



Relatório dos Estudos Técnicos de Aderência das Hipóteses Atuariais para efeito de utilização na Avaliação Atuarial do encerramento do exercício de 2020 do Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) do município de São Paulo-SP, referente ao Produto P2-A do Módulo 3 do Contrato nº 004/2019.

São Paulo, 30 de março de 2021

Relatório dos Estudos Técnicos de Aderência das Hipóteses Atuariais – IPREM

Relatório dos Estudos Técnicos de Aderência das Hipóteses Atuariais para efeito de utilização na Avaliação Atuarial do encerramento do exercício de 2020 do Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) do município de São Paulo-SP, administrado pelo Instituto de Previdência Municipal de São Paulo (IPREM).

São Paulo, 30 de março de 2021

Sumário

1. Considerações Iniciais	4
2. Objetivo	4
3. Base Cadastral	4
4. Hipóteses biométricas	5
4.1. Metodologia	5
4.1.1. Teste Qui-quadrado	5
4.1.2. Breve descrição do teste Qui-quadrado	5
4.1.3. Nível de significância do teste e P-value	6
4.1.4. Simulação de Monte Carlo para convalidar o resultado do teste Qui-quadrado	7
4.1.5. Informações dos resultados das simulações de Monte Carlo	7
4.1.6. Procedimentos metodológicos	7
4.2. Mortalidade Geral	8
4.2.1. Resultados dos testes de aderência	8
4.2.2. Resultados da simulação de Monte Carlo para a tábua selecionada	10
4.3. Entrada em Invalidez	10
4.4. Mortalidade de Inválidos	13
4.5. Resumo	13
5. Hipótese da taxa de juros	14
6. Fator de capacidade	14
7. Taxa de Crescimento do Salário	16
8. Hipótese de Composição familiar	23
9. Tempo de previdência anterior à entrada no Ente Municipal	23
10. Postergação da Aposentadoria	25
11. Considerações Finais	25

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. Este relatório tem por objetivo apresentar a proposição fundamentada do conjunto das hipóteses e premissas atuariais para efeito de utilização na Avaliação Atuarial do encerramento do exercício de 2020 do Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) do município de São Paulo, administrado pelo Instituto de Previdência Municipal de São Paulo (IPREM).

3. Base Cadastral

6. 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 30/09/2020.

4. Hipóteses biométricas

7. Por falta de informação consistente relativa aos eventos biométricos, optamos por manter as hipóteses adotadas na avaliação anterior. A seguir, apresentamos resumo do estudo que fundamentou essas hipóteses biométricas.
8. No presente estudo serão apresentados para cada tábua biométrica adotada na avaliação atuarial, testes de aderência entre os valores observados e os esperados durante o período de 3 (três) anos, de janeiro/2013 a dezembro/2015 para os eventos de mortalidade geral de válidos e de entrada em invalidez de ativos. A aderência para o evento de mortalidade de inválidos não pode ser averiguada, pois as informações relativas aos óbitos dos aposentados por invalidez não foram informadas na base.

4.1. Metodologia

9. A adequação da tábua biométrica pode ser atestada por meio de estudo específico entre o comportamento demográfico da massa de participantes e assistidos vinculados ao RPPS e a respectiva tábua biométrica utilizada. O método escolhido para verificar a aderência das tábuas biométricas foi o teste estatístico Qui-quadrado.

4.1.1. Teste Qui-quadrado

10. 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.

4.1.2. Breve descrição do teste Qui-quadrado

11. 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.

12. 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

13. 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:

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

14. 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 :

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

15. 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 cinco).
16. 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.

4.1.3. Nível de significância do teste e P-value

17. 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) 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 etárias em que foram distribuídos os dados).

4.1.4. Simulação de Monte Carlo para convalidar o resultado do teste Qui-quadrado

18. O teste estatístico Qui-quadrado possui uma importante vantagem para a tomada de decisão, vez que determina, com base em comparação quantitativa, se a aderência da tábua pode ou não ser rejeitada para o grupo analisado. Entretanto, o teste não permite ao avaliador obter maiores informações acerca das discrepâncias ocorridas em cada faixa etária.
19. Neste estudo foi utilizada ainda, como complemento, a técnica de simulação de Monte Carlo, com o objetivo de melhor evidenciar as diferenças observadas em cada faixa. Foram simuladas 10.000 (dez mil) corridas, sendo possível observar a distribuição da frequência esperada de acordo com as probabilidades estabelecidas na tábua sob análise. Os resultados das simulações ficam expressos no gráfico *box-plot*.

4.1.5. Informações dos resultados das simulações de Monte Carlo

20. O gráfico Box-plot tem desenho cujo formato permite apresentar informações acerca da variabilidade dos dados e de valores atípicos que podem influenciar o cálculo de medidas, a exemplo da média aritmética. Esse tipo de gráfico pode ser configurado de diversas formas. Neste estudo, a caixa central é construída de tal maneira que corresponda aos 50% (cinquenta por cento) dos valores centrais observados na simulação e a frequência esperada é representada por um ponto dentro da caixa. Os valores extremos são excluídos da representação, de maneira que os 5% (cinco por cento) maiores e os 5% (cinco por cento) menores valores são omitidos do gráfico. Os valores restantes são apresentados de modo que a linha vertical superior à caixa represente os primeiros 20% (vinte por cento) valores superiores aos representados na caixa. De forma análoga, a linha inferior representa os 20% (vinte por cento) inferiores restantes aos omitidos pelo gráfico.
21. Dessa forma, quando um valor ocorrido fica dentro da caixa, ele está na faixa dos 50% valores mais próximos do valor esperado. Se determinada ocorrência ficar acima ou abaixo das barras verticais, significa que ela está fora de 90% (noventa por cento) dos dados simulados que é, em tese, o que ocorre quando, no teste Qui-quadrado, rejeita-se a hipótese de que a distribuição das frequências observadas esteja de acordo com a esperada, ao nível de 10% (dez por cento).

4.1.6. Procedimentos metodológicos

22. Para averiguar aderência das tábuas biométricas, foram realizados testes com os eventos de morte apresentados em faixas etárias. As idades foram agrupadas em faixas etárias de forma que a frequência esperada de cada faixa etária seja no mínimo cinco,

relevante do ponto de vista estatístico, considerando-se a especificidade de cada grupo analisado.

23. Os eventos observados de mortalidade geral foram comparados com os eventos esperados pelas tábuas biométricas adotadas.
24. Na primeira fase de realização do teste, a tábua adotada na última avaliação é submetida ao teste Qui-quadrado.
25. Caso a tábua não seja aderente, outras tábuas são submetidas ao teste.

4.2. Mortalidade Geral

26. 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.

