIXA ETÁRIA

Tabela 1 – Resultado para cada Termo da Estatística χ^2 para mortalidade de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,162157	0,107314	0,098991	0,075840	0,088655
31-40 anos	0,134309	1,852643	2,845041	3,285748	3,586578
41-50 anos	4,884816	1,957728	1,415605	1,112317	1,142473
51-60 anos	5,856186	2,556161	1,795048	1,079818	1,373794
61-70 anos	4,199159	2,918332	2,500770	2,115730	2,239479
71-80 anos	0,258488	0,185498	0,160292	0,128650	0,144440
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	15,495114	9,577675	8,815747	7,798103	8,575419

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Resultado para cada Termo da Estatística χ^2 para mortalidade de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,437532	0,148154	0,140323	0,169010	0,124708
31-40 anos	1,024632	0,001027	0,059486	0,004462	0,121841
41-50 anos	0,788943	0,018308	0,579294	0,623027	0,953645
51-60 anos	0,574082	0,001716	0,443930	0,982508	0,843662
61-70 anos	0,832955	0,215620	0,010702	0,000699	0,001851
71-80 anos	0,513616	0,439086	0,353011	0,283900	0,316828
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	4,171760	0,823911	1,586746	2,063607	2,362535

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Resultado para cada Termo da Estatística KS para mortalidade de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,006984	0,007575	0,008236	0,007382	0,008215
31-40 anos	0,388401	0,394069	0,394164	0,385607	0,394036
41-50 anos	0,264921	0,300508	0,303563	0,284745	0,302806
51-60 anos	0,191998	0,219100	0,221396	0,218461	0,220901
61-70 anos	0,011134	0,013094	0,013336	0,012522	0,013384
71-80 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
KS calculado	0,388401	0,394069	0,394164	0,385607	0,394036

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Resultado para cada Termo da Estatística KS para mortalidade de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,021249	0,011362	0,014196	0,017964	0,014044
31-40 anos	0,066463	0,007215	0,010179	0,048260	0,010284
41-50 anos	0,034932	0,039426	0,045953	0,002162	0,045295
51-60 anos	0,041506	0,079687	0,086726	0,072147	0,087499

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
61-70 anos	0,024945	0,033673	0,035712	0,030175	0,035680
71-80 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
KS calculado	0,066463	0,079687	0,086726	0,072147	0,087499

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Resultado para cada Termo da Estatística DQM para mortalidade de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,162157	0,107314	0,098991	0,075840	0,088655
31-40 anos	0,134309	1,852643	2,845041	3,285748	3,586578
41-50 anos	4,884816	1,957728	1,415605	1,112317	1,142473
51-60 anos	5,856186	2,556161	1,795048	1,079818	1,373794
61-70 anos	4,199159	2,918332	2,500770	2,115730	2,239479
71-80 anos	0,258488	0,185498	0,160292	0,128650	0,144440
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	15,495114	9,577675	8,815747	7,798103	8,575419

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Resultado para cada Termo da Estatística DQM para mortalidade de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,437532	0,148154	0,140323	0,169010	0,124708
31-40 anos	1,024632	0,001027	0,059486	0,004462	0,121841
41-50 anos	0,788943	0,018308	0,579294	0,623027	0,953645
51-60 anos	0,574082	0,001716	0,443930	0,982508	0,843662
61-70 anos	0,832955	0,215620	0,010702	0,000699	0,001851
71-80 anos	0,513616	0,439086	0,353011	0,283900	0,316828
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	4,171760	0,823911	1,586746	2,063607	2,362535

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7 – Resultado para cada Termo da Estatística χ^2 para entrada em invalidez de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,137818	0,138750	1,219800	0,417600	0,940960
31-40 anos	0,180633	0,114271	10,779436	2,448454	7,306571
41-50 anos	0,725151	1,993594	21,749671	1,966545	7,608246
51-60 anos	1,893690	7,175916	36,037131	5,622038	5,578366
61-70 anos	0,120710	0,431133	24,275349	3,997049	3,021662
71-80 anos	0,286193	0,221430	0,000000	0,295200	0,406600
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	3,344194	10,075094	94,061387	14,746887	24,862405

