

Projeto: Realização de pesquisas, estudos, elaboração de diagnósticos e proposição de ações relativas à análise de conformidade da concessão e pagamento de benefícios previdenciários geridos pelo Instituto de Previdência Municipal de São Paulo - IPREM, bem como prestação de serviços técnicos especializados acerca dos temas administrativos e previdenciários que discrimina.



Instituto de Previdência Municipal de São Paulo



Assessoria Técnica do Gabinete

Cliente: **IPREM** – Instituto de Previdência Municipal de São Paulo

Relatório dos Estudos Técnicos de Aderência das Hipóteses Atuariais para efeito de utilização na Avaliação Atuarial do encerramento do exercício de 2023 do Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) do município de São Paulo-SP - Módulo III - Contrato nº 014/IPREM/2020.

Março/2024



Sumário

1. Considerações Iniciais _____	4
2. Objetivo _____	4
3. Base Cadastral _____	5
4. Primeira vinculação a regime de previdência _____	6
4.1. Metodologia _____	6
4.2. Resultado da análise _____	6
5. Postergação da Aposentadoria _____	7
6. Hipóteses biométricas _____	8
6.1. Metodologia _____	8
6.1.1. Teste Kolgomorov-Smirnov (teste K-S) _____	9
6.1.2. Teste Qui-quadrado _____	10
6.1.3. Procedimentos metodológicos _____	12
6.2. Mortalidade de Válidos _____	13
6.2.1. Resultados dos testes de aderência _____	13
6.3. Mortalidade de Inválidos _____	15
6.3.1. Resultados dos testes de aderência _____	15
6.4. Entrada em invalidez _____	16
6.4.1. Resultados dos testes de aderência _____	17
6.5. Recomendação _____	18
7. Hipótese da taxa de juros _____	18
7.1. Metodologia _____	19
7.2. Resultado da análise _____	19
7.3. Recomendação _____	19
8. Fator de capacidade _____	19
9. Taxa de Crescimento do Salário _____	21
9.1. Metodologia _____	21
9.2. Resultado da análise _____	22
9.3. Recomendação _____	27
10. Hipótese de Composição familiar _____	28
10.1. Metodologia _____	28
10.2. Resultado da análise _____	28



10.3. Recomendação	28
11. Considerações Finais	29



1. Considerações Iniciais

1. As premissas e as hipóteses atuariais constituem as bases técnicas da avaliação atuarial de um plano de benefícios e contemplam o conjunto de proposições para os eventos biométricos, demográficos, econômicos e financeiros esperados para o período futuro considerado na avaliação atuarial.
2. Por se destinarem à realização da previsão dos compromissos futuros dos planos de benefícios, as premissas e as hipóteses atuariais devem refletir expectativas de longo prazo, cabendo ressaltar que a aplicação de valores de hipóteses descasados da realidade ocasionará ganhos ou perdas atuariais cumulativas ao longo do tempo, podendo gerar desequilíbrios nos regimes de previdência, de modo que a adoção de hipóteses biométricas, demográficas, econômicas e financeiras mais adequadas às características dos seus participantes e assistidos é fundamental para que seja assegurada a solvência, a liquidez e o equilíbrio econômico-financeiro-atuarial dos planos de benefícios.
3. Antes de serem as hipóteses atuariais selecionadas, foram consideradas as características do plano de benefícios e o perfil da massa de participantes e beneficiários, tendo sido avaliadas particularidades existentes e, como consequência, a proposição de hipóteses atuariais apropriadas e consistentes.
4. Na proposição das hipóteses atuariais há de ser ponderada a relação entre metodologia e materialidade da hipótese proposta a partir do emprego da técnica mais adequada para a realização do teste de aderência, não se limitando, necessariamente, à preferência por modelos mais complexos ou refinados, desde que os resultados das hipóteses atuariais sinalizem, da melhor maneira, a tendência futura do plano de benefícios.

2. Objetivo

5. Cabe a este relatório apresentar a comprovação da adequação das hipóteses atuariais à situação do plano de benefícios e da sua aderência às características da massa de beneficiários do Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) do município de São Paulo, administrado pelo Instituto de Previdência Municipal de São Paulo (IPREM), em conformidade com o art. 35 e Anexo VI da Portaria MTP nº 1.467, de 2 de junho de 2022:

Art. 35. Deverá ser elaborado Relatório de Análise das Hipóteses para comprovação de sua adequação às



características da massa de beneficiários do regime, atendendo-se em sua formulação às seguintes diretrizes:

I - observância dos elementos mínimos constantes do Anexo VI;

II - elaboração por profissional habilitado; e

III - abrangência e conclusão, no mínimo, quanto à manutenção ou necessidade de alteração das seguintes hipóteses:

a) taxa atuarial de juros;

b) crescimento real das remunerações;

c) probabilidades de ocorrência de morte e invalidez;

d) proporção de participantes do plano com dependentes que serão elegíveis aos benefícios;

e) idade de primeira vinculação a regime previdenciário; e

f) idade provável de aposentadoria.

(...)

§ 5º A inclusão das hipóteses de que tratam as alíneas “e” e “f” do inciso III do caput no Relatório de Análise de Hipóteses é facultativa caso sejam utilizados os parâmetros mínimos prudenciais estabelecidos nesta Portaria.

6. Dessa forma, este estudo contemplará as seguintes hipóteses:

i) Primeira vinculação a regime previdenciário;

ii) Idade provável de aposentadoria;

iii) Hipóteses biométricas:

a. Mortalidade de válidos;

b. Mortalidade de inválidos; e

c. Entrada em Invalidez;

iv) Taxa de crescimento real dos salários;

v) Composição do grupo familiar; e

vi) Taxa de juros real anual.

3. Base Cadastral

7. A base cadastral recebida pela FIA, referente aos segurados do RPPS de São Paulo, foram enviadas pelo IPREM, contemplando dados biométricos e demográficos dos Ativos, Inativos e Pensionistas, com data base em 30/09/2023.



4. Primeira vinculação a regime de previdência

8. Não há no cadastro fornecido pelo IPREM a indicação, para o servidor ativo, do tempo de contribuição para a Previdência Social, anterior à sua posse na Prefeitura de São Paulo. Essa ausência tem sido verificada, usualmente, nos cadastros dos Entes e pode estar associada ao fato do servidor poder fazer a averbação do tempo anterior a qualquer momento, mas desde que antecedente à sua aposentadoria.

4.1. Metodologia

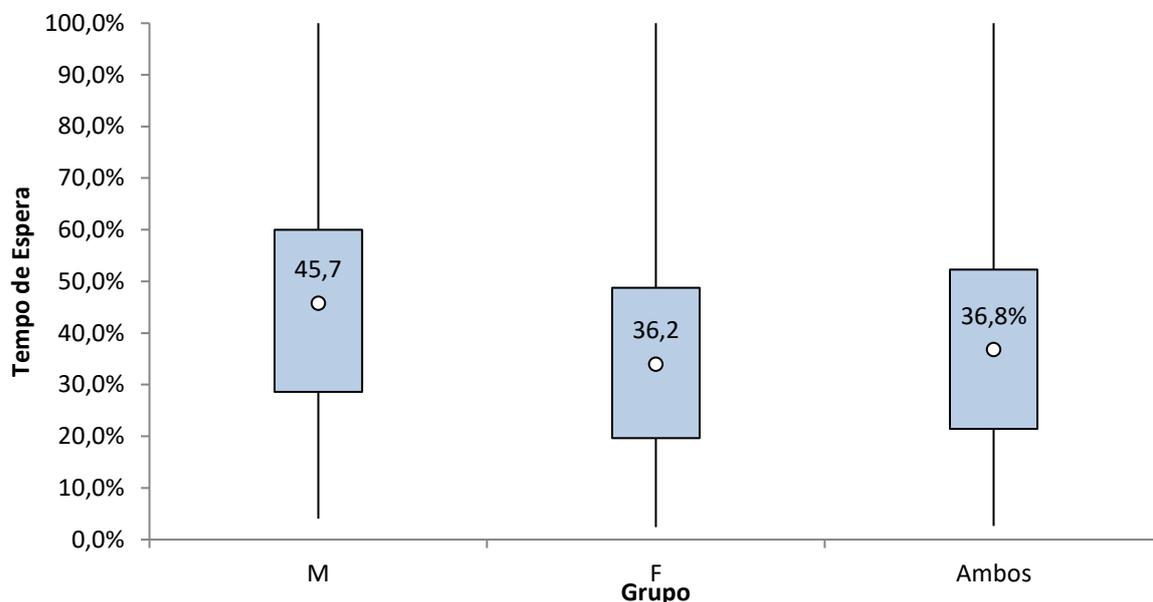
9. Para fins da avaliação atuarial do RPPS do Município de São Paulo, o tempo anterior foi estimado tomando-se, como base, as aposentadorias por tempo de serviço dos últimos 5 (cinco) anos. Para as aposentadorias que ocorreram antes de se completar o tempo mínimo de serviço ou de contribuição (35 anos para homens e 30 anos para mulheres), foi calculado o tempo averbado necessário para que a aposentadoria tenha ocorrido, sem postergação da data da aposentadoria.

