# Relatório de Análise das Hipóteses Atuariais – 2024

Jundiaí (SP)

Instituto de Previdência do Município de Jundiaí - IPREJUN

Porte RPPS: Grande

www.lumensatuarial.com.br
Instagram @lumensatuarial

LUMENS ATUARIAL

TRANSFORMAMOS NÚMEROS EM DIRECIONAMENTOS

# ESTUDOS ESTATÍSTICOS DE ADERÊNCIA DAS HIPÓTESES ATUARIAIS – 2024

## Instituto de Previdência do Município de Jundiaí - IPREJUN

---

## Sumário Executivo

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados dos testes estatísticos realizados para avaliar a aderência das hipóteses biométricas, a convergência da taxa de juros atuarial à rentabilidade futura projetada, a aderência da taxa de crescimento real das remunerações, da composição familiar e da proporção de participantes do plano com dependentes que serão elegíveis aos benefícios, observadas as disposições da Portaria MTP nº 1467/2022. Tais hipóteses são utilizadas na modelagem atuarial adotada para precificação do passivo previdenciário do plano de benefícios administrado pelo IPREJUN.

Em síntese, seguem os resultados e as conclusões dos testes:

**a) Da mortalidade geral**, identificou-se, pelos estudos elaborados, que a tábua adotada, publicada pelo IBGE (2022), segregada por sexo, se mostrou aderente apenas nos testes Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-quadrado (Q2), sendo rejeitada pelos demais testes estatísticos de significância aplicados (t de Student, Teste Binomial e Teste Z). A rejeição da hipótese de aderência da tábua IBGE (2022) pelos três testes se deu pela observação de um número de óbitos significativamente inferior ao esperado pela referida tábua, o que demonstra, como conclusão, se tratar de uma população mais longeva que aquela utilizada para elaboração da tábua. Em contrapartida, os estudos indicaram quatro tábuas que se mostraram aderentes em todos os testes estatísticos de significância aplicados, quais sejam, a AT-2000, a BR-EMSmt-v.2015, a BR-EMSmt-v.2021 e a RP-2000, todas segregadas por sexo. Diante dos resultados, observado o menor desvio quadrático médio dentre as tábuas aderentes, recomenda-se a adoção da tábua BR-EMSmt-v.2015, segregada por sexo, para fins de dimensionamento do passivo previdenciário nas próximas avaliações atuariais.

**b) Da mortalidade de inválidos**, tendo em vista o quantitativo de expostos e eventos no período avaliado, não foi possível a aplicação de todos os testes estatísticos previstos, sendo limitada a análise ao teste Kolmogorov-Smirnov, Qui-quadrado, t de Student e ao Desvio Quadrático Médio. Os testes indicaram uma mortalidade de inválidos observada significativamente superior àquela projetada pela tábua vigente, qual seja, a IBGE 2022, segregada por sexo. Dos três testes estatísticos aplicados, a referida tábua se mostrou aderente apenas no teste KS, que avalia a distribuição de eventos, idade a idade, e não o quantitativo de óbitos. Contudo, as demais tábuas que demonstraram melhor ajuste estatísticos são menos longevas que a premissa vigente e, portanto, não podem ser utilizadas, conforme disposto nos normativos em vigor. Com isso, apesar da rejeição estatística da tábua vigente, observados tais normativos, que a classificam como parâmetro mínimo para fins de projeção de sobrevivência, recomenda-se a manutenção da referida tábua publicada pelo IBGE.

**c) Da entrada em invalidez**, por sua vez, observou-se que o número de entradas em invalidez dos servidores públicos do Município foi inferior ao projetado pela tábua Álvaro Vindas, sendo a divergência não significativa estatisticamente, dado que a referida hipótese se mostrou aderente nos testes Kolmogorov-Smirnov (KS), Qui-quadrado (Q2) e t de student, além de ter apresentado o melhor ajuste estatístico (menor desvio quadrático médio). Observado o quantitativo de eventos no período, não foi possível a aplicação dos demais testes estatísticos de significância. Contudo, diante dos resultados, recomenda-se a manutenção da tábua referência e vigente Álvaro Vindas, que, além de se mostrar aderente nos três testes aplicados, apresentou o melhor ajuste estatístico.

**d) Da taxa de juros atuarial**, em uma análise retrospectiva, verificou-se que, dentre os últimos 5 exercícios, a partir do histórico de rentabilidade auferida disponibilizada, foi cumprida a meta atuarial nos anos de 2019 e 2023, enquanto a rentabilidade em 2020, 2021 e 2022 se mostrou abaixo da meta. Não obstante, a partir da alocação dos recursos prevista aos anos futuros, e com base no retorno esperado aos diferentes segmentos de aplicação, conforme cenário econômico atual, por meio dos estudos prospectivos foi apurada uma taxa de convergência de 5,43% ao ano, sendo este o percentual médio para o qual convergem as rentabilidades dos ativos em longo prazo. Com isso, observou-se a razoabilidade técnica da manutenção da premissa vigente, qual seja, 5,00% ao ano.

**e) Do crescimento real das remunerações**, foram realizados estudos retrospectivos para avaliar o histórico de crescimento real dos salários ao longo dos últimos 5 anos, onde se constatou um crescimento médio de 2,60% ao ano [IC 95% ~ 2,56%; 2,63%] para os servidores do quadro geral e 3,95% ao ano [IC 95% ~ 3,91%; 3,99%] para os servidores do magistério. Atualmente é adotada a premissa de crescimento salarial de 2,76% ao ano, tanto ao quadro geral quanto ao magistério. Com isso, se pôde observar que a hipótese vigente se mostrou um pouco superior ao limite máximo do intervalo de confiança apurado para o quadro geral, e abaixo do limite mínimo do intervalo de confiança apurado para os servidores do magistério. Portanto, diante dos resultados, recomenda-se que os parâmetros sejam reavaliados pelo RPPS juntamente com o Ente Federativo, a partir das perspectivas futuras de crescimento real dos salários, sendo formalizadas as premissas que deverão ser adotadas para fins de dimensionamento do passivo previdenciário nas próximas avaliações atuariais.

**f) Da composição familiar**, foram elaborados estudos que demonstraram, a partir da base cadastral, ser aderente a hipótese de que 43,03% dos segurados gerarão pensão em caso de óbito, sendo a cônjuge do servidor ativo 2,88 anos mais jovem e o cônjuge da servidora ativa 2,44 anos mais velho.

**g) Da idade provável de aposentadoria,** considerando que o teste desta hipótese é facultativo, se utilizados os parâmetros mínimos prudenciais estabelecidos na Portaria MTP nº 1467/2022 e que o Município de Jundiaí realizou a Reforma Previdenciária local, optou-se pela não realização do teste estatístico, uma vez que os dados históricos podem não refletir a situação atual, pós-reforma, dado que as novas regras de elegibilidades são mais rígidas que as anteriores.

ÍNDICE


*1 INTRODUÇÃO ..... 6*

*2 METODOLOGIAS E DIRETRIZES – Tábuas Biométricas ..... 8*

**2.1 Diretrizes técnicas ..... 8**

**2.2 Desvio Quadrático Médio ..... 9**

**2.3 Teste Kolmogorov-Smirnov ..... 10**

**2.4 Teste Kolmogorov-Smirnov (Modificado) ..... 11**

**2.5 Teste Qui-quadrado ..... 12**

**2.6 Teste Qui-quadrado (Modificado) ..... 13**

**2.7 Teste t de Student ..... 13**

**2.8 Teste Binomial ..... 15**

**2.9 Teste Z ..... 17**

*3 METODOLOGIAS E DIRETRIZES – Taxa de Juros ..... 19*

**3.1 Diretrizes técnicas ..... 19**

**3.2 Metodologia - Análise retrospectiva ..... 21**

**3.3 Metodologia - Análise prospectiva determinística ..... 21**

**3.4 Metodologia - Análise prospectiva estocástica ..... 22**

*4 METODOLOGIAS E DIRETRIZES – Demais hipóteses atuariais ..... 24*

**4.1 Diretrizes técnicas ..... 24**

**4.2 Metodologia – Crescimento da remuneração ..... 24**

**4.3 Metodologia – Composição familiar ..... 25**

**4.4 Metodologia – Idade provável de aposentadoria ..... 26**

*5 DOS DADOS E INFORMAÇÕES DISPONIBILIZADOS ..... 27*

**5.1 Histórico de expostos e eventos ..... 27**

**5.2 Recursos financeiros e premissas de projeções ..... 27**

5.3 Histórico das remunerações ..... 28
5.4 Composição Familiar ..... 29
*6 RESULTADOS APURADOS – Tábuas Biométricas ..... 30*
6.1 Mortalidade Geral ..... 30
6.2 Mortalidade de Inválidos ..... 33
6.3 Entrada em Invalidez ..... 35
*7 RESULTADOS APURADOS – Taxa de Juros ..... 38*
7.1 Estudos retrospectivos – Histórico de Rentabilidade ..... 38
7.2 Estudos Prospectivos ..... 39
*8 RESULTADOS APURADOS – Demais Hipóteses Atuariais ..... 42*
8.1 Crescimento da remuneração ..... 42
8.2 Composição familiar ..... 44
*9 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 45*

# 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como finalidade apresentar os resultados dos estudos estatísticos realizados para avaliar a aderência das hipóteses biométricas, a convergência da taxa de juros atuarial à rentabilidade futura projetada, a aderência da taxa de crescimento real das remunerações, da composição familiar e da proporção de participantes do plano com dependentes que serão elegíveis aos benefícios. Tais hipóteses são utilizadas nas avaliações atuariais do plano de benefícios administrado pelo Instituto de Previdência do Município de Jundiaí - IPREJUN.

Observadas as boas práticas atuariais, as premissas adotadas na modelagem técnica devem representar, sempre, estimativas adequadas para as variáveis utilizadas no dimensionamento do passivo previdenciário, visando sempre a fidedignidade dos resultados, a sustentabilidade e a solvência do plano de benefícios previdenciários.

Conforme disposto na Portaria MTP nº 1.467, de 02 de junho de 2022, 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.

Assim, para realização dos estudos, adotou-se como diretriz técnica as disposições da Portaria MTP nº 1467/2022, aplicável aos RPPS.

Adicionalmente, visando as melhores práticas aplicáveis a entidades previdenciárias, também se utilizou – e apenas como norte metodológico – a Resolução PREVIC nº 23, de 14 de agosto de 2023, a qual estabelece orientações e procedimentos a serem adotados pelas Entidades Fechadas de Previdência Complementar na realização dos estudos técnicos que visam atestar a adequação das hipóteses às características da massa de participantes e assistidos e do plano de benefícios de caráter previdenciário.

Tais testes são realizados tendo como objetivo principal a adequação e sustentabilidade do plano às necessidades da população segurada, haja vista que a precificação do passivo atuarial está fundamentada em tais hipóteses, adotadas como premissas.