4.2.1. Resultados dos testes de aderência

27. Foram selecionadas 9 (nove) tábuas, segmentadas por sexo, para a realização do estudo, adiante nomeadas: AT2000, AT-2000 Basic, AT-83 Basic, BR-EMSsb-v.2010 (Susep), BR-EMSsb-v.2015 (Susep), GAM-83 Male Basic, RP-2000, UP-94 e IBGE 2013. Vale recordar que o objetivo principal do teste Qui-quadrado é a apuração da taxa de ajuste de tábua para minimizar a diferença acumulada entre valores esperados e valores observados.
28. No Quadro 1 estão demonstrados os resultados dos testes depois de aplicados os ajustes das tábuas atuariais avaliadas.

Quadro 1: Mortalidade Geral: Resultados dos testes Qui-quadrado para as tábuas avaliadas com ajustes

Tábua	Ajuste	Óbitos Esperados	Desvio	Graus de liberdade	χ^2 tabelado	χ^2 calculado	p-value	Resultado
AT-2000	22,0%	4.852,5	-0,25%	65	84,82	94,23	1,04%	Rejeita
AT-2000 Basic	9,0%	4.822,1	0,38%	65	84,82	93,77	1,13%	Rejeita
AT-83 Basic	-19,0%	4.830,9	0,20%	63	82,53	151,33	0,00%	Rejeita
BR-EMSsb-v.2010 (Susep)	38,0%	4.829,1	0,24%	66	85,96	72,34	27,67%	Não Rejeita
BR-EMSsb-v.2015 (Susep)	40,0%	4.825,2	0,32%	65	84,82	91,26	1,75%	Rejeita
GAM-83 Basic	-19,0%	4.830,9	0,20%	63	82,53	151,33	0,00%	Rejeita
RP-2000	-12,0%	4.819,0	0,45%	63	82,53	196,18	0,00%	Rejeita
UP-94	-10,0%	4.853,7	-0,27%	64	83,68	138,58	0,00%	Rejeita
IBGE	-32,0%	4.807,6	0,69%	66	85,96	178,52	0,00%	Rejeita

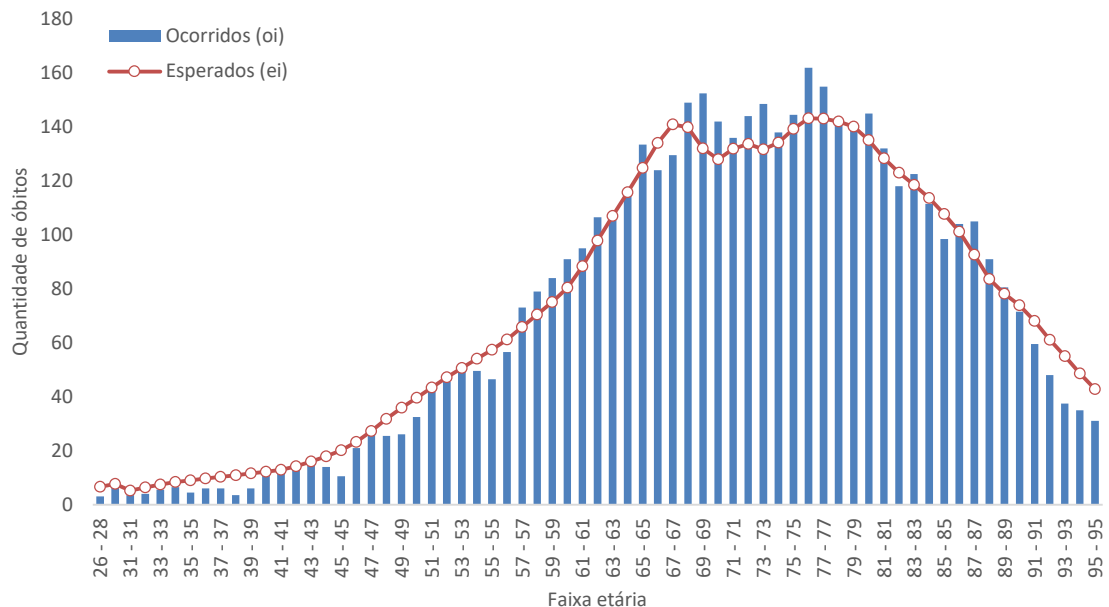
Obs.: A quantidade de óbitos ocorridos no período foi de 4.840.

Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

29. Como observado do quadro anterior, para apenas 1 (uma) tábua — BR-EMSsb-v.2010 — os testes indicaram que não há evidência estatística para se rejeitar a hipótese de aderência da mencionada tábua à população analisada (H_0), ao nível de significância de 5% (cinco por cento). Dessa forma, pelo critério do teste Qui-quadrado a **tábua Susep BR-EMSsb-v.2010, agravada em 38%** (isto é, com aumento de 38% nas taxas originais de mortalidade), revelou ser aquela mais aderente dentre o conjunto de tábuas testadas, importando dizer que não há evidência estatística para se rejeitar a hipótese de aderência da mencionada tábua à população analisada ao nível de até 27,67% de significância.

30. O Gráfico 1, adiante, permite a visualização dos resultados entre valores esperados e valores observados, os quais se encontram anotados no quadro anterior.

Gráfico 1- Mortalidade Geral: Comparação, por faixa etária, entre os óbitos ocorridos e esperados no período de análise



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

31. No Quadro 2, adiante, são apresentados os resultados do teste Qui-quadrado para a tábua selecionada e período avaliado. Sendo o $\chi^2_{calculado} < \chi^2_{tabelado}$, o teste conclui, por inferência, que não há evidência estatística para se rejeitar a hipótese de aderência da tábua à população analisada (H_0), ao nível de significância de 5%. Essa hipótese não pode ser rejeitada ao nível de até 27,67% de significância.

