



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ATUARIAIS

MAINARA DE PAULA SIMÕES CARDOSO

RISCO SISTEMÁTICO DE LONGEVIDADE EM PLANOS PREVIDENCIÁRIOS

FORTALEZA

2022

MAINARA DE PAULA SIMÕES CARDOSO

RISCO SISTEMÁTICO DE LONGEVIDADE EM PLANOS PREVIDENCIÁRIOS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Atuariais da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Ciências Atuariais.

Orientadora: Profa. Dra. Alane Siqueira Rocha

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C264r Cardoso, Mainara.

Risco sistemático de longevidade em planos previdenciários / Mainara Cardoso. – 2022.
66 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Administração,
Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Alane Rocha.

1. previdência. 2. longevidade. 3. risco. 4. sistemático. 5. aleatoriedade. I. Título.

CDD 658

MAINARA DE PAULA SIMÕES CARDOSO

RISCO SISTEMÁTICO DE LONGEVIDADE EM PLANOS PREVIDENCIÁRIOS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Atuariais da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Ciências Atuariais.

Aprovada em: 25/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Alane Siqueira Rocha (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Alana Katielli Azevedo de Macedo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cícero Rafael Barros Dias
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Para Sérgio, Grace, Pedro e Emiler.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Grace e Sérgio, pelo incentivo aos estudos, pelo apoio às minhas escolhas, pelo exemplo de vida e profissional que sempre recebi dos dois.

Ao meu irmão Pedro, que sempre se faz importante em qualquer fase da minha vida.

Ao meu namorado Emiler, pelo companheirismo e amor, sempre.

À professora Alane minha gratidão pelas significativas contribuições para esse estudo e para minha formação.

À Alana e ao Cícero agradeço a generosidade de aceitarem o convite para fazer parte da banca.

Aos meus professores do curso, pelos muitos ensinamentos.

Ao Emilson pela dedicação, comprometimento e disponibilidade.

Ao Felipe e ao Veni, pelo apoio e parceria indispensáveis para que eu pudesse me dedicar a esse trabalho.

“A vida é um intervalo finito de duração indefinida. A combinação desses dois elementos - a certeza da finitude e a indeterminação do caminho até ela – acarreta um mundo de implicações e possibilidades.” (Eduardo Gianetti, 2005).

“No dia seguinte ninguém morreu.” (José Saramago, 2005).

RESUMO

O risco de longevidade está presente na estrutura do sistema previdenciário brasileiro e pode ser definido como a probabilidade de os participantes de planos de previdência sobreviverem além do esperado, podendo ser subdividido em risco sistemático e não sistemático. O objetivo geral deste trabalho é mensurar o impacto do risco de longevidade na solvência de planos de previdência com pagamento de benefícios vitalícios, tendo como objetivos específicos o desenvolvimento de um modelo estocástico de cálculo atuarial e a mensuração para diferentes tamanhos de grupos populacionais do risco sistemático e não sistemático em planos de benefícios vitalícios. Para isso, foi desenvolvido um modelo de cálculo estocástico na linguagem python que utilizou o processo de Simulação de Monte Carlo para desvendar as distribuições de probabilidades das provisões matemáticas para amostras hipotéticas com diferentes tamanhos, com um cenário considerando apenas o risco de aleatoriedade e outro incluindo, também, o efeito do risco sistemático. A partir da análise dos resultados, concluiu-se que o coeficiente de variação e a taxa de carregamento de contingência diminuem à medida que o tamanho da população aumenta. Entretanto, com a inclusão do risco sistemático de longevidade, os resultados apurados mostraram que a redução do risco atinge um limite. A comparação do coeficiente de variação entre os grupos de 50 e 50.000 segurados evidenciou uma redução de 10,9% para 7,0%, sendo que este percentual é, aproximadamente, o mesmo patamar já atingido pelo grupo de 5.000 segurados. Esses resultados corroboram com a teoria de que o risco de longevidade reduz com o aumento do número de segurados a diversificação da carteira até atingir um limite, visto que o risco sistemático não é eliminado com o aumento do grupo.

Palavres-chaves: previdência, longevidade, risco, sistemático, aleatoriedade, solvência, simulação, Monte Carlo.

ABSTRACT

Longevity risk is present in the structure of the Brazilian social security system and can be defined as the probability of participants in pension plans surviving beyond expectations, which can be subdivided into systematic and non-systematic risk. The general objective of this work is to measure the impact of longevity risk on the solvency of pension plans with payment of lifetime benefits, having as specific objectives the development of a stochastic actuarial calculation model and the measurement for different sizes of population groups of systematic risk and non-systematic in lifetime benefit plans. For this, a stochastic calculation model was developed in the python language that used the Monte Carlo Simulation process to unravel the probability distributions of the mathematical provisions for hypothetical samples with different sizes, with a scenario considering only the risk of randomness and another also including the effect of systematic risk. From the analysis of the results, it was concluded that the coefficient of variation and the contingency loading rate decrease as the population size increases. However, with the inclusion of the systematic longevity risk, the results showed that the risk reduction reached a limit. Comparing the coefficient of variation between the groups of 50 and 50,000 policyholders showed a reduction from 10.9% to 7.0%, with this percentage being approximately the same level already reached by the group of 5,000 policyholders. These results corroborate the theory that longevity risk reduces portfolio diversification with an increase in the number of policyholders until it reaches a limit, since systematic risk is not eliminated with an increase in the group.

Keywords: pension, longevity, risk, systematic, randomness, solvency, simulation, Monte Carlo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Riscos em Fundos de Pensão	19
Figura 2 – Distribuição da Provisão Matemática para o grupo com 50 segurados....	42
Figura 3 – Distribuição da Provisão Matemática para o grupo com 50.000 segurados	42
Figura 4 – Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50 segurados sem o risco sistemático.....	43
Figura 5 – Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50 segurados como risco sistemático.....	44
Figura 6 - Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50.000 segurados sem o risco sistemático.....	44
Figura 7 - Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50.000 segurados com o risco sistemático.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos servidores do Ministério do Planejamento por sexo e grupo do segurado, em 2018	28
Gráfico 2 – Salário médio dos servidores ativos do Ministério do Planejamento por sexo e por cargo de professor (ou não), em 2018.....	29
Gráfico 3 - Benefícios de aposentadoria do Ministério do Planejamento por sexo e por estado de validez, em 2018.....	30
Gráfico 4 - Benefícios de pensão do Ministério do Planejamento por sexo e por duração do benefício, em 2018	31
Gráfico 5 – Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência <i>versus</i> tamanho do grupo, sem considerar o efeito do risco sistemático ..	40
Gráfico 6 - Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência <i>versus</i> tamanho do grupo, considerando o efeito do risco sistemático	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Idade dos servidores ativos do Ministério do Planejamento por sexo e por cargo de professor (ou não), em 2018	28
Tabela 2 - Idade do grupo dos aposentados do Ministério do Planejamento por sexo e estado de validez, em 2018.....	29
Tabela 3 - Idade dos pensionistas do Ministério do Planejamento por sexo e por duração do benefício, em 2018	30
Tabela 4 - Quantidade de ativos, aposentados e pensionistas por sexo e tamanho da população.....	32
Tabela 5 - Média de salário dos ativos por sexo, cargo e tamanho da população	32
Tabela 6 - Média de benefício dos aposentados por sexo, estado de validez e tamanho da população.....	33
Tabela 7 - Média de benefício de pensão por sexo, duração do benefício e tamanho da população.....	34
Tabela 8 – Estatísticas das provisões matemáticas por tamanho do grupo, apenas com risco aleatório de longevidade	37
Tabela 9 - Estatísticas das provisões matemáticas por tamanho do grupo, com risco aleatório e risco sistemático de longevidade	38
Tabela 10 – Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência para cada tamanho do grupo, apenas com risco aleatório de longevidade	38
Tabela 11 - Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência para cada tamanho do grupo, apenas com risco aleatório de longevidade	39
Tabela 12 - Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência para cada tamanho do grupo, considerando todo o grupo e efeito do risco sistemático	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD	Benefício Definido
CD	Contribuição Definida
CLD	Cuidados de Longa Duração
CNPC	Conselho Nacional de Previdência Complementar
CV	Contribuição Variável
EAPC	Entidade Aberta de Previdência Complementar
EFPC	Entidade Fechada de Previdência Complementar
RGPS	Regime Geral de Previdência Social
RPPS	Regime Próprio de Previdência Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Modalidades de planos de benefícios	17
2.1.1	Modalidades de planos de benefícios no Brasil.....	17
2.2	Riscos atuariais em planos de previdência	18
2.2.1	Risco de longevidade nos planos de previdência com benefícios vitalícios .	19
2.3	Premissas atuariais utilizadas	22
2.3.1	Premissas econômicas.....	23
2.3.2	Premissas biométricas.....	24
3	DADOS E MÉTODOS	26
3.1	Características dos segurados.....	27
3.1.1	População base original	27
3.1.2	Populações geradas.....	31
3.2	Plano de benefícios.....	34
3.3	Modelo determinístico <i>versus</i> modelo estocástico	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	48
	APÊNDICE A: Distribuições das Provisões Matemáticas	50
	APÊNDICE B: Fluxos de pagamentos projetados.....	56

1 INTRODUÇÃO

Os planos de previdência possuem grande importância para sociedade, pois têm como principal objetivo garantir uma renda para os trabalhadores e os seus dependentes quando acontece a cessação da renda proveniente do trabalho, em decorrência da perda da capacidade de trabalho, invalidez, envelhecimento, morte do indivíduo, entre outras razões.

Em relação à duração dos benefícios de renda dos planos de previdência, os pagamentos podem ser temporários, normalmente estruturados na modalidade de contribuição definida, ou vitalícios, que estão sujeitos ao risco de longevidade. Esse risco pode ser definido como a probabilidade de os participantes de planos de previdência sobreviverem além do esperado, exaurindo suas reservas (RIBEIRO; CHARIGLIONE; SILVA, 2020).

O aumento da longevidade é considerado um indicador de desenvolvimento dos países e vem se consolidando ao redor do mundo. Entretanto, para os planos de previdência com benefícios vitalícios esse aumento do tempo médio de vida se torna uma preocupação relevante, considerando a promessa de pagamento de benefícios vitalícios. Esse aumento da sobrevida dos participantes dos planos previdenciários deve ser incorporado nos cálculos atuariais de maneira que não sub ou sobre-estime suas provisões matemáticas.

O risco de longevidade está presente na estrutura do sistema previdenciário brasileiro. No âmbito da previdência social, os planos previdenciários brasileiros com pagamento de benefícios vitalícios estão presentes na previdência dos servidores públicos, que é administrada pelo Regime Próprio de Previdência Social (RPPS), e na previdência dos funcionários do setor privado, que é administrada pelo Regime Geral de Previdência Social (RGPS).

Na previdência complementar, esses planos de benefícios vitalícios estão presentes tanto nos planos administrados pelas Entidades Abertas de Previdência Complementar (EAPC), que são planos acessíveis a qualquer pessoa física, como nos planos nas modalidades de Benefício Definido (BD) e Contribuição Variável (CV) administrados pelas Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC), que

são restritos aos funcionários de uma empresa ou aos associados classistas ou setoriais.

O risco de longevidade, segundo Hári *et al.* (2008), é dividido em risco de microlongevidade, definido como a aleatoriedade do momento da morte se as probabilidades de sobrevivência são conhecidas, e macrolongevidade, definido como a incerteza sobre as probabilidades de sobrevivência futuras. Nessa mesma perspectiva, Aro (2012) usa outra denominação para esses riscos, nomeando, respectivamente, de risco não sistemático e sistemático.

Segundo Reilly e Norton (2008), os investidores podem manter as taxas de retornos de carteiras de ativos de investimentos ao mesmo tempo em que reduzem o nível de risco de sua carteira com a combinação de ativos ou carteiras com correlação positiva baixa ou negativa.

De forma análoga ao que ocorre com as carteiras de ativos de investimentos, Bravo (2007) ressalta que o risco de aleatoriedade pode ser eliminado com o aumento do tamanho da carteira de obrigações previdenciárias, enquanto o risco sistemático não pode ser eliminado com a diversificação dessas carteiras. Importante ressaltar que as mortalidades dos participantes dessa carteira previdenciária são consideradas independentes entre si, portanto possuem correlação nula.

Assim, para se obter uma gestão mais eficiente do risco atuarial de um plano de previdência, é fundamental que esses dois componentes do risco de longevidade sejam mensurados de forma adequada. Nesse contexto, é importante indagar como esses componentes podem ser mensurados no âmbito do sistema previdenciário brasileiro.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é mensurar o impacto do risco de longevidade na solvência de planos de previdência com pagamento de benefícios vitalícios. Os objetivos específicos são: desenvolver um modelo estocástico de cálculo atuarial; e mensurar, para diferentes tamanhos de grupos populacionais, o risco da aleatoriedade e sistemático em planos de benefícios vitalícios a partir de medidas de risco.

Ainda que na prática atuarial o resultado do modelo determinístico seja utilizado para contabilização das obrigações atuariais, o modelo estocástico pode ser adotado, por exemplo, para dimensionar eventuais fundos de oscilação de risco.

Nesse sentido, foram calculadas as distribuições de probabilidades das provisões matemáticas para grupos com diferentes tamanhos, com um cenário considerando apenas o risco de aleatoriedade e outro incluindo, também, o efeito do risco sistemático. Os grupos de diversos tamanhos foram extraídos da base de dados disponibilizada pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) no contexto da reforma da previdência ocorrida em 2019. A partir dessa base de dados, foram extraídas submassas com os diversos tamanhos populacionais avaliados para os fins deste estudo. Para o cálculo atuarial, foi considerado um plano de benefícios previdenciais hipotético.

Este trabalho foi desenvolvido em quatro capítulos, além desta introdução. No segundo capítulo, é realizada uma revisão de literatura sobre as modalidades de planos de benefícios no contexto brasileiro, sobre os conceitos relacionados aos riscos de longevidade e premissas atuariais.

O terceiro capítulo aborda a metodologia adotada no estudo, com ênfase na análise descritiva das bases de dados, na descrição das características do plano de benefícios e das premissas atuariais utilizadas no estudo.

Os resultados obtidos são apresentados e analisados no quarto capítulo e, no último capítulo, são apresentadas as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo é realizada revisão de literatura dos conceitos de modalidades de planos de benefícios no contexto brasileiro, de riscos de longevidade e premissas atuariais.

2.1 Modalidades de planos de benefícios

Winklevoss (1993) afirma que existem dois tipos básicos de modalidades de planos de previdência: contribuição definida (CD) e benefício definido (BD). Um plano CD, como o nome indica, estabelece, no regulamento do plano, as contribuições dos patrocinadores e participantes que são destinadas para um fundo de acumulação, enquanto o benefício pago ao participante do plano é determinado pelo montante acumulado na data da aposentadoria e não é conhecido com certeza até o momento na aposentadoria. Em contrapartida, um plano de benefício definido (BD) é aquele em que o benefício de aposentadoria é definido por uma fórmula, geralmente expressa em termos de salário e tempo de serviço do empregado.

2.1.1 Modalidades de planos de benefícios no Brasil

No Brasil, a Lei Complementar nº 109, de 29 de maio de 2001, que dispõe sobre o Regime de Previdência Complementar no país, estabelece três modalidades de planos de benefícios: os planos de benefício definido (BD), os planos de contribuição definida (CD) e os planos de contribuição variável (CV).

Na Resolução do Conselho Nacional de Previdência Complementar (CNPCC) nº 41, de 9 de junho de 2021, essas modalidades de planos de benefícios de caráter previdenciário das entidades fechadas de previdência complementar foram normatizados, conforme discriminado abaixo:

Art. 2º Entende-se por plano de benefício de caráter previdenciário na modalidade de benefício definido aquele cujos benefícios programados têm seu valor ou nível previamente estabelecidos, sendo o custeio determinado atuarialmente, de forma a assegurar sua concessão e manutenção.

Art. 3º Entende-se por plano de benefícios de caráter previdenciário na modalidade de contribuição definida aquele cujos benefícios programados têm seu valor permanentemente ajustado ao saldo de conta mantido em favor do participante, inclusive na fase de percepção de benefícios, considerando o resultado líquido de sua aplicação, os valores aportados e os benefícios pagos.

Art. 4º Entende-se por plano de benefícios de caráter previdenciário na modalidade de contribuição variável aquele cujos benefícios programados apresentem a conjugação das características das modalidades de contribuição definida e benefício definido (BRASIL, 2021).