4.2. Resultado da análise

10. O tempo de averbação possui alta relação com a idade de entrada do servidor na prefeitura, cujos resultados estão indicados, a seguir. No Gráfico 1, a seguir, é mostrada a proporção média que o servidor averba de tempo entre a idade de 18 anos e a idade de sua posse.



Gráfico 1- Distribuição do tempo de previdência necessário para a aposentadoria programada



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

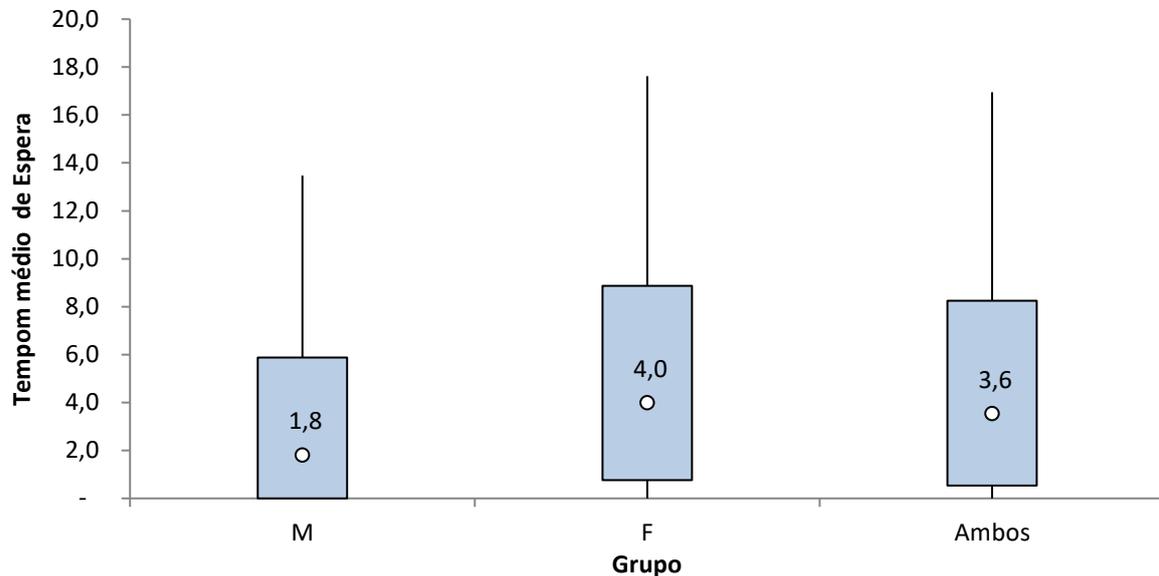
11. Como revelado no gráfico anterior, os homens têm averbado 45,7%, em média, do tempo decorrido entre a idade de sua posse e 18 anos, enquanto as mulheres têm averbado, em média, 36,2%.

5. Postergação da Aposentadoria

12. Os resultados para o tempo de postergação para a idade em aposentadoria estão indicados no Gráfico 2, a seguir.



Gráfico 2- Distribuição do tempo de postergação para a aposentadoria programada



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

13. Os resultados indicam que os servidores demoram 3,6 anos na média e 5,10 anos, como mediana, para requererem sua aposentadoria após atingirem os requisitos de elegibilidade ao benefício.

6. Hipóteses biométricas

14. A adequação das tábuas atuariais pode ser atestada por meio de estudo específico entre o comportamento demográfico da massa de participantes e assistidos vinculados ao plano e a respectiva tábua atuarial utilizada.

6.1. Metodologia

15. Conforme o Anexo VI da Portaria MTP nº 1.467/2022, é obrigatório que o estudo de aderência que compara as probabilidades previstas de morte ou invalidez, conforme indicado nas tábuas atuariais adotadas, com as efetivamente observadas entre os segurados, inclua uma análise da convergência dessas estatísticas ao longo de, no mínimo, cinco anos antecedentes à condução do estudo. Para o estudo em questão, o intervalo escolhido para análise se estende por seis anos, abrangendo o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.



16. Neste estudo, a verificação da aderência das tábuas atuariais foi realizada por dois métodos estatísticos, o teste **Kolmogorov-Smirnov (K-S)** e o teste **Qui-quadrado (χ)**.
17. Ambos possuem abordagens distintas, mas, de certa forma, complementares. O teste K-S é usado no contexto de aderência de tábuas atuariais para comparar a distribuição acumulada dos eventos (como óbitos ou entradas em invalidez) com a distribuição teórica resultante da aplicação das taxas da tábua atuarial sob teste. Por outro lado, o teste qui-quadrado concentra-se na comparação das frequências observadas dos eventos com as frequências estimadas, obtidas através da aplicação da tábua atuarial em questão.

6.1.1. Teste Kolmogorov-Smirnov (teste K-S)

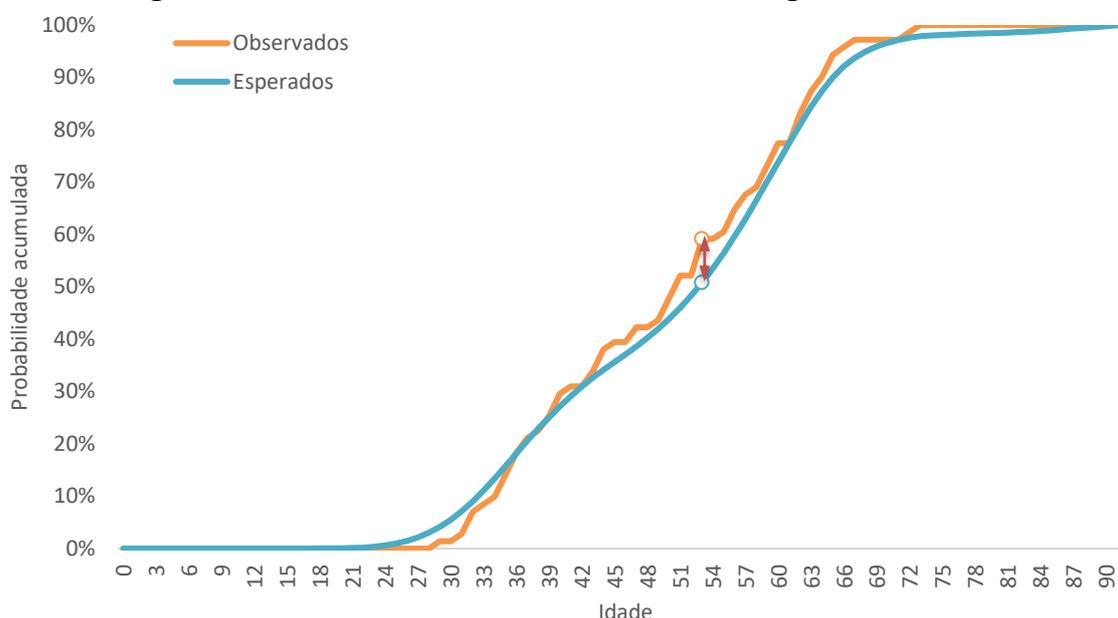
18. O teste de Kolmogorov-Smirnov, ou teste K-S, é uma ferramenta estatística amplamente utilizada para verificar a aderência de um conjunto de dados a uma distribuição de probabilidade teórica. Ele é particularmente útil para determinar se uma amostra segue uma distribuição específica, como a normal, exponencial, ou qualquer outra. O teste K-S compara a função de distribuição acumulada empírica (calculada a partir dos dados), $S(x)$, com a função de distribuição acumulada teórica, $F(x)$.
19. A ideia principal do teste K-S é calcular a maior diferença absoluta entre as duas funções de distribuição acumulada. Se essa diferença for pequena e estatisticamente insignificante, isso sugere que os dados se ajustam bem à distribuição teórica, indicando uma boa aderência. Por outro lado, se a diferença for grande e estatisticamente significativa, isso indica que os dados não se ajustam bem à distribuição teórica, sugerindo a necessidade de considerar outra distribuição ou realizar ajustes nos dados.
20. A estatística do teste K-S, denotada como K_{teste} representa a maior discrepância absoluta entre as frequências relativas acumuladas dos eventos observados e esperados ($|F(x) - S(x)|$), conforme ilustrado na Figura 1 a seguir. Essa estatística é utilizada para avaliar a hipótese nula, H_0 , que postula que a função de frequência acumulada esperada, $F(x)$, é igual à função de distribuição acumulada observada, $S(x)$, ou seja, $H_0: F(x) = S(x)$. A hipótese alternativa, H_1 , afirma que $F(x) \neq S(x)$.
21. A hipótese nula H_0 não é rejeitada quando o valor da estatística do teste (K_{teste}) é menor que o valor crítico tabelado (D_n). Esse valor crítico é determinado a partir de uma tabela estatística, levando em consideração o nível de confiança selecionado e o tamanho da amostra (N). Nos testes realizados, o número de



eventos observados durante o período de avaliação foi utilizado como o valor de N para obter o valor crítico.