Quadro 2: Mortalidade Geral: Resultados do Teste Qui-quadrado, por faixa etária, para a tábua selecionada, no período de janeiro/2013 a dezembro/2015

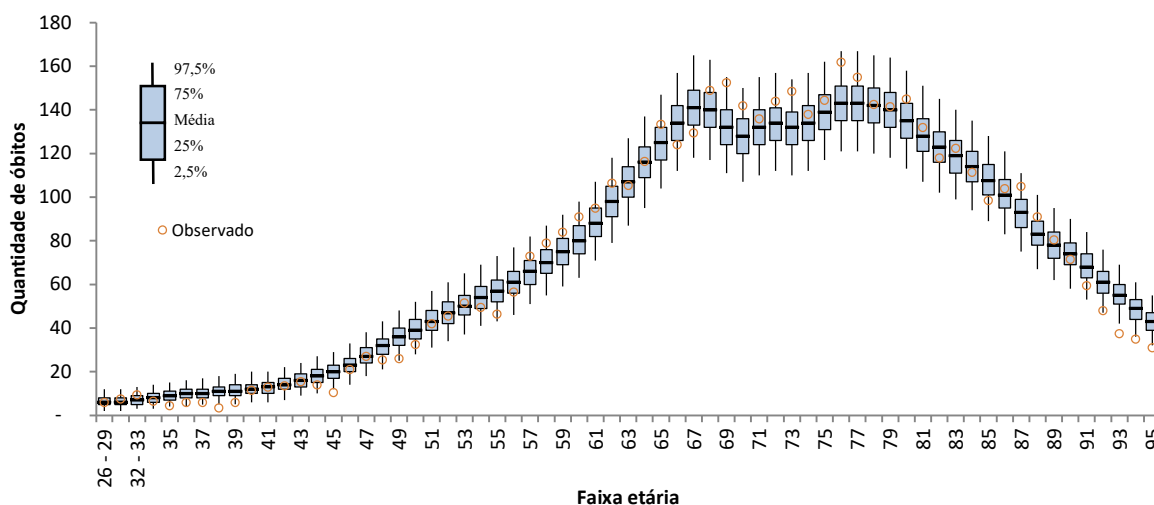
Resultados do Teste Qui-quadrado	
Graus de Liberdade	66
χ^2 calculado	72,34
Nível de significância	5,00%
χ^2 tabelado	85,96
Resultado	Não rejeita H0
p-value	27,67%

Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

4.2.2. Resultados da simulação de Monte Carlo para a tábua selecionada

32. No Gráfico 2 é apresentada a distribuição da frequência, por faixa etária, obtida em simulação de 10.000 (dez mil) corridas em um gráfico do tipo *box-plot*.

Gráfico 2- Mortalidade Geral: Comparação, por faixa etária, entre os óbitos ocorridos e observados em simulação de 10.000 corridas pela tábua selecionada, no período de janeiro/2013 a dezembro/2015



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

33. Resta ressaltar que a hipótese de mortalidade geral de válidos é a mais relevante entre as premissas biométricas, a qual se juntam as hipóteses de entrada em invalidez e a de mortalidade de inválidos.

4.3. Entrada em Invalidez

34. 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.

35. 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.

36. Dessa forma, para fins do estudo de aderência da hipótese de entrada em invalidez, foram desconsideradas as mulheres com 55 anos ou mais e os homens com 60 anos ou mais de idade, que são as idades mínimas de elegibilidade ao benefício de aposentadoria programada no serviço público. Ainda que a idade não seja o único critério de elegibilidade para a aposentadoria, e havendo servidores com outras regras de elegibilidade, esse tratamento minimiza a possibilidade das informações concernentes à “entrada em invalidez” estarem subavaliadas para essas idades.
37. Foram selecionadas 6 (seis) tábuas para a realização do estudo, adiante nomeadas: Álvaro Vindas, IAPB-57 Fraca, Light Fraca, Light Média, Muller e Prudential (ferr. aposent.). Todas as tábuas são para ambos os sexos.
38. No Quadro 3 estão demonstrados os resultados dos testes depois de aplicados os ajustes das tábuas.

Quadro 3: Entrada em invalidez: Resultados dos testes Qui-quadrado para as tábuas avaliadas com ajustes

Tábua	Ajuste	Entradas em Invalidez Esperadas	Desvio	Graus de liberdade	χ^2 tabelado	χ^2 calculado	<i>p-value</i>	Resultado
Álvaro vindas	18,0%	493,1	0,38%	21	32,67	27,70	14,88 %	Não Rejeita
IAPB-57 fraca	-42,0%	493,0	0,41%	21	32,67	30,25	8,71%	Não Rejeita
Light forte	-78,0%	496,2	-0,24%	21	32,67	22,80	35,46 %	Não Rejeita
Light média	-65,0%	499,0	-0,81%	21	32,67	24,89	25,21 %	Não Rejeita
Muller	-42,0%	497,4	-0,48%	21	32,67	37,91	1,32%	Rejeita
Prudential (ferr. Aposent.)	-69,0%	500,3	-1,07%	19	30,14	65,05	0,00%	Rejeita

Obs.: A quantidade de entradas em invalidez observada no período foi de 495.

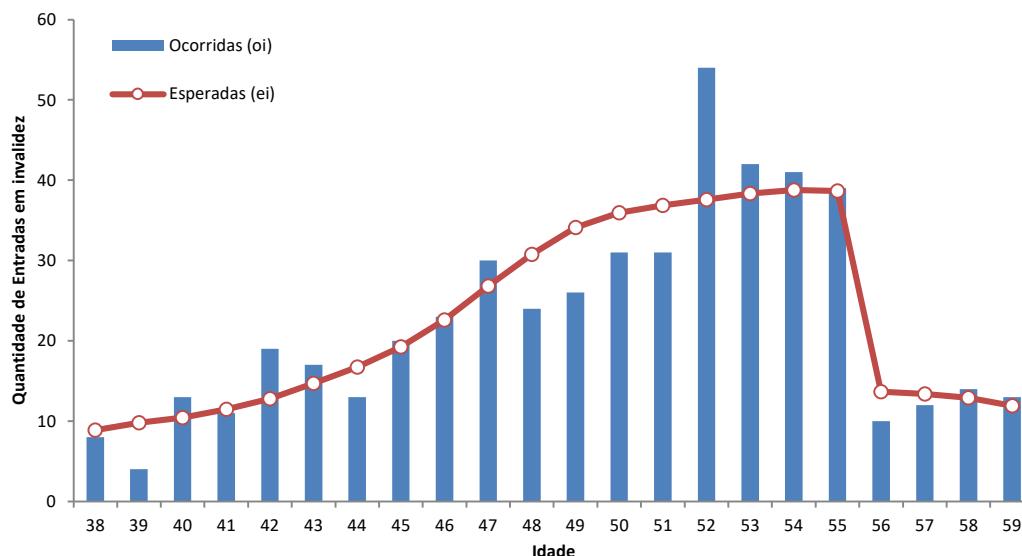
Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

39. Como observado do quadro acima, para 4 (quatro) tábuas —Álvaro Vindas, IAPB-57 fraca, Light forte e Light média — os testes indicam que não há evidência estatística para se rejeitar a hipótese de aderência dessas tábuas à população analisada (H_0), ao nível de significância de 5% (cinco por cento). Por sua vez, pelo critério de classificação do *p-value*, a **tábua Light forte, suavizada em 78%** (com redução de 78% nas taxas originais de entrada em invalidez), revelou ser aquela mais aderente dentre o conjunto de tábuas testadas, importando dizer que não há evidência estatística para se rejeitar

a hipótese de aderência da mencionada tábua à população analisada ao nível de até 35,46% de significância.