Assim, observadas as ressalvas anteriores, o presente relatório está disposto em 9 capítulos, sendo este a introdução e contextualização, seguido de capítulos que apresentam as metodologias e diretrizes técnicas utilizadas e, posteriormente, os dados e informações disponibilizadas pelo RPPS. Nos capítulos 6, 7 e 8 estarão dispostos os resultados e recomendações acerca das tábuas biométricas, da taxa de juros atuarial e das demais hipóteses, respectivamente, seguidos, por fim, das considerações finais e recomendações.

De posse dos resultados e das recomendações dispostas no presente relatório, o RPPS, em conjunto ao Ente Federativo, deverá avaliar a manutenção ou alteração das hipóteses testadas ao longo das próximas avaliações atuariais, visando a adoção de medidas para a sustentabilidade do plano de benefícios.

# 2 METODOLOGIAS E DIRETRIZES – Tábuas Biométricas

Observada a Portaria MTP nº 1.467/2022, para as avaliações e reavaliações atuariais deverão ser utilizadas as tábuas biométricas para projeção dos aspectos biométricos dos segurados e de seus dependentes mais adequadas à respectiva massa, desde que não indiquem obrigações inferiores às alcançadas pelas seguintes tábuas:

I. Para a taxa de sobrevivência de válidos e inválidos: o limite mínimo será a tábua anual de mortalidade segregada obrigatoriamente por sexo, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE e divulgada pelo MTP; e
II. Para a taxa de entrada em invalidez: o limite mínimo será a tábua Álvaro Vindas.

Para seleção de tábuas adequadas à massa de segurados fazem-se necessários os testes estatísticos, os quais devem atestar a aderência decorrente da confrontação entre as probabilidades de ocorrência de morte ou invalidez constantes das tábuas biométricas utilizadas em relação àquelas constatadas junto à massa de segurados considerada.

## 2.1 Diretrizes técnicas

Considerando os dados disponibilizados pelo RPPS, busca-se a aplicação de diferentes metodologias dentre as apresentadas nos tópicos a seguir, as quais são avaliadas quanto à sua adequação ao perfil e porte do plano de benefícios.

Tal análise se faz importante, pois determinadas metodologias, tais como o Teste Binomial e Teste Z, demonstram melhor aplicabilidade a planos com grande quantitativo de expostos e eventos no período analisado. Os testes Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-quadrado, por sua vez, possuem variações que nos permitem sua aplicabilidade a planos de maior ou de menor porte, conforme descrito nos respectivos tópicos.

Tendo em vista as diferentes metodologias disponíveis, a Lumens Atuarial realiza uma análise prévia com diversas tábuas biométricas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Atuária[1]

[1] Quando se trata de testes de mortalidade geral, mortalidade de inválidos e entrada em invalidez.

verificando-se o desvio quadrático médio (análise anual e análise por idade), conforme tópico 2.2 a seguir, de forma a selecionar as tábuas que, dentre aquelas permitidas pela legislação em vigor, demonstram melhor aproximação à realidade observada dentre os segurados do plano de benefícios.

Diante da pré-seleção das tábuas, mediante ranking, são realizados inicialmente os testes Kolmogorov-Smirnov para avaliar a aderência da distribuição de eventos idade a idade. A aderência estatística das tábuas neste teste indica a adequação da distribuição de eventos, o que permite a aplicação posterior dos demais testes para avaliar se o quantitativo de eventos (seja a cada idade, seja a cada ano) são também aderentes do ponto de vista estatístico.

Como diretriz técnica da Lumens Atuarial, sempre serão demonstradas as tábuas que melhor ajuste estatístico apresenta à experiência de eventos do Plano de Benefícios. Caso a hipótese vigente se mostre aderente estatisticamente pelos testes aplicados, entende-se a mesma como adequada à manutenção, em plena observância da legislação vigente, restando a decisão aos órgãos colegiados do RPPS.

Para fins de recomendação da premissa biométrica, serão avaliados os resultados dos testes e os limites definidos pelos normativos em vigor.

Assim, observadas as diretrizes, segue a relação de metodologias adotadas pela Lumens Atuarial para avaliar a aderência das hipóteses biométricas.

## 2.2 Desvio Quadrático Médio

Como análise prévia da adequação das tábuas biométricas, apura-se o Desvio Quadrático Médio (DQM) por ano e por idade, sendo esta medida calculada mediante a formulação a seguir:

$$DQM = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\mathrm{E}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{Obs}} - \mathrm{E}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{Esp}}\right)^2} \Big/ (\mathrm{n})$$

Onde,

$DQM$ refere-se ao Desvio Quadrático Médio apurado entre os eventos observados e esperados;

$\mathrm{E}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{Obs}}$ refere-se aos eventos observados no ano (ou idade) i de observação;

$\mathrm{E}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{Esp}}$ refere-se aos eventos esperados no ano (ou idade) i de observação;

$i$ refere-se à variável "ano de análise" ou "idade de análise" sendo $n$ o número de anos utilizados no período ou idades analisadas.

Por meio dessa análise, as tábuas mais aderentes são aquelas que demonstram menor Desvio Quadrático Médio. Trata-se de uma metodologia que, apesar de não demonstrar resultados conclusivos com base em significância estatística, se mostra adequada para comparar diferentes tábuas.

A depender do porte do plano de benefícios, caso não haja quantitativo de expostos e eventos suficientes para que se possa obter testes estatísticos conclusivos, o DQM pode ser utilizado adicionalmente como métrica de ranqueamento entre as tábuas biométricas avaliadas, visando a fundamentação técnica do processo decisório.

## 2.3 Teste Kolmogorov-Smirnov

O teste estatístico Kolmogorov-Smirnov (KS) é utilizado para verificar se duas distribuições de probabilidade diferem significativamente uma da outra ou se uma distribuição de probabilidade difere significativamente de uma distribuição em hipótese, fundamentando-se a análise em amostras finitas.

Para o caso em tela, o Teste KS é utilizado para avaliar a aderência da distribuição de eventos (óbitos, entradas em invalidez, rotatividade, entradas em aposentadoria) da população segurada do plano de benefícios exposta aos respectivos riscos.

O teste KS é baseado na maior distância absoluta entre as funções de distribuição acumulada F(x) e G(x) sendo estas extraídas dos eventos esperados e observados, respectivamente. As amostras são aleatórias, mutuamente independentes e discretas.

Assim, o teste se dá em função das seguintes hipóteses:

- **$H_0$ (Hipótese Nula):** a distribuição de probabilidade observada se aproxima da distribuição de probabilidade esperada, conforme a tábua adotada como premissa.

- **$H_1$ (Hipótese Alternativa):** a distribuição de probabilidade observada não se aproxima da distribuição de probabilidade esperada, conforme a tábua adotada como premissa.

Com base nas duas distribuições acumuladas, pode-se apurar a seguinte estatística:

- $D_i = \sqrt{[F(x_i) - G(x_i)]^2}$

- $D_{Max} = Máximo\ [D_i]$, onde i = 1, 2, (...) w, sendo w a última idade da tábua biométrica adotada.

Apurada a divergência máxima ($D_{Max}$) deve-se verificar tal medida comparativamente aos valores tabelados por Kolmogorov-Smirnov, conforme a seguir:

| Amostra | alpha = 0,10 | alpha = 0,05 | alpha = 0,01 |
|---|---|---|---|
| 10 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 20 | 0,26 | 0,29 | 0,35 |
| 30 | 0,22 | 0,24 | 0,29 |
| 40 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| n | 0,11/Raiz(n) | 0,13/Raiz(n) | 0,15/Raiz(n) |

Caso a divergência máxima seja superior ao valor tabelado, dado um tamanho de amostra "n" e nível de significância $\alpha$, deve-se rejeitar a hipótese nula de aderência da tábua biométrica.

Por diretriz técnica, adota-se o nível de significância de 5,00% e se observa ainda, dentre as tábuas cujas hipóteses nulas não foram rejeitadas, as que menores divergências demonstraram.

## 2.4 Teste Kolmogorov-Smirnov (Modificado)

Visando a sua aplicabilidade para planos cuja quantidade de eventos no período analisado impossibilita a adoção da metodologia, assim como descrita no item 2.3, adota-se o mesmo teste por faixas etárias, observadas as seguintes:

| Faixas etárias avaliadas | |
|---|---|
| 0 | 34 |
| 35 | 44 |
| 45 | 48 |
| 49 | 54 |
| 55 | 57 |
| 58 | 60 |
| 61 | 63 |
| 64 | 69 |
| 70 | + |

Referida modificação só é implementada quando verificado número insuficiente de eventos, idade a idade, levando à rejeição estatística de todas as tábuas testadas conforme metodologia constante do item 2.3.

## 2.5 Teste Qui-quadrado

Por meio do teste estatístico Qui-Quadrado (χ2), é possível verificar se a população estudada se comporta de forma semelhante à tábua adotada. Tal constatação ocorre quando as divergências entre as frequências observadas e esperadas forem muito pequenas, não significativas.

O índice $\chi^2$ é calculado pela fórmula abaixo:

$$\chi 2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Onde:

$O_i$ = Frequência Observada na idade i; e

$E_i$ = Frequência Esperada na idade i.

O teste estatístico se dá em função das seguintes hipóteses:

- **$H_0$ (Hipótese Nula)**: a tábua adotada está aderente à experiência da população estudada ou O=E.
- **$H_1$ (Hipótese Alternativa):** a tábua adotada não está aderente à experiência da população estudada ou O≠E

Após o cálculo do χ2, verifica-se o 'χ2 Crítico' levando-se em consideração o nível de significância adotado e os graus de liberdade. O mesmo será denotado como $\chi^2_{gl;\alpha}$, onde 'gl' demonstra os Graus de Liberdade e 'α' o Nível de Significância.

Adota-se 5,00% como nível de significância, sendo este o erro máximo de aceitação. O teste revela que, se o χ2 for superior ao 'χ2 Crítico', a hipótese nula (H0) deve ser rejeitada. Em contrapartida, se o χ2 for inferior ao 'χ2 Crítico' a hipótese nula (H0) não deve ser rejeitada ao nível de significância definido.

Dentre as inúmeras tábuas testadas seleciona-se prioritariamente aquelas onde o teste nos indica não ser possível rejeitar a hipótese nula, com confiança estatística.

Importante destacar que, conforme bibliografia científica, um importante pressuposto do teste é possuir, em todos as faixas analisadas, um número de eventos esperados igual ou maior que 5. Assim, as faixas etárias são constituídas agregando-se as idades de forma a se respeitar o pressuposto.

## 2.6 Teste Qui-quadrado (Modificado)

Para planos cujos dados de expostos e eventos por idade são insuficientes à observância do pressuposto de que trata o tópico 2.5, busca-se a aplicação de tal metodologia considerando os eventos ano a ano.