Amaro (2016) explica que existem dois aspectos básicos que diferenciam os planos BD e os planos CD: o conhecimento do benefício e o tipo de vínculo entre os participantes. Nos planos BD, o benefício é estabelecido previamente no regulamento, de forma oposta aos planos CD, que os benefícios são desconhecidos, a princípio, e dependem do saldo de conta acumulado para cada participante, mediante contribuição definida previamente no regulamento. Em relação ao vínculo existente entre os participantes, o plano BD é formado por um grupo mutualista, sendo o patrimônio um bem compartilhado por todos em uma conta coletiva, segundo a necessidade de cada um. No caso do plano CD, os patrimônios são acumulados em contas individuais.

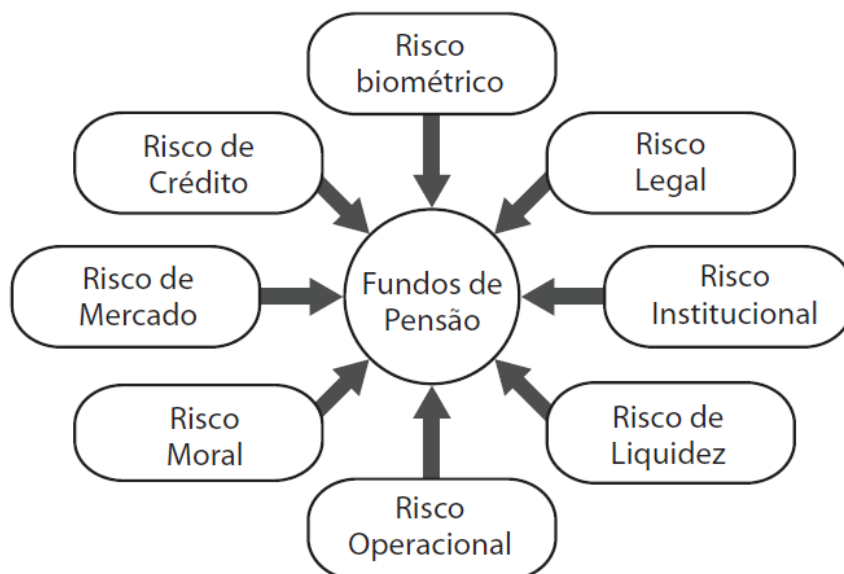
Os planos CV são definidos como aqueles que combinam características das outras duas modalidades. Então, por exemplo, esses planos podem oferecer benefícios estruturadas da mesma forma que os planos CD durante o período de acumulação, ou seja, com patrimônio acumulado em contas individuais e sem a definição do benefício, *a priori*, porém, com os benefícios programados pagos por um fundo mutualista formado com o princípio de mutualismo, como ocorre nos planos BD. “Segundo esse princípio, indivíduos se organizam em grupos com o interesse de proteger-se de perdas. Portfólios mutualistas, pela sua natureza probabilística, podem desenvolver desequilíbrios atuariais.” (CARDOSO, 2009).

Vale ressaltar que as normas brasileiras tratam apenas dos benefícios programados, por isso, os benefícios não programados em qualquer modalidade podem ser pagos de forma mutualista.

2.2 Riscos atuariais em planos de previdência

Rodrigues (2008) afirma que os riscos atuariais em Fundos de Pensão devem ser entendidos como os eventos oriundos de intervenientes que tragam volatilidade aos resultados necessários à solvência dos Planos de Benefícios. O autor caracteriza alguns dos riscos que os ativos e passivos de um Fundo de Pensão estão expostos, conforme a Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Riscos em Fundos de Pensão



Fonte: Rodrigues (2008, p. 21).

Para o cálculo atuarial de planos de pensão, os dois principais riscos são aqueles relacionados com as premissas relativas ao mercado financeiro e as premissas biométricas. Rodrigues (2008) define risco biométrico como a possibilidade de as premissas biométricas, tais como mortalidade e invalidez, não se realizarem como previsto.

Este estudo se restringirá a tratar sobre o risco de longevidade, que é classificado como um risco biométrico. Segundo o Guia Previc Melhores Práticas Atuariais (2022, p. 8), o risco biométrico

[...] relaciona-se à ocorrência de desvios entre as hipóteses demográficas utilizadas nas avaliações atuariais, como, por exemplo, as probabilidades de mortalidade, de invalidez e de morbidez e as ocorrências efetivamente havidas no âmbito dos planos de benefícios. Abrange também possíveis incrementos na longevidade dos participantes e assistidos dos planos de benefícios no decorrer do tempo.

2.2.1 Risco de longevidade nos planos de previdência com benefícios vitalícios

Segundo Rodrigues (2008), o caráter vitalício dos benefícios proporciona uma conceituação diferenciada para a tomada de riscos pela extensão do período de sua responsabilidade. A acumulação da reserva desses planos compreende a fase que vai da adesão ao plano até a aposentadoria (ou pela geração de pensão por morte de participante ativo) e deve ser suficiente para pagar de forma vitalícia, até o falecimento do participante ou de seu beneficiário, o benefício contratado.

Hári *et al.* (2008) subdivide o risco de longevidade, em risco de microlongevidade e macrolongevidade; sendo o primeiro definido como a aleatoriedade do momento da morte se as probabilidades de sobrevivência são conhecidas, enquanto o risco de macrolongevidade é a incerteza sobre as probabilidades de sobrevivência futuras. Nessa linha, Aro (2012) usa outra denominação para o risco de microlongevidade e macrolongevidade, nomeando, respectivamente, de risco não sistemático e sistemático.

Aro (2012) esclarece, ainda, que o risco de longevidade sistemático não é diversificável e não depende do tamanho da população. Já o risco de longevidade não sistemático diminui à medida que o tamanho da população aumenta. Nessa linha, Bravo (2007) esclarece que a incerteza em torno da longevidade humana pode decompor-se em diferentes fontes de risco, como por exemplo, as flutuações aleatórias nas taxas de mortalidade (risco de aleatoriedade) e os desvios sistemáticos (risco sistemático).

Bravo (2007) pontua que o risco de aleatoriedade, também chamado de risco não sistemático, pode ser eliminado com o aumento do tamanho do grupo de segurados, apelando à lei dos grandes números, portanto, quanto maior for a população, menor será o risco de flutuações aleatórias nas taxas de mortalidade, uma vez que ele será diluído com o aumento do número de segurados. Em contrapartida, no caso do risco sistemático, não é possível eliminar o risco com o aumento no número de segurados. Pelo contrário, o seu impacto financeiro aumenta à medida que o número de segurados cresce, visto que os desvios afetam todos os indivíduos do grupo da mesma forma.

Portanto, conforme Bravo (2007), o risco de aleatoriedade está relacionado com a variabilidade esperada dos óbitos em torno da média e está inversamente relacionado ao tamanho da população do grupo. Enquanto, o risco sistemático, por sua vez, diz respeito a mudanças na expectativa de sobrevivência do grupo como um todo que podem ser causadas por fatores que atingem todos os indivíduos simultaneamente, como um avanço da medicina e de meios tecnológicos em saúde.

É possível observar também esses conceitos na administração de ativos de uma carteira de investimentos. Ross, Westerfield e Jaffe (1999) explicam que o risco total de um título individual é a soma do risco sistemático (ou risco na carteira) com o risco diversificável (risco não sistemático). O risco sistemático é o risco que

remanesce mesmo depois de conseguir diversificação integral, enquanto o risco diversificável é o risco que pode ser eliminado por meio de diversificação numa carteira ampla.

No contexto brasileiro, há alguns trabalhos que buscam analisar o risco de aleatoriedade em planos previdenciários. Cardoso *et al.* (2006) realizaram simulações, utilizando dados hipotéticos, com objetivo de mensurar a variabilidade das obrigações de uma EFPC e constataram que as taxas de carregamento das obrigações das entidades são decrescentes com o aumento do grupo. Corrêa, Queiroz e Ribeiro (2014) realizaram microsimulações, com intuito de investigar o impacto da variabilidade dos eventos demográficos na solvência de RPPS municipais e concluíram que:

[...] há relação entre o tamanho da população e o risco de solvência de planos previdenciários, de forma que quanto menor a população maior o risco demográfico e quanto maior a rentabilidade maior o risco demográfico (CORRÊA; QUEIROZ; RIBEIRO, 2014).

Dias e dos Santos (2009) mensuraram os passivos atuariais de fundos previdenciários de forma estocástico através da Simulação de Monte Carlo e analisaram a sensibilidade do passivo em relação à alteração das tábuas de mortalidade.

Entretanto, os estudos desses autores não trataram da mensuração do risco sistêmico oriundo de uma mudança simultânea de longevidade no grupo como um todo.

Hári *et al.* (2008) e Aro (2021) subdividem o risco de longevidade em portfólios de renda e verificaram o efeito do risco sistemático de longevidade e do risco não sistemático de longevidade. Verifica-se nesses estudos o efeito da diversificação do risco não sistemático, reduzindo seu efeito com o aumento do tamanho da população; enquanto o risco de longevidade sistemático não é diversificável e não depende do tamanho da população.

Oliveri e Pitacco (2001) analisaram o impacto do risco sistemático na solvência de planos de benefícios para cuidados de longa duração (CLD), “[...] que se referem aos serviços de acompanhamento prestados, durante longo tempo, àqueles idosos que se tornam dependentes, e, portanto, necessitam do auxílio de outra pessoa para a realização de atividades da vida diária” (ROCHA, 2015). Os autores descrevem as três principais teorias sobre a evolução da morbidade. Os cenários descritos pelas

teorias produzem consequências bastante diferentes para a seguradora, o que implica um alto nível de incerteza sobre a evolução da deficiência senescente que, por isso, deve ser incluída no modelo atuarial utilizado para avaliação dos benefícios. Nas abordagens tradicionais de atuária de projeções demográficas, as tendências são extrapoladas na medida em que estas podem ser percebidas, a partir dos dados observados. Já na abordagem do artigo de Oliveri e Pitacco, foram definidos possíveis cenários em termos de evolução do tempo esperado de permanência no estado de saúde e no estado de incapacidade.

Assim, no trabalho de Oliveri e Pitacco, a margem de solvência exigida diminui à medida que o número de segurados aumenta no cenário determinístico. Entretanto, quando foram incluídos os diferentes cenários sobre a evolução da morbidade, a margem de solvência exigida aumentou. O valor relativo da margem de solvência exigida diminui ligeiramente com o aumento do tamanho do grupo de segurados, no entanto, ao contrário do caso determinístico, parece haver um valor mínimo positivo da margem de solvência exigida independentemente do tamanho do grupo, em decorrência do desvio sistêmico.

Neste trabalho, portanto, além da análise da relação entre o tamanho da população e o risco da aleatoriedade da mortalidade, será mensurado também o impacto do risco sistemático de longevidade dos grupos dos diferentes tamanhos, assim como Oliveri e Pitacco (2001) avaliaram para planos de benefícios para cuidados de longa duração.

2.3 Premissas atuariais utilizadas

De acordo com o Guia Previc Melhores Práticas Atuariais (2022, p. 20),

As hipóteses atuariais constituem as bases técnicas da avaliação atuarial de um plano de benefícios, representando um conjunto de estimativas de natureza demográfica, biométrica, econômica e financeira que, durante o período futuro considerado na avaliação do plano, espera-se que se realizem com bom nível de segurança.

No referido guia, ressalta-se que as premissas atuariais devem se adequar às características do plano de benefícios, dos segurados e do patrocinador ou instituidor. Além disso, devem também refletir as expectativas de longo prazo para prever os compromissos futuros.

O equilíbrio dos planos previdenciários e os riscos que o envolvem passam, em grande medida, pelas premissas atuariais adotadas e pela metodologia de cálculo empregada (CORRÊA, 2014). Este estudo, no entanto, não tem o intuito de verificar a adequação das premissas para um determinado grupo.

Uma vez que a base de dados utilizada neste trabalho foi oriunda dos servidores civis do Governo Federal, adotou-se hipóteses utilizadas na avaliação atuarial do encerramento do exercício de 2021 do Plano de Benefícios ExecPrev. Plano de previdência complementar destinado aos servidores públicos federais do poder Executivo, administrado pela Funpresp-Exe e cuja população dos segurados é um subgrupo dos servidores ativos civis que consta na base utilizada para o cálculo deste estudo. Além disso, em alguns casos, foram adotadas as premissas utilizadas na avaliação atuarial do RPPS da União.

Ressalte-se que a avaliação atuarial dos regimes de previdência dos servidores civis do governo federal não faz parte do escopo deste trabalho. A base de dados foi utilizada exclusivamente para a extração das subpopulações necessárias para as simulações realizadas no estudo.

Neste estudo, as premissas atuariais foram classificadas em duas categorias: econômicas e demográficas. O detalhamento dessas premissas será apresentado adiante.

2.3.1 Premissas econômicas

Segundo o Guia Previc Melhores Práticas Atuariais (2022, p. 21),

A taxa de juros representa a rentabilidade futura esperada dos ativos garantidores do plano de benefícios e é utilizada para determinar o valor presente dos benefícios e contribuições futuras na data-base da avaliação atuarial. Deve ser expressa em termos de uma taxa real, livre do efeito da inflação atual ou projetada.

Para os cálculos deste estudo, foi considerada a taxa anual de juros real de 4%, que foi a taxa utilizada na Avaliação Atuarial dos Planos de Benefícios ExecPrev, que é o plano de previdência complementar exclusivo para os servidores públicos federais do poder Executivo, administrados pela Funpresp.

Em relação à evolução salarial, a Funpresp não considera crescimento real dos salários no cálculo, visto que essa premissa é pouco relevante na avaliação dos

planos, pois as provisões matemáticas na fase de acumulação independem da variável salarial.

Considerando a característica de benefícios definidos adotada neste estudo, foi considerada a taxa de crescimento da remuneração de 1% ao ano, que é a mesma utilizada na avaliação atuarial da união. A taxa de 1% ao ano é o mínimo prudencial de crescimento real da remuneração estabelecido pelo art. 38 da Portaria MTP nº 1.467, de 02 de junho de 2022.

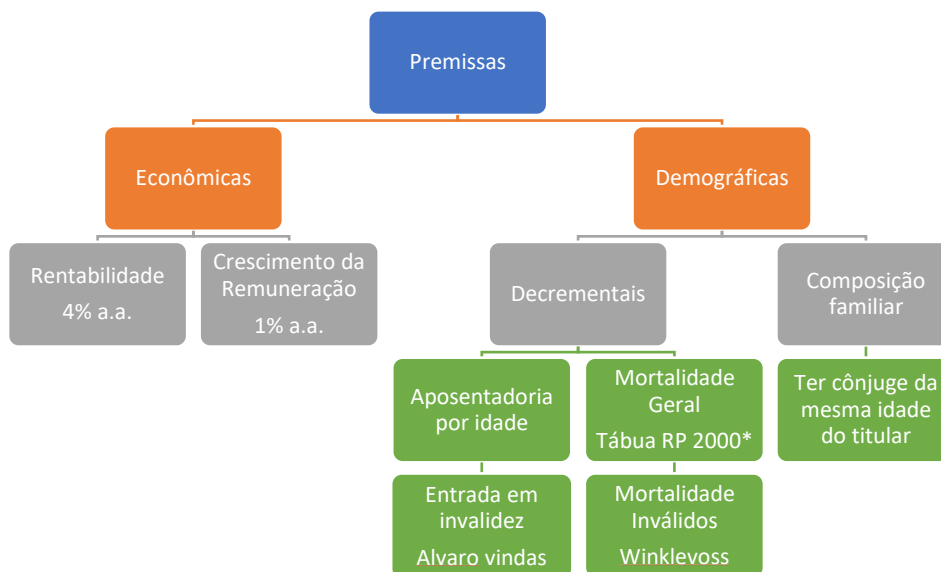
2.3.2 Premissas biométricas

As tábuas biométricas devem ser escolhidas com base na experiência histórica e nas perspectivas de evolução da massa de participantes, assistidos e beneficiários do plano. O uso de tábuas biométricas inadequadas pode resultar em ganhos ou perdas atuariais cumulativas ao longo do tempo, gerando desequilíbrios estruturais ao plano.

Neste estudo, para a mortalidade geral, foi considerada a tábua RP2000 com aplicação da escala AA, utilizada pela Funpresp-EXE. Para entrada em invalidez, foi adotada a tábua Álvaro Vindas, indicada no art. 36 da citada Portaria MTP nº 1.467/2022, como o limite mínimo de taxa de entrada em invalidez. Por fim, para a mortalidade dos inválidos, foi considerada a tábua Winklevoss, frequentemente utilizada pelo mercado.

Para a composição familiar considerou-se a hipótese de cônjuge vivo de mesma idade do participante falecido. No Quadro 1, é apresentado um resumo das premissas consideradas para o cálculo das provisões matemáticas.

Quadro 1 - Premissas atuariais utilizadas no cálculo



Obs: *Tábua RP 2000 com aplicação da escala AA.

Fonte: Elaboração própria.