22. Portanto, a não rejeição da hipótese H_0 indica que não existem evidências de que as diferenças identificadas entre as distribuições estejam além de um limite aceitável, e a tabela é considerada aderente. É importante salientar que o teste K-S tem o objetivo de avaliar se existem diferenças significativas entre as distribuições de eventos observados e esperados, mas não investiga se há diferenças significativas entre as quantidades de eventos observados e esperados.

Figura 1: Ilustração da estatística de Kolmogorov–Smirnov



Nota: A linha verde é a função distribuição acumulada, a linha azul é a função distribuição empírica e a seta laranja corresponde à estatística K-S.
Fonte: Elaboração própria.

6.1.2. Teste Qui-quadrado

23. O teste Qui-quadrado objetiva verificar se a frequência absoluta de um conjunto de dados observados é significativamente discrepante da distribuição de frequência absoluta esperada no modelo probabilístico adotado. Se as diferenças verificadas dessa comparação forem significativas, a hipótese de aderência deverá ser rejeitada. Se as diferenças encontradas não forem significativas, ao nível de significância estabelecido, a hipótese de aderência não é rejeitada e as diferenças podem ser atribuídas ao acaso.

24. Dada uma população de n elementos, agrupados em k categorias, as quais se encontrem associadas k probabilidades de ocorrências de determinado evento,



indicadas por p_1, \dots, p_k , o objetivo do teste de aderência é averiguar as hipóteses:

H_0 : $p_1 = p_{o1}, p_2 = p_{o2}, \dots, p_k = p_{ok}$ (Hipótese Nula)

H_1 : existe pelo menos uma diferença entre as probabilidades (Hipótese Alternativa)

Sendo:

p_{oi} : a probabilidade especificada para a categoria i ($i = 1, \dots, k$) fixada através do modelo probabilístico adotado.

25. Se e_i é o total de eventos esperados na categoria i , quando a hipótese H_0 é verdadeira, $e_i = n \times p_{oi}$ ($i = 1, \dots, k$), temos:

Categorias	Frequência Observada	Frequência Esperada sob H_0
1	O_1	e_1
2	O_2	e_2
3	O_3	e_3
...		
k	O_k	e_k

26. Como os dados observados podem variar de amostra para amostra, uma maneira sensata de avaliar quão maiores ou quão menores são as diferenças encontradas é elevá-las ao quadrado e, em seguida, dividi-las por um valor estável, que se mantenha constante em qualquer amostra. Esse valor é dado pelo resultado esperado. A soma resultante desses quocientes chama-se qui-quadrado calculado (χ_c^2). Em termos literais, temos que:

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

27. Se a hipótese nula (H_0) é verdadeira, a variável aleatória χ_c^2 tem distribuição aproximada ao qui-quadrado tabelado ($\chi_c^2 = \chi_t^2$) com q graus de liberdade ($q = k - 1$) ao nível estabelecido de significância α :

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \sim \chi_t^2$$

28. Quanto maior o nível de significância estabelecido (é usual os valores de $\alpha = 1\%$, $\alpha = 5\%$ ou $\alpha = 10\%$), mais rigoroso é o teste. Importa ressaltar que, para que esse resultado seja válido, o valor esperado de cada categoria deve ser relevante em termos estatísticos (a literatura recomenda um mínimo de cinco¹) e o número mínimo de três categorias.

¹ MEYER, Paul L. comenta, ao se referir ao teste qui-quadrado: "(...) não desejaremos subdividir o espaço amostral da variável aleatória em partes tão pequenas que o número esperado de ocorrências em qualquer particular subdivisão seja menor do que 5. (Uma exposição compreensível deste problema pode ser encontrada em um trabalho de W. G. Cochran,



29. A rejeição ou a não-rejeição da hipótese nula (H_0) se verifica pela comparação entre o valor calculado (χ_c^2) e o valor tabelado (χ_t^2), obtido a partir da distribuição estatística Qui-quadrado. Quando o valor do Qui-quadrado calculado for maior ou igual ao valor tabelado ($\chi_c^2 \geq \chi_t^2$), rejeita-se a hipótese de que a distribuição das frequências observadas esteja de acordo com a distribuição das frequências esperadas (H_0) ao nível estabelecido de significância.

6.1.3. Procedimentos metodológicos

30. Para a realização do teste Qui-quadrado, as idades foram agrupadas em faixas de cinco idades de modo a garantir que a frequência esperada em cada faixa etária seja estatisticamente significativa. Além disso, o valor mínimo esperado por faixa etária considerado é de cinco, conforme a recomendação para aumentar a maior confiabilidade do teste. Em situações em que o número de eventos é substancial e resulta em um maior número de faixas etárias, o limite mínimo é ampliado para dez, proporcionando um maior poder estatístico para o teste.

31. Foi adotado o nível de **significância de 5%** ($\alpha = 5\%$) como critério de aceitação das tábuas nos testes. Assim, a hipótese de aderência da tábua (H_0^{\square}) é rejeitada quando o valor calculado da tábua é maior ou igual que o $\chi_{tabelado}^2$, que, por sua vez, depende do nível de significância adotado, de 5% neste estudo, bem como do número de graus de liberdade (a partir da quantidade de faixas em que foram distribuídos os dados).

32. Para a realização do teste K-S, foi calculada a distribuição acumulada dos valores observados e a distribuição acumulada dos valores estimados pela tábua biométrica testada. Julga-se aderente a tábua testada se não for refutada a hipótese nula, qual seja, a de que a função de distribuição acumulada, $F(x)$, é igual a uma determinada função de distribuição empírica, $S(x)$, exatamente quando o resultado da estatística do teste (K teste) < valor crítico tabelado (D_n).

33. É importante destacar que, caso não seja viável aplicar o teste Qui-quadrado devido às restrições no número mínimo de cinco eventos esperados por faixa etária e no mínimo três faixas etárias, também será declarada a impossibilidade de realizar o teste, e o mesmo procedimento será adotado.

34. Levando em conta que o estudo de aderência anterior ainda está dentro de seu prazo de validade e considerando o impacto substancial da pandemia de

intitulado "The χ^2 - Test of Goodness of fit". (PROBABILIDADE: aplicações à estatística. Livros Técnicos e Científicos Editora. 2a. Edição. 1983. Tópico 15.4 - Testes de Aderência. Pág. 390).



COVID-19 nos eventos biométricos registrados em dois dos cinco anos considerados na análise, recomendaremos a manutenção da tábua atuarial atual, caso esta não seja rejeitada. Além disso, sugerimos a execução de um novo teste de aderência no próximo ciclo de avaliação.

35.A seguir, são apresentados os resultados dos testes de aderência, que comparam os valores observados na população com os valores esperados pelas tabelas biométricas avaliadas, de acordo com os procedimentos mencionados.

6.2. Mortalidade de Válidos

36.A hipótese biométrica de mortalidade geral é utilizada para projetar a sobrevivência dos participantes ativos, assistidos e beneficiários válidos do plano e influencia o custeio e o cálculo das obrigações do plano.

37.A tábua adotada na avaliação do encerramento do exercício de 2022 foi a **BR-EMSsb-v.2010, agravada em 38%, segmentada por sexo.**

38.Cabe esclarecer que, de acordo com a Portaria MTP nº 1.467, de 2022, a tábua adotada não pode implicar em obrigações inferiores às alcançadas pela tábua de mortalidade elaborada para ambos os sexos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE.