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 – Resultado para cada Termo da Estatística χ^2 para entrada em invalidez de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,109361	0,110110	0,967200	0,220800	0,746240
31-40 anos	0,659424	0,608620	5,499900	1,217110	3,996050
41-50 anos	3,506813	5,839872	7,684329	0,419502	1,735998
51-60 anos	5,604259	12,855833	11,311248	0,056572	0,439519
61-70 anos	0,572179	3,389381	10,565105	0,026341	0,370420
71-80 anos	0,383593	0,323040	0,000000	0,213200	0,504010
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	10,835629	23,126856	36,027783	2,153525	7,792236

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 – Resultado para cada Termo da Estatística KS para entrada em invalidez de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,006984	0,007575	0,008236	0,007382	0,008215
31-40 anos	0,056043	0,050376	0,050281	0,058838	0,050409
41-50 anos	0,068412	0,032826	0,029770	0,048588	0,030528
51-60 anos	0,025332	0,052433	0,054729	0,051794	0,054234
61-70 anos	0,011134	0,013094	0,013336	0,012522	0,013384
71-80 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
KS calculado	0,068412	0,052433	0,054729	0,058838	0,054234

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10 – Resultado para cada Termo da Estatística KS para entrada em invalidez de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,021249	0,011362	0,014196	0,017964	0,014044
31-40 anos	0,149796	0,090548	0,093512	0,131593	0,093618
41-50 anos	0,143906	0,069549	0,063021	0,111137	0,063679
51-60 anos	0,022597	0,015584	0,022623	0,008044	0,023396
61-70 anos	0,024945	0,033673	0,035712	0,030175	0,035680
71-80 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
KS calculado	0,149796	0,090548	0,093512	0,131593	0,093618

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 – Resultado para cada Termo da Estatística DQM para entrada em invalidez de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,137818	0,138750	1,219800	0,417600	0,940960
31-40 anos	0,180633	0,114271	10,779436	2,448454	7,306571
41-50 anos	0,725151	1,993594	21,749671	1,966545	7,608246
51-60 anos	1,893690	7,175916	36,037131	5,622038	5,578366
61-70 anos	0,120710	0,431133	24,275349	3,997049	3,021662
71-80 anos	0,286193	0,221430	0,000000	0,295200	0,406600
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
χ^2 calculado	3,344194	10,075094	94,061387	14,746887	24,862405

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12 – Resultado para cada Termo da Estatística DQM para entrada em invalidez de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino

Faixa Etária	Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
0-20 anos	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
21-30 anos	0,109361	0,110110	0,967200	0,220800	0,746240
31-40 anos	0,659424	0,608620	5,499900	1,217110	3,996050
41-50 anos	3,506813	5,839872	7,684329	0,419502	1,735998
51-60 anos	5,604259	12,855833	11,311248	0,056572	0,439519
61-70 anos	0,572179	3,389381	10,565105	0,026341	0,370420
71-80 anos	0,383593	0,323040	0,000000	0,213200	0,504010
81 anos e mais	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
χ^2 calculado	10,835629	23,126856	36,027783	2,153525	7,792236

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – EVENTOS OBSERVADOS E ESPERADOS DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA PARA TODOS OS GRUPOS POR ANO

Tabela 1 – Mortes observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino por ano

Ano	Faixa Etária	Mortes Observadas	Mortes Esperadas				
			IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
2015	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
	31-40 anos	1	0,53	0,30	0,26	0,24	0,23
	41-50 anos	0	1,35	0,74	0,62	0,55	0,56
	51-60 anos	0	1,62	1,00	0,85	0,70	0,77
	61-70 anos	0	0,71	0,49	0,42	0,36	0,38
	71-80 anos	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
	31-40 anos	1	0,53	0,30	0,26	0,24	0,23
	41-50 anos	0	1,43	0,78	0,65	0,58	0,59
	51-60 anos	1	1,83	1,14	0,97	0,80	0,87
	61-70 anos	0	0,83	0,58	0,49	0,42	0,44
	71-80 anos	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
	31-40 anos	0	0,50	0,29	0,24	0,23	0,22
	41-50 anos	0	1,40	0,77	0,65	0,57	0,58
	51-60 anos	0	1,88	1,17	0,99	0,82	0,89
	61-70 anos	0	0,90	0,63	0,54	0,45	0,48
	71-80 anos	0	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	31-40 anos	0	0,46	0,26	0,22	0,21	0,20
	41-50 anos	0	1,33	0,73	0,61	0,54	0,55
	51-60 anos	1	1,99	1,24	1,05	0,87	0,94
	61-70 anos	0	0,89	0,62	0,53	0,45	0,47
	71-80 anos	0	0,07	0,05	0,04	0,03	0,04
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	31-40 anos	1	0,41	0,23	0,19	0,18	0,17
	41-50 anos	1	1,22	0,67	0,56	0,50	0,51
	51-60 anos	0	2,12	1,32	1,12	0,93	1,01
	61-70 anos	0	0,87	0,61	0,52	0,44	0,47
	71-80 anos	0	0,11	0,08	0,07	0,05	0,06
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Mortes observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino por ano