As formulações e metodologias são mantidas, modificando-se apenas as análises que passam a ser anuais.

## 2.7 Teste t de Student

O teste T de Student é um teste estatístico similar ao Teste Z, apropriado para comparar conjuntos de dados em termos de seus valores médios. Para fins dos estudos relativos às hipóteses biométricas, é utilizado para fins de comparação entre médias ou proporções observadas e esperadas de eventos.

Diferente do anterior, o teste T de Student pode ser adotado quando não se possui uma amostra significativa de expostos e eventos (inferior a 30), e quando a variância da população é desconhecida. Para tanto, o valor crítico a ser observado, varia tanto pelo nível de significância, quanto pelo tamanho da amostra, observados os graus de liberdade.

Apura-se a estatística T pela seguinte formulação:

$$T_i = \frac{(O_i - E_i) \times \sqrt{n}}{s}$$

Onde:

$O_i$ representa os eventos observados na idade "i";

$E_i$ representa os eventos esperados na idade "i";

n representa o tamanho da amostra; e

s representa o desvio padrão das diferenças, conforme formulação a seguir: $s = \sqrt{\frac{(O_i - E_i)^2 - (n \times \overline{(O_\iota - E_\iota)^2})}{n-1}}$

Apurada a estatística T, referido valor é comparado ao valor crítico tabulado, conforme distribuição de t de student. Caso T calculado esteja situado na região crítica da distribuição, de acordo com o nível de significância adotado, rejeita-se a hipótese nula, caso contrário, temos a indicação de aderência da tábua testada, conforme teste de hipóteses abaixo:

- **$H_0$ (Hipótese Nula):** Quantidade de eventos observada (q) equivale à quantidade de eventos esperada ($q_0$).
- **$H_1$ (Hipótese Alternativa):** Quantidade de eventos observada (q) difere à quantidade de eventos esperada ($q_0$).

## 2.8 Teste Binomial

O teste binomial é adequado quando se possui grandes amostras de dados, cujos elementos estudados são variáveis aleatórias com distribuição Bernoulli. A distribuição Bernoulli é uma distribuição discreta de espaço amostral {0, 1}, com probabilidades P(0) = 1 - q e P(1) = q, complementares.

A probabilidade de morte (qx) ou sobrevivência (1-qx) numa determinada idade (x) ou ainda a probabilidade de invalidez ou permanência na condição de válido numa mesma idade, são exemplos de variáveis aleatórias com distribuição Bernoulli de probabilidade.

Seja X uma variável aleatória com distribuição de Bernoulli (q), temos a seguinte relação:

$$X \sim \text{Bernoulli}(q) \begin{cases} 1, \text{ em caso de óbito / Invalidez (probabilidade q)} \\ 0, \text{ caso contrário (probabilidade 1-q)} \end{cases}$$

Se X1, X2,... Xn são n variáveis aleatórias com distribuição de Bernoulli independentes com parâmetro q (probabilidade de sucesso), então a soma dessas variáveis aleatórias é uma variável aleatória B (número de óbitos / invalidez) com distribuição Binomial (n,q), onde a média equivale a $n_x q$ e variância $n_x q_x (1-q)$.

Seja q uma probabilidade específica de sucesso (óbito/invalidez/ etc). Na medida em que n cresce, em conformidade ao Teorema Central do Limite, pode-se utilizar a distribuição normal como aproximação razoável para calcular as probabilidades associadas a uma variável aleatória com distribuição binomial. Ou seja, B possui uma distribuição assintoticamente Normal.

Assim, o teste se dá em função das seguintes hipóteses:

- **$H_0$ (Hipótese Nula):** probabilidade observada (q) equivale à probabilidade de esperada ($q_0$).
- **$H_1$ (Hipótese Alternativa):** probabilidade observada (q) difere da probabilidade esperada ($q_0$).

A variável aleatória B possui distribuição assintoticamente Normal, com média $n_x \, q_0$ e variância $n_x \, q_{0\,x} \, (1-q_0)$.

Logo:

- Se $B \cong N\,(n_x \, q_0 \;\; , \;\; n_x \, q_{0\,x}\,(1-q_0))$

Podemos padronizar a distribuição, extraindo a seguinte relação:

$$P\left(-Z_{\frac{\alpha}{2}} \leq \frac{B-(n \times q_0)}{\sqrt{(n \times q_0) \times (1-q_0)}} \leq Z_{\frac{\alpha}{2}}\right) = 1-\alpha$$

Para testar a hipótese $H_0$, dado um nível de significância estatística de $\alpha$, pode-se construir um Intervalo de Confiança e verificar se a observação está dentro do intervalo de confiança ou na região crítica.

- O intervalo de $1\text{-}\alpha$ de confiança pode ser obtido mediante a seguinte formulação:

$$IC_{(1-\alpha)} = \left((n \times q_0) - Z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sigma; (n \times q_0) + Z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sigma\right)$$

Onde:

$$\sigma = \sqrt[2]{n \times q_0 \times (1-q_0)}$$

Para construção de um intervalo de confiança de 95,00%, considera-se $Z_{\frac{\alpha/2}{2}}$ equivalente a 1,96, conforme tabela da distribuição normal.

A hipótese nula, de equivalência das distribuições de probabilidades, não será rejeitada se o valor observado estiver dentro do intervalo de confiança. Será rejeitado, porém, caso o valor observado se situe na região crítica, ou seja, fora do Intervalo de Confiança.

O teste é realizado idade a idade e, também, considerando o total de óbitos observados em relação ao total de óbitos estimados, dado seu intervalo de confiança.

Na primeira análise se pode avaliar a aderência da distribuição de óbitos ou entradas em invalidez da tábua em relação ao observado. Na segunda análise, se avalia a aderência do número total de óbitos ou entradas em invalidez em relação ao esperado.

Para complementar o estudo, pode-se comparar o nível de aderência das tábuas testadas verificando-se o percentual de idades que apresentaram eventos dentro do intervalo de aceitação da própria idade.

## 2.9 Teste Z

Seguindo a mesma lógica estatística apresentada no método anterior, por meio do Teste Z será possível comparar várias tábuas para identificar aquela cuja probabilidade observada mais se aproxima da probabilidade extraída da tábua que está sendo testada.

Dado que a variável aleatória B possui distribuição Binomial, com média n x q e variância n x q x (1-q), para testar as probabilidades, podemos extrair a seguinte relação: Dividindo-se a variável B (número de eventos) por n, teremos uma variável P (proporção de eventos) que também segue uma distribuição Binomial com parâmetros “q/n” e “n/n”, com média $q_0$ e variância $q_0$ x (1- $q_0$)/$n^2$.

Logo:

- P ~ B($q_0$, $q_0$ x (1- $q_0$)/n)
- P ≅ N ($q_0$, $q_0$ x (1- $q_0$)/n) sendo $q_0$ novamente a probabilidade de eventos extraída da tábua testada.

Padronizando a distribuição, temos:

$$Z_i = \frac{(q - q_0)}{\sqrt{\frac{q_0 \times (1 - q_0)}{n}}} \sim N(0,1)$$

[2] Obtido pela regra geral de transformação de variância, multiplicando-se 1/$n^2$ por var [B].

Onde q refere-se à proporção de eventos obtida pelo número de eventos efetivamente observados no período, em relação aos expostos ao risco (n) e $q_o$ refere-se à probabilidade extraída da tábua biométrica testada, onde i varia em função da idade testada.

Por fim, ao somarmos as distribuições Zi, em todas as idades em que há quantidade suficiente de expostos aos riscos no plano[3], tem-se uma variável SZ igualmente com distribuição Normal, média 0 (soma das médias) e variância n (soma das variâncias)[4]. Da mesma forma, utilizando da formulação anterior, padroniza-se a variável SZ para torná-la simétrica em torno da média 0 e com variância 1.

Caso SZP (Variável SZ Padronizada) calculado esteja situado na região crítica da distribuição normal padrão, de acordo com o nível de significância adotado, rejeita-se a hipótese nula, caso contrário, temos a indicação de aderência da tábua testada, conforme teste de hipóteses abaixo:

- **$H_0$ (Hipótese Nula):** probabilidade de eventos observada (q) equivale à Probabilidade de eventos esperada ($q_0$).
- **$H_1$ (Hipótese Alternativa):** probabilidade de eventos observada (q) difere da Probabilidade de eventos esperada ($q_0$).

Um importante pressuposto desse método a ser observado é a presença de amostras significativas em cada uma das idades, dado que se trata de um teste paramétrico, onde se infere a distribuição normal nas diferentes idades.

[3] Considera-se apenas as idades que possuam um número de expostos acima de 30.
[4] A soma de variáveis aleatórias Normais é ainda Normal com média igual à soma das médias. Se as variáveis forem independentes a variância é igual à soma das variâncias.

# 3 METODOLOGIAS E DIRETRIZES – Taxa de Juros

Conforme determina o Art. 39 da Portaria MTP nº 1.467/2022, a taxa de juros real anual a ser utilizada como taxa de desconto para apuração do valor presente dos fluxos de benefícios e contribuições do RPPS será equivalente à taxa de juros parâmetro cujo ponto da Estrutura a Termo de Taxa de Juros Média - ETTJ seja o mais próximo à duração do passivo do RPPS.

A Portaria supra determina ainda que deverá ser demonstrada, no Relatório de Análise das Hipóteses, a convergência entre a hipótese da taxa real de juros utilizada nas avaliações atuariais e as rentabilidades obtidas pelos recursos garantidores do plano de benefícios do RPPS, bem como em relação à taxa de rentabilidade projetada, no longo prazo, para a aplicação desses recursos.

Assim, observada a legislação vigente, são realizados estudos retrospectivos e prospectivos, para se avaliar a aderência da atual hipótese e para identificar a taxa de convergência, que representa o percentual ao qual convergem as rentabilidades anuais futuras em longo prazo, partindo de premissas estabelecidas pelo RPPS para rentabilidade de seus recursos.

## 3.1 Diretrizes técnicas

Afora as análises retrospectivas que verificam a performance das rentabilidades auferidas pelo RPPS ao longo dos anos anteriores, considerando as informações disponibilizadas pelo RPPS, que apresentam os recursos disponíveis como patrimônio de cobertura do plano, a alocação plurianual dos mesmos nos diferentes segmentos de aplicação e a rentabilidade real esperada para cada um dos segmentos de aplicação, são realizadas projeções considerando ainda o ingresso de contribuições e o pagamento de benefícios.

Importante frisar que as projeções são elaboradas pela Lumens Atuarial seguindo as premissas disponibilizadas pelo RPPS, sendo os resultados sensíveis a alterações na macroalocação plurianual ou nas rentabilidades futuras estimadas.