39.No período de análise, foram expostas, em média, 137.574 vidas em cada ano (considerando o número médio de ativos, assistidos válidos e pensionistas em cada ano do período de análise) e 3.238 óbitos foram observados, conforme mostrado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Mortalidade de Válidos: Média anual de expostos e óbitos ocorridos, no período de 01/2018 a 12/2022

Ano (i)	Média de expostos no ano	Ocorridos (o _i)
2018	142.884	607
2019	138.653	515
2020	137.001	570
2021	135.043	766
2022	134.287	780
Total	137.574	3.238

Fonte: FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

6.2.1. Resultados dos testes de aderência

40.O Quadro 2 apresenta os resultados dos testes Qui-quadrado e K-S aplicados para o evento de mortalidade de válidos. Para este estudo, foram selecionadas dez tábuas, segmentadas por sexo, identificadas a seguir: RP-2000 proj. 2023



(escala AA), RP-2000, AT-2000 d.10, AT-2000 básica, AT-2012, RP-2014 proj. 2023 (Escala MP-2021), BR-EMSsb-v.2015, BR-EMSsb-v.2021, BR-EMSsb-v.2010 a.38 e IBGE 2022.

41. Conforme demonstrado no quadro a seguir, há evidência para se rejeitar a hipótese de aderência de todas as tábuas tanto no teste K-S quanto no teste Qui-quadrado. Neste caso, conforme os procedimentos detalhados na metodologia deste estudo, um novo teste Qui-quadrado deve ser realizado com as tábuas, ajustando suas taxas de mortalidade de forma a minimizar as discrepâncias observadas.

Quadro 2: Mortalidade de Válidos: Resultados dos testes qui-quadrados e k-s para as tábuas avaliadas

Tábua	Óbitos Estimados	Desvio	Graus de liberdade	χ^2 tabelado	χ^2 calculado	p-valor	χ^2 resultado	K-S teste	Dn	K-S resultado
RP-2000 p.2023	3.933,73	-17,69%	13	22,36	372,52	0,00%	rejeita	0,1234	0,0239	rejeita
RP-2000	4.700,49	-31,11%	13	22,36	616,62	0,00%	rejeita	0,0954	0,0239	rejeita
AT-2000 d.10	3.601,20	-10,09%	13	22,36	408,17	0,00%	rejeita	0,0864	0,0239	rejeita
AT-2000 Básica	4.003,25	-19,12%	13	22,36	478,36	0,00%	rejeita	0,0855	0,0239	rejeita
AT-2012	3.319,28	-2,45%	13	22,36	477,17	0,00%	rejeita	0,1065	0,0239	rejeita
RP-2014 p.2023 (MP-2021)	2.870,82	12,79%	13	22,36	1.051,46	0,00%	rejeita	0,1964	0,0239	rejeita
BR-EMSsb-v.2015	2.843,97	13,86%	13	22,36	547,85	0,00%	rejeita	0,0931	0,0239	rejeita
BR-EMSsb-v.2021	3.265,99	-0,86%	13	22,36	327,84	0,00%	rejeita	0,0958	0,0239	rejeita
BR-EMSsb-v.2010 a.38	4.363,31	-25,79%	14	23,68	649,82	0,00%	rejeita	0,1068	0,0239	rejeita
IBGE 2022	5.719,86	-43,39%	14	23,68	1.373,34	0,00%	rejeita	0,1668	0,0239	rejeita

Observações:

(1) Conforme a exigência do teste Qui-quadrado, que requer a estimativa de pelo menos cinco eventos por faixa etária, os dados observados foram agrupados, de acordo com a tábua a ser testada, entre 14 e 15 faixas de idade, resultando em (n - 1) graus de liberdade, onde 'n' representa o número de faixas etárias.

(2) No caso do teste K-S, o valor de 'N' utilizado para a definição do Dn foi o número de 3.238 óbitos observados.

Fonte: Elaborado pela FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

42. Os testes Qui-quadrado e K-S aplicados às taxas de mortalidade ajustadas nas tábuas mencionadas também rejeitaram todas elas, indicando uma inviabilidade técnica para a aplicação dos testes. Esta inviabilidade decorre principalmente de dois fatores. Em primeiro lugar, o tamanho considerável da população do RPPS torna os testes mais rigorosos, levando à rejeição mesmo em caso de diferenças menores. Além disso, a pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo nos óbitos observados durante dois dos cinco anos analisados.

43. Considerando que o estudo anterior ainda está dentro do prazo de validade, recomendamos a manutenção da tábua **BR-EMSsb-v.2010, ajustada em 38% e segmentada por sexo**, como a hipótese de mortalidade a ser adotada na avaliação do encerramento de 2023. Também recomendamos a realização de um novo teste de aderência para o próximo exercício.



44. Cabe destacar que a tábua selecionada contém taxas de sobrevivência maiores que as da tábua do IBGE-2021, ou seja, a quantidade estimada de 4.363,31 óbitos pela tábua selecionada é inferior à quantidade estimada de 5.719,86 pela tábua IBGE-2021, atendendo, dessa forma, a mencionada Portaria MTP nº 1.467, de 2022.

6.3. Mortalidade de Inválidos

45. A hipótese biométrica de mortalidade de inválidos é utilizada para calcular o valor da obrigação futura dos benefícios concedidos e a conceder de aposentadoria por invalidez.

46. A tábua adotada na avaliação do encerramento do exercício de 2022 foi a **IBGE 2021, segmentada por sexo**.

47. Cabe esclarecer que, de acordo com a Portaria MTP nº 1.467, de 2022, a tábua adotada não pode implicar em obrigações inferiores às alcançadas pela tábua de mortalidade elaborada para ambos os sexos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE, que para a avaliação de 31/12/2023 é a IBGE 2022, segmentada por sexo.

48. No período de análise, foram expostas, em média, 4.485 vidas em cada ano (considerando o número médio de aposentados por invalidez em cada ano do período de análise) e 239 óbitos foram observados, conforme mostrado no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3: Mortalidade de Inválidos: Média anual de expostos e óbitos ocorridos, no período de 01/2018 a 12/2022

Ano (i)	Média de expostos no ano	Ocorridos (o _i)
2018	4.372	49
2019	4.528	37
2020	4.528	27
2021	4.540	46
2022	4.457	80
Total	4.485	239

Fonte: FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

6.3.1. Resultados dos testes de aderência

49. O Quadro 4 apresenta os resultados iniciais dos testes Qui-quadrado e K-S aplicados para o evento de mortalidade geral. Para este estudo, foram escolhidas sete tábuas, segmentadas por sexo, adiante nomeadas: RP-2000 Disabled (M&F), IAPC, Winklevoss, AT-49 (M&F), IAPC d.50 (IAPC Fraca), IBGE 2022 e Muller.



50. Como ilustrado no quadro a seguir, de acordo com o teste K-S, não há evidência que justifique a rejeição da hipótese de aderência de três das tábuas avaliadas. Por outro lado, no teste Qui-quadrado, há evidência para a rejeição de todas as tábuas.

Quadro 4: Mortalidade de Inválidos: Resultados dos testes qui-quadrados e k-s para as tábuas avaliadas

Tábua	Óbitos Estimados	Desvio	Graus de liberdade	χ^2 tabelado	χ^2 calculado	p-valor	χ^2 resultado	K-S teste	Dn	K-S resultado
RP-2000 Disabled (M&F)	975,99	-75,51%	9	16,9 2	559,03	0,00%	rejeita	0,0764	0,0878	não rejeita
IAPC	1.974,49	-87,90%	10	18,3 1	1.527,7 0	0,00%	rejeita	0,1172	0,0878	rejeita
Winklevoss	1.204,77	-80,16%	9	16,9 2	777,33	0,00%	rejeita	0,0857	0,0878	não rejeita
AT-49 (M&F)	611,41	-60,91%	8	15,5 1	236,97	0,00%	rejeita	0,1162	0,0878	rejeita
IAPC d.50 (IAPC Fraca)	987,25	-75,79%	10	18,3 1	571,60	0,00%	rejeita	0,1172	0,0878	rejeita
IBGE 2021	466,93	-48,81%	8	15,5 1	117,28	0,00%	rejeita	0,0665	0,0878	não rejeita
Muller	650,20	-64,63%	10	18,3 1	320,48	0,00%	rejeita	0,3211	0,0896	rejeita

Observações:

(1) Conforme a exigência do teste Qui-quadrado, que requer a estimativa de pelo menos cinco eventos por faixa etária, os dados observados foram agrupados, de acordo com a tábua a ser testada, entre 8 e 11 faixas de idade, resultando em (n - 1) graus de liberdade, onde 'n' representa o número de faixas etárias.