40. O Gráfico 3, adiante, permite visualizar os resultados entre valores esperados e valores observados, os quais se encontram anotados no quadro anterior.

Gráfico 3- Entrada em invalidez: Comparação, por faixa etária, entre as entradas em invalidez ocorridas e esperadas no período de análise



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

41. No Quadro 5 são apresentados os resultados do teste Qui-quadrado para a tábua selecionada e período avaliado. Sendo o $\chi^2_{calculado} < \chi^2_{tabelado}$, o teste conclui, por inferência, que não há evidência estatística para se rejeitar a hipótese de aderência da tábua à população analisada (H_0), ao nível de significância de 5%. Essa hipótese não pode ser rejeitada ao nível de até 35,46% de significância.

Quadro 5: Entrada em Invalidez: Resultados do teste qui-quadrado, por faixa etária, para a tábua selecionada, no período de janeiro/2013 a dezembro/2015

Resultados do Teste Qui-quadrado	
Graus de Liberdade	21
$\chi^2_{calculado}$	22,80
Nível de significância	5,00%
$\chi^2_{tabelado}$	32,67
Resultado	Não rejeita H0
p-value	35,46%

Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

4.4. Mortalidade de Inválidos

42. 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.
43. Por sua vez, na base de dados as informações relativas à mortalidade e entrada em invalidez foram enviadas em um único campo (Motivo da Vacância), com a distinção de “1 – Morte” e “6 – Aposentadoria por Invalidez”. Na ocorrência de óbitos de servidores classificados como Aposentadoria por Invalidez, sua classificação é alterada de “6” para “1”, não sendo mantida a informação de que o respectivo óbito corresponda a um aposentado por invalidez, de forma que a verificação dessa correspondência constitui enorme desafio, dada a extensão da base de dados.
44. De fato, o levantamento das informações, que visem à identificação dos quantitativos de óbitos de aposentados por invalidez, exigirá exaustivo trabalho de garimpagem nas antigas bases de dados. Dessa forma, ponderados o esforço e o tempo que seriam despendidos nesse processo, a finalização da base de dados fornecida pelo IPREM, efetuados os ajustes para efeito de realização das consultas indispensáveis aos testes de aderência, não apresentou a indicação de morte dos aposentados inválidos, impossibilitando o estudo para esse evento biométrico.
45. Assim, diante da impossibilidade da realização do estudo de aderência para a mortalidade de inválidos, recomendamos para essa hipótese a adoção da tábua mínima indicada na Secretaria de Previdência para a premissa de mortalidade de inválidos, a tábua **IBGE**.

4.5. Resumo

46. O Quadro 6 apresenta o resumo dos resultados dos testes de aderência dos eventos biométricos concernentes ao RPPS do Município de São Paulo-SP.

Quadro 6: Tábuas Atuariais recomendadas para a Avaliação Atuarial de 31/12/2020 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

Fonte: FIA

5. Hipótese da taxa de juros

47. O IPREM funciona, atualmente, em regime financeiro de repartição simples, não reúne patrimônio (ativos financeiros) constituído para a cobertura de suas obrigações futuras e seus investimentos são de curtíssimo prazo, o que impossibilita a adoção da abordagem da taxa esperada de retorno dos ativos para a determinação da hipótese da taxa de juros.
48. Reconhecendo-se, ainda, que os ativos e os passivos dos planos de benefícios possuem riscos distintos, significando dizer que os mesmos não podem ser avaliados de igual modo, uma outra abordagem (ou critério) para a determinação do valor presente dos fluxos do passivo de um plano de benefícios baseia-se em seu valor de mercado. Entretanto, uma vez que não há um mercado para negociação desses passivos, é difícil ser realizada uma avaliação a valor de mercado, diferentemente do que ocorre com os ativos. Para suprir tal limitação é usual a adoção, como referência, das rentabilidades estimadas de títulos privados de primeira linha, ou de títulos públicos federais, para se determinar esse valor de mercado.
49. Assim, tendo em vista a impossibilidade da adoção da abordagem da taxa esperada de retorno dos ativos para a determinação da hipótese da taxa real anual de juros, posto que o IPREM não detém, atualmente, patrimônio constituído para a cobertura de suas obrigações futuras, recomendamos a adoção da taxa de **5% (cinco por cento)** ao ano como hipótese da taxa real anual de juros na Avaliação Atuarial do encerramento do exercício de 2020 do RPPS do Município de São Paulo, a mesma aplicada no cálculo atuarial do exercício anterior.

6. Fator de capacidade

50. 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.

51. 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.
52. Visando estabelecer a inflação de longo prazo, que corresponde ao valor de capacidade para o ano de 2021, tomamos por base as metas para inflação, assim estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) – de 3,75% (2021), de 3,50% (2022) e de 3,25% (2023), conforme Resolução BACEN nº 4.671, de 26/06/2018, Resolução BACEN nº 4.724, de 27/06/2019, e Resolução BACEN nº 4.831, de 25/06/2020, respectivamente –, cuja média resultou 3,5% (três e meio por cento) ao ano, percentual este que corresponde ao fator de determinação do valor real ao longo do tempo para salários e benefícios.
53. 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 3,50% 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 3,50% ao ano

Ordem	Mês	Fator de deflação
0	janeiro	1,000000
1	fevereiro	0,997137
2	março	0,994283
3	abril	0,991437
4	maio	0,988598
5	junho	0,985768
6	julho	0,982946
7	agosto	0,980133
8	setembro	0,977327
9	outubro	0,974529
10	novembro	0,971739
11	dezembro	0,968957
SOMA		11,812854
MÉDIA		0,984405