Ano	Faixa Etária	Mortes Observadas	Mortes Esperadas				
			IBGE 2018	AT-83	AT-2000	BR-EMSsb-v.2010	AT-2000 (Suavizada 10%)
2015	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,18	0,06	0,06	0,07	0,05
	31-40 anos	0	0,63	0,24	0,19	0,25	0,17
	41-50 anos	1	1,24	0,73	0,54	0,54	0,48
	51-60 anos	1	1,25	0,87	0,66	0,57	0,59
	61-70 anos	0	0,67	0,49	0,38	0,35	0,34
	71-80 anos	0	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,12	0,04	0,04	0,05	0,03
	31-40 anos	0	0,59	0,23	0,17	0,24	0,16
	41-50 anos	0	1,25	0,74	0,54	0,54	0,49
	51-60 anos	1	1,36	0,95	0,72	0,62	0,64
	61-70 anos	0	0,77	0,57	0,44	0,40	0,40
	71-80 anos	0	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,08	0,03	0,03	0,03	0,02
	31-40 anos	1	0,53	0,21	0,16	0,21	0,14
	41-50 anos	2	1,30	0,78	0,57	0,56	0,51
	51-60 anos	2	1,44	1,01	0,76	0,66	0,68
	61-70 anos	2	0,72	0,53	0,41	0,37	0,37
	71-80 anos	0	0,11	0,09	0,08	0,06	0,07
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
	31-40 anos	0	0,49	0,19	0,14	0,20	0,13
	41-50 anos	1	1,22	0,75	0,55	0,53	0,49
	51-60 anos	1	1,46	1,02	0,77	0,67	0,69
	61-70 anos	0	0,75	0,55	0,43	0,39	0,38
	71-80 anos	0	0,15	0,13	0,11	0,08	0,09
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
	31-40 anos	0	0,41	0,16	0,12	0,17	0,11
	41-50 anos	0	1,21	0,74	0,54	0,53	0,49
	51-60 anos	0	1,50	1,05	0,80	0,69	0,71
	61-70 anos	0	0,87	0,64	0,49	0,45	0,45
	71-80 anos	0	0,14	0,12	0,10	0,08	0,09
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Entradas em invalidez observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo feminino por ano

Ano	Faixa Etária	Entradas em Invalidez Observadas	Entradas em Invalidez Esperadas				
			Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
2015	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,05	0,05	0,45	0,15	0,35
	31-40 anos	0	0,34	0,31	2,81	0,94	2,06
	41-50 anos	1	0,69	0,54	6,19	1,85	3,24
	51-60 anos	0	0,97	0,65	8,95	3,30	3,33
	61-70 anos	1	0,62	0,35	5,07	1,52	1,33
	71-80 anos	0	0,02	0,02	0,00	0,02	0,03
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,04	0,04	0,33	0,11	0,26
	31-40 anos	0	0,33	0,31	2,79	0,93	2,03
	41-50 anos	1	0,72	0,57	6,54	1,96	3,40
	51-60 anos	1	1,11	0,73	10,19	3,78	3,76
	61-70 anos	0	0,72	0,41	5,91	1,76	1,55
	71-80 anos	0	0,02	0,02	0,00	0,02	0,03
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,03	0,03	0,25	0,08	0,19
	31-40 anos	0	0,32	0,29	2,63	0,87	1,90
	41-50 anos	2	0,71	0,56	6,45	1,94	3,33
	51-60 anos	1	1,13	0,75	10,43	3,86	3,87
	61-70 anos	1	0,78	0,44	6,42	1,97	1,70
	71-80 anos	0	0,05	0,04	0,00	0,05	0,07
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,02	0,02	0,15	0,05	0,12
	31-40 anos	1	0,29	0,26	2,39	0,79	1,71
	41-50 anos	1	0,68	0,53	6,12	1,84	3,15
	51-60 anos	2	1,21	0,80	11,07	4,11	4,08
	61-70 anos	1	0,78	0,44	6,33	1,88	1,66
	71-80 anos	0	0,07	0,06	0,00	0,07	0,10
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,00	0,00	0,04	0,01	0,03
	31-40 anos	0	0,25	0,23	2,09	0,69	1,50
	41-50 anos	0	0,62	0,49	5,64	1,70	2,92
	51-60 anos	5	1,29	0,85	11,85	4,41	4,36
	61-70 anos	0	0,76	0,43	6,24	1,86	1,64
	71-80 anos	0	0,12	0,10	0,00	0,12	0,17
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Entradas em invalidez observadas e esperadas de acordo com a faixa etária para o grupo do sexo masculino por ano