3 DADOS E MÉTODOS

Este estudo tem caráter exploratório com manipulação experimental, que tem “por finalidade manipular uma variável independente, a fim de localizar variáveis dependentes que potencialmente estejam associadas a ela.” (DE ANDRADE MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 188).

Com objetivo de analisar o impacto da variabilidade e dos desvios sistêmicos de mortalidade na solvência de planos de previdência, em diferentes tamanhos de população, foram calculadas as distribuições de probabilidades das provisões matemáticas com vários níveis de solvência para grupos com diferentes tamanhos.

Para isso, foram extraídas 11 amostras com tamanhos diferentes da base de ativos, aposentados e pensionistas da base disponibilizada pelo Ministério do Planejamento, com data-base de outubro de 2018. Essa base foi disponibilizada pelo governo federal, no contexto da discussão sobre a Reforma da Previdência, que foi aprovada pelo Congresso Nacional em 12 de novembro de 2019. As gerações das amostras, com perfis semelhantes à base original, foram realizadas por meio da função de estratificação *sklearn.model_selection.train_test_split* disponibilizada no pacote *scikit-learn*¹ para linguagem de programação *Python*².

Em seguida, foram calculadas as provisões matemáticas dessas amostras, através de um programa desenvolvido no Python pela autora, com intuito de comparar a taxa de carregamento de contingência com distintas probabilidades de solvência para os grupos. Assim, através do processo de Simulação de Monte Carlo, foram realizadas corridas com 5.000 iterações para cada indivíduo e desvendadas as distribuições de probabilidades da variável valor agregado das provisões matemáticas para cada um dos 11 grupos formados.

Paralelamente, foram simulados também outros cenários, em que as premissas foram mantidas, assim como os tamanhos dos grupos, mas, a projeção de mortalidade passa a incorporar o efeito do risco sistemático. Desse modo, para cada iteração, é escolhida a tábua a ser utilizada com base na probabilidade atribuída para

¹ scikit-learn.org

² python.org

cada um dos três cenários de mortalidade. Foram consideradas três possibilidades, com a mesma probabilidade de ocorrência, da tábua escolhida: sem agravo, com agravo de 25% e com desagravo de 25%.

A partir da comparação dos resultados encontrados com as simulações, é realizada a análise sobre a influência do tamanho do grupo no nível de carregamento de contingência para o plano de previdência com e sem a inclusão do risco sistemático.

Nesta seção, primeiramente são detalhadas as características principais da base original utilizada e das amostras geradas, com a apresentação de algumas estatísticas relevantes para o cálculo. Depois, são elencados o rol dos benefícios do plano e as premissas atuariais, demográficas e econômicas consideradas para o cálculo. Por fim, foi realizada uma breve explanação entre a diferença entre o modelo determinístico e o modelo estocástico de mortalidade.

3.1 Características dos segurados

Para analisar como a variabilidade da mortalidade impacta na solvência de planos de previdência em diferentes tamanhos de população, foram extraídas amostras estratificadas com as características semelhantes à base original, mas com diferentes tamanhos populacionais. Assim, na primeira parte da análise, as distribuições de probabilidade das obrigações futuras não vão ser influenciadas por outras variáveis, além do tamanho da amostra.

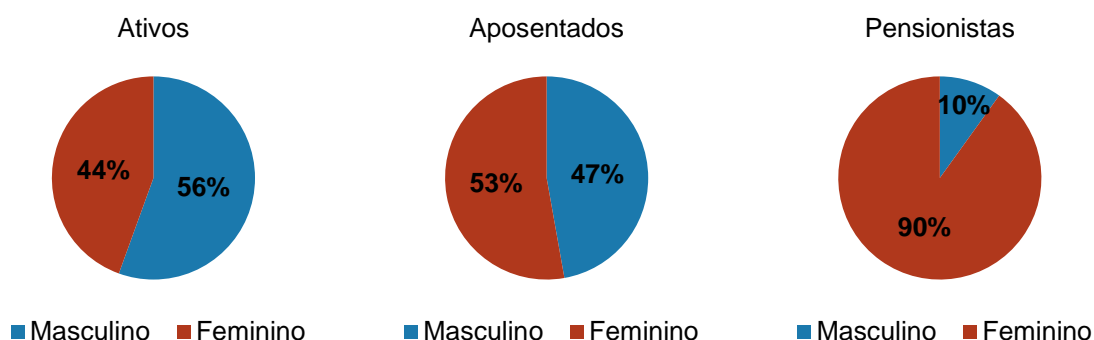
Nesta seção, são apresentadas as estatísticas da base original utilizada, referente aos segurados do Ministério do Planejamento. Em seguida, são comparadas as principais características entre a população original e as populações geradas.

3.1.1 População base original

Os segurados do Ministério do Planejamento estão separados em três grupos: ativos, aposentados e pensionistas. O total de segurados na base é de 1.175.387, sendo 593.074 do grupo de ativos (45,9%), 401.375 do grupo de aposentados (34,1%) e 234.938 do grupo dos pensionistas (19,9%). Assim, foram discriminadas as estatísticas das variáveis utilizadas nos cálculos com segregações consideradas relevantes para o cálculo das provisões matemáticas.

Conforme discriminado no gráfico a seguir, observa-se que o grupo dos ativos é o único em que a poluição do sexo masculino é maioria, representando 56% do grupo. Em contrapartida, no grupo dos aposentados e dos pensionistas a representatividade do sexo feminino é de 53% e 90% da população, respectivamente.

Gráfico 1 – Distribuição dos servidores do Ministério do Planejamento por sexo e grupo do segurado, em 2018



Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

A idade média do grupo de ativos é de 48,0 anos. Na Tabela 1, observa-se a idade média, assim como o desvio padrão, segmentando o grupo por sexo e pelo cargo de professor (ou não).

Tabela 1 – Idade dos servidores ativos do Ministério do Planejamento por sexo e por cargo de professor (ou não), em 2018

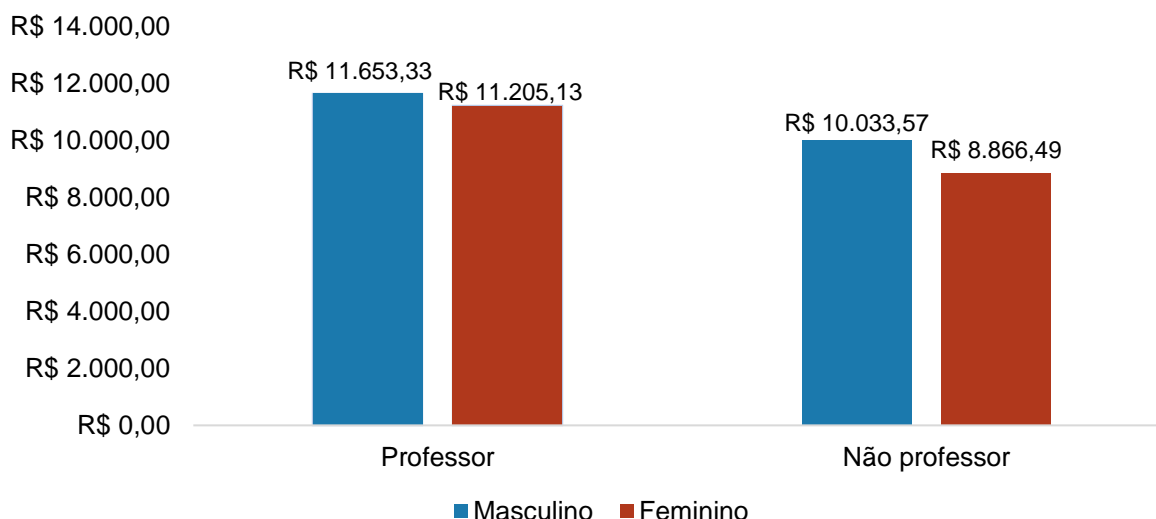
Cargo	Sexo	Média	Desvio Padrão
Professor	Masculino	43,31	10,13
Professor	Feminino	43,73	9,83
Não professor	Masculino	49,02	11,79
Não professor	Feminino	47,60	11,44

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

Uma estatística importante para ser levantada do grupo dos ativos é a proporção de servidores que são professores, dado que os servidores que exercem o magistério possuem a possibilidade de se aposentarem mais jovens que os demais. Dentre os ativos na data analisada, apenas 8,8% são professores. Ressalte-se que, apesar de não haver indicativo na base, a maior parte desses professores devem ser de nível superior, sem regra diferenciada para aposentadoria. Entretanto, considerando que a base é destinada apenas para extrair submassas para a avaliação de um plano hipotético, neste estudo, esses professores serão considerados com regra diferenciada de aposentadoria.

Conforme apresentado no Gráfico 2, o salário dos professores é em média superior aos dos demais cargos para ambos os sexos. O salário das mulheres é inferior ao dos homens, em média, tanto quando comparado entre os professores, como quando comparado entre os demais cargos.

Gráfico 2 – Salário médio dos servidores ativos do Ministério do Planejamento por sexo e por cargo de professor (ou não), em 2018



Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

A idade média dos aposentados é de 72,4 anos. Na Tabela 2, observa-se a idade média, assim como o seu desvio padrão, segregando o grupo por sexo e estado de validade do aposentado. Nota-se que a idade média dos aposentados válidos é superior à dos inválidos. É importante destacar que, no grupo dos aposentados, apenas 10% dos indivíduos são inválidos.

Tabela 2 - Idade do grupo dos aposentados do Ministério do Planejamento por sexo e estado de validade, em 2018

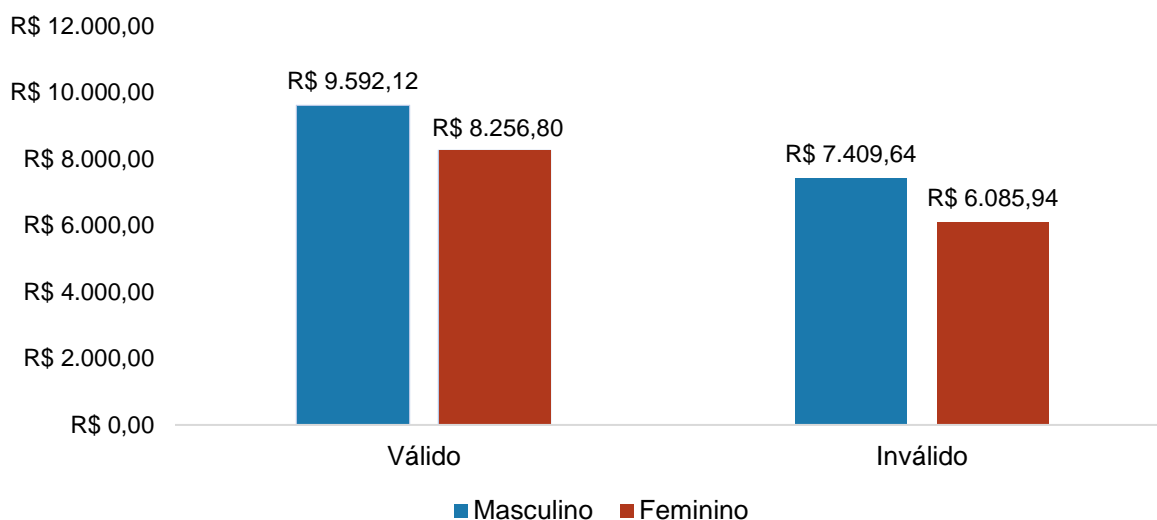
Válido/Inválido	Sexo	Média	Desvio Padrão
Válido	Masculino	74,21	8,91
Válido	Feminino	71,51	9,41
Inválido	Masculino	69,99	11,86
Inválido	Feminino	68,03	11,67

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

Em relação aos benefícios de aposentadoria, evidencia-se, a partir da Tabela 3, que, em média, o benefício dos aposentados válidos é superior ao dos inválidos, tanto no sexo feminino como no sexo masculino. Entretanto, o benefício das

mulheres é inferior ao dos homens, em média, comparando no mesmo estado de validade.

Gráfico 3 - Benefícios de aposentadoria do Ministério do Planejamento por sexo e por estado de validade, em 2018



Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

A média de idade dos pensionistas é de 69,7 anos. Diferente dos outros benefícios, o valor da pensão pode ter duração vitalícia ou temporária, mas apenas 1% do grupo possui benefício com duração temporária. A Tabela 3, a seguir, evidencia a significativa diferença entre a idade média dos pensionistas com benefícios vitalícios e dos pensionistas com benefícios temporários.

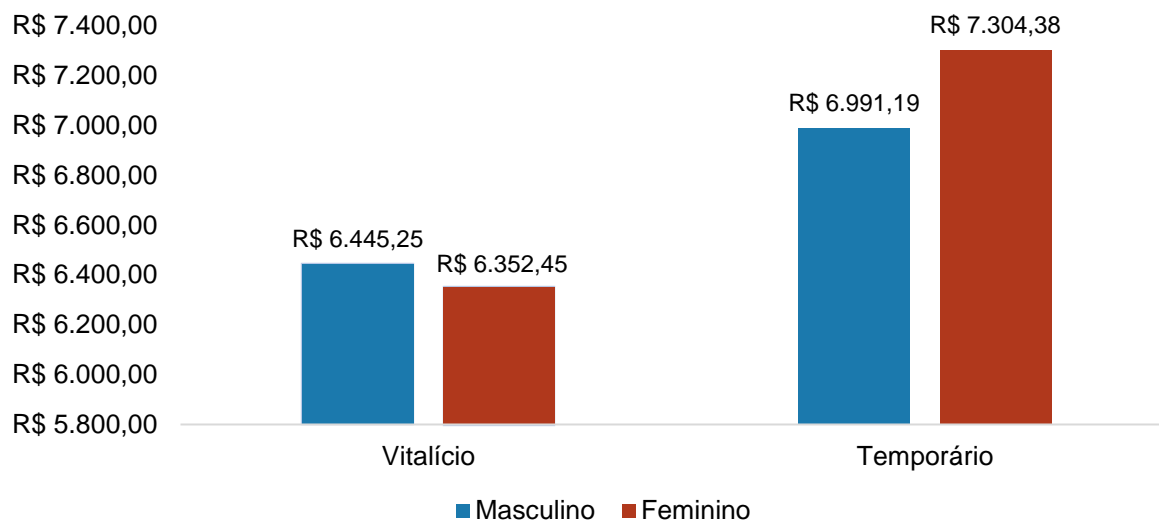
Tabela 3 - Idade dos pensionistas do Ministério do Planejamento por sexo e por duração do benefício, em 2018

Duração do benefício	Sexo	Média	Desvio Padrão
Vitalício	Masculino	60,51	21,17
Vitalício	Feminino	70,99	15,13
Temporário	Masculino	19,98	11,86
Temporário	Feminino	23,33	13,02

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

O Gráfico 4 apresenta os benefícios de pensão por sexo e por duração de benefício. Os benefícios com duração temporária são superiores aos benefícios vitalícios, mas, ressalta-se que apenas 1% dos pensionistas possuem benefícios temporários. Os benefícios vitalícios dos homens estão muito próximos dos valores recebidos pelas mulheres.

Gráfico 4 - Benefícios de pensão do Ministério do Planejamento por sexo e por duração do benefício, em 2018



Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

3.1.2 Populações geradas

A partir da base do Ministério do Planejamento, foram extraídas 11 submassas com as composições semelhantes a base original, mas com populações de 50, 100, 250, 500, 750, 1.000, 1.500, 2.500, 5.000, 10.000 e 50.000 indivíduos. Para isso, as amostras foram estratificadas mantendo a proporção aproximada de ativos (45,9%), de aposentados (34,1%) e pensionistas (19,9%) da base original, assim como, também foram mantidas, aproximadamente, as mesmas proporções das variáveis sexo, idade, salário do ativo, cargo (professor ou não) do ativo, benefício de aposentadoria, estado de validade do aposentado, benefício de pensão e duração de pensão.

A Tabela 4 mostra a quantidade de indivíduos, por sexo e grupo do segurado para as populações geradas, assim como para população real, que aparece na última linha da tabela.

Tabela 4 - Quantidade de ativos, aposentados e pensionistas por sexo e tamanho da população

Tamanho da população	Ativos		Aposentados		Pensionistas		Total	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
50	10	13	9	8	9	1	28	22
100	20	26	17	17	18	2	55	45
250	50	65	45	40	46	4	141	109
500	100	129	90	81	93	7	283	217
750	154	190	135	121	140	10	429	321
1.000	202	257	181	160	187	13	570	430
1.500	305	383	272	240	281	19	858	642
2.500	511	636	451	403	455	44	1.417	1.083
5.000	1.023	1.270	900	807	896	104	2.819	2.181
10.000	2.038	2.548	1.804	1.611	1.804	195	5.646	4.354
50.000	10.196	12.736	9.012	8.062	8.997	997	28.205	21.795
1.175.387	239.712	299.362	211.915	189.460	211.592	23.346	663.219	512.168

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

A Tabela 5, a seguir, mostra as médias dos salários dos ativos para cada tamanho de população estratificada, com a segregação de sexo e cargo, se o indivíduo é professor ou não. Os dados para população real aparecem na última linha da tabela.