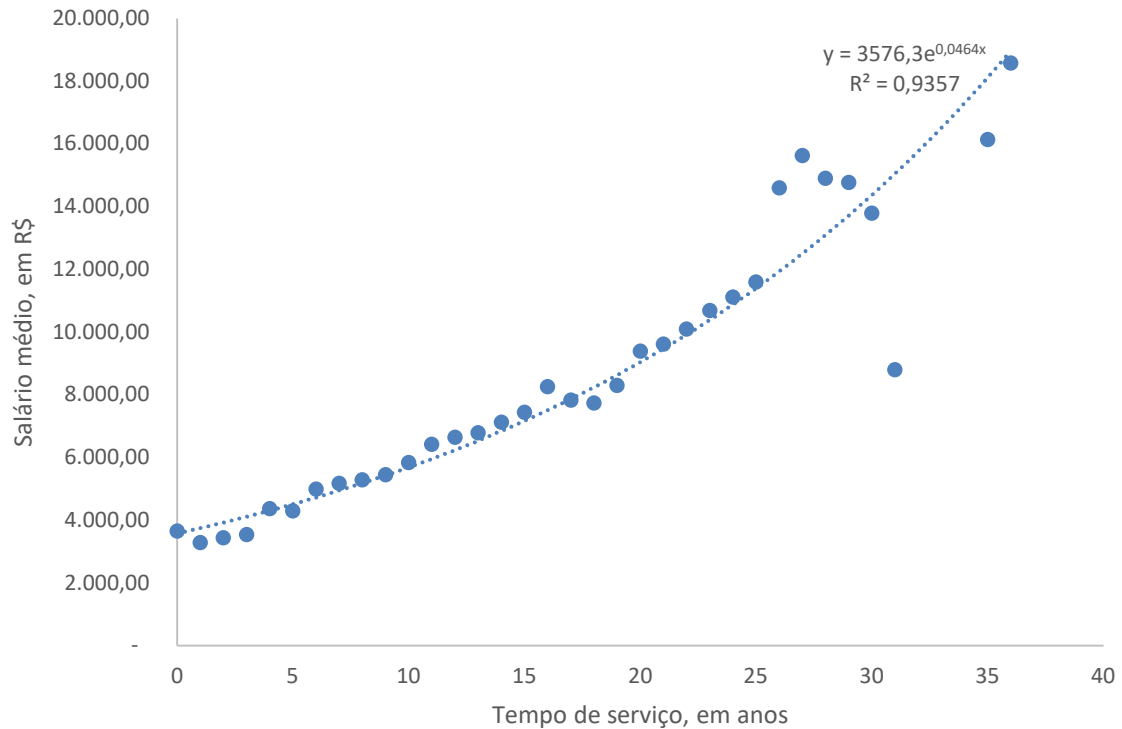
Fonte: FIA

54. O resultado de 0,9844 expressa a média do fator de determinação para a inflação média de 3,50% 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 0,98 para emprego na avaliação de 31/12/2020.

7. Taxa de Crescimento do Salário

55. 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. Tendo em vista a grande diversidade de carreiras nos quadros da Prefeitura de São Paulo, análise individual de cada carreira ultrapassa o escopo deste estudo.
56. 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 da avaliação.
57. Visando melhorar a aderência do estudo, foi realizar a regressão, separadamente, para professores e profissionais da saúde. Além disso, as carreiras foram divididas nos 3 (três) níveis de escolaridade – básico, médio e superior. Por fim, na obtenção das equações de regressão os pontos extremos ou que continham amostra pouco representativa foram desconsiderados, procedimento usual em estudos da espécie.
58. Os gráficos 4 a 10, 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 (R^2)** de cada curva, medida esta adequada de 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.
59. A equação de regressão obtida para os professores, demonstrada no Gráfico 4, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,9357, evidenciando excelente ajuste ao modelo. Essa equação implica na taxa de crescimento anual de 4,74%.

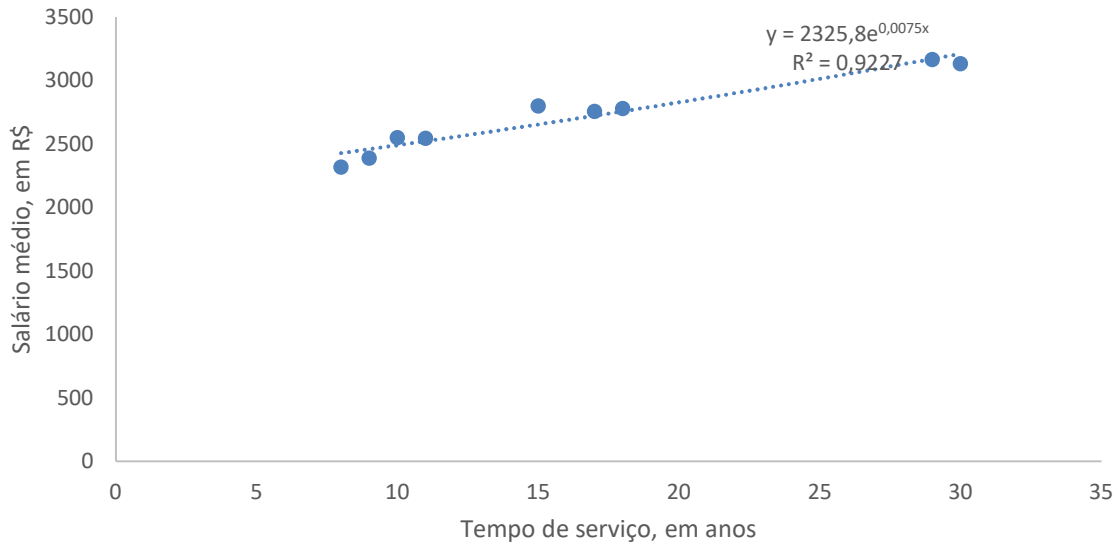
Gráfico 4- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para professores, em 30/09/2020



Fonte: FIA.

60. Os Gráficos 5, 6 e 7 apresentam as equações de regressão para os profissionais de saúde, nas carreiras de nível básico, médio e superior, respectivamente.
61. Para o nível básico, a equação de regressão para os profissionais de saúde, demonstrada no Gráfico 5, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,9227, também evidenciando ótimo ajuste, ainda que de menor percentual que o modelo para professores. A equação obtida indica taxa de crescimento anual de 0,75%.

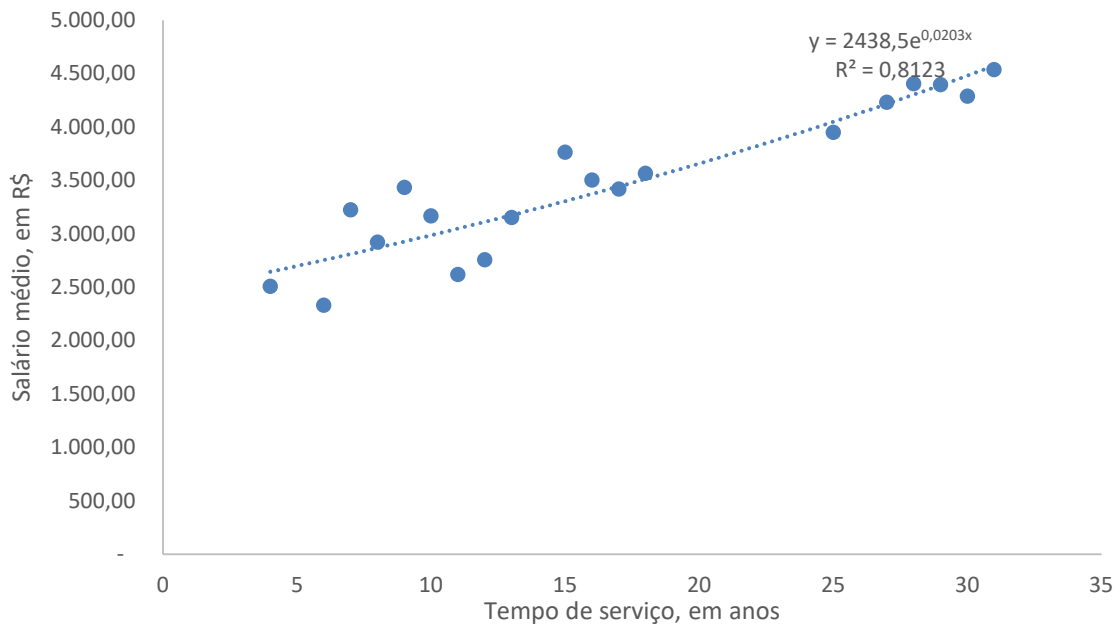
Gráfico 5- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para profissionais da saúde (nível básico), em 30/09/2020