Ano	Faixa Etária	Entradas em Invalidez Observadas	Entradas em Invalidez Esperadas				
			Álvaro Vindas	Grupo Americana	IBA (Ferroviários)	RRB-1944 Mod	Hunter's
2015	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,05	0,05	0,41	0,09	0,31
	31-40 anos	0	0,16	0,14	1,30	0,29	0,95
	41-50 anos	0	0,32	0,25	2,88	0,57	1,54
	51-60 anos	1	0,42	0,27	3,82	0,95	1,40
	61-70 anos	1	0,34	0,19	2,82	0,59	0,75
	71-80 anos	0	0,03	0,02	0,00	0,02	0,04
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,03	0,03	0,26	0,06	0,20
	31-40 anos	0	0,15	0,14	1,22	0,27	0,89
	41-50 anos	0	0,32	0,26	2,91	0,58	1,54
	51-60 anos	2	0,46	0,30	4,19	1,05	1,52
	61-70 anos	0	0,40	0,22	3,30	0,67	0,87
	71-80 anos	0	0,05	0,04	0,00	0,03	0,07
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,02	0,02	0,18	0,04	0,14
	31-40 anos	0	0,13	0,12	1,10	0,24	0,80
	41-50 anos	2	0,34	0,27	3,04	0,60	1,60
	51-60 anos	1	0,49	0,32	4,46	1,13	1,61
	61-70 anos	0	0,37	0,21	3,05	0,62	0,81
	71-80 anos	0	0,08	0,07	0,00	0,05	0,11
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,01	0,01	0,08	0,02	0,06
	31-40 anos	0	0,12	0,11	1,01	0,22	0,73
	41-50 anos	1	0,32	0,25	2,89	0,58	1,49
	51-60 anos	2	0,50	0,32	4,54	1,15	1,64
	61-70 anos	1	0,39	0,22	3,17	0,65	0,84
	71-80 anos	0	0,12	0,10	0,00	0,05	0,15
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0-20 anos	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21-30 anos	0	0,00	0,00	0,04	0,01	0,03
	31-40 anos	0	0,10	0,09	0,86	0,19	0,62
	41-50 anos	1	0,32	0,25	2,87	0,58	1,48
	51-60 anos	0	0,51	0,33	4,64	1,16	1,69
	61-70 anos	1	0,44	0,25	3,67	0,77	0,98
	71-80 anos	0	0,10	0,08	0,00	0,07	0,14
	81 anos e mais	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D – RESULTADOS DOS TESTES DE ADERÊNCIA POR ANO

Tabela 1 – Teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	4,188294	3,112905	4,767061	3,252735	4,004055
AT-83	3,880056	3,004986	2,906337	1,715235	4,707058
AT-2000	4,073840	3,335250	2,465591	1,416361	5,396978
BR-EMSsb-v.2010	4,088398	3,490298	2,108460	1,260552	5,528637
AT-2000 (Suavizada 10%)	4,286348	3,644314	2,213877	1,273284	5,915034

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Resultado do teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-83	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-2000	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	1,608027	2,892491	3,514032	1,608687	4,157142
AT-83	0,940822	1,646328	10,199864	0,972217	2,719705
AT-2000	1,222947	1,358047	16,446202	1,129254	2,059327
BR-EMSsb-v.2010	1,405045	1,494544	16,433048	1,260028	1,921340
AT-2000 (Suavizada 10%)	1,418700	1,321046	19,401157	1,280066	1,849863