Tabela 5 - Média de salário dos ativos por sexo, cargo e tamanho da população

Tamanho da população	Cargo	Sexo	
		Feminino	Masculino
50	Professor	16.952,79	9.585,67
	Não professor	9.101,84	7.932,24
100	Professor	-	10.943,37
	Não professor	9.243,05	10.364,30
250	Professor	10.600,85	12.484,34
	Não professor	9.390,91	10.074,46
500	Professor	12.599,74	13.429,43
	Não professor	8.715,61	10.175,95
750	Professor	12.705,98	12.089,32
	Não professor	8.817,95	9.830,63
1.000	Professor	13.217,76	11.943,91
	Não professor	8.819,83	10.006,94
1.500	Professor	11.460,08	12.566,02
	Não professor	8.785,37	10.070,07
2.500	Professor	11.453,20	12.227,78
	Não professor	8.911,52	10.067,01
5.000	Professor	11.314,63	12.042,78
	Não professor	8.874,94	10.015,14
10.000	Professor	11.356,36	11.771,05
	Não professor	8.859,28	10.091,89
50.000	Professor	11.214,34	11.680,54
	Não professor	8.855,68	10.037,60
1.175.387	Professor	11.205,13	11.653,33
	Não professor	8.866,49	10.033,57

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

A Tabela 6, a seguir, mostra as médias dos benefícios dos aposentados para cada tamanho de população estratificada, com a segregação de sexo e estado de validez, se o indivíduo é válido ou inválido. Os dados para população real aparecem na última linha da tabela.

Tabela 6 - Média de benefício dos aposentados por sexo, estado de validez e tamanho da população

Tamanho da população	Válido/Inválido	Sexo	
		Feminino	Masculino
50	Válido	11.393,85	7.993,54
	Inválido	17.735,38	-
100	Válido	7.467,71	9.182,53
	Inválido	-	-
250	Válido	8.520,31	9.413,68
	Inválido	3.588,81	8.585,82
500	Válido	8.003,36	9.405,17
	Inválido	9.572,89	6.700,04
750	Válido	8.275,22	10.080,04
	Inválido	6.084,40	5.071,38
1.000	Válido	7.989,37	9.422,34
	Inválido	7.417,14	6.796,75
1.500	Válido	8.133,68	9.408,98
	Inválido	6.211,45	8.925,80
2.500	Válido	8.248,78	9.852,13
	Inválido	5.986,30	6.296,18
5.000	Válido	8.216,64	9.661,90
	Inválido	6.758,57	7.560,14
10.000	Válido	8.257,42	9.709,05
	Inválido	6.150,44	6.612,49
50.000	Válido	8.252,42	9.589,22
	Inválido	6.145,80	7.349,68
1.175.387	Válido	8.256,80	9.592,12
	Inválido	6.085,94	7.409,64

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

A Tabela 7, a seguir, mostra como ficaram as médias dos benefícios de pensão para cada tamanho de população estratificada, com a segregação de sexo e duração de benefício. Os dados para população real aparecem na última linha da tabela.

Tabela 7 - Média de benefício de pensão por sexo, duração do benefício e tamanho da população

Tamanho da população	Duração do benefício	Sexo Feminino	Sexo Masculino
50	Temporário	-	-
	Vitalício	6.100,52	16.205,17
100	Temporário	-	-
	Vitalício	6.760,56	5.487,17
250	Temporário	-	-
	Vitalício	7.452,87	5.868,83
500	Temporário	-	-
	Vitalício	6.140,75	6.089,71
750	Temporário	-	3.715,87
	Vitalício	6.527,43	6.598,02
1.000	Temporário	-	8.225,01
	Vitalício	6.592,19	6.498,51
1.500	Temporário	-	-
	Vitalício	6.154,52	6.231,40
2.500	Temporário	9.002,84	3.900,51
	Vitalício	6.367,79	6.759,48
5.000	Temporário	6.995,89	-
	Vitalício	6.436,98	6.642,66
10.000	Temporário	8.404,46	9.321,37
	Vitalício	6.320,00	6.413,22
50.000	Temporário	7.265,30	7.415,58
	Vitalício	6.355,03	6.615,02
1.175.387	Temporário	7.304,38	6.991,19
	Vitalício	6.352,45	6.445,25

Fonte: Elaborado a partir das informações da base do Ministério do Planejamento disponibilizadas pelo governo federal.

3.2 Plano de benefícios

O rol de benefícios considerado para o cálculo das provisões matemáticas abrange aposentadoria programada, aposentadoria por invalidez e pensão por morte do participante ativo normal ou do participante aposentado. No Quadro 2, observa-se as características dos benefícios oferecidos pelo plano hipotético, com as respectivas modalidades, tipo (programado ou não) e nível.

Quadro 2 - Características dos benefícios

Benefícios	Tipo de Benefício	Modalidade do Benefício	Nível Básico e Prazo do Benefício
Aposentadoria normal	Programado	Benefício Definido	Renda vitalícia, com valor equivalente ao último salário de contribuição do participante na data de concessão do benefício.
Aposentadoria por invalidez	Risco	Benefício Definido	Renda vitalícia, com valor equivalente ao último salário de contribuição do participante na data de concessão do benefício.
Pensão por morte do participante ativo normal	Risco	Benefício Definido	Renda vitalícia, com valor equivalente a 60% do último salário de contribuição do participante ativo na data de concessão do benefício.
Pensão por morte do participante aposentado	Risco	Benefício Definido	Renda vitalícia, com valor equivalente a 60% do benefício do aposentado na data de concessão do benefício.

Fonte: Dados hipotéticos de elaboração própria.

O critério de elegibilidade para os participantes receberem o benefício de renda com a aposentadoria programada é atingir a idade mínima de 65 anos para os homens e de 62 anos para as mulheres.

Em relação às contribuições consideradas para o cálculo, foi estipulado o valor equivalente a 28% do salário do servidor, sendo 14% pago pelo servidor ativo e 14% pago pelo patrocinador. Além disso, os aposentados que receberem benefícios superiores ao teto do RGPS devem contribuir com 14% do excedente do benefício.

3.3 Modelo determinístico versus modelo estocástico

Segundo Olivieri e Pitacco (2001), a probabilidade de eventos como mortalidade e invalidez depende das hipóteses adotadas para determinar esses eventos futuros em um determinado cenário assumido. Para qualquer cenário, uma estrutura probabilística condicional pode ser construída e, portanto, uma função de distribuição condicional pode ser avaliada. Os autores explicam que de acordo com essa abordagem, chamada de teste de cenários, diferentes cenários razoáveis são considerados e os cálculos relevantes são realizados. Dessa forma, o teste de cenários engloba o risco de flutuações e fornece uma informação aproximada sobre os desvios sistêmicos, normalmente por meio de faixas para alguns resultados, que podem ser de valores esperados, variâncias, percentis ou outros.

Os autores afirmam que o teste de cenários é considerado uma abordagem determinística para a análise de risco demográfico, pois o risco de desvios sistemáticos não é considerado explicitamente. Na prática atuarial convencional

adota-se o método determinístico de avaliação atuarial (DAYKIN; PENTIKAINEN; PESONEM, 1994). Já o modelo estocástico considera cada cenário como um resultado possível, ao qual é atribuída uma probabilidade, e uma função de distribuição incondicional é avaliada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para evidenciar o risco de aleatoriedade e o risco sistemático na longevidade, foram comparados os coeficientes de variação das provisões matemáticas e as taxas de carregamento de contingência para determinada probabilidade de solvência para os grupos com diferentes tamanhos.

Para o risco de longevidade aleatório, são apresentadas, na Tabela 8, três medidas da variável provisão matemática: a sua esperança, o seu desvio padrão e seu coeficiente de variação de Pearson (CV), que mede a relação entre o desvio padrão e a média e é “uma medida útil para a comparação do grau de concentração em torno da média de séries distintas” (CARDOSO *et al.*, 2006).

Os resultados evidenciam a redução do coeficiente de variação reduz à medida que o tamanho do grupo aumenta, passando de 7,0% no grupo de 50 segurados para 0,2% no grupo com 50.000 segurados. Esse efeito foi semelhante ao observado por Cardoso *et al.* (2006), que constataram que os CV das obrigações previdenciais são decrescentes com o aumento do tamanho do grupo.

Tabela 8 – Estatísticas das provisões matemáticas por tamanho do grupo, apenas com risco aleatório de longevidade

Medida	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
Esperança (em mi R\$)	40,8	93,3	410,6	845,8	4.374,1	8.690,4	43.437,8
Desvio-Padrão (em mi R\$)	2,8	3,5	7,9	11,8	26,3	36,9	81,3
Coeficiente de variação	7,0%	3,7%	1,9%	1,4%	0,6%	0,4%	0,2%

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 9, são apresentadas as mesmas três medidas da variável provisão matemática, mas, desta vez, para o cenário com a inclusão do risco sistemático. Nesse cenário, evidencia-se que o coeficiente de variação, a esperança e o desvio-padrão aumentaram, quando comparados com o cenário sem o risco sistemático. Além disso, percebe-se que a redução do CV com aumento do tamanho do grupo é relativamente menor do que no cenário sem o risco sistemático.

Tabela 9 - Estatísticas das provisões matemáticas por tamanho do grupo, com risco aleatório e risco sistemático de longevidade

Medida	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
Esperança (em mi R\$)	41,1	93,9	413,4	852,6	4.406,5	8.752,5	43.753,1
Desvio-Padrão (em mi R\$)	4,5	6,9	30,6	61,2	309,3	611,8	3.050,3
Coeficiente de variação	10,9%	7,4%	7,4%	7,2%	7,0%	7,0%	7,0%

Fonte: Elaboração própria.

Outra forma de evidenciar o efeito do risco de aleatoriedade e do risco sistemático na longevidade, é a comparação entre as taxas de carregamento de contingência sobre as provisões matemáticas. Na Tabela 10, observa-se que, nas simulações sem a inclusão do risco sistemático, as taxas de carregamento de contingência sobre as obrigações de um grupo diminuem com o aumento do tamanho do grupo, considerando os níveis de solvência analisados. Nos grupos com 50 e 100 segurados, essas taxas são de 11,4% e 6,1%, respectivamente, para 95% de probabilidade de solvência, enquanto para o grupo de 50.000, essa taxa é de apenas 0,3%, próximo a zero, evidenciando o efeito da redução desse risco com a diversificação da população de segurados.

Cardoso *et al.* (2006) também observaram essa relação e pontuaram que essas taxas elevadas para os pequenos grupos dificultam a constituição de planos com poucos participantes. Além disso, os autores ressaltaram que grupos com pequeno número de participantes têm ainda uma dificuldade relativa às despesas administrativas, o que contribui adicionalmente para dificultar a implementação de planos de previdência para pequenos grupos.

Tabela 10 – Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência para cada tamanho do grupo, apenas com risco aleatório de longevidade

Percentil	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
90%	8,7%	4,7%	2,5%	1,8%	0,8%	0,6%	0,2%
95%	11,4%	6,1%	3,1%	2,3%	1,0%	0,7%	0,3%
99%	16,6%	8,7%	4,2%	3,3%	1,4%	1,0%	0,4%

Fonte: Cálculo da autora

Na Tabela 11, é possível observar essa mesma análise das taxas de carregamento para cada nível de solvência, também sem o efeito do risco sistemático, mas agora segregando por grupo de segurado. Dessa forma, comparando as taxas para grupos diferentes, percebe-se, por exemplo, que as taxas calculadas para os

subgrupos populacionais (ativos, aposentados e pensionistas) são superiores às taxas encontradas para o total da população. Uma razão que pode explicar esse efeito é a correlação negativa entre os benefícios de risco e os benefícios programados. Cardoso *et al.* (2006) comentaram sobre essa relação:

o pagamento de benefícios do primeiro grupo implica o não pagamento de benefícios do segundo grupo, obtém-se uma menor variabilidade das obrigações de uma entidade de previdência, mantendo-se, na sua carteira de benefícios, o conjunto desses dois tipo (CARDOSO *et al.*, 2006).

Tabela 11 - Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência para cada tamanho do grupo, apenas com risco aleatório de longevidade

Ativos

Percentil	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
90%	18,5%	9,8%	4,9%	3,4%	1,4%	1,1%	0,4%
95%	25,6%	13,0%	6,4%	4,5%	1,9%	1,4%	0,6%
99%	39,7%	19,3%	9,2%	6,4%	2,7%	1,9%	0,8%

Aposentados

Percentil	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
90%	10,3%	5,9%	3,1%	2,2%	1,0%	0,7%	0,3%
95%	12,9%	7,5%	3,9%	2,8%	1,3%	0,9%	0,4%
99%	17,5%	10,3%	5,4%	3,9%	1,7%	1,3%	0,6%

Pensionistas

Percentil	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
90%	25,9%	9,6%	5,8%	4,3%	2,0%	1,3%	0,6%
95%	33,5%	12,1%	7,4%	5,6%	2,5%	1,7%	0,8%
99%	47,0%	16,3%	10,2%	7,8%	3,4%	2,4%	1,1%

Fonte: Cálculo da autora

Na Tabela 12, a taxa de carregamento de contingência foi calculada com as provisões matemáticas que incluíram o efeito do risco sistemático no seu cálculo. Assim como acontece com o CV, quando o risco sistemático é considerado, além das taxas de carregamento serem maiores, a redução da taxa de carregamento diminui com o aumento do tamanho do grupo.

Tabela 12 - Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência para cada tamanho do grupo, considerando todo o grupo e efeito do risco sistemático

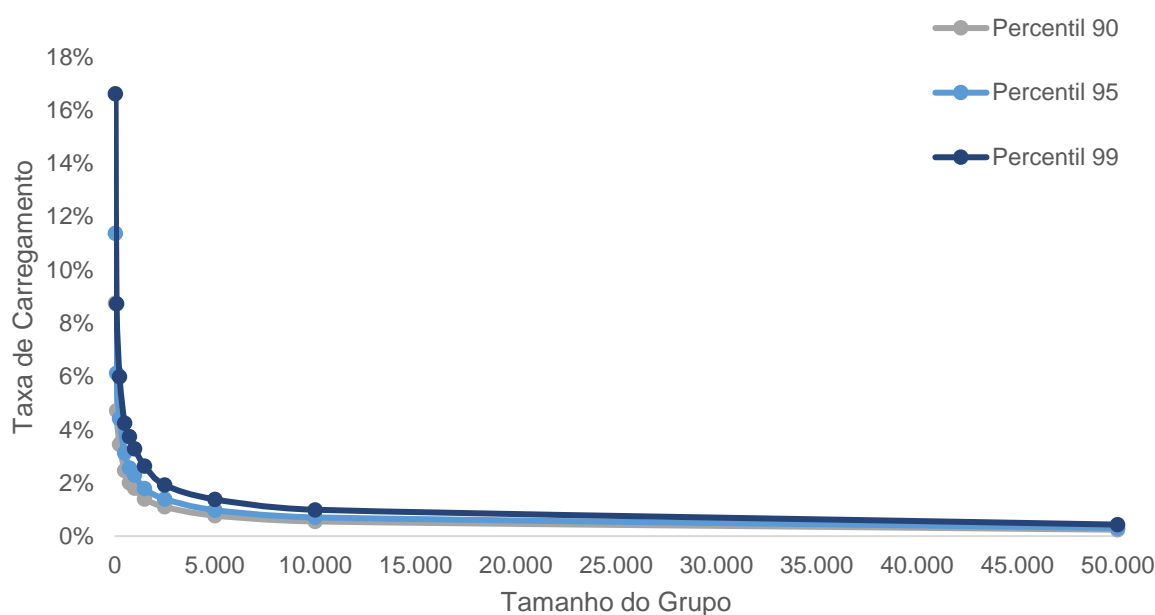
Percentil	Tamanho do Grupo						
	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
90%	14,7%	10,0%	10,0%	9,7%	9,2%	9,0%	8,9%
95%	17,9%	11,8%	11,1%	10,3%	9,5%	9,3%	9,0%
99%	24,8%	15,1%	12,8%	11,4%	9,9%	9,6%	9,2%

Fonte: Cálculo da autora.

Nos Gráficos 5 e 6, na sequência, esse efeito fica ainda mais evidente. Enquanto as taxas de carregamento do Gráfico 5 mantêm a tendência decrescente com aumento do grupo, no Gráfico 6, a redução da taxa parece atingir um limite.