Fonte: FIA.

62. Para o nível médio, a equação de regressão, revelada no Gráfico 6, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,8123. A equação obtida para os profissionais de saúde implica na taxa de crescimento anual de 2,05%.

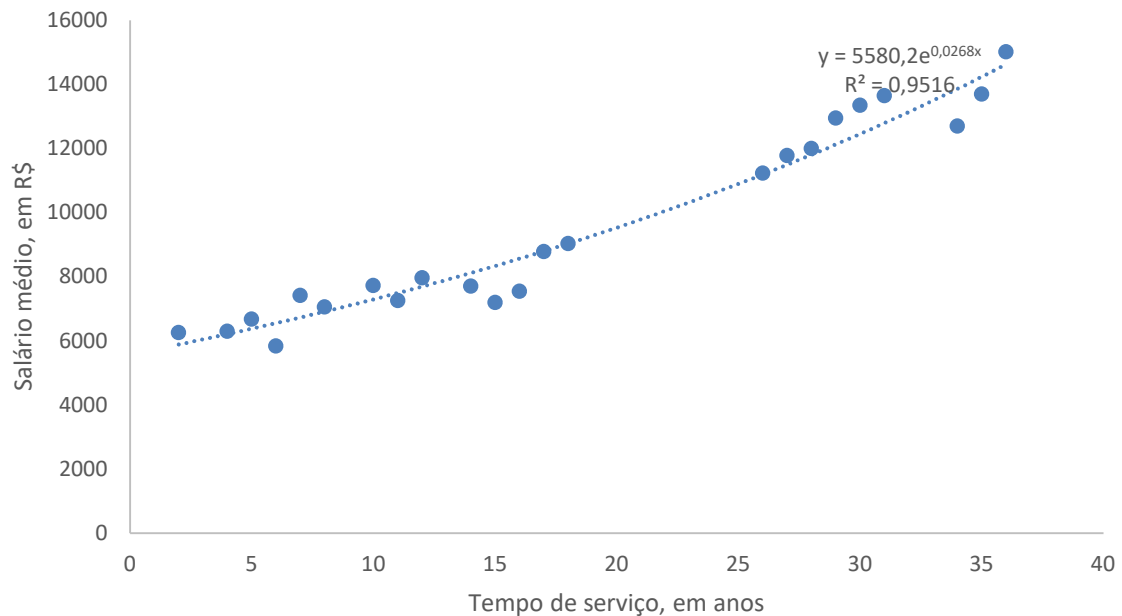
Gráfico 6- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para profissionais da saúde (nível médio), em 30/09/2020



Fonte: FIA.

63. Para o nível superior, a equação de regressão correspondente aos profissionais de saúde, indicada no Gráfico 7, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,9516 e taxa de crescimento anual de 2,71%.

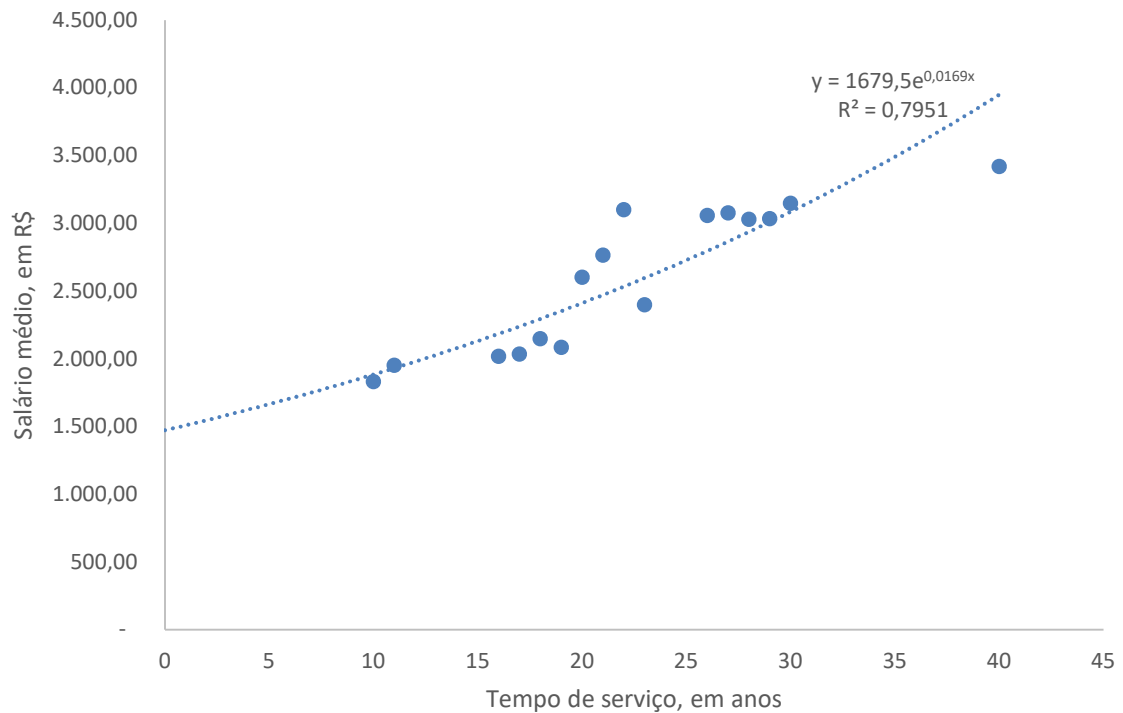
Gráfico 7- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para profissionais da saúde (nível superior), em 30/09/2020



Fonte: FIA.