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Resultado do teste Qui-Quadrado para mortalidade do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-83	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-2000	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	K-S				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	0,863890	0,644679	0,000000	0,702009	0,654360
AT-83	0,867824	0,382643	0,000000	0,345963	0,688632
AT-2000	0,866505	0,382282	0,000000	0,342456	0,692374
BR-EMSsb-v.2010	0,859441	0,373910	0,000000	0,361206	0,673861
AT-2000 (Suavizada 10%)	0,866448	0,382174	0,000000	0,343203	0,691658

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-83	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-2000	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7 – Teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	K-S				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	0,202326	0,889290	0,087890	0,467968	0,000000
AT-83	0,214010	0,389809	0,054086	0,256361	0,000000
AT-2000	0,219231	0,384313	0,052685	0,264429	0,000000
BR-EMSsb-v.2010	0,203667	0,435808	0,058077	0,250270	0,000000
AT-2000 (Suavizada 10%)	0,219948	0,384901	0,051996	0,265192	0,000000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 – Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov para mortalidade do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0
AT-83	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0
AT-2000	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0
BR-EMSsb-v.2010	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0
AT-2000 (Suavizada 10%)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 – DQM para mortalidade do grupo do sexo feminino por ano por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	4,188294	3,112905	4,767061	3,252735	4,004055
AT-83	3,880056	3,004986	2,906337	1,715235	4,707058
AT-2000	4,073840	3,335250	2,465591	1,416361	5,396978
BR-EMSsb-v.2010	4,088398	3,490298	2,108460	1,260552	5,528637
AT-2000 (Suavizada 10%)	4,286348	3,644314	2,213877	1,273284	5,915034

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10 – Resultado do DQM para mortalidade do grupo do sexo feminino por ano

Resultado	2015	2016	2017	2018	2019
Tábua mais aderente	AT-83	AT-83	BR-EMSsb-v.2010	BR-EMSsb-v.2010	IBGE 2018

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 – DQM para mortalidade do grupo do sexo masculino por ano por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
IBGE 2018	1,608027	2,892491	3,514032	1,608687	4,157142
AT-83	0,940822	1,646328	10,199864	0,972217	2,719705
AT-2000	1,222947	1,358047	16,446202	1,129254	2,059327
AT-2000 (Suavizada 10%)	1,405045	1,494544	16,433048	1,260028	1,921340
BR-EMSsb-v.2010	1,418700	1,321046	19,401157	1,280066	1,849863

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12 – Resultado do DQM para mortalidade do grupo do sexo masculino por ano

Resultado	2015	2016	2017	2018	2019
Tábua mais aderente	AT-83	AT-2000 (Suavizada 10%)	IBGE 2018	AT-83	AT-2000 (Suavizada 10%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 13 – Teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	1,760145	1,232455	2,786960	2,615317	12,433867
Grupo Americana	2,657759	1,191470	4,871087	5,119965	21,432159
IBA (Ferroviários)	19,824567	22,006237	19,054533	17,161849	17,977158
RRB-1944 Mod	4,986284	5,340026	3,600656	2,063794	4,458489
Hunter's	7,400924	7,590487	5,109980	3,314177	6,348525

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 14 – Resultado do teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0
Grupo Americana	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	Rejeita H_0	Rejeita H_0	Rejeita H_0	Rejeita H_0	Rejeita H_0
RRB-1944 Mod	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Hunter's	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 15 – Teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	2,639377	6,168739	9,343925	7,241021	2,883146
Grupo Americana	5,844521	10,362477	13,188937	14,040409	5,100738
IBA (Ferroviários)	7,843450	8,839587	7,366454	5,238623	8,694910
RRB-1944 Mod	1,263131	2,456209	4,225139	1,432993	1,808626
Hunter's	3,031507	3,723412	2,184768	1,217446	2,631464

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16 – Resultado do teste Qui-Quadrado para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Grupo Americana	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Rejeita H_0	Rejeita H_0	Não rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
RRB-1944 Mod	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Hunter's	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 17 – Teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	K-S				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	0,329628	0,389701	0,112742	0,135927	0,345640
Grupo Americana	0,304068	0,207460	0,128457	0,104616	0,311368
IBA (Ferroviários)	0,302290	0,209468	0,131600	0,105331	0,307626
RRB-1944 Mod	0,305123	0,206675	0,115577	0,096134	0,326139
Hunter's	0,302832	0,208913	0,130836	0,105173	0,308342