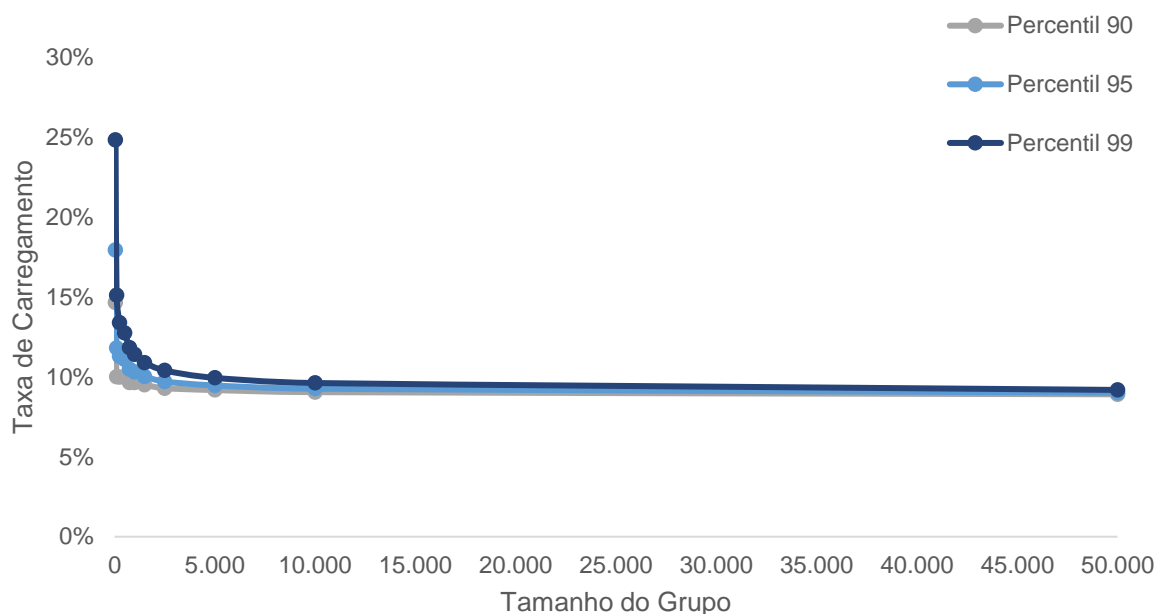
Para um horizonte de cinco anos e uma solvência de 97,5%, Hári *et al.* (2008) estimaram esse carregamento, dependendo do grupo de segurados, na ordem de grandeza de 7% a 8% sobre as provisões matemáticas. Analisando a solvência em produtos de cuidados de longa duração (CLD), Olivieri e Pitacco (2001) perceberam que, em decorrência do desvio sistemático, parece haver um valor mínimo positivo da margem de solvência exigida independentemente do tamanho do grupo de segurados. Da mesma forma, parece acontecer o mesmo em planos de previdência quando considerado o risco sistemático.

Gráfico 5 – Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência *versus* tamanho do grupo, sem considerar o efeito do risco sistemático



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 6 - Taxas de carregamento para 90%, 95% e 99% de probabilidade de solvência *versus* tamanho do grupo, considerando o efeito do risco sistemático



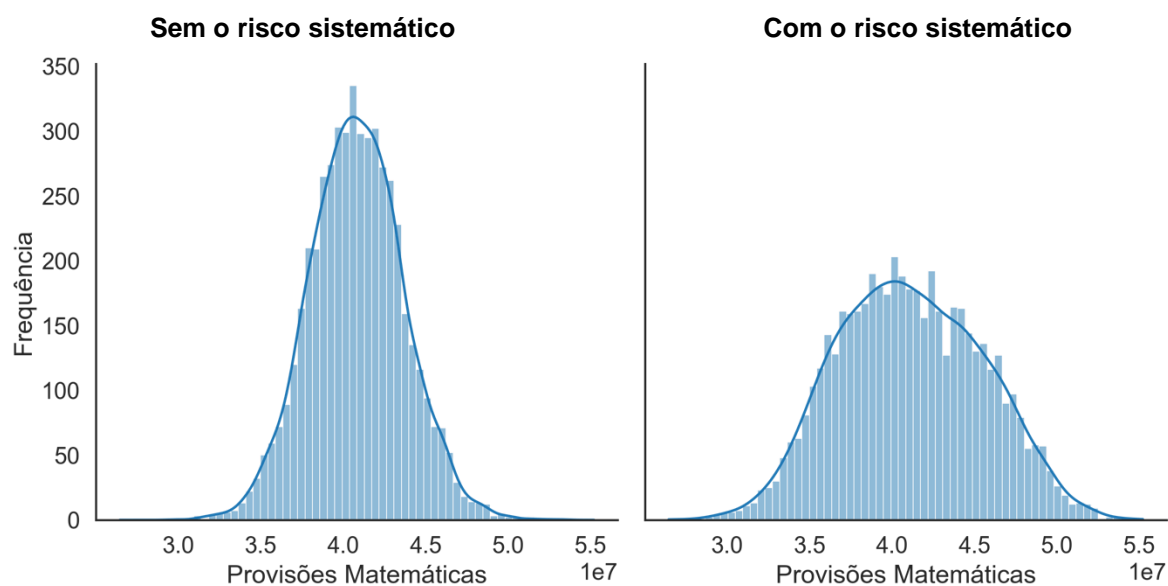
Fonte: Elaboração própria.

As Figuras 2 e 3 apresentam a distribuição do valor das provisões matemáticas dos grupos de 50 e 50.000 segurados, mostrando os cenários com e sem o risco sistemático. As distribuições são mostradas junto com as linhas de suavização traçadas pelo Método de Estimação por *Kernel* (KDE), uma forma não-paramétrica para estimar a Função Densidade de Probabilidade (FDP) de uma variável aleatória que foram geradas pelo pacote gráfico *seaborn*³.

Comparando as duas distribuições sem considerar o risco sistemático, mas com diferentes tamanhos, observa-se que no grupo de 50.000 a distribuição tende para o formato de uma distribuição normal (o teste Kolmogorov-Smirnov de normalidade resultou em um p-valor de 50,7%). Considerando o risco sistemático, percebe-se que a distribuição para o grupo de 50.000 segurados não tende para a normal (o teste Kolmogorov-Smirnov de normalidade resultou em um p-valor próximo a zero), assemelhando-se a uma distribuição multimodal.

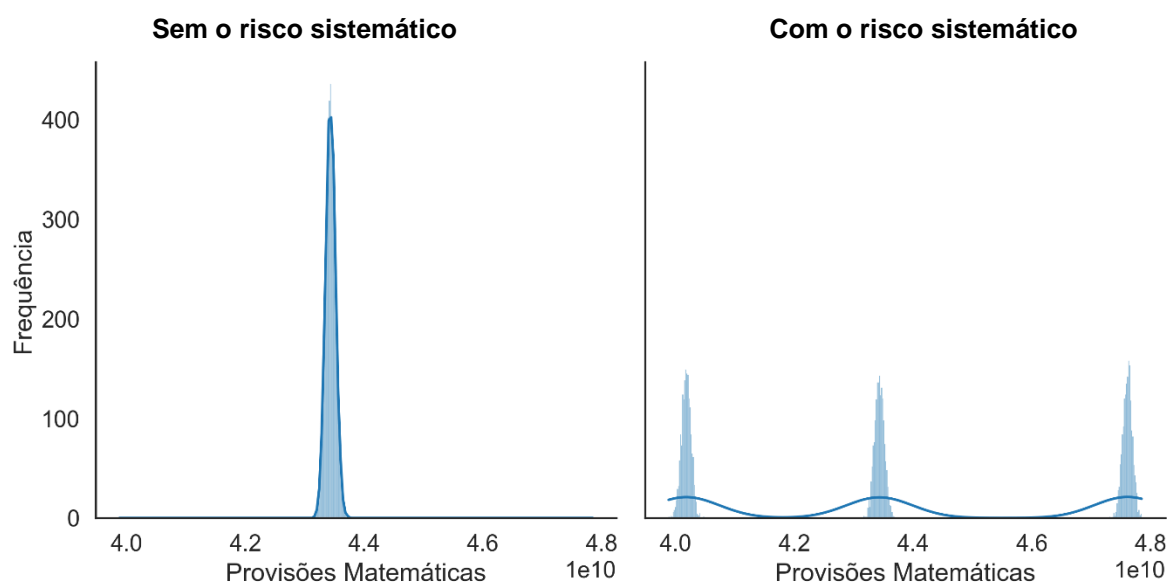
³ <https://seaborn.pydata.org>.

Figura 2 – Distribuição da Provisão Matemática para o grupo com 50 segurados



Fonte: Elaboração própria

Figura 3 – Distribuição da Provisão Matemática para o grupo com 50.000 segurados

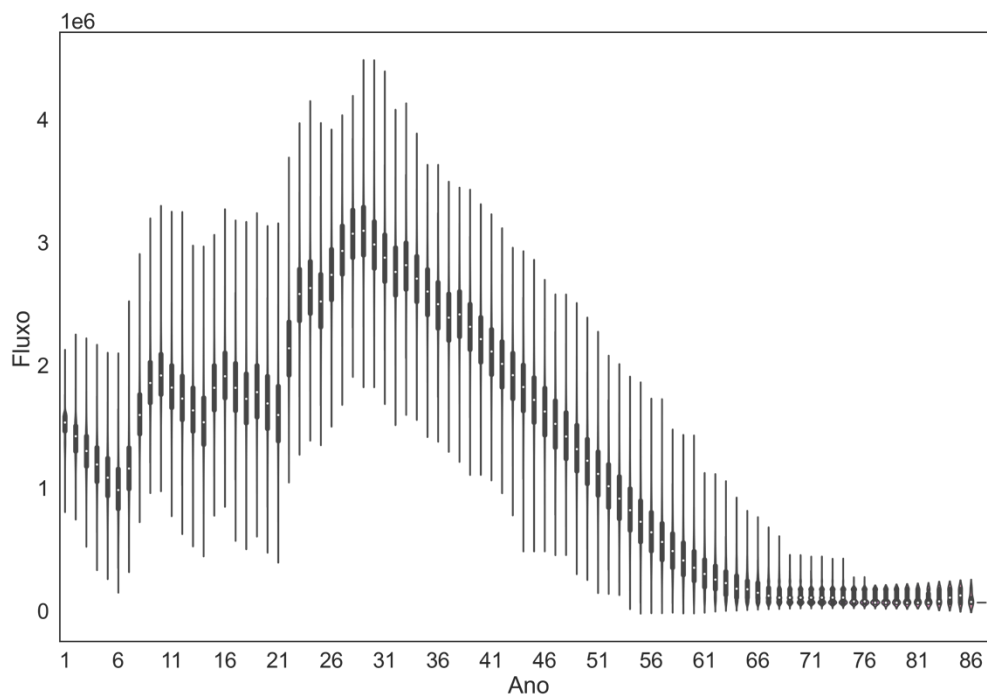


Fonte: Elaboração própria.

As Figuras 4 a 7 apresentam, através de gráficos do tipo *box-plot*, a variabilidade no fluxo de pagamentos projetados para o grupo de 50 e 50.000 segurados, mostrando os cenários com e sem o risco sistemático. Comparando as duas distribuições sem considerar o risco sistemático, mas com diferentes tamanhos, percebe-se que a variabilidade no fluxo de pagamentos é bastante reduzida em todo o período projetado no grupo maior.

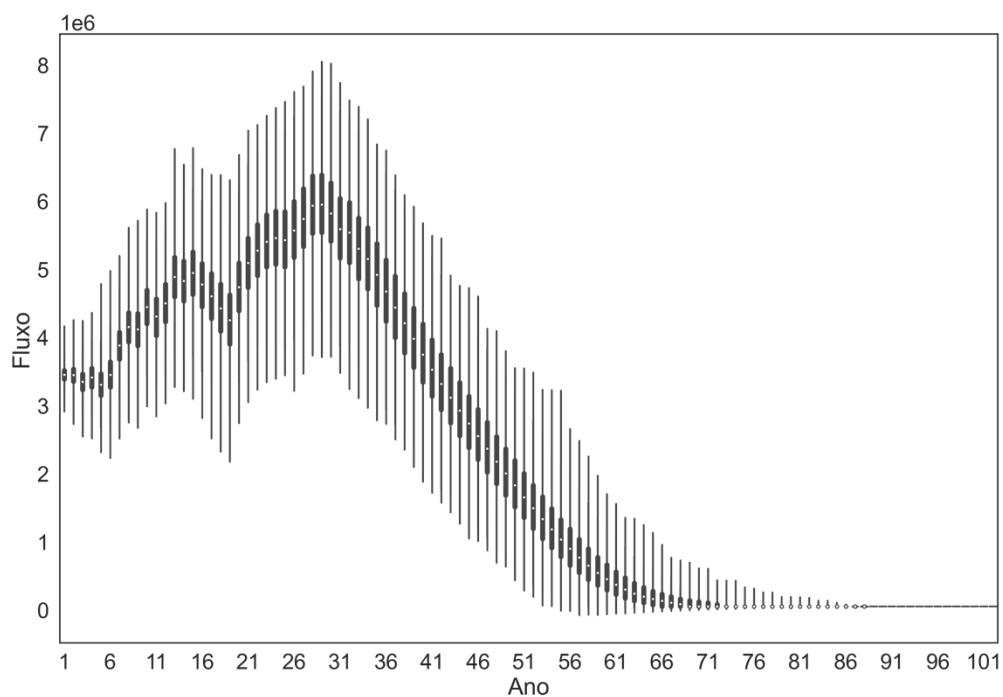
Essa mesma comparação é feita considerando o risco sistemático. Comparando os grupos do mesmo tamanho, evidencia-se o aumento da variabilidade dos pagamentos no período projetado com a inclusão do risco sistemático.

Figura 4 – Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50 segurados sem o risco sistemático



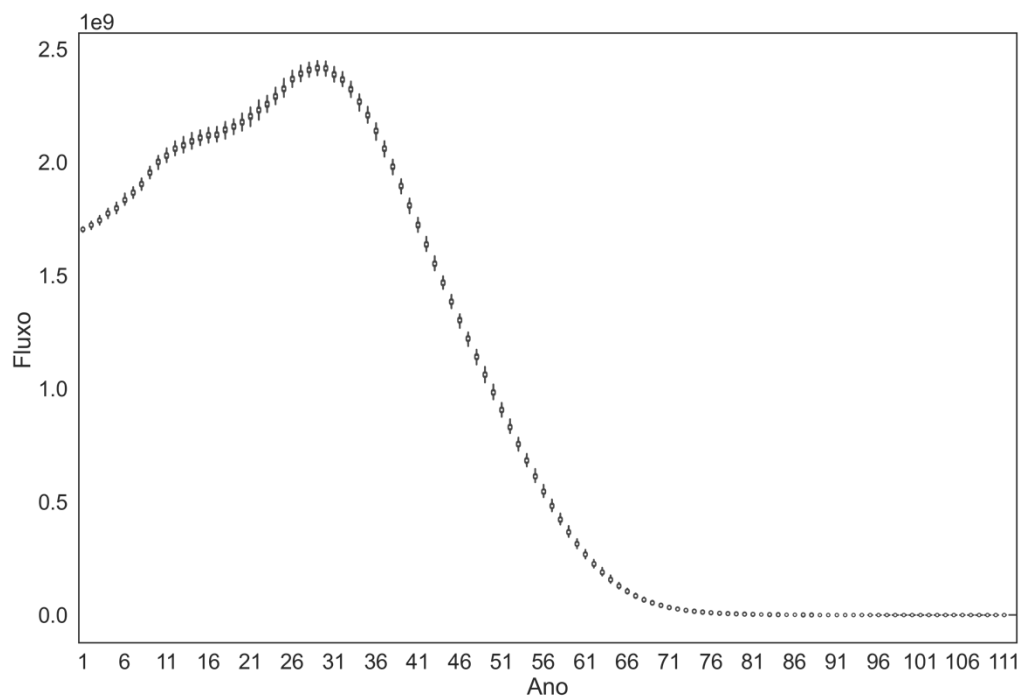
Fonte: Elaboração própria

Figura 5 – Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50 segurados como risco sistemático



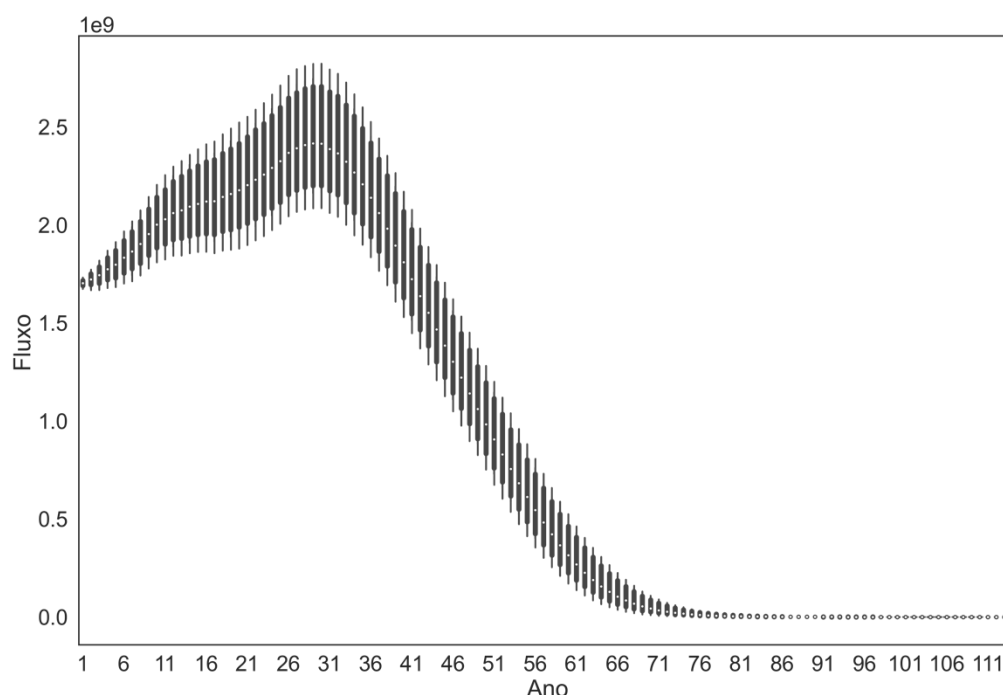
Fonte: Elaboração própria

Figura 6 - Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50.000 segurados sem o risco sistemático



Fonte: Elaboração própria

Figura 7 - Fluxo de pagamentos projetados para o grupo com 50.000 segurados com o risco sistemático



Fonte: Elaboração própria

Dessa forma, os resultados evidenciaram que, com a inclusão do risco sistemático, o risco de longevidade nos planos com benefícios vitalícios é relevante, mesmo quando o tamanho do grupo é elevado. Uma das estratégias de gerenciamento desse risco é o seu compartilhamento com uma sociedade seguradora. Uma alternativa é adotar desenhos de planos de benefícios com parcela reduzida exposta ao risco de longevidade. Por exemplo, desenhos de planos de previdência complementar estruturados na modalidade de contribuição definida.