(2) No caso do teste K-S, o valor de 'N' utilizado para a definição do Dn foi o número de 239 óbitos observados.

Fonte: Elaborado pela FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

51. Considerando que o estudo anterior ainda está dentro do prazo de validade, recomendamos a manutenção da tábua do IBGE na versão de 2022, **IBGE 2022, segmentada por sexo**, que não foi rejeitada pelo teste K-S e é a tábua mínima indicada Portaria MTP nº 1.467, de 2022 para a premissa de mortalidade de inválidos.

6.4. Entrada em invalidez

52. A hipótese biométrica de entrada em invalidez é utilizada para projetar as aposentadorias por invalidez dos participantes ativos do plano, influenciando o custeio e o cálculo das obrigações correspondentes.

53. É importante registrar, inicialmente, que, quando um servidor ativo se invalida, mas que já tenha cumprido todas as condições para obtenção do benefício pleno de aposentadoria programada, a aposentadoria é concedida pela regra mais benéfica para o servidor, que, em geral, é a de aposentadoria programada. Portanto, a informação correspondente à “entrada em invalidez”, que consta da base de dados, diz respeito ao “tipo de aposentadoria” concedida (aposentadoria por invalidez). No entanto, pode ter ocorrido o seguinte fenômeno, qual seja, de servidores da ativa terem se invalidado, porém suas aposentadorias não terem sido concedidas “por invalidez”, mas como sendo “aposentadoria programada”, aspecto que, se tiver ocorrido, impediu de



capturarmos da base de dados a quantidade de aposentados efetivamente inválidos.

54. Cabe esclarecer que, de acordo com a Portaria MTP nº 1.467, de 2022, a tábua adotada não pode implicar em obrigações inferiores às alcançadas pela tábua de entrada invalidez Álvaro Vindas.
55. A hipótese biométrica de mortalidade geral é utilizada para projetar a sobrevivência dos participantes ativos, assistidos e beneficiários válidos do plano e influencia o custeio e o cálculo das obrigações do plano.
56. A tábua adotada na avaliação do encerramento do exercício de 2022 foi a **Light forte, suavizada em 78%**.
57. No período de análise, foram expostas, em média, 105.706 vidas em cada ano (considerando o número médio de ativos em cada ano do período de análise) e 282 entradas em invalidez foram observadas, conforme mostrado no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5: Entrada em Invalidez: Média anual de expostos e invalidez ocorridas, no período de 01/2018 a 12/2022

Ano (i)	Média de expostos no ano	Ocorridos (o _i)
2018	113.901	99
2019	108.728	125
2020	105.075	15
2021	101.391	40
2022	99.434	3
Total	105.706	282

Fonte: FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

6.4.1. Resultados dos testes de aderência

58. O Quadro 6 apresenta os resultados iniciais dos testes Qui-quadrado e K-S aplicados para o evento de entrada em invalidez. Para este estudo, foram escolhidas seis tábuas, adiante nomeadas: Álvaro Vindas, IAPB-57 Fraca, Light Forte s.78, Light Média, Muller e Prudencial (ferr. Aposent.).
59. Como ilustrado no quadro a seguir, de acordo com o teste K-S, não há evidência que justifique a rejeição da hipótese de aderência de três das tábuas avaliadas. Por outro lado, no teste Qui-quadrado, há evidência para a rejeição de todas as tábuas.



Quadro 6: Entrada em Invalidez: Resultados dos testes qui-quadrados e k-s para as tábuas avaliadas

Tábua	Óbitos Estimados	Desvio	Graus de liberdade	C ² tabelado	C ² calculado	p-valor	C ² resultado	K-S teste	Dn	K-S resultado
Álvaro Vindas	948,40	-70,27%	5	11,07	474,48	0,00%	rejeita	0,0726	0,0809	não rejeita
IAPB-57 Fraca	1.994,83	-85,86%	6	12,59	1.474,77	0,00%	rejeita	0,0944	0,0809	rejeita
Light Forte s.78	1.029,73	-72,61%	5	11,07	546,20	0,00%	rejeita	0,0799	0,0809	não rejeita
Light Média	3.051,71	-90,76%	6	12,59	2.514,73	0,00%	rejeita	0,0467	0,0809	não rejeita
Muller	2.018,72	-86,03%	6	12,59	1.497,78	0,00%	rejeita	0,0904	0,0809	rejeita
Prudencial (ferr. Aposent.)	3.612,50	-92,19%	5	11,07	3.071,77	0,00%	rejeita	0,1266	0,0809	rejeita

Observações:

(1) Conforme a exigência do teste Qui-quadrado, que requer a estimativa de pelo menos cinco eventos por faixa etária, os dados observados foram agrupados, de acordo com a tábua a ser testada, 6 faixas de idade, resultando em (n - 1) graus de liberdade, onde 'n' representa o número de faixas etárias.

(2) No caso do teste K-S, o valor de 'N' utilizado para a definição do Dn foi o número de 282 invalidez observadas.

Fonte: Elaborado pela FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

60. Considerando que o estudo anterior ainda está dentro do prazo de validade, recomendamos a manutenção da tábua **Light Forte, desagradada em 78% (Light Forte d.78)**, que não foi rejeitada pelo teste K-S.

6.5. Recomendação

61. O Quadro 7 apresenta o resumo dos resultados dos testes de aderência dos eventos biométricos concernentes ao RPPS do Município de São Paulo-SP.

Quadro 7: Tábuas Atuariais recomendadas para a Avaliação Atuarial de 31/12/2023 do RPPS do Município de São Paulo-SP

Evento Biométrico	Tábua Atuarial
Mortalidade Geral de Válidos	Susep BR-EMSsb-v.2010, agravada em 38%
Entrada em Invalidez	Light forte, suavizada em 78%
Mortalidade de Inválidos	IBGE 2022

Fonte: FIA

7. Hipótese da taxa de juros

62. A mensuração das obrigações atuariais de um plano de benefícios previdenciários requer o emprego de taxa de desconto apropriada para o cálculo do valor presente dos fluxos futuros dos benefícios e contribuições projetados para o horizonte de tempo indicado nas tábuas atuariais. Na avaliação de 31/12/2022, foi adotada a hipótese de **4,68% a.a.** para ambos os fundos, o Fundo Financeiro (FUNFIN) e o Fundo Previdenciário (FUNPREV).



7.1. Metodologia

63. De acordo com a Portaria MTP nº 1.467, de 2022, a definição da hipótese da taxa de juros real a ser utilizada nas avaliações atuariais dos RPPS observará a taxa cujo ponto da Estrutura a Termo de Taxa de Juros Média - ETTJ seja o mais próximo à duração do passivo do regime.
64. Vale destacar que o FUNPREV não reúne patrimônio (ativos financeiros) constituído para a cobertura integral de suas obrigações futuras e seus investimentos são de curtíssimo prazo, o que limita qualquer aplicação de médio ou longo prazo ou até mesmo a diversificação dos investimentos.

7.2. Resultado da análise

65. O Quadro 8, que será mostrado a seguir, detalha as durações do passivo calculadas na avaliação atuarial de 31/12/2022, além de apresentar os pontos médios da Expectativa de Tempo de Trabalho Justo (ETTJ) e as taxas de referência aplicáveis aos fundos FUNFIN e FUNPREV de acordo com as respectivas durações do passivo. Conforme o quadro, o FUNFIN tem uma duração do passivo de 15,37 anos, equivalente ao ponto médio da ETTJ de 15,50 e uma taxa de referência de 4,82% ao ano. Por outro lado, o FUNPREV apresenta uma duração do passivo mais curta, de 9,43 anos, equivalente ao ponto médio da ETTJ de 9,50 e uma taxa de referência de 4,58% ao ano.

Quadro 8: Duração do passivo, ponto médio da ETTJ e taxa referência por fundo

Fundo	Duração do Passivo	Ponto Médio da ETTJ	Taxa de referência
FUNFIN	15,37 anos	15,50	4,82% a.a.
FUNPREV	9,43 anos	9,50	4,58% a.a.

Fonte: Elaborado pela FIA a partir de informações fornecidas pelo RPPS.