Conforme determina a Portaria MTP n° 1.467/2022 as rentabilidades projetadas a partir da carteira de investimentos que compõe os recursos garantidores do plano de benefícios do RPPS para fins dos estudos, devem buscar a compatibilidade com o perfil da carteira de investimentos do RPPS,

a partir das estratégias de alocação definidas, tendo por base cenários macroeconômico e financeiros e os fluxos atuariais com as projeções das receitas e despesas futuras do RPPS.

Desta forma, o RPPS poderá contar com suporte de sua consultoria de investimentos para fundamentação das premissas disponibilizadas à Lumens Atuarial, responsável pelas projeções e apresentação dos resultados que serão utilizados posteriormente para embasamento da escolha da hipótese a ser adotada, observados os parâmetros da Portaria MTP nº 1467/2022.

Como diretriz técnica, a Lumens Atuarial apresentará à taxa de convergência, sendo esta a taxa média de rentabilidade projetada para os anos futuros, considerando a evolução da carteira com base nas alocações e nas premissas de rentabilidade em cada um dos segmentos de aplicação. Entretanto, a recomendação pela taxa de juros deverá observar as determinações normativas, que estabelecem a utilização da taxa de juros parâmetro, que poderá ser acrescida de 0,15% a cada ano em que a rentabilidade da carteira de investimentos superar a meta atuarial, limitado ao total de 0,60% nos últimos 5 anos antecedentes à data focal da avaliação.

Tendo em vista se tratar de plano estruturado em regime mutualista, observado o fato de as hipóteses serem adotadas na apuração das provisões matemáticas, para identificação da taxa de convergência será considerada a média de rentabilidade anual observadas as projeções de longo prazo (extinção do fluxo do passivo), não se limitando à duração do passivo.

Destaca-se que, afora as disposições do parágrafo 2º do Art. 30° da Portaria MTP n° 1.467/2022, **o qual veda a utilização de modelos probabilísticos para verificação da aderência da taxa de juros atuarial**, à exceção do cálculo de projeção de retorno de longo prazo, decorrente de reinvestimentos, **de forma complementar** são elaboradas projeções estocásticas para avaliar a probabilidade de atingimento das mais diferentes taxas de juros atuariais, **o que colabora com o processo decisório.**

Assim, observadas as diretrizes, seguem as metodologias adotadas pela Lumens Atuarial para avaliar a adequação da taxa de juros.

## 3.2 Metodologia - Análise retrospectiva

Com base no histórico da rentabilidade da carteira de investimentos disponibilizado pela Unidade Gestora do RPPS, são avaliados os retornos auferidos, comparados à meta atuarial. Para fins de comparação, e observado o viés prospectivo dos cálculos atuariais – que descontam a valor presente o fluxo de contribuições e benefícios futuros – utiliza-se nesta comparação a Taxa de Juros Atuarial adotada na última avaliação atuarial do RPPS.

O objetivo é avaliar se as rentabilidades auferidas se mostraram suficientes ao cumprimento da atual meta vigente ao longo dos anos passados.

## 3.3 Metodologia - Análise prospectiva determinística

Os estudos técnicos prospectivos elaborados buscam identificar a convergência entre a taxa real de juros estabelecida nas projeções atuariais e a taxa de retorno real projetada para as aplicações dos recursos garantidores, ponderada em função dos seguintes fatores:

a) montante de ativos de investimento por segmento de aplicação;

b) fluxo projetado de investimentos e desinvestimentos;

c) fluxo projetado das contribuições normais previstas no plano de custeio, fluxo de contribuições extraordinárias, fluxo de recebimento de parcelas relativas a pagamento de dívidas contratadas ou outras receitas de qualquer natureza; e

d) fluxo projetado de pagamento de benefícios, inclusive de risco.

Para tanto, a projeção patrimonial alocada em cada segmento se dá pela observância das indicações anuais das alocações dos recursos nos diferentes segmentos de aplicação, conforme definido pelo RPPS. Os dados fornecidos pelo RPPS para suportar o trabalho apresentam as movimentações de alocação entre os segmentos de aplicação, bem como o cenário de rentabilidade projetado para cada um dos mesmos, incluindo as projeções da renda fixa.

Os ativos da carteira marcados a vencimento, quando informados, são projetados de forma segregada, visando a ponderação das rentabilidades anuais ao peso das taxas já contratadas. Os recebimentos de juros e principal, relativos aos ativos marcados a vencimento, são alocados, na projeção, observando a meta de alocação estabelecida pelo RPPS em coletor de dados disponibilizado.

Calculando-se as rentabilidades anuais, apura-se a média considerando o período total até a extinção do fluxo do passivo. Compreende-se essa média de retorno anual como sendo a Taxa de Convergência, sendo, então, esta a hipótese que, afora os aspectos normativos, se mostraria a mais adequada à utilização.

Porém, a recomendação técnica irá considerar, como parâmetro máximo, aqueles estabelecidos pela Portaria MTP nº 1.467/2022.

## 3.4 Metodologia - Análise prospectiva estocástica

**De forma complementar**, visando fornecer maior fundamentação técnica ao processo decisório, são realizadas projeções estocásticas da rentabilidade, mediante Método de Monte-Carlo, por meio do qual se pode avaliar a dispersão esperada em torno da média, ao longo dos anos futuros.

Para os processos estocásticos, são simulados no mínimo 1.000 cenários de rentabilidade para cada um dos anos futuros, observada distribuição de probabilidade *Normal* (z) cujos parâmetros média e desvio padrão são conhecidos. O Desvio Padrão é apurado pela ponderação da volatilidade histórica da renda variável e da renda fixa, respectivamente, pelo peso de tais segmentos na carteira de investimentos em cada ano de análise. A média de rentabilidade, por sua vez, é apurada ano a ano pelos estudos determinísticos mencionados anteriormente.

Por meio das projeções estocásticas de cada um dos cenários de rentabilidade, ano a ano, pode-se apurar as médias de rentabilidade em cada um dos cenários e a partir destas **é possível avaliar a probabilidade de atingimento de cada um dos percentuais de rentabilidade como média de retorno ao final do período**.

A taxa de convergência é considerada como sendo aquela cuja probabilidade de superação – ou de não atingimento, consequentemente – seja de 50%. Naturalmente, quanto menor a taxa de juros, maior a probabilidade de acerto. Em contrapartida, quanto maior a taxa de juros, menor a probabilidade de atingimento, como média de rentabilidade no longo prazo.

Ressalta-se que os resultados não demonstram a probabilidade de atingimento ou não de determinada rentabilidade num único exercício, mas sim como média de rentabilidade no longo prazo, observados os anos avaliados.

# 4 METODOLOGIAS E DIRETRIZES – Demais hipóteses atuariais

## 4.1 Diretrizes técnicas

Para avaliação estatística das demais hipóteses atuariais se buscará a análise descritiva dos dados, visando a identificação de metodologia cientificamente reconhecida. Por meio de análises retrospectivas se buscará a identificação de médias e intervalos de confiança para favorecer um melhor processo decisório.

Como diretriz técnica, a Lumens Atuarial recomendará aquelas hipóteses cujos resultados indiquem a melhor adequação média. Sempre que possível, tais estudos devem ser complementados com análises do RPPS e do Ente Federativo acerca das perspectivas futuras.

Importante destacar que, conforme Portaria MTP nº 1.467/2022, a unidade gestora do RPPS deverá solicitar dos representantes do ente federativo informações e manifestação fundamentada das hipóteses econômicas e financeiras relacionadas ao estabelecimento de políticas ou à execução de programas e atividades sob responsabilidade do ente, especialmente daqueles referentes à gestão de pessoal, para subsidiar a escolha e a análise da aderência.

## 4.2 Metodologia – Crescimento da remuneração

Adota-se como metodologia inicial para análise da adequação da taxa real de crescimento das remunerações o método retrospectivo, por meio do qual se avalia, individualmente, a variação da remuneração ano a ano.

Visando a identificação da taxa de crescimento real média que represente a realidade da população segurada pelo plano de benefícios, considera-se todos os segurados durante a exposição ao risco do crescimento da remuneração, independentemente de sua situação atual.

**Apura-se a média e o intervalo de confiança estatístico de 95,00%,** com base em erro padrão da média, que considera o tamanho da amostra de participantes. Será recomendada a média como sendo – estatisticamente - a hipótese mais adequada, possibilitando ainda, a escolha de qualquer percentual de crescimento contido no referido intervalo de confiança.

Adicionalmente, sempre que possível, pela análise da correlação das remunerações médias e das idades dos segurados se buscará identificar modelos preditivos (análise de regressão) com poder explicativo ($R^2$) acima de 90,00%. Pelo modelo, se buscará estabelecer a taxa anual de crescimento estimada.

Para processo decisório acerca da hipótese de crescimento da remuneração é recomendada a análise adicional de critérios atrelados ao plano de cargos e salários vigente que busquem identificar padrões futuros, visto que os estudos retrospectivos ou extraídos dos dados atuais podem não representar as políticas futuras de gestão de pessoal.

Importante destacar que eventuais implementações de planos de cargos e salários podem ter influenciado a média apurada, de forma que os resultados devem ser avaliados em conjunto ao atual plano de cargos vigente e às perspectivas do Ente Federativo quanto à evolução salarial de forma prospectiva.

Assim, a definição da hipótese relativa ao crescimento da remuneração, conforme recomenda a Portaria MTP n° 1.467/2022, deve se fundamentar na análise da estrutura funcional e remuneratória dos segurados ativos do RPPS prevista na legislação do ente federativo.

## 4.3 Metodologia – Composição familiar

A hipótese referente à composição familiar é adotada para estimativa dos encargos relativos à pensão por morte de segurados do plano de benefícios.

Para análise da hipótese de composição familiar dos servidores ativos do Plano de Benefícios, são efetuados estudos para se apurar a divergência média entre a idade do titular e seu respectivo cônjuge. De posse de tal divergência, segregada por sexo do titular, é construída a estrutura familiar por idade.

Adicionalmente é avaliado um modelo preditivo (análise de regressão) para estruturação de família padrão por idade a ser utilizada nos cálculos atuariais. A análise da adequação da hipótese por modelo preditivo ocorre quando identificado poder explicativo (R2) acima de 90%.

São também analisados os percentuais de segurados casados que, em caso de óbito, viriam a gerar pensão vitalícia.

Na sequência, é identificado um intervalo de confiança para averiguar a razoabilidade técnica de se manter a hipótese vigente. Sendo necessária a alteração, será recomendada composição familiar que reflita a média observada dentre a população avaliada. A depender da variabilidade das informações, bem como da complexidade técnica de implementação de nova metodologia, poderá ser recomendada a adoção de família real, dispensando-se a necessidade da premissa.

## 4.4 Metodologia – Idade provável de aposentadoria

A hipótese referente à idade provável de aposentadoria é adotada para estimativa do momento em que o segurado ativo entrará em fase de percepção de renda, observado o acréscimo de tempo em abono de permanência a partir de sua elegibilidade plena.