Nos apêndices A e B deste trabalho encontram-se as distribuições dos valores das provisões e os gráficos *box-plot* para todos os cenários avaliados neste estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi mensurar o impacto do risco de aleatoriedade e do risco sistemático de longevidade nas provisões matemáticas de planos de previdência com pagamento de benefícios vitalícios para diferentes tamanhos de população. Para isso, foi desenvolvido um modelo de cálculo estocástico na linguagem *python* que utilizou o processo de Simulação de Monte Carlo para desvendar as distribuições de probabilidades das provisões matemáticas para grupos com diferentes tamanhos, com um cenário considerando apenas o risco de aleatoriedade e outro incluindo, também, o efeito do risco sistemático.

A partir da análise dos resultados, concluiu-se que o coeficiente de variação e a taxa de carregamento de contingência diminuem à medida que o tamanho da população aumenta. Quando apenas o risco de aleatoriedade é considerado, mas o risco sistemático não, o coeficiente de variação passou de 7,0% para o menor grupo avaliado de 50 segurados para 0,2% quando calculado para o grupo de 50.000 segurados. A taxa de carregamento com 90% de solvência, por sua vez, reduziu de 8,7% para 0,2% na comparação entre os dois grupos.

Com a inclusão do risco sistemático de longevidade, os resultados apurados mostraram que a redução do risco atingiu um limite. A comparação do coeficiente de variação entre os grupos de 50 e 50.000 segurados evidenciou uma redução de 10,9% para 7,0%, sendo que este percentual é, aproximadamente, o mesmo patamar atingido já pelo grupo de 5.000 segurados. A taxa de carregamento com 90% de solvência também apresentou redução com a redução do tamanho do grupo, de 14,7% para 8,9%.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Cardoso et al. (2006) de que o risco de longevidade reduz com o aumento do número de segurados no plano previdenciário. Entretanto, como o risco sistemático não é eliminado com o aumento do grupo, essa redução ocorre até atingir um limite.

Uma das estratégias de gerenciamento desse risco é o seu compartilhamento com uma sociedade seguradora que pode inclusive, ressegurar

parte desse risco. Entretanto, caso o risco seja global, o mercado segurador também teria dificuldade de assumir tais riscos.

Uma alternativa é adotar desenhos de planos de benefícios com parcela reduzida exposta ao risco de longevidade. Por exemplo, desenhos de planos de previdência complementar estruturados na modalidade de contribuição definida na fase de acumulação e no início da fase de concessão.

Este estudo contribui para a escassa literatura relacionada ao risco de longevidade em planos previdenciários, dada a relevância do mercado de previdência para a população brasileira.

Apesar dos objetivos deste estudo terem sido cumpridos, ressalta-se que o risco de longevidade foi a única fonte de risco analisada. Assim, sugere-se que futuros estudos incorporem o risco de mercado em planos de previdência com benefícios vitalícios. Também não fez parte do escopo deste estudo, a fundamentação dos cenários de mortalidade com suas respectivas probabilidades. Dessa forma, recomenda-se que estudos com essa abordagem sejam desenvolvidos

REFERÊNCIAS

AMARO, R. P. **Proposta de regra de reajuste: previdência complementar**. Curitiba: Amaro, 2016.

ARO, H. Longevity 8: Systematic and non-systematic mortality risk in pension portfolios. 2012. Disponível em: <http://math.aalto.fi/~haro/bin.pdf>

BRASIL. **Lei complementar nº 109, de 29 de maio de 2001**. Dispõe sobre o Regime de Previdência Complementar e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp109.htm. Acesso em: 15 jul. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. PREVIC. **Guia Previc de Melhores Práticas Atuariais para Entidades Fechadas de Previdência Complementar**. Superintendência Nacional de Previdência Complementar, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/orgaos/entidadesvinculadas/autarquias/previc/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-de-melhorespraticas/novo-guia-previc-melhores-atuariais.pdf/view>. Acesso em: 22 jul. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. PREVIC. **Resolução CNPC nº 41, 09 de junho de 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/conselho-nacional-de-previdencia-complementar/ementario-de-normas-do-conselho/resolucoes-cnpc/resolucao-no-41-de-2021.pdf>. Acesso em: 12 set. 2022.

BRAVO, J. M. V. **Tábuas de mortalidade contemporâneas e prospectivas: Modelos estocásticos, aplicações actuariais e cobertura do risco de longevidade**. 2007. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de Évora, Évora, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10174/11148>. Acesso em: 12 jul. 2022.

CARDOSO, S. **A arquitetura dos Planos CD e CV: A forma de pagamento dos benefícios de aposentadoria programada**. 2009. Monografia (Graduação em Ciências Atuariais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

CARDOSO, S.; CHAGAS, D.; JÚNIOR, E.; ROCHA, A.; BATISTA, P. Pequenas e médias empresas como patrocinadoras de planos previdenciais em entidades fechadas de previdência complementar*. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 17, p. 28-41, 2006.

CORRÊA, C. S. **Tamanho populacional e aleatoriedade de eventos demográficos na solvência de RPPS municipais capitalizados**. 2014. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

CORRÊA, C. S.; QUEIROZ, B. L.; RIBEIRO, A. J. F. Tamanho populacional e custeio previdenciário: como variações aleatórias afetam o risco de solvência de RPPS municipais. **REDECA. Revista Eletrônica do Departamento de Ciências Contábeis & Departamentode Atuária e Métodos Quantitativos**, 2014. Acesso em: 17 jul. 2022.

DAYKIN, C. D.; PENTIKAINEN, T.; PESONEM, M. **Practical risk theory for actuaries**. Londres: Chapman & Hall, 1994.

DE ANDRADE MARCONI, M.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003.

DIAS, C. R. B.; DOS SANTOS, J. Mensuração de passivo atuarial de fundos de pensão: Uma visão estocástica. *In*: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 2009. [S. l.: s. n.], 2009.

HÁRI, N; WAEGENAERE, A. D., MELENBERG, B.; NIJMAN, T. E. Longevity risk in portfolios of pension annuities, **Insurance: Mathematics and Economics**, Volume 42, Issue 2, 2008, Pages 505-519, ISSN 0167-6687, <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2007.01.012>.

OLIVIERI, A.; PITACCO, E. Facing LTC Risks. *In*: PROCEEDINGS OF THE 32ND ASTIN COLLOQUIUM, 2001. Washington: [s. n.], 2001.

REILLY, F. L.; NORTON, E. A. **Investimentos**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

RIBEIRO, V. L.; CHARIGLIONE, I. P. F. S.; SALMAZO DA SILVA, H. Risco de Longevidade e Mecanismos de Proteção para Fundos de Pensão: Revisão Sistemática de Literatura. *Revista Kairós-Gerontologia*, 23(1), 415-449. ISSNprint 1516-2567. ISSNe 2176-901X. São Paulo (SP), Brasil: FACHS/NEPE/PUC-S, 2020.

ROCHA, A. S. **Custos com benefícios para o financiamento de cuidados de longa duração para idosos com dependência: Estimativas e projeções para o Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

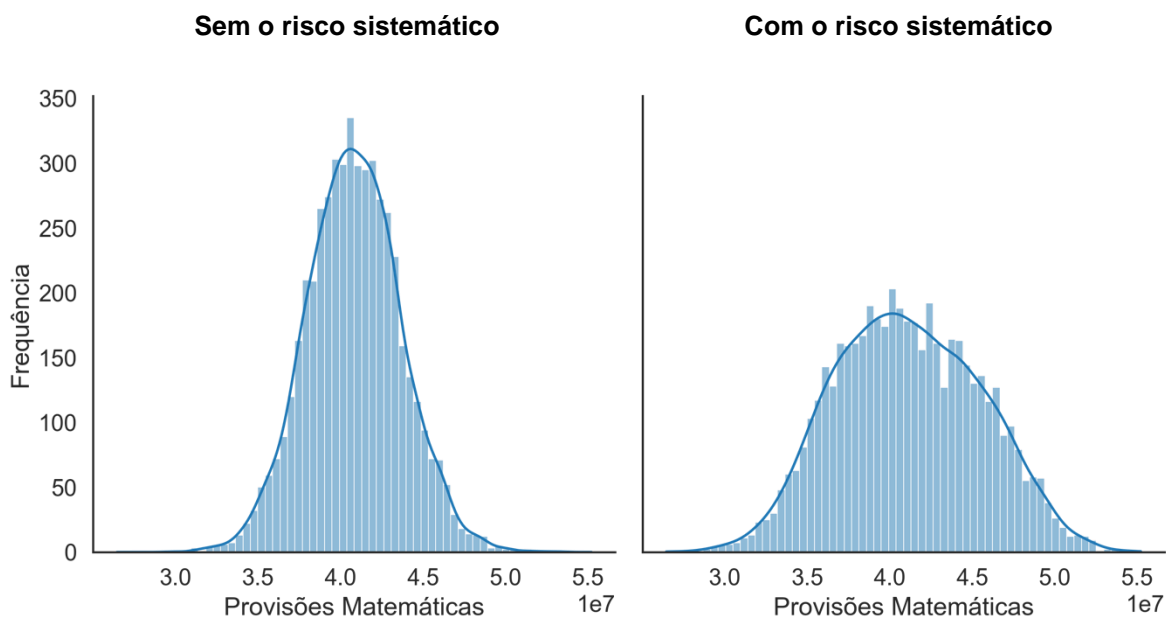
RODRIGUES, J. A. **Gestão de risco atuarial**. São Paulo: Saraiva, 2008.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Corporate Finance**. 5., ed ed. São Paulo: The McGraw-Hill Companies, Inc., 1999.

WINKLEVOSS, H. E. **Pension Mathematics with numerical illustrations**. 2. ed. [S. l.]: Pension Research Council of the Wharton School of the University of Pennsylvania, 1993.

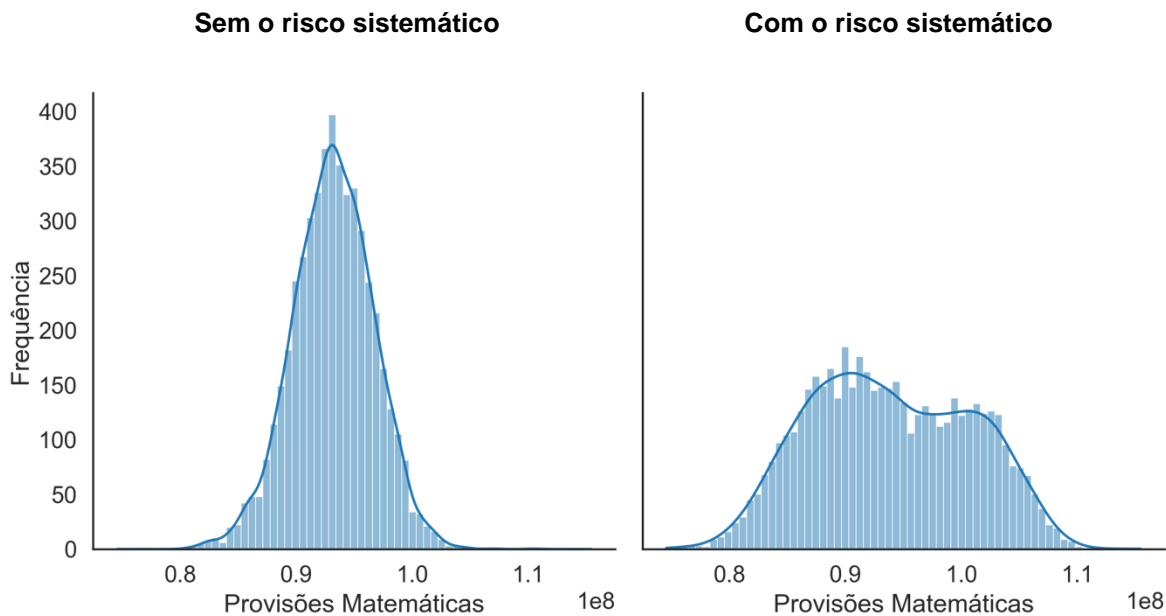
APÊNDICE A: Distribuições das Provisões Matemáticas

Grupo com 50 segurados

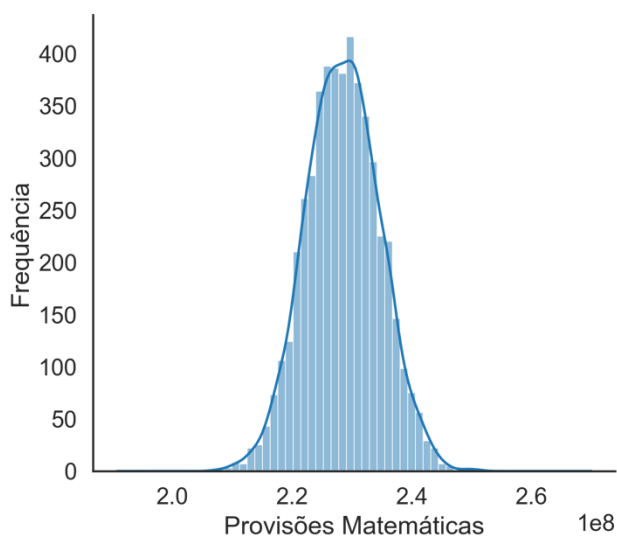
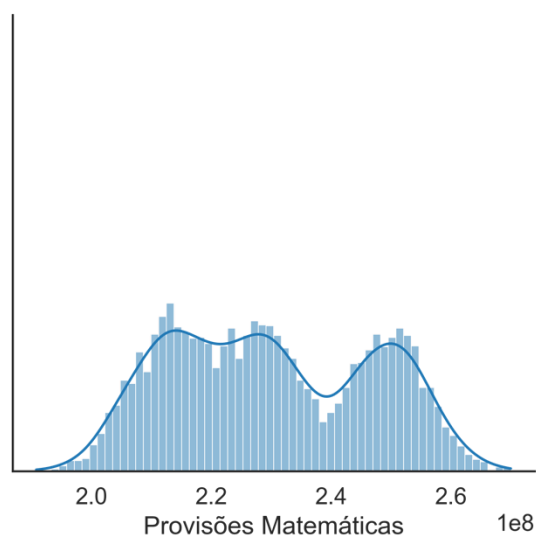