7.3. Recomendação

66. Conforme metodologia definida na Portaria MTP nº 1.467/2022 e a ETTJ divulgada pela Portaria MPS nº 3.289/2023, para a avaliação atuarial datada de 31/12/2023, sugerimos a adoção de uma hipótese de taxa de juros real anual de **4,82%** ao ano para o fundo FUNFIN e de **4,58%** ao ano para o FUNPREV.

8. Fator de capacidade

67. A aplicação de fatores de determinação do valor real ao longo do tempo para salários e benefícios do plano, também conhecidos por fatores de capacidade,



visa quantificar o efeito inflacionário presente entre dois períodos avaliativos e desta forma expressar o poder aquisitivo, para salários e benefícios do plano, entre duas avaliações atuariais anuais. Estes fatores expressam a perda do valor monetário em razão da estimativa de inflação futura, não se confundido com a reposição mensal nos valores dos salários e dos benefícios da inflação passada, expressa pela variação do indexador inflacionário do plano de benefícios.

68. Para ser quantificado o fator de determinação do valor real ao longo do tempo é utilizada, como informação de entrada, a projeção de inflação de longo prazo estimada em pesquisa de mercado. Assim, o fator de determinação do valor real ao longo do tempo guarda correspondência biunívoca com o valor percentual da inflação estimada de longo prazo.
69. Segundo a Portaria MTP nº 1.467/2022 deve ser aquela estabelecida na grade de parâmetros macroeconômicos do Ministério da Fazenda, cujo valor é 3,55%.
70. Encontra-se demonstrado no Quadro nº 7 o cálculo do fator de determinação do valor real ao longo do tempo para salários e benefícios considerando a inflação de 3,55% ao ano.

Quadro 7: Demonstrativo do resultado do fator de determinação do valor real ao longo do tempo para salários e benefícios dos planos de benefícios considerando a inflação estimada de longo prazo de 3,55% ao ano

Ordem	Mês	Fator de deflação
0	janeiro	1,000000
1	fevereiro	0,997097
2	março	0,994203
3	abril	0,991317
4	maio	0,988439
5	junho	0,985570
6	julho	0,982709
7	agosto	0,979856
8	setembro	0,977012
9	outubro	0,974176
10	novembro	0,971348
11	dezembro	0,968529
SOMA		11,810256
MÉDIA		0,984188

Fonte: FIA

71. O resultado de 0,9842 expressa a média do fator de determinação para a inflação média de 3,55% ao ano. Assim, recomendamos para o fator de



determinação do valor real ao longo do tempo para salários e benefícios do plano o valor de 0,9842 para emprego na avaliação de 31/12/2023.

9. Taxa de Crescimento do Salário

72. A hipótese de Taxa de Crescimento Salarial tem por objetivo estimar o crescimento de caráter individual dos servidores ativos em sua respectiva carreira. Dita taxa de crescimento reflete, ao final, as regras de progressão e promoção da carreira de cada servidor, sendo que as regras de evolução salarial, em geral, dependem do tempo de permanência no cargo e de outras variáveis, como obtenção de títulos e méritos.
73. Importante destacar que a taxa de crescimento salarial mínima admitida pela citada Portaria MTP nº 1.467, de 2022.

9.1. Metodologia

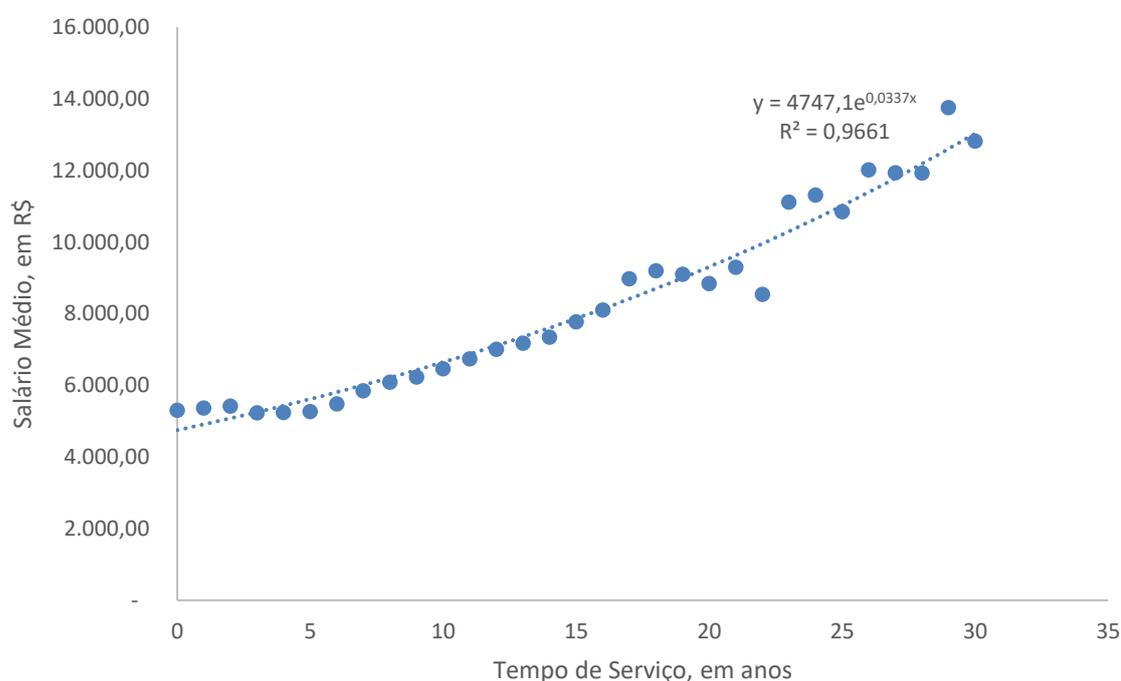
74. Tendo em vista a grande diversidade de carreiras nos quadros da Prefeitura de São Paulo e a baixa representatividade de população em algumas carreiras, análise individual de cada carreira ultrapassa o escopo deste estudo.
75. Para aprimorar a precisão do estudo, optou-se por realizar análises de regressão de forma independente para professores e profissionais da saúde. Adicionalmente, as carreiras foram categorizadas em três níveis de escolaridade: básico, médio e superior. Importante destacar que essa classificação não se aplica à categoria de professores, visto que essa profissão requer formação de nível superior. Na etapa de formulação das equações de regressão, optou-se por excluir dados extremos ou amostras pouco representativas, uma prática comum em pesquisas deste tipo.
76. Estando compreendida tal limitação, esta hipótese foi determinada por esta consultoria através da análise, por regressão exponencial, da relação entre o tempo de contribuição e o valor do salário médio dos servidores na data de 31/12/2023.
77. O **coeficiente de determinação (R^2)** será a medida para avaliar a adequação do ajustamento do modelo estatístico em relação aos valores observados. Registre-se que o valor da estatística R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Assim, quanto mais o valor de R^2 se aproxima de 100%, mais explicativo é modelo e, portanto, melhor ele se ajusta aos valores observados. Por exemplo, com R^2 de 0,90, podemos afirmar que 90% da variação de Y (salário médio) pode ser explicada pela variação de X (tempo de serviço), estando os 10% restantes desta variação relacionados a outros fatores.



9.2. Resultado da análise

78. Nos gráficos a seguir estão exibidas as curvas de evolução, para as 2 (duas) categorias de servidores e para as demais categorias, a **equação exponencial** e o **coeficiente de determinação (R²)** de cada curva, medida esta adequada de ajustamento do modelo estatístico em relação aos valores observados.
79. A equação de regressão obtida para os professores, demonstrada no Gráfico 3, apresentou coeficiente de determinação (R²) de 0.9691, evidenciando excelente ajuste ao modelo. Essa equação implica na taxa de crescimento anual de 3,18%.