64. Os Gráficos 8, 9 e 10, a seguir, apresentam 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.
65. A equação de regressão para as demais categorias de servidores de nível básico, revelado no Gráfico 8, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,7951 e taxa de crescimento salarial anual de 1,71%.

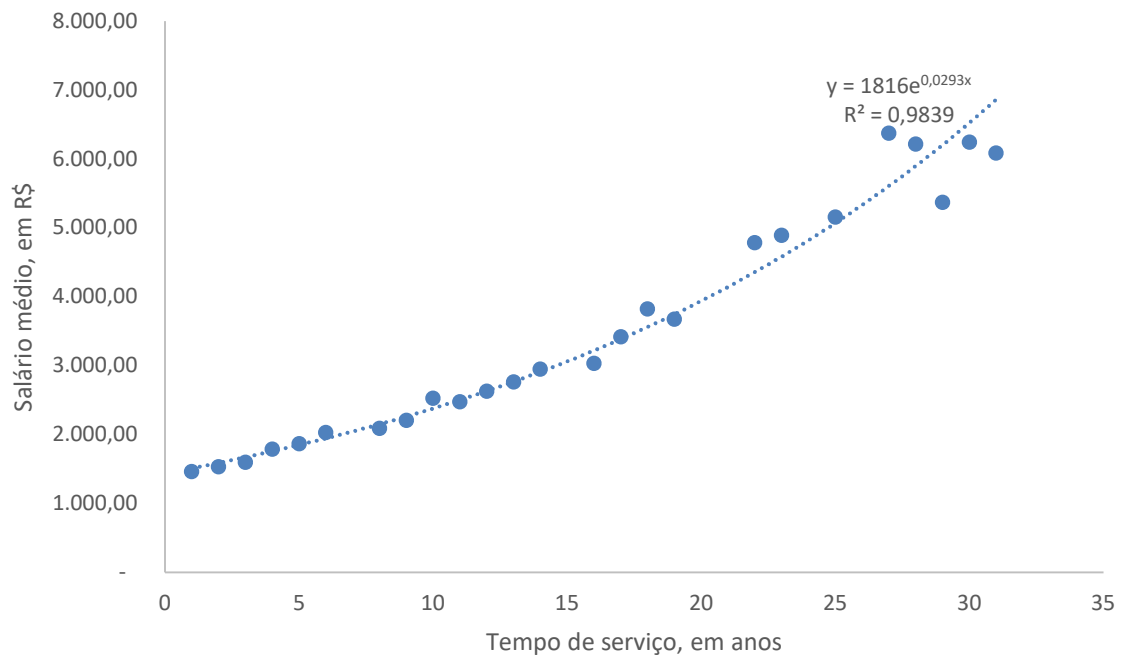
Gráfico 8- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para servidores ativos não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde (nível básico), em 30/09/2020



Fonte: FIA.

66. A equação de regressão para as demais categorias de servidores de nível médio, demonstrado no Gráfico 9, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,9839 e taxa de crescimento anual de 2,97%.

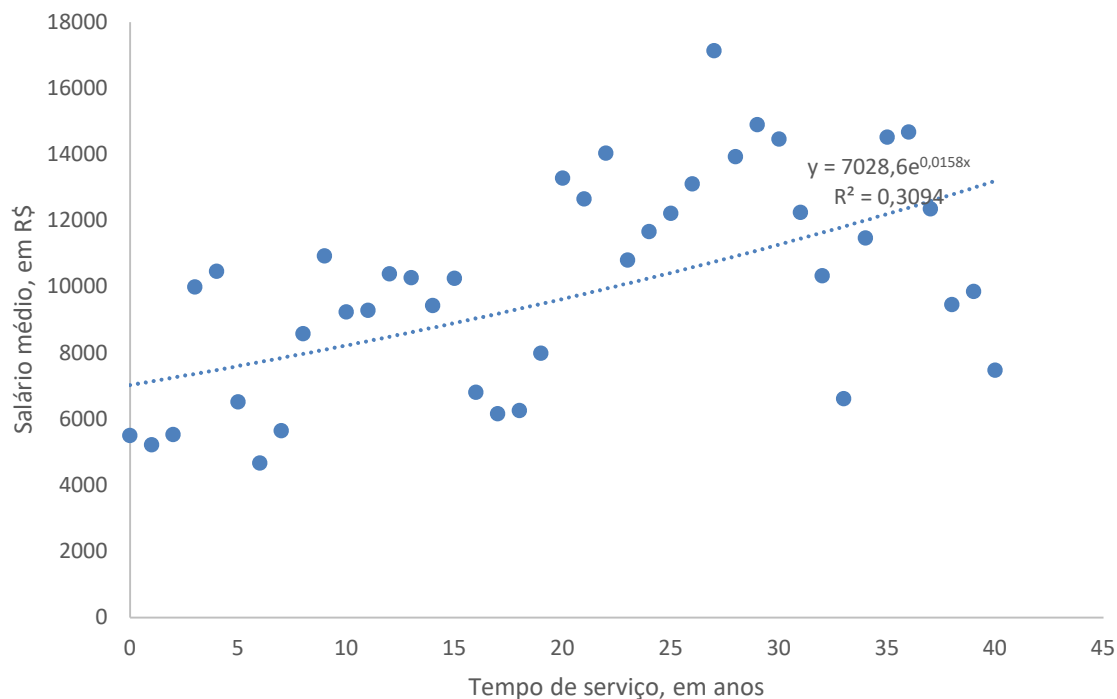
Gráfico 9- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para servidores ativos não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde (nível médio), em 30/09/2020



Fonte: FIA.

67. A equação de regressão para as demais categorias de servidores de nível superior, mostrado no Gráfico 10, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,9839 e taxa de crescimento anual de 1,59%.

Gráfico 10- Salário de contribuição médio pelo tempo de serviço para servidores ativos não enquadrados nas categorias de professores e profissionais da saúde (nível superior), em 30/09/2020



Fonte: FIA.

68. No Quadro 8, a seguir, é apresentado resumo com as taxas de Crescimento Salarial por Mérito, obtidas das regressões para cada categoria e nível de carreira. Destaque-se que, em todos os casos, as equações apresentaram ótimos ajustes.

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	4,74%	93,57%
Profissionais da saúde	Básico	0,75%	92,27%
	Médio	2,05%	81,23%
	Superior	2,71%	95,16%
Demais	Básico	1,71%	79,51%
	Médio	2,97%	98,39%
	Superior	1,59%	30,94%

Fonte: FIA.