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 18 – Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Grupo Americana	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
RRB-1944 Mod	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Hunter's	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 19 – Teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	K-S				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	0,512358	0,889290	0,209166	0,381420	0,256298
Grupo Americana	0,426723	0,389809	0,283856	0,108321	0,221228
IBA (Ferroviários)	0,422971	0,384313	0,290781	0,100298	0,212840
RRB-1944 Mod	0,478837	0,435808	0,241888	0,143724	0,224052
Hunter's	0,423596	0,384901	0,290091	0,100974	0,212035

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 20 – Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
Grupo Americana	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
IBA (Ferroviários)	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0
RRB-1944 Mod	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Tábua	Resultado				
	2015	2016	2017	2018	2019
Hunter's	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0	Não rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 21 – DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino por ano por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	1,760145	1,232455	2,786960	2,615317	12,433867
Grupo Americana	2,657759	1,191470	4,871087	5,119965	21,432159
IBA (Ferroviários)	19,824567	22,006237	19,054533	17,161849	17,977158
RRB-1944 Mod	4,986284	5,340026	3,600656	2,063794	4,458489
Hunter's	7,400924	7,590487	5,109980	3,314177	6,348525

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 22 – Resultado do DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo feminino por ano

Resultado	2015	2016	2017	2018	2019
Tábua mais aderente	Álvaro Vindas	Grupo Americana	Álvaro Vindas	RRB-1944 Mod	RRB-1944 Mod

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23 – DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano por ano

Tábua	χ^2				
	2015	2016	2017	2018	2019
Álvaro Vindas	2,639377	6,168739	9,343925	7,241021	2,883146
Grupo Americana	5,844521	10,362477	13,188937	14,040409	5,100738
IBA (Ferroviários)	7,843450	8,839587	7,366454	5,238623	8,694910
RRB-1944 Mod	1,263131	2,456209	4,225139	1,432993	1,808626
Hunter's	3,031507	3,723412	2,184768	1,217446	2,631464

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24 – Resultado do DQM para entrada em invalidez do grupo do sexo masculino por ano

Resultado	2015	2016	2017	2018	2019
Tábua mais aderente	RRB-1944 Mod	RRB-1944 Mod	Hunter's	Hunter's	RRB-1944 Mod

Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO

ANEXO A – ART. 21 DA PORTARIA MF Nº 464, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018**Seção II****Das tábuas biométricas referenciais**

Art. 21. As tábuas biométricas utilizadas nas avaliações atuariais para a projeção da longevidade e da entrada em invalidez da massa de beneficiários do RPPS deverão estar adequadas à respectiva massa, observados os seguintes critérios técnicos:

I - para a taxa de sobrevivência de válidos e inválidos, o limite mínimo será:

- a) dado pela tábua anual de mortalidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE, segregada obrigatoriamente por sexo, divulgada no endereço eletrônico na rede mundial de computadores - Internet da Secretaria de Previdência; e
- b) averiguado por meio da comparação entre a Expectativa de Vida (Ex) estimada por essa tábua e aquela gerada pelas tábuas utilizadas na avaliação atuarial, com base na idade média geral do grupo formado por beneficiários do RPPS.

II - para a taxa de entrada em invalidez, o limite mínimo será:

- a) dado pela tábua Álvaro Vindas; e
- b) averiguado com a comparação das probabilidades de entrada em invalidez de segurados ativos indicadas por essa tábua mínima com aquelas geradas pela tábua utilizada na avaliação atuarial, com base no somatório de ix, de idade a idade, desde a idade média do grupo de segurados até a idade prevista na regra constitucional para aposentadoria voluntária do servidor do gênero masculino.

§ 1º A Secretaria de Previdência também poderá divulgar, para utilização opcional pelos RPPS, tábuas do IBGE regionalizadas ou tábuas de servidores públicos, agravadas ou desagravadas ao longo de todas as idades, conforme parâmetros estabelecidos em instrução normativa editada pelo órgão.