Gráfico 3- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para professores

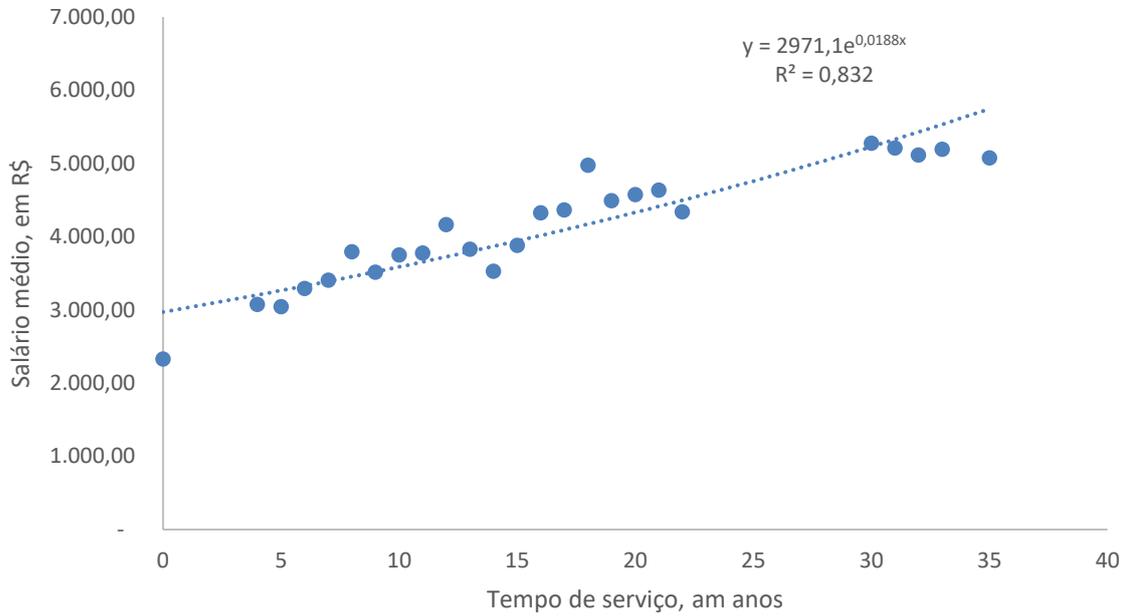


Fonte: FIA.

80. Os gráficos a seguir exibem as equações de regressão aplicadas aos profissionais de saúde de níveis médio e superior, respectivamente. A análise de regressão para profissionais de saúde de nível básico não se revelou eficaz devido à escassez de indivíduos nessa categoria de escolaridade. Portanto, para esse grupo, sugere-se a adoção de uma taxa de crescimento de 1%, conforme o mínimo de progressão estipulado na citada Portaria MTP nº 1.467, de 2022.
81. Para o nível médio, a equação de regressão, revelada no Gráfico 4, apresentou coeficiente de determinação (R²) de 0,8320. A equação obtida para os profissionais de saúde implica na taxa de crescimento anual de 1,90%.



Gráfico 4- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para profissionais da saúde (nível médio)

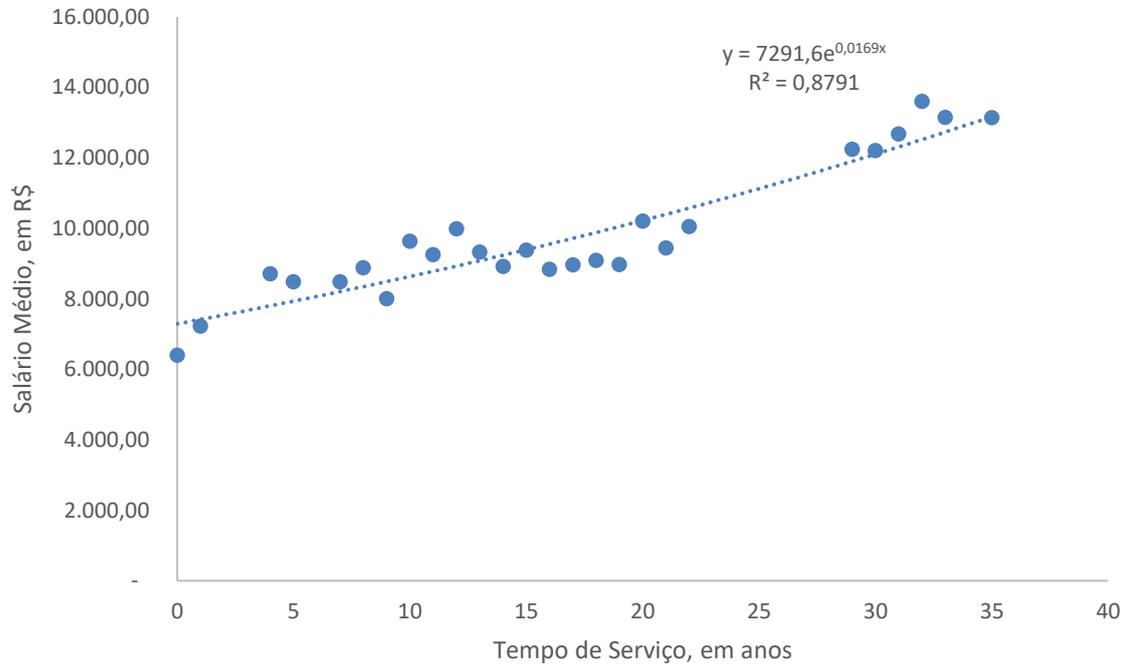


Fonte: FIA.

82. Para o nível superior, a equação de regressão correspondente aos profissionais de saúde, indicada no Gráfico 5, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,8791 e taxa de crescimento anual de 1,70%.



Gráfico 5- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para profissionais da saúde (nível superior)

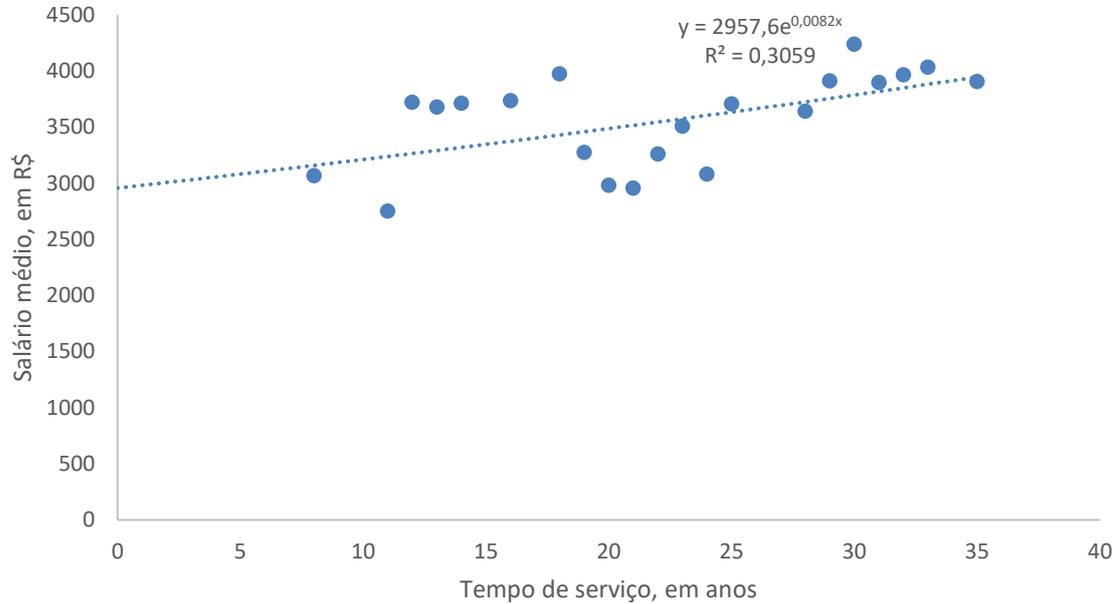


Fonte: FIA.

83. Os gráficos a seguir exibem as equações de regressão para os servidores não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde, nas carreiras de nível básico, médio e superior.
84. A equação de regressão para as demais categorias de servidores de nível básico, revelado no Gráfico 6, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,3059 e taxa de crescimento salarial anual de 0,82%.