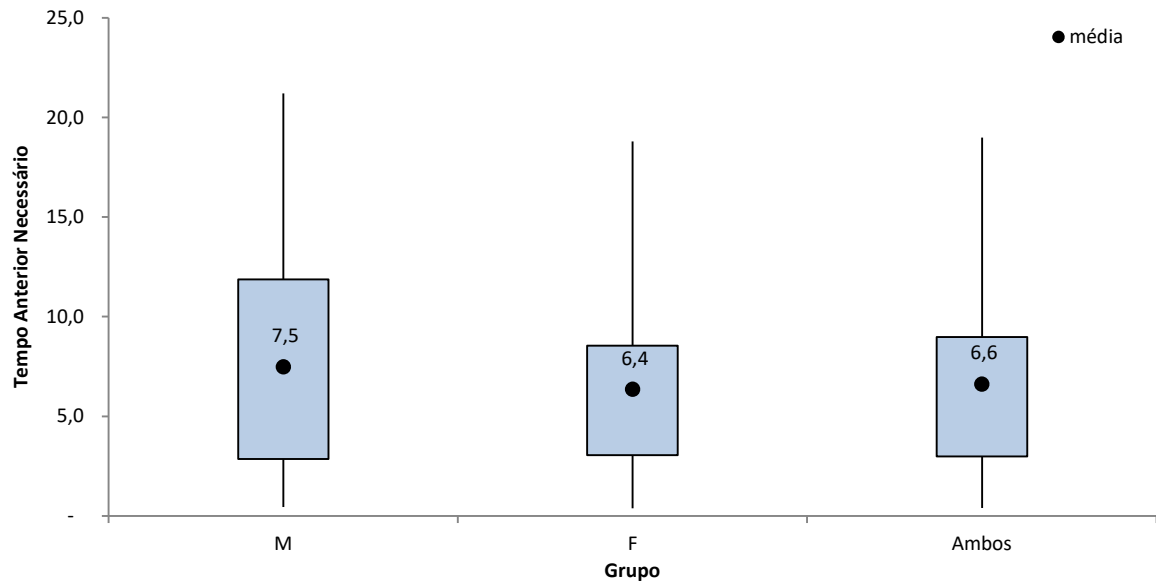
8. Hipótese de Composição familiar

69. Uma vez que a quantidade de dados relativos aos dependentes dos dados se mostrou insuficientes para se ter estimativas mais robustas sobre a hipótese de composição do grupo, optamos por manter as hipóteses adotadas na avaliação anterior, onde os beneficiários de pensão são 2,1 anos mais jovem que seus cônjuges ou companheiros, quando se trata de titulares do gênero masculino, e 1,3 anos para titulares femininos.

9. Tempo de previdência anterior à entrada no Ente Municipal

70. 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.
71. Por falta de informação consistente de tempo anterior ao ingresso no Ente, optamos por manter as hipóteses adotadas na avaliação anterior. A seguir, apresentamos o estudo que fundamentou essa hipótese
72. 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, cujos resultados estão indicados no Gráfico 11, a seguir.

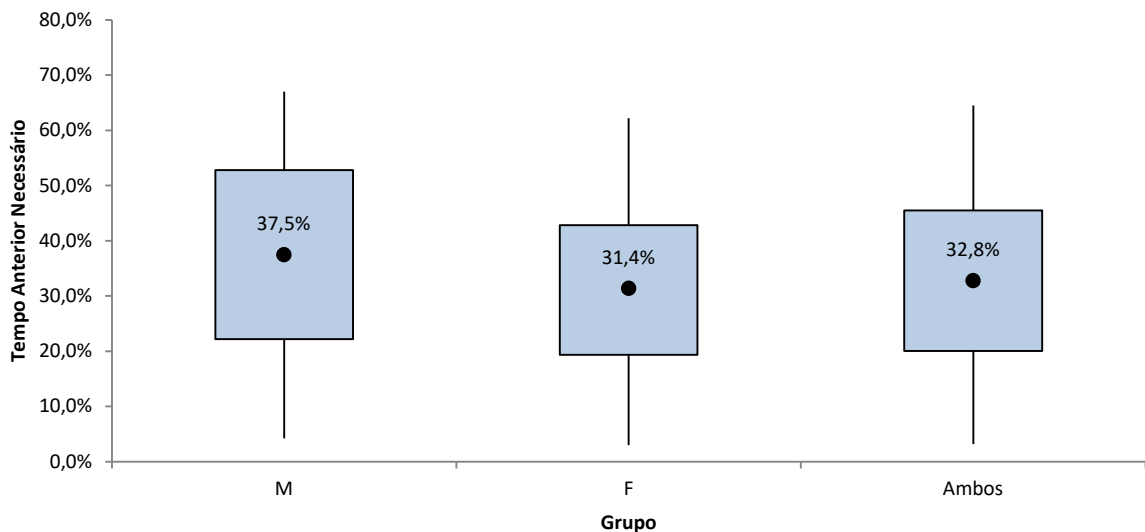
Gráfico 11- Distribuição do tempo de previdência necessário para a aposentadoria programada



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

73. Como pode ser observado do gráfico acima, pelo critério adotado os homens averbaram, em média, 7,5 anos de previdência anterior à posse na Prefeitura, enquanto as mulheres averbaram um pouco menos, 6,4 anos. Entretanto, o tempo de averbação possui alta relação com a idade de entrada do servidor na prefeitura. No Gráfico 12, 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 12- Distribuição do tempo de previdência necessário para a aposentadoria programada



Fonte: Estudo de aderência que fundamentou as hipóteses biométricas.

74. Como revelado no gráfico anterior, os homens têm averbado 37,5%, em média, do tempo decorrido entre a idade de sua posse e 18 anos, enquanto as mulheres têm averbado, em média, 31,4%.

10. Postergação da Aposentadoria

75. Observando-se as aposentadorias ocorridas nos últimos 5 (cinco) anos, constata-se expressivo contingente de servidores que se aposentam após implementadas todas as condições para a aposentadoria.
76. Os servidores aguardam 36 meses, em média, após atingir os requisitos de elegibilidade para requerer sua aposentadoria.

11. Considerações Finais

77. 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 2019
Hipótese da taxa de juros	5,00%
Fator de capacidade	98,44%
Taxa de Crescimento do Salário	Entre 1% e 4,74%, conforme categoria e nível da carreira
Hipótese de Composição familiar	Cônjuge 2,1 anos mais jovem (titular masculino) e 1,3 anos mais jovem (titular do sexo feminino)
Tempo de previdência anterior à entrada no Ente	Homem: 37,5% do tempo decorrido entre a idade de sua posse e 18 anos. Mulher: 31,4% do tempo decorrido entre a idade de sua posse e 18 anos.
Postergação da Aposentadoria	36 meses

Fonte: FIA.

78. É o que temos a relatar.

Antonio Mário Rattes de Oliveira
Atuário – MIBA 1162