Contudo, considerando que o teste desta hipótese é facultativo, se utilizados os parâmetros mínimos prudenciais estabelecidos na Portaria MTP nº 1467/2022 e que o Município de Jundiaí realizou a Reforma Previdenciária local, optou-se pela não realização do teste, uma vez que os dados históricos podem não refletir a situação atual, dado que as novas regras de elegibilidades são mais rígidas que as anteriores.

# 5 DOS DADOS E INFORMAÇÕES DISPONIBILIZADOS

## 5.1 Histórico de expostos e eventos

Para realização dos estudos estatísticos de aderência das hipóteses biométricas foram solicitados dados relacionados aos óbitos e entradas em invalidez observados dos segurados ativos, aposentados e pensionistas do RPPS entre os anos de 2017 e 2023, contemplando um histórico de 7 anos, a exceção dos dados informados para o teste da tábua de entrada em invalidez, em que foi utilizado os dados dos últimos 5 anos, em razão de peculiaridades ocorridas no período anterior.

Foram disponibilizados ainda, por idade, os dados dos segurados expostos aos riscos avaliados considerando o mesmo período, o que nos permitiu efetuar as análises quanto à aderência das hipóteses biométricas.

Os dados foram fornecidos com informações segregadas por sexo, o que também favoreceu uma análise dos grupos feminino e masculino, aplicando-se aos mesmos as tábuas relativas aos respectivos sexos, em especial quanto à mortalidade geral e a mortalidade de inválidos.

## 5.2 Recursos financeiros e premissas de projeções

Para elaboração dos estudos retrospectivos, foram disponibilizadas as rentabilidades mensais auferidas pela gestão de investimentos do RPPS entre os anos de 2019 e 2023, contemplando 5 exercícios completos e imediatamente anteriores à elaboração do presente estudo.

Para fins de projeções da rentabilidade, por sua vez, no que tange a gestão do ativo, conforme informações do RPPS, a carteira de investimentos em 31/12/2023 possuía uma alocação de acordo com os segmentos descritos na tabela a seguir:

| PCP | Renda Fixa (Mercado) | Renda Fixa (Curva) | Renda Variável (RV) | Investimentos Estruturados (IE) | Investimentos no Exterior (IX) | Investimentos Imobiliários (IM) | Operações com participantes (OP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valor | R$ 257.605.891,45 | R$ 1.389.306.337,38 | R$ 505.719.973,78 | R$ 312.909.354,92 | R$ 148.099.024,44 | R$ 33.485.645,00 | R$ 0,00 |
| % | 9,73% | 52,48% | 19,10% | 11,82% | 5,59% | 1,26% | 0,00% |

Para elaboração dos estudos, conforme coletor de dados disponibilizado pela Lumens Atuarial e preenchido pelo RPPS, ainda foram fornecidos, por segmento de aplicação, o retorno real estimado para os próximos anos, informações dos títulos públicos e respectivo fluxo de recebimento de juros e o principal. No que diz respeito à rentabilidade projetada, a Lumens Atuarial adotou cenários próprios, extraídos de estudos internos que se basearam em expectativa de mercado (Relatório Focus), bem como em retornos médios projetados pelos diferentes clientes, entre Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) e Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC).

Por meio da alocação ano a ano, combinada à rentabilidade estimada para cada segmento de aplicação e, considerando ainda o passivo atuarial do plano de benefícios, apurou-se a rentabilidade estimada para a carteira do RPPS ao longo dos anos, e, por fim, apurou-se a média do retorno anual em longo prazo.

Em complemento, as rentabilidades anuais obtidas por processo determinístico foram adotadas como parâmetros da distribuição aleatória utilizada para geração das projeções estocásticas, em conjunto à volatilidade da carteira, esta apurada a partir da macroalocação e da volatilidade histórica específica dos indexadores dos diferentes segmentos.

## 5.3 Histórico das remunerações

Para realização dos estudos relativos à identificação da taxa média de crescimento real das remunerações, foram fornecidos dados dos segurados ativos do RPPS entre os anos de 2019 e 2023, contemplando um histórico de 5 anos.

Adicionalmente, foi fornecida a legislação do ente federativo que trata dos cargos, carreiras e estrutura remuneratória dos segurados ativos do RPPS.

Informa-se ainda que foram disponibilizadas manifestações acerca das perspectivas do Ente Federativo para as políticas de gestão de pessoas.

## 5.4 Composição Familiar

Para análise da composição familiar, foram utilizadas as informações disponíveis para a última avaliação atuarial elaborada, por meio das quais se possibilita a análise das características dos dependentes dos segurados ativos e inativos.

# 6 RESULTADOS APURADOS – Tábuas Biométricas

## 6.1 Mortalidade Geral

Atualmente é adotada a tábua publicada pelo IBGE (IBGE 2022), segregada por sexo, como hipótese atuarial para estimar a sobrevivência dos ativos e assistidos válidos do Plano de Benefícios.

Como mencionado, foram elaboradas análises iniciais para identificação das tábuas mais ajustadas a serem testadas estatisticamente. Foram avaliadas as tábuas constantes do banco de tábuas disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Atuária.

A partir da seleção prévia, foram aplicados os testes Kolmogorov-Smirnov, Qui-quadrado, t de Student, Binomial e Teste Z, conforme segue, sendo a tábua vigente apresentada em destaque.

**Tabela 1. Resultados Teste Kolmogorov-Smirnov - Ambos os sexos**

| Tábua | TESTE KS | Critical statistic | Resultado |
|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 0,137 | 0,256 | Não Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 0,072 | 0,275 | Não Rejeita Ho |
| AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE | 0,065 | 0,289 | Não Rejeita Ho |
| AT2000 (Suav. 10%)_FEM / AT2000 (Suav. 10%)_MAS | 0,065 | 0,297 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m | 0,117 | 0,284 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2015-f / BR-EMSsb-v.2015-m | 0,076 | 0,308 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m | 0,093 | 0,277 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2021-f / BR-EMSsb-v.2021-m | 0,076 | 0,300 | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE | 0,073 | 0,279 | Não Rejeita Ho |

**Tabela 2. Resultados Teste Qui-quadrado - Ambos os sexos**

| Tábua | Estatística Q2 | Critical statistic | Resultado |
|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 14,535 | 19,675 | Não Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 3,123 | 15,507 | Não Rejeita Ho |
| AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE | 2,938 | 12,592 | Não Rejeita Ho |
| AT2000 (Suav. 10%)_FEM / AT2000 (Suav. 10%)_MAS | 5,613 | 12,592 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m | 3,073 | 14,067 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2015-f / BR-EMSsb-v.2015-m | 5,042 | 11,070 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m | 2,862 | 15,507 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2021-f / BR-EMSsb-v.2021-m | 6,262 | 12,592 | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE | 2,174 | 14,067 | Não Rejeita Ho |

**Tabela 3. Resultados Teste t de Student - Ambos os sexos**

| Tábua | Valor P | Resultado |
|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 0,00% | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 4,32% | Rejeita Ho |
| AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE | 40,84% | Não Rejeita Ho |
| AT2000 (Suav. 10%)_FEM / AT2000 (Suav. 10%)_MAS | 3,52% | Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m | 84,60% | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2015-f / BR-EMSsb-v.2015-m | 0,09% | Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m | 11,49% | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2021-f / BR-EMSsb-v.2021-m | 1,18% | Rejeita Ho |
| RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE | 19,21% | Não Rejeita Ho |

**Tabela 4. Resultados Teste Binomial - Ambos os sexos**

| Tábua | Limite inferior | Limite superior | Observado | Teste global |
|---|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 58 | 91 | 45,571 | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 38 | 66 | 45,571 | Não Rejeita Ho |
| AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE | 30 | 56 | 45,571 | Não Rejeita Ho |
| AT2000 (Suav. 10%)_FEM / AT2000 (Suav. 10%)_MAS | 27 | 51 | 45,571 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m | 33 | 59 | 45,571 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2015-f / BR-EMSsb-v.2015-m | 22 | 45 | 45,571 | Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m | 37 | 65 | 45,571 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2021-f / BR-EMSsb-v.2021-m | 25 | 49 | 45,571 | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE | 36 | 63 | 45,571 | Não Rejeita Ho |

**Tabela 5. Resultados Teste Z - Ambos os sexos**

| Tábua | E. Esperado | E. Observado | Z | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 72,443 | 45,571 | -3,170 | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 50,420 | 45,571 | -0,619 | Não Rejeita Ho |
| AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE | 41,693 | 45,571 | 0,472 | Não Rejeita Ho |
| AT2000 (Suav. 10%)_FEM / AT2000 (Suav. 10%)_MAS | 37,467 | 45,571 | 1,062 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m | 44,957 | 45,571 | -0,262 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2015-f / BR-EMSsb-v.2015-m | 32,592 | 45,571 | 1,658 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m | 49,470 | 45,571 | -0,750 | Não Rejeita Ho |
| BR-EMSsb-v.2021-f / BR-EMSsb-v.2021-m | 36,006 | 45,571 | 1,082 | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE | 48,613 | 45,571 | 0,032 | Não Rejeita Ho |

Na continuação, segue demonstrada tabela com o resultado consolidado dos diferentes testes estatísticos aplicados. Será possível observar que, dentre as premissas testadas, a tábua vigente (IBGE 2022 - segregada por sexo) se mostrou aderente apenas nos testes KS e Q2, sendo rejeitada pelos demais testes aplicados. Tal rejeição se deu por se detectar um número de óbitos dentre a população segurada pelo RPPS significativamente inferior àquela projetada pela tábua do

IBGE, o que demonstra uma maior longevidade dos segurados em relação à população utilizada para construção da referida tábua de mortalidade.

Observa-se ainda que as tábuas AT-2000, BR-EMSmt-v.2015, BR-EMSmt-v.2021 e RP-2000, todas segregadas por sexo e, destacas na tabela a seguir, se mostraram aderentes em todos os testes aplicados.

**Tabela 6. Consolidado dos testes – Tábua de Mortalidade Geral**

| Testes Estatísticos - Ambos os Sexos | KS | Q2 | t student | Binomial | Z |
|---|---|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| **AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |
| AT2000 (Suav. 10%)_FEM / AT2000 (Suav. 10%)_MAS | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| **BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |
| BR-EMSsb-v.2015-f / BR-EMSsb-v.2015-m | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| **BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |
| BR-EMSsb-v.2021-f / BR-EMSsb-v.2021-m | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| **RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |

Dentre as tábuas que se mostraram aderentes em todos os testes estatísticos aplicados, a partir do Desvio Quadrático Médio, observa-se um melhor ajuste estatístico da BR-EMSmt-v.2015, segregada por sexo, seguida da AT-2000, RP-2000 e BR-EMSmt-v.2021, também segregadas por sexo.