Fonte: Elaboração própria

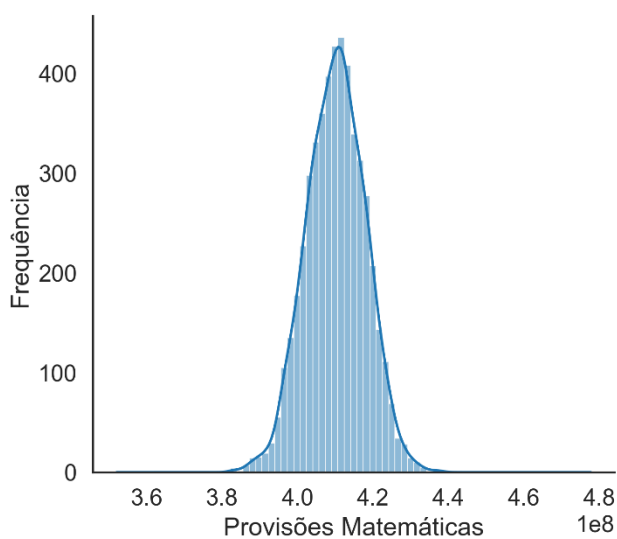
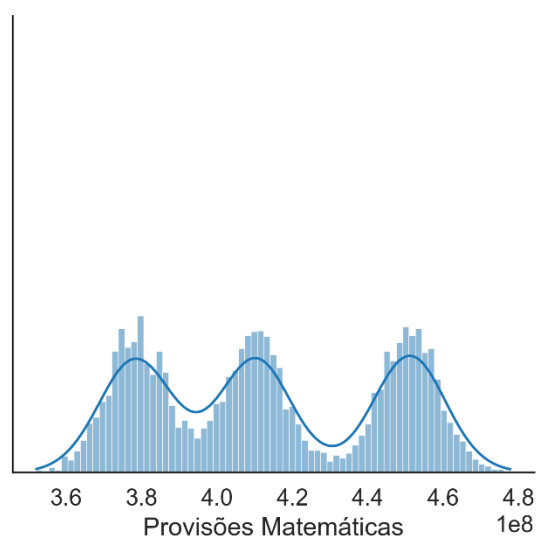
Grupo com 100 segurados



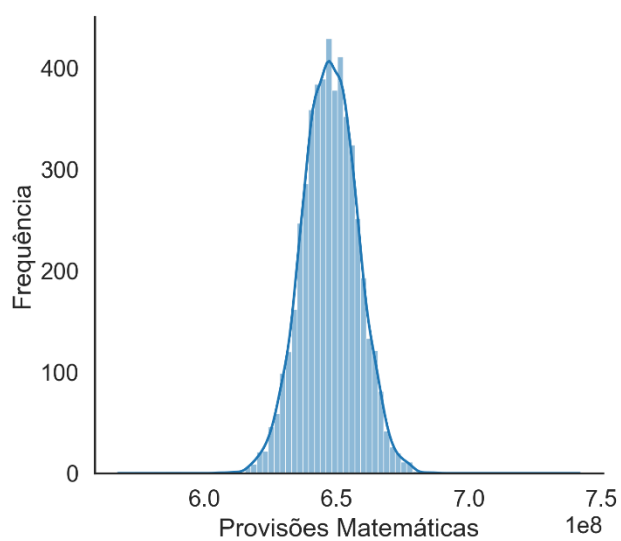
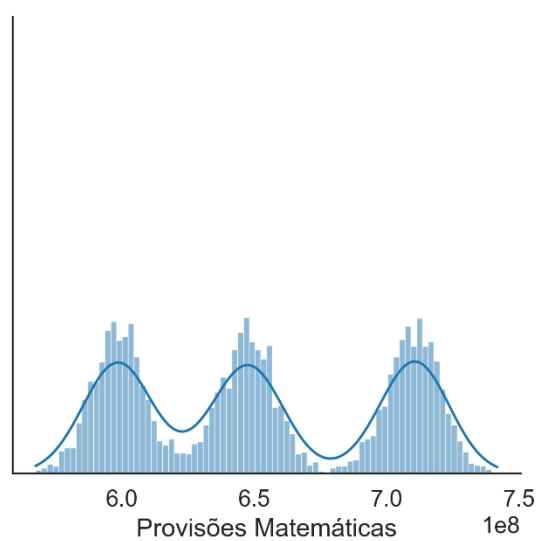
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 250 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

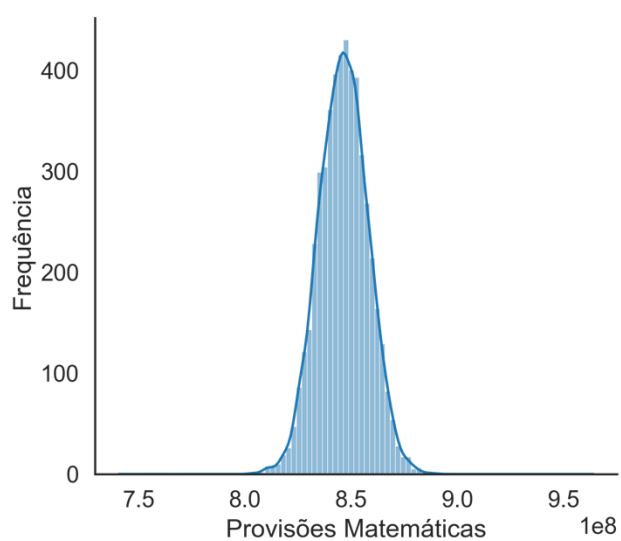
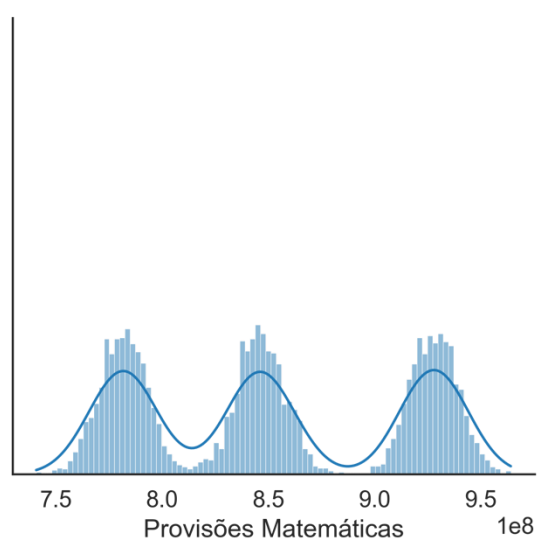
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 500 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

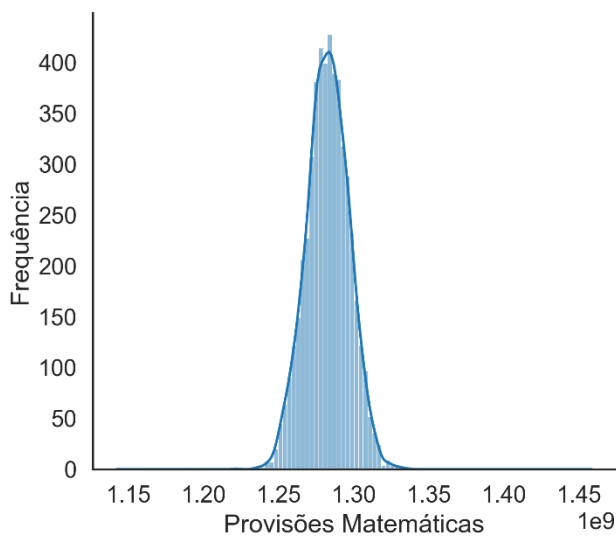
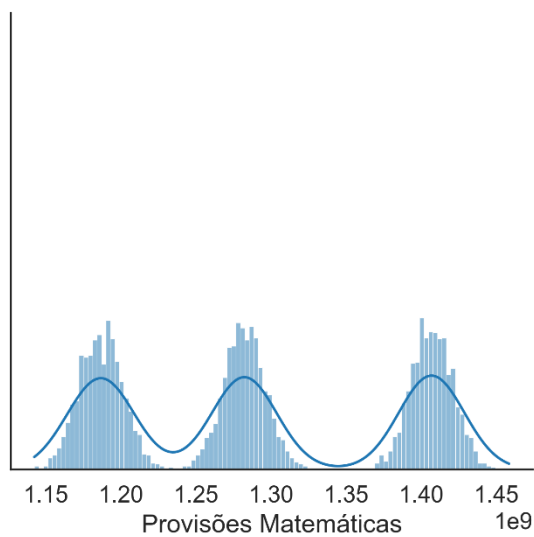
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 750 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

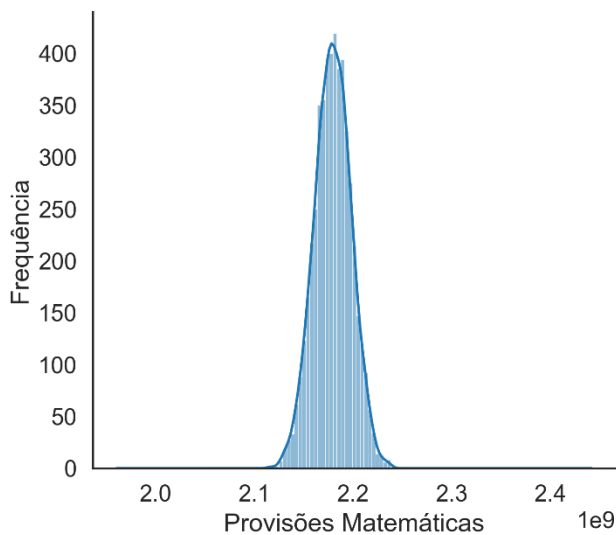
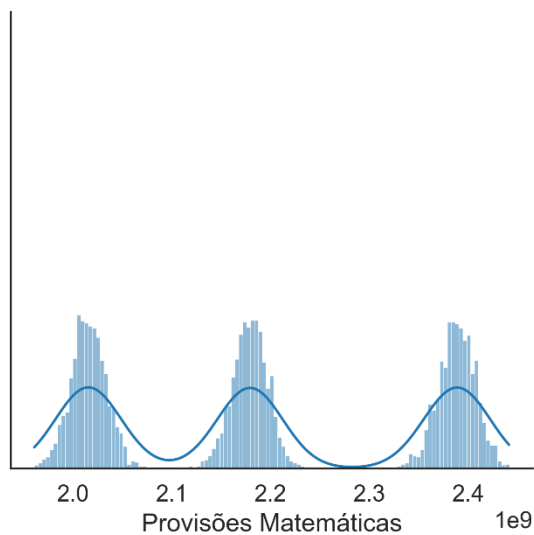
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 1.000 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

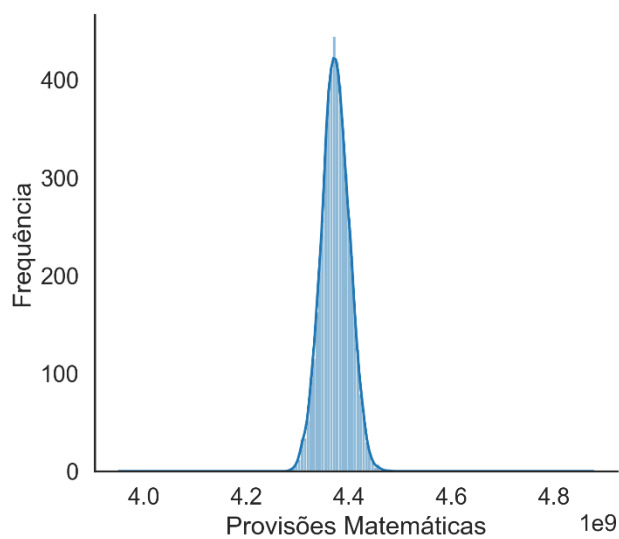
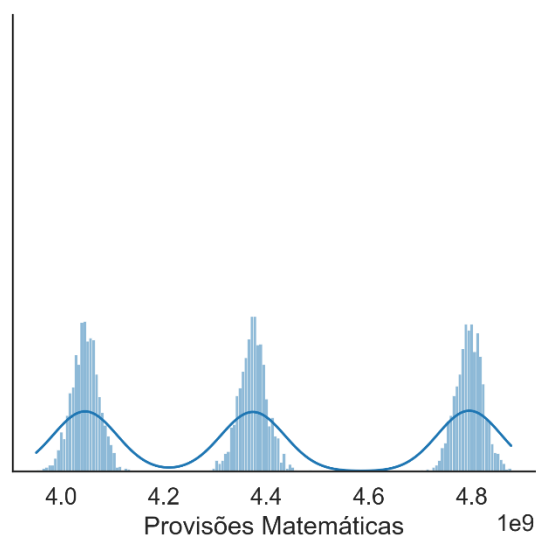
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 1.500 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

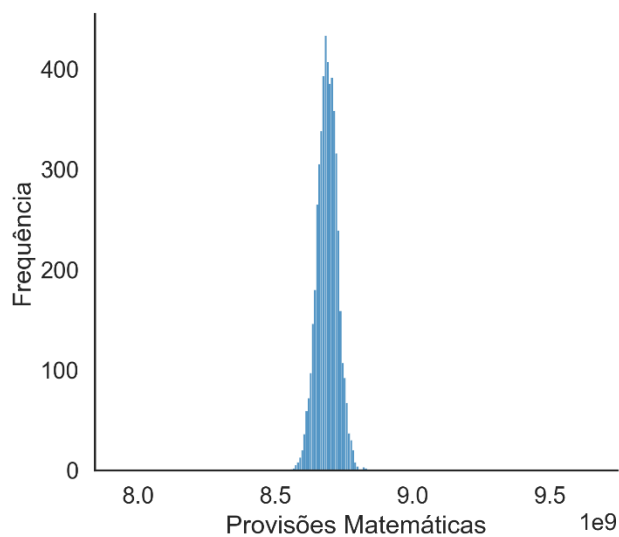
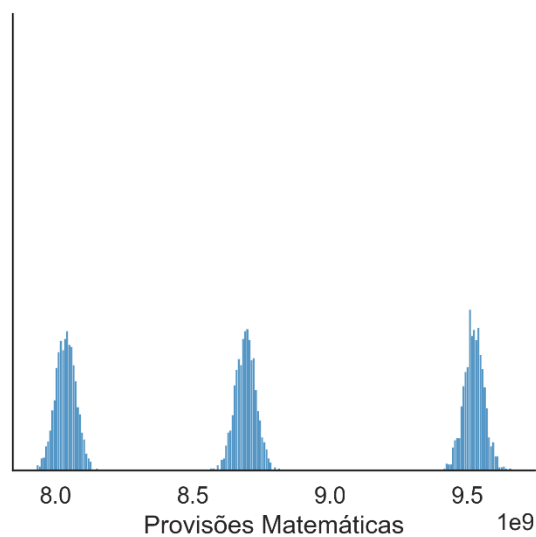
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 2.500 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

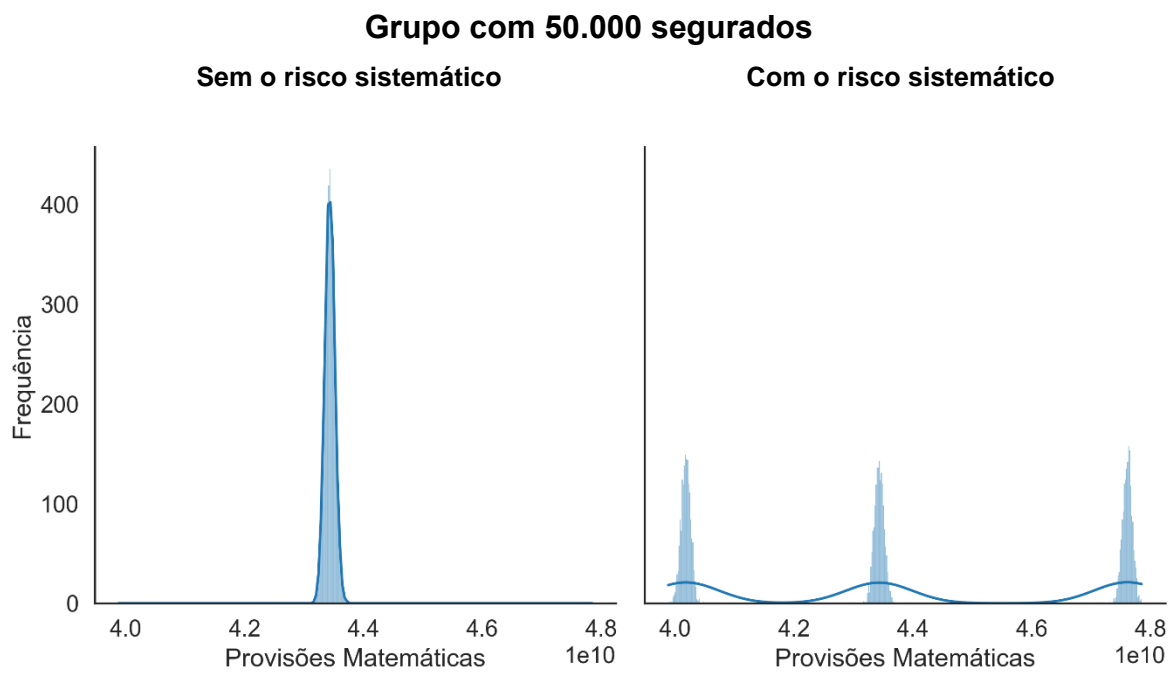
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 5.000 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