Gráfico 6- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para servidores ativos não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde (nível básico)

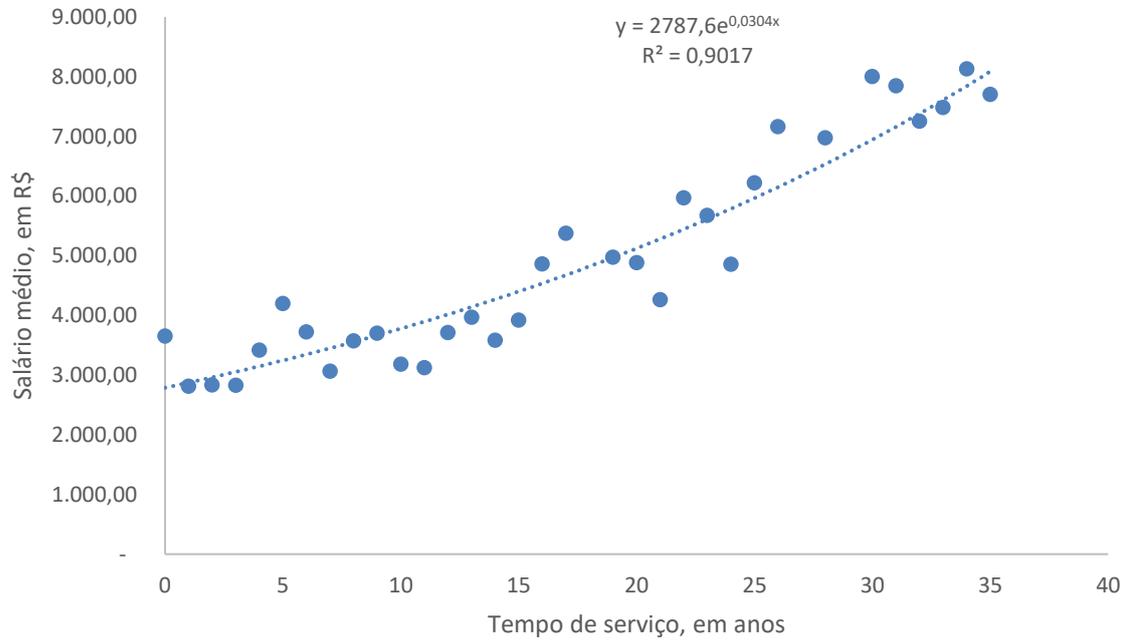


Fonte: FIA.

85. A equação de regressão para as demais categorias de servidores de nível médio, demonstrado no Gráfico 7, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,9017 e taxa de crescimento anual de 3,09%.



Gráfico 7- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para servidores ativos não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde (nível médio)

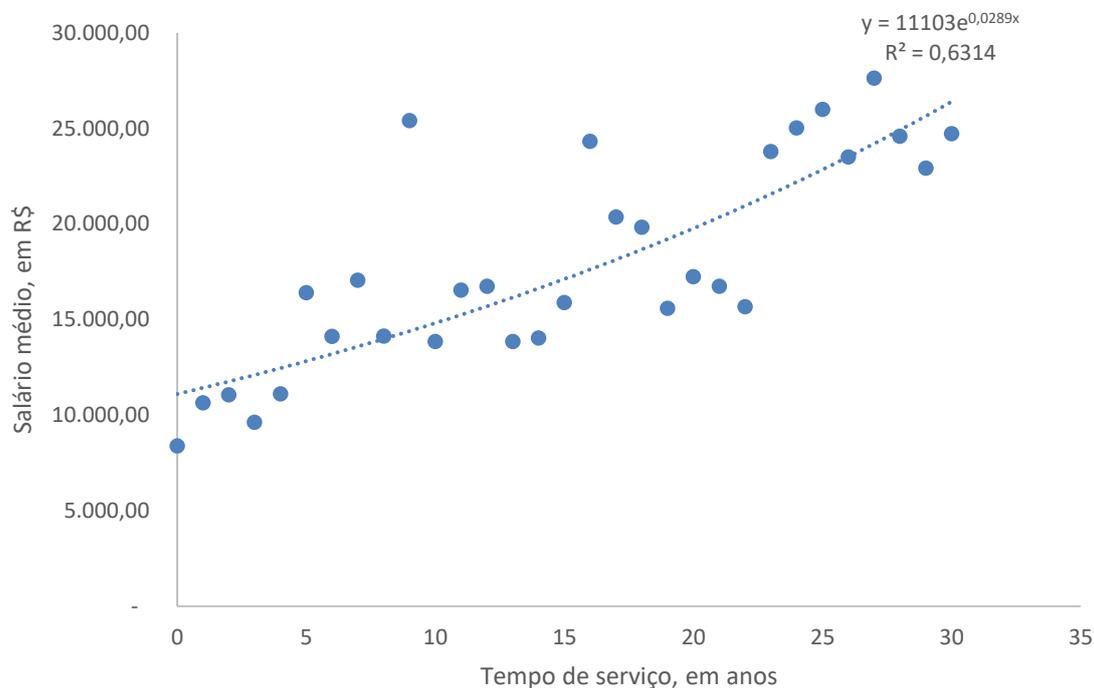


Fonte: FIA.

86. A equação de regressão para as demais categorias de servidores de nível superior, mostrado no Gráfico 10, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,6314 e taxa de crescimento anual de 2,93%.



Gráfico 8- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para servidores ativos não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde (nível superior)



Fonte: FIA.

9.3. Recomendação

87. No Quadro 8, a seguir, é apresentado resumo com as taxas de Crescimento Salarial por Mérito recomendadas para a avaliação atuarial de 31/12/2023.

88. Por fim, cumpre registrar que a taxa agregada de crescimento é superior à taxa de crescimento salarial mínima admitida pela citada Portaria MTP nº 1.467, de 2022.

Quadro 8: Hipótese de Taxa de Crescimento Salarial por Mérito, por Agrupamento de Servidores

Categoria	Nível de Carreira	Taxa de crescimento	R ²
Professor	Todos	3,08%	0,9661
Profissionais da saúde	Básico	1,00%	N/A
	Médio	1,90%	0,832
	Superior	1,70%	0,8781
Demais	Básico	0,82%	0,3059
	Médio	3,09%	0,9017
	Superior	2,93%	0,6314

Fonte: FIA.



10. Hipótese de Composição familiar

89. A hipótese de composição do grupo familiar é utilizada como critério para calcular as obrigações atuariais relativas ao pagamento de pensões por morte decorrentes do falecimento de segurados ativos e aposentados do RPPS.

10.1. Metodologia

90. De acordo com a Portaria MTP nº 1.467/2022, na ausência ou na presença de dados cadastrais inconsistentes dos dependentes, torna-se necessário estimar a composição do grupo familiar. Essa estimativa, ainda de acordo com a Portaria, deve ser realizada adotando-se uma abordagem conservadora, visando minimizar riscos e impactos nos custos e provisões do plano.

91. Foram considerados os dados dos servidores ativos e aposentados que têm dependentes registrados em seus cadastros. Essas informações foram então extrapoladas e aplicadas aos segurados que não possuem registros de dependentes em seus cadastros.

10.2. Resultado da análise

92. A análise dos dados cadastrais indica uma notável diferença no perfil dos dependentes gênero. Os cônjuges de homens são, em média, 2 anos mais jovens que os segurados, enquanto os cônjuges de mulheres são, em média, 2 anos mais velhos que seus titulares.

93. Dos aposentados que informaram dependentes, 86,6% informaram cônjuge ou companheiro. Considerando a maturidade desse grupo, essa probabilidade de possuir cônjuge será estendido para os demais segurados.

10.3. Recomendação

94. Dessa forma, para a avaliação de 31/12/2023 recomenda-se a seguinte hipótese:

- **Segurado do sexo masculino:** probabilidade de 86,6% de ter um cônjuge 3,1 anos mais jovem que o titular; e
- **Segurado do sexo feminino:** probabilidade de 86,6% de ter um cônjuge 2,4 anos mais velho que o titular.



11. Considerações Finais

95. No Quadro 13 mostrado a seguir, encontram-se relacionadas todas as hipóteses selecionadas por este estudo de aderência.

Quadro 13: Hipóteses atuariais adotadas na avaliação

Hipótese	Valor
Mortalidade Geral de Válidos	Susep BR-EMSsb-v.2010, agravada em 38%
Entrada em Invalidez	Light forte, suavizada em 78%
Mortalidade de Inválidos	IBGE 2022
Hipótese da taxa de juros	4,82%a.a. (FUNFIN) e 4,58%a.a. (FUNPREV)
Fator de capacidade	98,42%
Taxa de Crescimento do Salário	Entre 0,82% e 3,09%, conforme categoria e nível da carreira
Hipótese de Composição familiar	Homem: probabilidade de 86,6% de ter um cônjuge 3,1 anos mais jovem que o titular; e Mulher: probabilidade de 86,6% de ter um cônjuge 2,4 anos mais velho que o titular.
Tempo de previdência anterior à entrada no Ente	Homem: 45,68% do tempo decorrido entre a idade de sua posse e 18 anos. Mulher: 36,19% do tempo decorrido entre a idade de sua posse e 18 anos.
Postergação da Aposentadoria	5,10 anos

Fonte: FIA.

Antonio Mário Rattes de Oliveira
Atuário – MIBA 1162