**Tabela 7. Desvio Quadrático Médio**

| Testes Estatísticos - Ambos os Sexos | DQM | Ranking |
|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 11,30 | 9 |
| AT-2000 FEMALE / AT-2000 MALE | 2,89 | 2 |
| BR-EMSmt-v.2015-f / BR-EMSmt-v.2015-m | 2,71 | 1 |
| BR-EMSmt-v.2021-f / BR-EMSmt-v.2021-m | 3,41 | 4 |
| RP-2000 FEMALE / RP-2000MALE | 3,36 | 3 |

Em resumo, em relação à mortalidade geral, identificou-se, pelos estudos elaborados, que quatro tábuas (AT-2000, BR-EMSmt-v.2015, BR-EMSmt-v.2021 e RP-2000 - todas segregadas por sexo), se mostraram aderente em todos os testes aplicados. Ademais, destas quatro tábuas avaliadas, a BR-EMSmt-v.2015, segregada por sexo, demonstrou o menor desvio entre os eventos esperados e observados, sendo, portanto, a que demonstra o melhor ajuste estatístico.

Diante dos resultados, recomenda-se a adoção da tábua BR-EMSmt-v.2015-f e da BR-EMSmt-v.2015-m, aplicadas aos segurados do sexo feminino e masculino, respectivamente. Destaca-se, contudo, a possibilidade de adoção das demais tábuas cuja aderência foi atestada pelos 5 testes estatísticos aplicados.

Recomenda-se ainda a realização periódica destes estudos para que se possa detectar eventuais necessidades de substituição da premissa, observada a tendencia global de ganhos de longevidade com o passar dos anos.

## 6.2 Mortalidade de Inválidos

Tendo em vista o quantitativo de expostos e eventos no período avaliado, não foi possível a aplicação de todos os testes estatísticos previstos, sendo limitada a análise ao teste Kolmogorov-Smirnov, ao t de Student e ao Desvio Quadrático Médio.

**Tabela 8. Resultados Teste Kolmogorov-Smirnov - Ambos os sexos**

| Tábua | TESTE KS | Critical statistic | Resultado |
|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 0,277 | 0,696 | Não Rejeita Ho |
| AT-49 FEMALE / AT-49 MALE | 0,303 | 0,668 | Não Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (IAM) / AT-83 MALE (IAM) | 0,310 | 0,816 | Não Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 0,310 | 0,782 | Não Rejeita Ho |
| CSO-41 / CSO-41 | 0,267 | 0,521 | Não Rejeita Ho |
| IBA (FERROVIARIOS) - MI / IBA (FERROVIARIOS) - MI | 0,224 | 0,486 | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 DISABLED FEMALE / RP-2000 DISABLED MALE | 0,161 | 0,530 | Não Rejeita Ho |
| WINKLEVOSS / WINKLEVOSS | 0,164 | 0,508 | Não Rejeita Ho |
| ZIMMERMANN / ZIMMERMANN | 0,066 | 0,464 | Não Rejeita Ho |

**Tabela 9. Resultados Teste Qui-quadrado - Ambos os sexos**

| Tábua | Estatística Q2 | Critical statistic | Resultado |
|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 231,839 | 11,070 | Rejeita Ho |
| AT-49 FEMALE / AT-49 MALE | 206,141 | 12,592 | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (IAM) / AT-83 MALE (IAM) | 424,183 | 7,815 | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 364,635 | 9,488 | Rejeita Ho |
| CSO-41 / CSO-41 | 61,243 | 21,026 | Rejeita Ho |
| IBA (FERROVIARIOS) - MI / IBA (FERROVIARIOS) - MI | 49,077 | 28,869 | Rejeita Ho |
| RP-2000 DISABLED FEMALE / RP-2000 DISABLED MALE | 29,908 | 22,362 | Rejeita Ho |
| WINKLEVOSS / WINKLEVOSS | 18,314 | 23,685 | Não Rejeita Ho |
| ZIMMERMANN / ZIMMERMANN | 34,282 | 33,924 | Rejeita Ho |

**Tabela 10. Resultados Teste t de Student - Ambos os sexos**

| Tábua | Valor P | Resultado |
|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 0,00% | Rejeita Ho |
| AT-49 FEMALE / AT-49 MALE | 0,00% | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (IAM) / AT-83 MALE (IAM) | 0,00% | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | 0,00% | Rejeita Ho |
| CSO-41 / CSO-41 | 64,35% | Não Rejeita Ho |
| IBA (FERROVIARIOS) - MI / IBA (FERROVIARIOS) - MI | 8,12% | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 DISABLED FEMALE / RP-2000 DISABLED MALE | 28,34% | Não Rejeita Ho |
| WINKLEVOSS / WINKLEVOSS | 72,16% | Não Rejeita Ho |
| ZIMMERMANN / ZIMMERMANN | 0,01% | Rejeita Ho |

Na continuação, segue demonstrada tabela com o resultado consolidado dos diferentes testes estatísticos aplicados, na qual é possível observar que, dentre as premissas testadas, a tábua vigente (IBGE 2022 - segregada por sexo), se mostrou aderente apenas no teste KS, indicando uma mortalidade de inválidos observada significativamente superior àquela projetada pela tábua vigente. A única tábua que se mostrou aderente em todos os testes estatísticos aplicados foi a WINKLEVOSS.

**Tabela 11. Consolidado dos testes – Tábua de Mortalidade de Inválidos**

| Testes Estatísticos - Ambos os Sexos | KS | Q2 | t student |
|---|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| AT-49 FEMALE / AT-49 MALE | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (IAM) / AT-83 MALE (IAM) | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| AT-83 FEMALE (Basic) / AT-83 MALE (Basic) | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| CSO-41 / CSO-41 | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| IBA (FERROVIARIOS) - MI / IBA (FERROVIARIOS) - MI | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| RP-2000 DISABLED FEMALE / RP-2000 DISABLED MALE | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Não Rejeita Ho |
| **WINKLEVOSS / WINKLEVOSS** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |
| ZIMMERMANN / ZIMMERMANN | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |

Dentre as tábuas testadas, a WINKLEVOSS foi a que demonstrou o melhor ajuste estatístico, conforme desvio quadrático médio demonstrado a seguir. A tábua IBGE 2022 configurou como a 7ª dentre as tábuas testadas, haja vista sua longevidade superior em relação aos segurados inativos do RPPS.

**Tabela 12. Desvio Quadrático Médio**

| Testes Estatísticos - Ambos os Sexos | DQM | Ranking |
|---|---|---|
| IBGE 2022 - F / IBGE 2022 - M | 3,43 | 7 |
| CSO-41 / CSO-41 | 0,94 | 2 |
| RP-2000 DISABLED FEMALE / RP-2000 DISABLED MALE | 1,04 | 3 |
| WINKLEVOSS / WINKLEVOSS | 0,88 | 1 |

Em resumo, as tábuas que demonstraram o melhor ajuste estatístico (ranking) são menos longevas que a premissa vigente e, portanto, não podem ser utilizadas, conforme disposto nos normativos em vigor. Assim, embora a tábua WINKLEVOSS tenha se mostrado aderente em todos os testes realizados, recomenda-se a manutenção da tábua referência e vigente IBGE 2022, segregada por sexo, observada as disposições das normas.

## 6.3 Entrada em Invalidez

Atualmente é adotada a tábua ALVARO VINDAS, para ambos os sexos, como hipótese atuarial para estimar a entrada em invalidez dos ativos do Plano de Benefícios.

Para tanto, foram avaliadas as tábuas constantes do banco de tábuas disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Atuária para identificação daquelas mais ajustadas a serem testadas estatisticamente. A partir dessa seleção prévia, foram aplicados os testes Kolmogorov-Smirnov, Qui-quadrado e t de Student, conforme segue.

**Tabela 13. Resultados Teste Kolmogorov-Smirnov - Ambos os sexos**

| Tábua | TESTE KS | Critical statistic | Resultado |
|---|---|---|---|
| ALVARO VINDAS / ALVARO VINDAS | 0,087 | 0,475 | Não Rejeita Ho |
| GRUPO AMERICANA / GRUPO AMERICANA | 0,145 | 0,526 | Não Rejeita Ho |
| IAPB-57 FRACA / IAPB-57 FRACA | 0,106 | 0,408 | Não Rejeita Ho |
| LIGHT MEDIA / LIGHT MEDIA | 0,110 | 0,390 | Não Rejeita Ho |
| MULLER - EI / MULLER - EI | 0,101 | 0,419 | Não Rejeita Ho |
| RGPS-99/02 M.M / RGPS-99/02 M.M | 0,092 | 0,397 | Não Rejeita Ho |
| RRB-1944 Mod - Fem / RRB-1944 Mod - Masc | 0,077 | 0,395 | Não Rejeita Ho |
| TASA-1927 / TASA-1927 | 0,105 | 0,487 | Não Rejeita Ho |
| WYATT 1985 / WYATT 1985 | 0,078 | 0,411 | Não Rejeita Ho |

**Tabela 14. Resultados Teste Qui-quadrado - Ambos os sexos**

| Tábua | Estatística Q2 | Critical statistic | Resultado |
|---|---|---|---|
| ALVARO VINDAS / ALVARO VINDAS | 1,42 | 5,99 | Não Rejeita Ho |
| GRUPO AMERICANA / GRUPO AMERICANA | 2,92 | 3,84 | Não Rejeita Ho |
| IAPB-57 FRACA / IAPB-57 FRACA | 9,68 | 11,07 | Não Rejeita Ho |
| LIGHT MEDIA / LIGHT MEDIA | 18,50 | 12,59 | Rejeita Ho |
| MULLER - EI / MULLER - EI | 5,71 | 9,49 | Não Rejeita Ho |
| RGPS-99/02 M.M / RGPS-99/02 M.M | 13,99 | 12,59 | Rejeita Ho |
| RRB-1944 Mod - Fem / RRB-1944 Mod - Masc | 15,03 | 12,59 | Rejeita Ho |
| TASA-1927 / TASA-1927 | 1,11 | 3,84 | Não Rejeita Ho |
| WYATT 1985 / WYATT 1985 | 7,47 | 9,49 | Não Rejeita Ho |

**Tabela 15. Resultados Teste t de Student - Ambos os sexos**

| Tábua | Valor P | Resultado |
|---|---|---|
| ALVARO VINDAS / ALVARO VINDAS | 79,92% | Não Rejeita Ho |
| GRUPO AMERICANA / GRUPO AMERICANA | 2,06% | Rejeita Ho |
| IAPB-57 FRACA / IAPB-57 FRACA | 0,00% | Rejeita Ho |
| LIGHT MEDIA / LIGHT MEDIA | 0,00% | Rejeita Ho |
| MULLER - EI / MULLER - EI | 0,01% | Rejeita Ho |
| RGPS-99/02 M.M / RGPS-99/02 M.M | 0,00% | Rejeita Ho |
| RRB-1944 Mod - Fem / RRB-1944 Mod - Masc | 0,00% | Rejeita Ho |
| TASA-1927 / TASA-1927 | 36,21% | Não Rejeita Ho |
| WYATT 1985 / WYATT 1985 | 0,00% | Rejeita Ho |

A seguir será demonstrada tabela com resultado consolidado dos diferentes testes estatísticos aplicados, na qual é possível observar que, dentre as premissas testadas, a tábua vigente ALVARO VINDAS se mostrou aderente em todos os testes, além da tábua TASA-1927.