§ 2º As unidades gestoras dos RPPS poderão utilizar tábuas biométricas formuladas com base na experiência evidenciada da massa de beneficiários do regime, desde que atendidos os limites mínimos de que tratam os incisos I e II e que aquelas tábuas sejam encaminhadas previamente à Secretaria de Previdência.

§ 3º O Relatório de Análise das Hipóteses deverá conter estudo técnico da aderência decorrente da confrontação entre as probabilidades de ocorrência de morte ou invalidez constantes das tábuas biométricas utilizadas na avaliação atuarial em relação àquelas constatadas para a massa, salvo na hipótese de impossibilidade de sua demonstração quando da aplicação de metodologias com esse fim.

ANEXO B – TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DO QUI-QUADRADO

Distribuição do Qui-Quadrado - χ_n^2

Os valores tabelados correspondem aos pontos x tais que: $P(\chi_n^2 \leq x)$

n	$P(\chi_n^2 \leq x)$													
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,975	0,99		0,995
1	3,93E-05	0,000157	0,000982	0,003932	0,016	0,102	0,455	1,323	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879	1
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	0,575	1,386	2,773	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597	2
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	1,213	2,366	4,108	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838	3
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	1,923	3,357	5,385	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860	4
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	2,675	4,351	6,626	9,236	11,070	12,832	15,086	16,750	5
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	3,455	5,348	7,841	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548	6
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	4,255	6,346	9,037	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278	7
8	1,344	1,647	2,180	2,733	3,490	5,071	7,344	10,219	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955	8
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	5,899	8,343	11,389	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589	9
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	6,737	9,342	12,549	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188	10
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	7,584	10,341	13,701	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757	11
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	8,438	11,340	14,845	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300	12
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,041	9,299	12,340	15,984	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819	13
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	10,165	13,339	17,117	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319	14
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	11,037	14,339	18,245	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801	15
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	11,912	15,338	19,369	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267	16
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	12,792	16,338	20,489	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718	17
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	13,675	17,338	21,605	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156	18
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	14,562	18,338	22,718	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582	19
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	15,452	19,337	23,828	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997	20
21	8,034	8,897	10,283	11,591	13,240	16,344	20,337	24,935	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401	21
22	8,643	9,542	10,982	12,338	14,041	17,240	21,337	26,039	30,813	33,924	36,781	40,289	42,796	22
23	9,260	10,196	11,689	13,091	14,848	18,137	22,337	27,141	32,007	35,172	38,076	41,638	44,181	23
24	9,886	10,856	12,401	13,848	15,659	19,037	23,337	28,241	33,196	36,415	39,364	42,980	45,558	24
25	10,520	11,524	13,120	14,611	16,473	19,939	24,337	29,339	34,382	37,652	40,646	44,314	46,928	25
26	11,160	12,198	13,844	15,379	17,292	20,843	25,336	30,435	35,563	38,885	41,923	45,642	48,290	26
27	11,808	12,878	14,573	16,151	18,114	21,749	26,336	31,528	36,741	40,113	43,195	46,963	49,645	27
28	12,461	13,565	15,308	16,928	18,939	22,657	27,336	32,620	37,916	41,337	44,461	48,278	50,994	28
29	13,121	14,256	16,047	17,708	19,768	23,567	28,336	33,711	39,087	42,557	45,722	49,588	52,335	29
30	13,787	14,953	16,791	18,493	20,599	24,478	29,336	34,800	40,256	43,773	46,979	50,892	53,672	30
40	20,707	22,164	24,433	26,509	29,051	33,660	39,335	45,616	51,805	55,758	59,342	63,691	66,766	40
50	27,991	29,707	32,357	34,764	37,689	42,942	49,335	56,334	63,167	67,505	71,420	76,154	79,490	50
60	35,534	37,485	40,482	43,188	46,459	52,294	59,335	66,981	74,397	79,082	83,298	88,379	91,952	60
70	43,275	45,442	48,758	51,739	55,329	61,698	69,334	77,577	85,527	90,531	95,023	100,425	104,215	70
80	51,172	53,540	57,153	60,391	64,278	71,145	79,334	88,130	96,578	101,879	106,629	112,329	116,321	80
90	59,196	61,754	65,647	69,126	73,291	80,625	89,334	98,650	107,565	113,145	118,136	124,116	128,299	90
100	67,328	70,065	74,222	77,929	82,358	90,133	99,334	109,141	118,498	124,342	129,561	135,807	140,170	100