**Tabela 16. Consolidado dos testes – Tábua de Entrada em Invalidez**

| Testes Estatísticos - Ambos os Sexos | KS | Q2 | t student |
|---|---|---|---|
| **ALVARO VINDAS / ALVARO VINDAS** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |
| GRUPO AMERICANA / GRUPO AMERICANA | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| IAPB-57 FRACA / IAPB-57 FRACA | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| LIGHT MEDIA / LIGHT MEDIA | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| MULLER - EI / MULLER - EI | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| RGPS-99/02 M.M / RGPS-99/02 M.M | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| RRB-1944 Mod - Fem / RRB-1944 Mod - Masc | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho | Rejeita Ho |
| **TASA-1927 / TASA-1927** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** | **Não Rejeita Ho** |
| WYATT 1985 / WYATT 1985 | Não Rejeita Ho | Não Rejeita Ho | Rejeita Ho |

Dentre as tábuas que se mostraram aderentes em todos os testes estatísticos aplicados, a tábua Álvaro Vindas demonstrou o melhor ajuste estatístico, conforme segue tabela onde se demonstra o desvio quadrático médio, bem como um ranking extraído desse ajuste estatístico:

**Tabela 17. Desvio Quadrático Médio**

| Testes Estatísticos - Ambos os Sexos | DQM | Ranking |
|---|---|---|
| ALVARO VINDAS / ALVARO VINDAS | 3,89 | 1 |
| TASA-1927 / TASA-1927 | 3,75 | 2 |

Em resumo, recomenda-se a manutenção da tábua referência e vigente Álvaro Vindas, que, além de se mostrar aderente nos três testes aplicados, apresentou o melhor ajuste estatístico.

# 7 RESULTADOS APURADOS – Taxa de Juros

## 7.1 Estudos retrospectivos – Histórico de Rentabilidade

Inicialmente foram realizados estudos retrospectivos para verificar os resultados alcançados pelo RPPS.

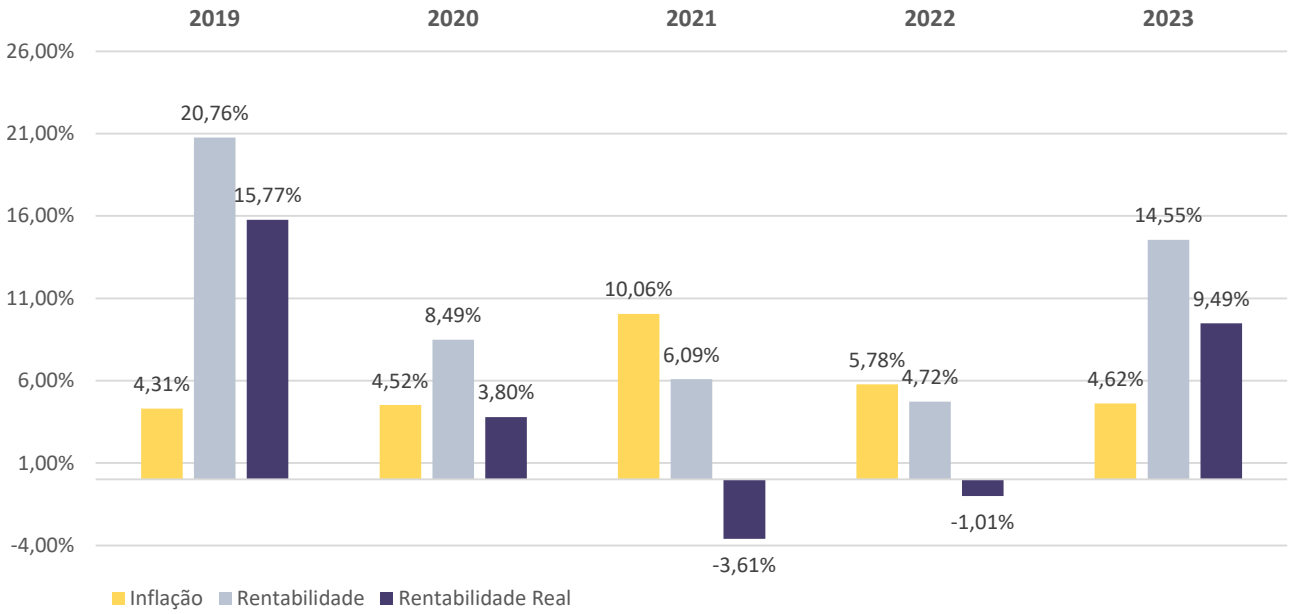
A partir do histórico das rentabilidades líquidas auferidas pelos recursos garantidores do Plano de Benefícios no período que compreende os meses de jan/19 a dez/23, apurou-se uma rentabilidade acumulada de 66,72%. Para o mesmo período, a meta atuarial vigente (IPCA + 5,00% ao ano) acumulada montou em 69,48%.

Assim, no período analisado, a rentabilidade liquida foi apurada em 96,03% da taxa de referência tida como Benchmark. Foi apurado ainda um desvio padrão dessa divergência não planejada (Tracking-Error) de 2,33%, o que representa uma oscilação razoável dessa divergência em torno da média.

Analisando apenas os 12 últimos meses (exercício de 2023), observou-se que os recursos do plano alcançaram uma rentabilidade de 14,55%, enquanto a meta atuarial vigente montou em 9,85%, o que representa que a rentabilidade obtida pelo RPPS superou em 4,70% o índice de referência.

Importante destacar que, diante dos objetivos do presente estudo, o qual pretende avaliar a aderência da atual premissa atuarial, a análise foi realizada considerando como meta atuarial durante todo o período a taxa de juros real de 5,00%, sendo esta a taxa utilizada como hipótese atuarial na avaliação de encerramento do exercício de 2023.

**Gráfico 1.** Análise histórica da inflação vs rentabilidade




Em análise ao Gráfico acima, verifica-se a evolução histórica da inflação em comparativo a rentabilidade nominal e a rentabilidade real obtida pela carteira de investimentos do RPPS.

Importante destacar que as rentabilidades mensais auferidas pelos investimentos do RPPS foram disponibilizadas pela Unidade Gestora, sendo tal rentabilidade mensal acumulada no período e comparada à atual meta atuarial, composta por IPCA + 5,00% ao ano.

Conforme já mencionado, e apesar da análise retrospectiva demonstrada anteriormente, a realização dos estudos técnicos de que trata a Portaria nº 1.467/2022 demandam projeções das rentabilidades futuras para fundamentar a definição da hipótese atuarial. Para tanto, foram realizados estudos com base nos cenários e premissas disponibilizadas pelo RPPS.

## 7.2 Estudos Prospectivos

Observada a alocação vigente e as expectativas de rentabilidade dos diferentes segmentos de aplicação, conforme informações, premissas e diretrizes adotadas, foi apurado o seguinte resultado pelas projeções determinísticas das rentabilidades anuais da carteira de investimentos.

| Taxa de Convergência | |
|---|---|
| Rentabilidade Média Anual | 5,43% a.a. |

Realizando-se projeções determinísticas da carteira, com base na meta de alocação e de rentabilidade nos diferentes segmentos de aplicação, o percentual de 5,43% ao ano foi apurado como sendo a taxa de convergência de longo prazo, representando esta a média de rentabilidade anual da carteira que se projeta para o RPPS a partir de 2024 até a extinção do fluxo do passivo dos atuais segurados.

Assim, com foco em longo prazo, **abstraindo-se os aspectos normativos**, seria esse o percentual mais ajustado estatisticamente (probabilidade de cumprimento de 50%) ou a estimativa adequada de retorno a ser utilizada como hipótese para precificação do passivo atuarial ou para definição da meta de rentabilidade da política de investimentos.

**Deve-se, contudo, considerar as determinações estabelecidos pela Portaria supracitada para definição da Taxa de Juros Atuarial a ser adotada como hipótese, bem como considerar critérios de prudência e conservadorismo**. Assim, apesar de apurada uma taxa de convergência superior à atual premissa vigente, a definição da hipótese, por força normativa, deve considerar a Taxa de Juros Parâmetro, somada à 0,15% para cada exercício em que se superou a meta atuarial ao longo dos últimos 5 exercícios.

Importante destacar também que eventuais alterações nas premissas, sejam relativas à alocação, sejam relativas às rentabilidades dos diferentes segmentos impactam nos resultados.

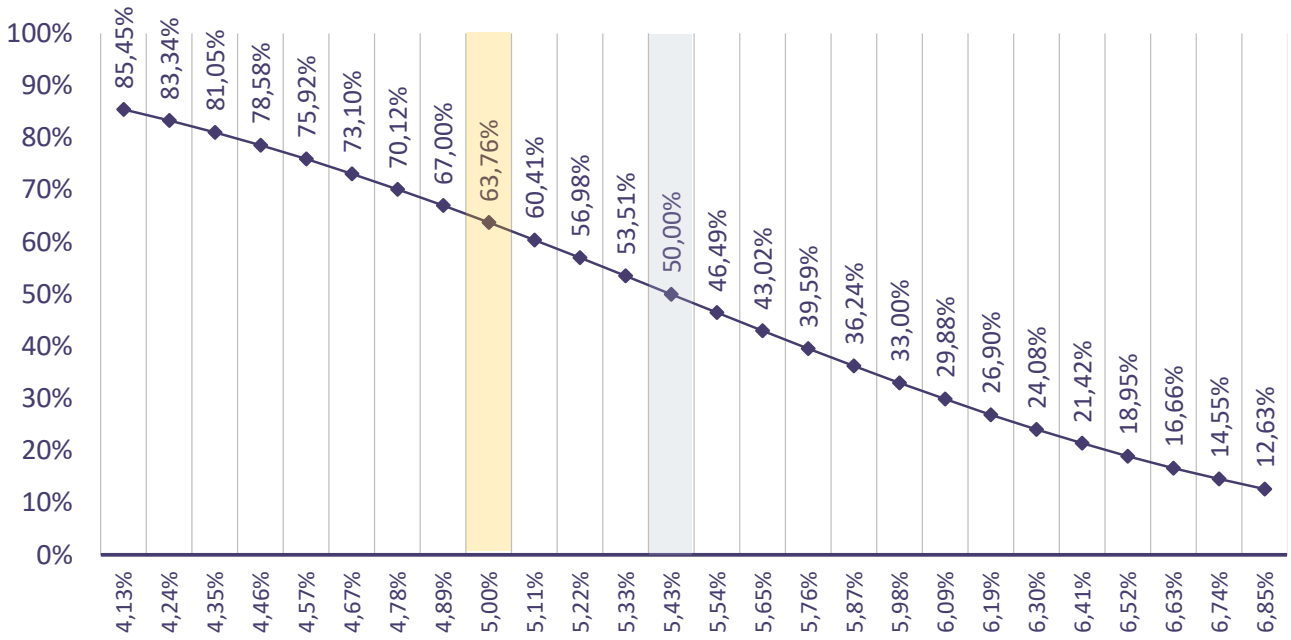
Conforme mencionado, de forma complementar, mediante método Monte Carlo, partindo das rentabilidades e da volatilidade esperada da carteira, ano a ano, foram simulados 1000 cenários para as rentabilidades do Plano de Benefícios permitindo-nos uma análise quanto aos riscos assumidos pelo RPPS na definição de diferentes taxas de juros como hipótese atuarial.

Por meio de projeções estocásticas, partindo-se das premissas de alocação e de rentabilidade dos diferentes segmentos de aplicação, se constatou que a probabilidade de cumprimento da atual taxa de juros real (5,00%) como média de rentabilidade anual no longo prazo é de 63,76%, o que demonstra a razoabilidade técnica de se manter a atual taxa de juros atuarial.

Esse resultado demonstra haver um grau de segurança na premissa (13,76%), além da média, que representaria o percentual para o qual haveria uma probabilidade de 50% de cumprimento e

50% de descumprimento e, consequentemente, de geração de ganhos ou perdas atuariais, respectivamente.

**Gráfico 2.** Probabilidade de atingimento das taxas de juros como média de rentabilidade real líquida ao final do período – Longo Prazo.




Pelo gráfico anterior, também se observa que a probabilidade de se alcançar a taxa de convergência apurada (5,43% ao ano) como média de rentabilidade anual no longo prazo é de 50%, demonstrando se tratar da taxa mais ajustada, mantidas as premissas de rentabilidade e a alocação atual da carteira nos diferentes segmentos.

Destaca-se que, pela metodologia adotada por esta consultoria, a probabilidade de efetivação da taxa vigente se refere à perspectiva de atingimento da mesma ao final do período, como taxa média de rentabilidade, e não de superação dessa mesma taxa no curto ou médio prazo, de maneira pontual.

Diante da convergência da rentabilidade futura a um percentual de 5,43% ao ano, para gestão do risco atuarial, mantendo-se a macroalocação apresentada e os cenários econômicos assumidos como premissa, é adequada a precificação do passivo atuarial considerando taxa de juros atuarial de 5,00% ao ano, sendo esta a premissa recomendada.

# 8 RESULTADOS APURADOS – Demais Hipóteses Atuariais

## 8.1 Crescimento da remuneração

### 8.1.1 Estudos retrospectivos

Mediante estudos retrospectivos, cujas análises foram efetuadas no período de 2019 a 2023, foram apuradas as seguintes taxas reais de crescimento salarial dos segurados ativos:

| Resultados | Quadro Geral | Magistério |
|---|---|---|
| Limite Inferior (IC 95%) | 2,56% | 3,91% |
| Média | 2,60% | 3,95% |
| Limite Superior (IC 95%) | 2,63% | 3,99% |

Importante destacar que eventuais implementações de planos de cargos e salários e consequentes incorporações podem ter influenciado a média apurada, de forma que **os resultados devem ser avaliados em conjunto ao atual plano de cargos vigente e às perspectivas do Ente Federativo quanto à evolução salarial de forma prospectiva**.

### 8.1.2 Da estrutura remuneratória dos segurados ativos do RPPS

Conforme relatório da Avaliação Atuarial de 2024, encerramento em 31/12/2023, a Prefeitura de Jundiaí (SP) garante aos servidores efetivos ativos do quadro geral e magistério vantagens decorrentes da evolução no cargo e/ou na carreira, conforme definido nas Leis Municipais nº 579/2017 (Regime Jurídico Único), nº 7.827/2012 (Quadro Geral) e nº 511/2012 (Magistério).

a) Um quinquênio de 5,00% a cada 5 anos, o que redunda em um crescimento salarial anual de 1,00% acima da reposição inflacionária, para o quadro geral e magistério;

b) Uma gratificação correspondente à sexta-parte da remuneração (16,67%) aos 25 anos. Para este adicional, foi considerado que 40% dos atuais servidores ativos podem atingir este adicional, baseado no histórico dos atuais inativos com esta verba incorporada, redundando em um crescimento salarial de 0,27% ao ano para o quadro geral e magistério; e

c) Avanços horizontais em função da mudança de classes de 5,00% a cada 2 anos para o quadro geral e para o magistério, o que redunda em um crescimento salarial anual de 2,50%, acima da reposição inflacionária.

Não obstante a análise do plano de cargos e salários acima descrita, para a Avaliação Atuarial 2023 houve manifestação expressa do Município de Jundiaí (SP) acerca da expectativa de crescimento da remuneração que informou a taxa de 3,90% ao ano de crescimento real.

Assim, tendo em vista que a Prefeitura de Jundiaí (SP) projeta conceder somente a inflação para as próximas reposições salariais e aplicada a equivalência da taxa simples para a composta nos percentuais aferidos por um período de permanência médio de 25 anos em atividade desde a admissão até a aposentadoria, adotou-se como hipótese de crescimento da remuneração o percentual de 2,76% ao ano para o quadro geral e o magistério.

Desta forma, a gestão municipal da Prefeitura de Jundiaí (SP), ciente dos impactos causados pela concessão de reajustes acima do percentual adotado, deve anteriormente à referida concessão, avaliar financeira e atuarialmente os impactos que serão causados no IPREJUN.

### 8.1.3 Da indicação da taxa real de crescimento futuro da remuneração mais aderente à massa dos segurados ativos do RPPS

Em síntese, foram realizados estudos retrospectivos para avaliar o histórico de crescimento real dos salários ao longo dos últimos 5 anos, onde se constatou um crescimento médio de 2,60% ao ano para o quadro geral e 3,95% ao ano para o magistério.

A análise do atual Plano de Cargos e Salários vigente remonta a percentuais de 2,76% para o quadro geral e 2,76% para magistério.

Pelo exposto, se pôde observar que a hipótese vigente se mostrou um pouco superior ao limite máximo do intervalo de confiança apurado para o quadro geral, e abaixo do limite mínimo do intervalo de confiança apurado para os servidores do magistério. Portanto, diante dos resultados, recomenda-se que os parâmetros sejam reavaliados pelo RPPS juntamente com o Ente Federativo, a partir das perspectivas futuras de crescimento real dos salários, sendo formalizadas as premissas

que deverão ser adotadas para fins de dimensionamento do passivo previdenciário nas próximas avaliações atuariais.

## 8.2 Composição familiar

Inicialmente, verificou-se a quantidade de servidores que, em caso de óbito, gerariam pensão por morte e, na sequência, apurou-se a divergência média entre as idades do segurado (titular) e seu respectivo cônjuge ( = titular – cônjuge), conforme segue:

| Sexo do titular | Divergência do cônjuge |
|---|---|
| Masculino | 2,88 anos mais jovem que o titular |
| Feminino | 2,44 anos mais velho que o titular |

Assim, para a composição familiar média os dados indicaram que 43,03% dos segurados são casados e, portanto, possuem pelo menos um dependente vitalício. Ainda, em média, o cônjuge de sexo feminino é 2,88 anos mais jovem que o servidor titular masculino. Por sua vez, o cônjuge do sexo masculino é 2,44 anos mais velho que a servidora titular feminina.

# 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que os estudos realizados foram desenvolvidos com base nos dados e informações disponibilizados pela Unidade Gestora do RPPS, conforme disposições do presente relatório, e foram efetuados com base em metodologias cientificamente reconhecidas.

Pelos estudos elaborados, recomendam-se as seguintes hipóteses às próximas avaliações atuariais, observada a deliberação do Conselho Deliberativo da Unidade Gestora e expressa manifestação da Diretoria Executiva:

a) **Tábua de Mortalidade Geral:** As tábuas BR-EMSmt-v.2015, AT-2000, RP-2000 e BR-EMSmt-v.2021, todas segregadas por sexo, se mostraram aderentes em todos os testes estatísticos de significância aplicados, enquanto a tábua vigente (IBGE, segregada por sexo) se mostrou não aderente. Com isso, recomenda-se a adequação da premissa vigente por uma das tábuas aderentes, destacando-se o melhor ajuste estatístico da BR-EMSmt-v.2015.

b) **Tábua de Mortalidade de Inválidos:** Diante das exigências normativas, apesar da mortalidade dos inválidos ter se mostrado superior que a estimada pela premissa vigente, recomenda-se a manutenção da Tábua IBGE, segregada por sexo.

c) **Tábua de Entrada em Invalidez:** Observada a aderência em todos os testes estatísticos aplicados, bem como o melhor ajuste estatístico, recomenda-se a manutenção da Tábua Álvaro Vindas.

d) **Taxa de juros:** Observou-se pelos resultados a adequação da premissa vigente, qual seja, 5,00% ao ano, sendo, portanto, recomendada sua manutenção.

e) **Crescimento da remuneração:** Observados os estudos retrospectivos realizados, os quais remetem aos limites mínimos e máximos (Intervalo de Confiança de 95%), respectivamente, de 2,56% e 2,63% ao ano, sendo 2,60% a média anual apurada no período para o quadro geral e de 3,91% e 3,99% ao ano, sendo 3,95% a média anual apurada no período para o magistério, e tendo em vista a premissa vigente de 2,76% ao

ano, tanto ao quadro geral quanto aos servidores do magistério, **recomenda-se uma reavaliação pelo RPPS juntamente com o Ente para adequação da premissa para as próximas avaliações atuariais, a partir de perspectivas futuras para o crescimento real das remunerações dos segurados ativos.**

**f)** **Composição familiar:** 43,03% dos segurados gerarão pensão em caso de óbito, sendo a cônjuge do servidor ativo 2,88 anos mais jovem e o cônjuge da servidora ativa 2,44 anos mais velho.

Estudos estatísticos como os apresentados são de grande relevância para seleção de tais premissas e devem ser considerados para definição das hipóteses que serão adotadas nas próximas avaliações atuariais.

Belo Horizonte, 31 de julho de 2024.

**Rafael Porto de Almeida**
Atuário MIBA n° 1.738
LUMENS ATUARIAL – Consultoria e Assessoria

**Maria Luiza Silveira Borges**
Atuária – MIBA nº 1.563
LUMENS ATUARIAL – Consultoria e Assessoria