Fonte: Elaboração própria

Grupo com 10.000 segurados**Sem o risco sistemático****Com o risco sistemático**

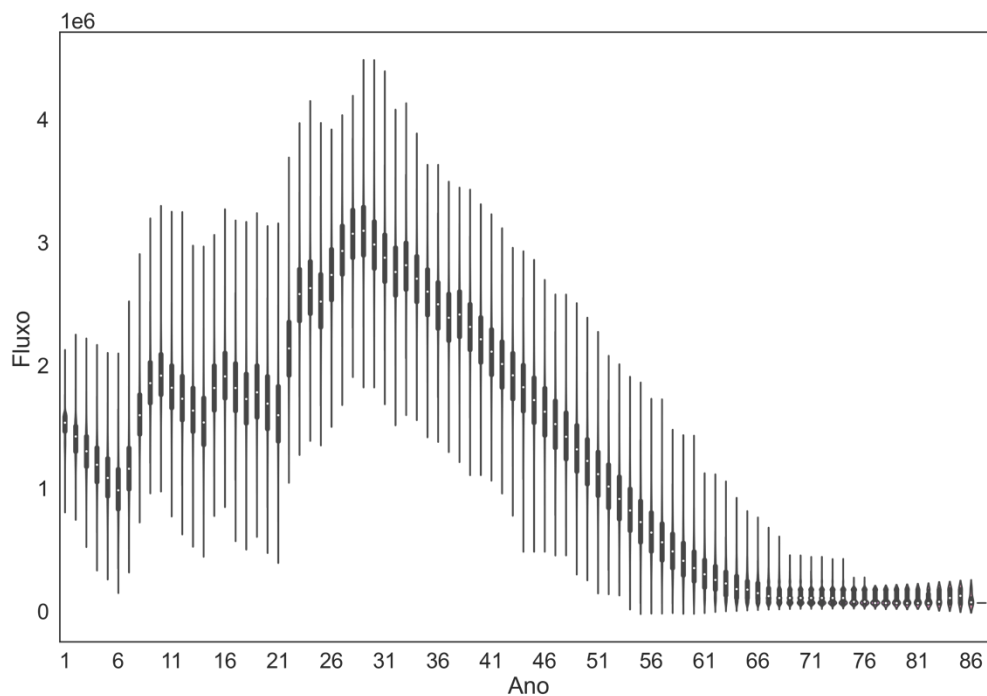
Fonte: Elaboração própria



Fonte: Elaboração própria

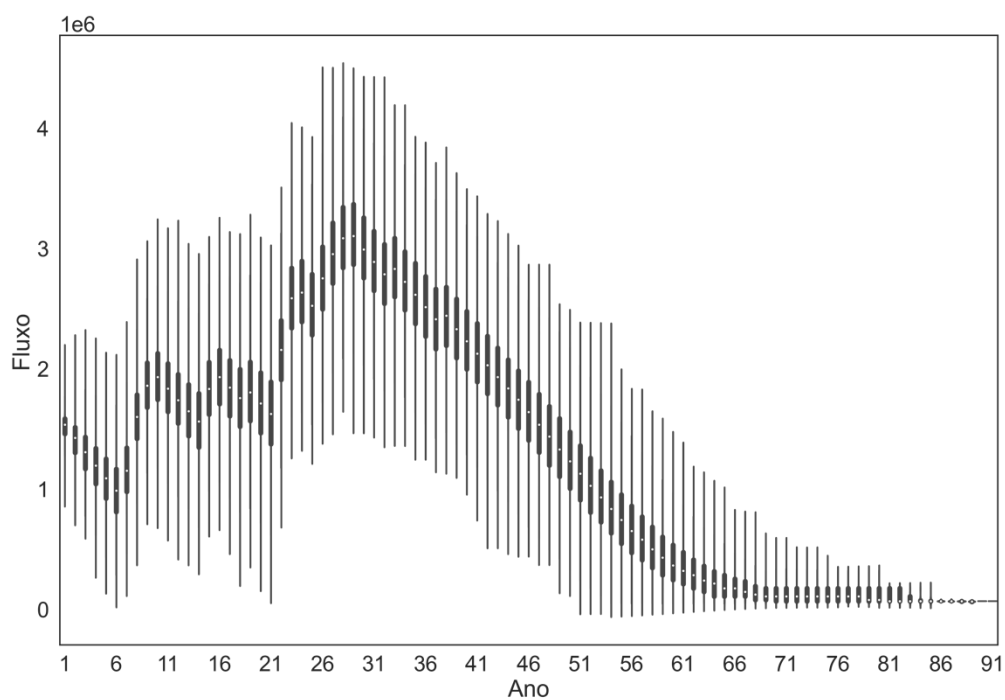
APÊNDICE B: Fluxos de pagamentos projetados

Grupo com 50 segurados - sem risco sistemático

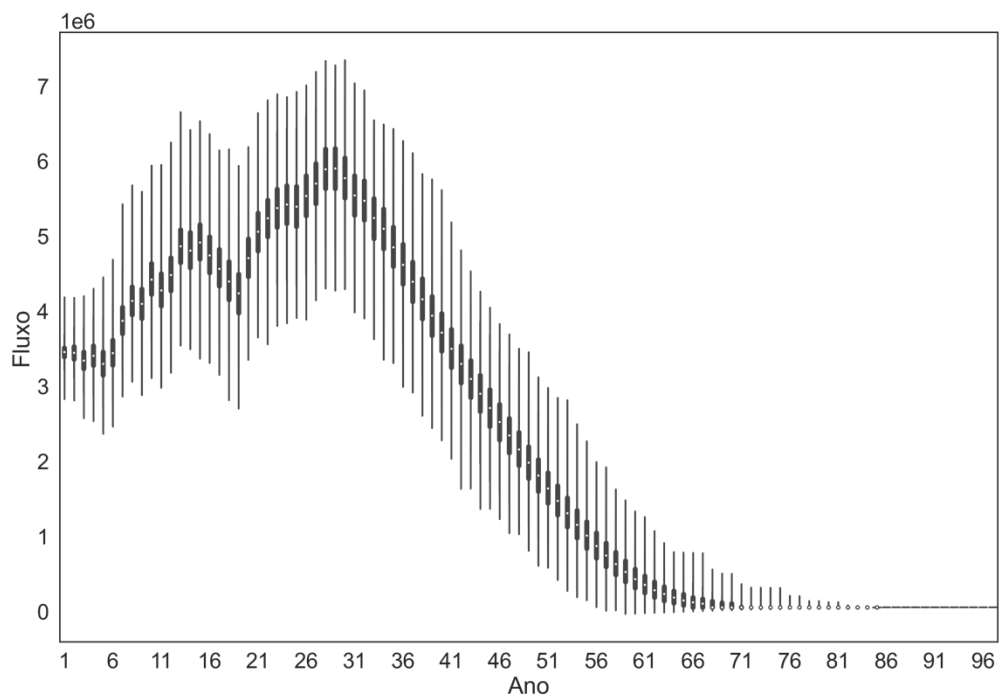


Fonte: Elaboração própria

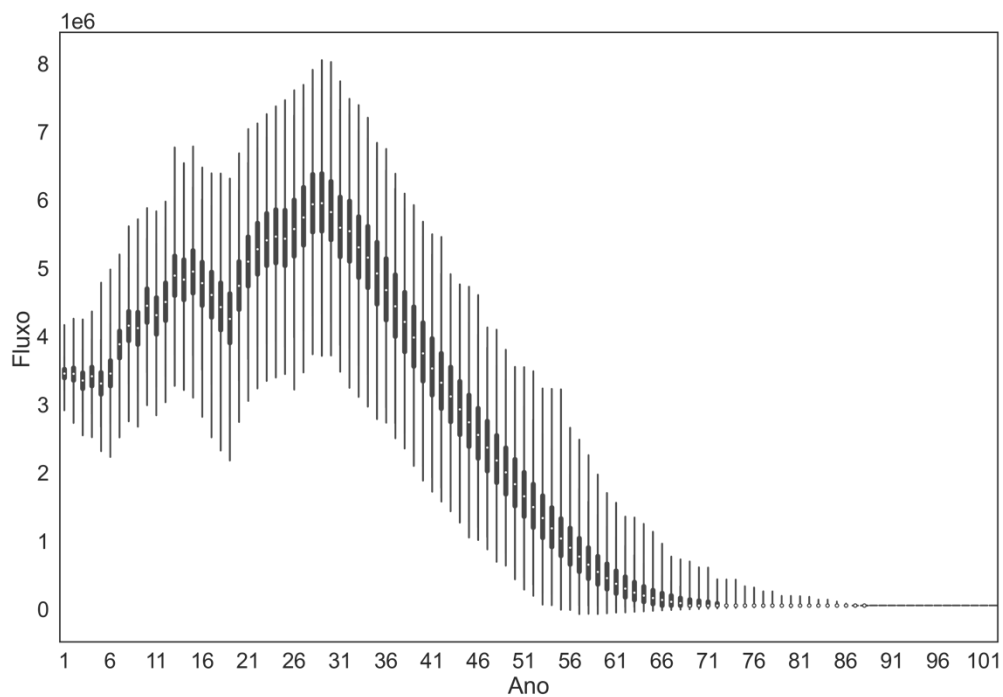
Grupo com 50 segurados - com risco sistemático



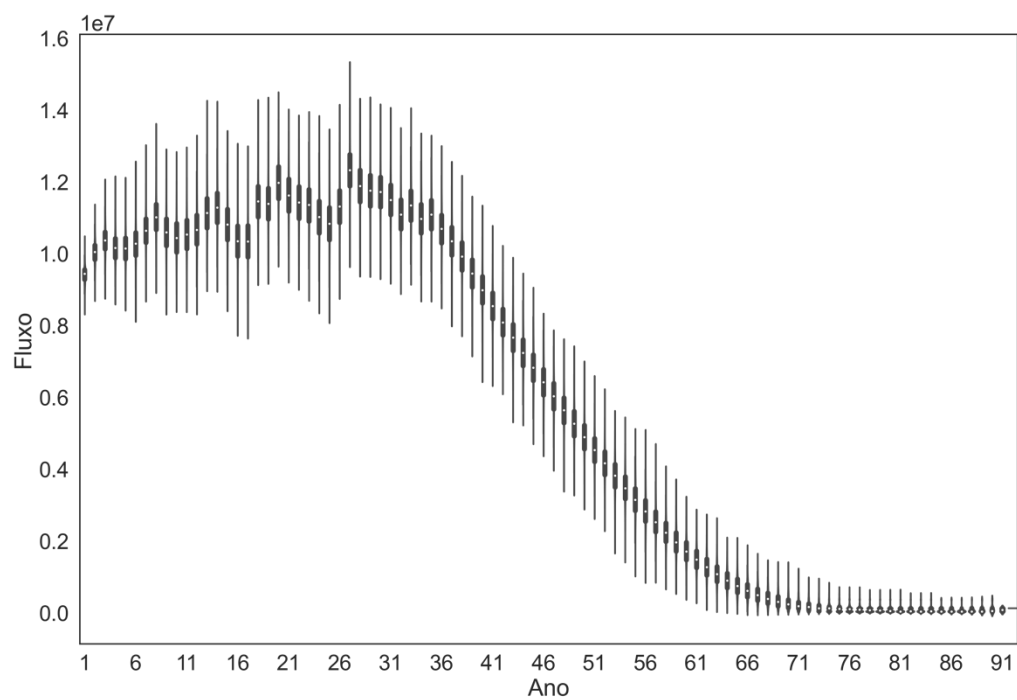
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 100 segurados - sem risco sistemático

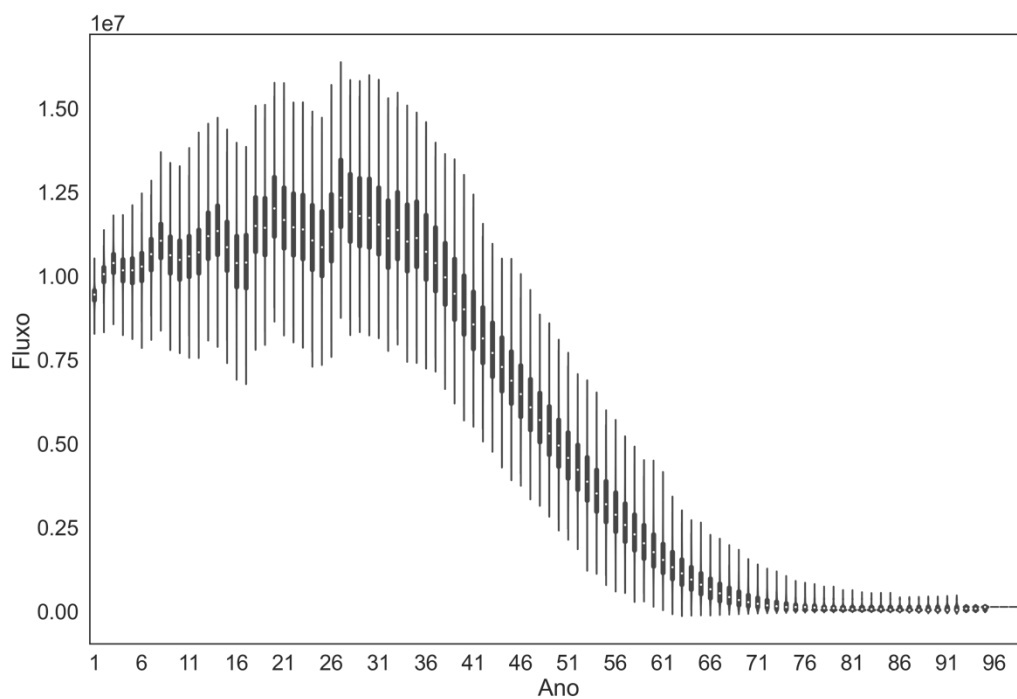
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 100 segurados - com risco sistemático

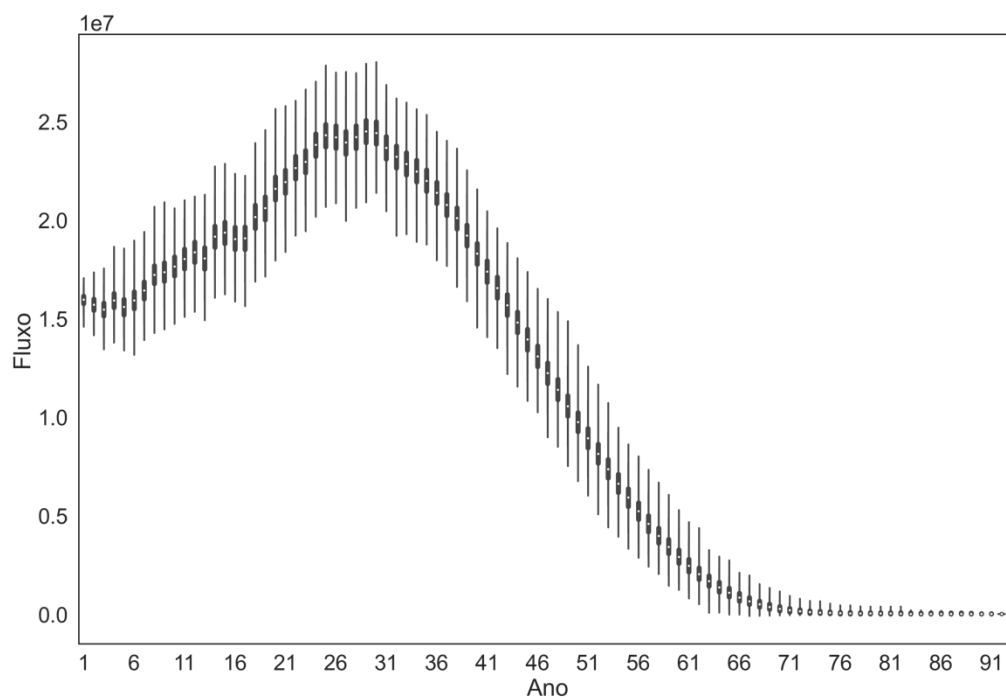
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 250 segurados - sem risco sistemático

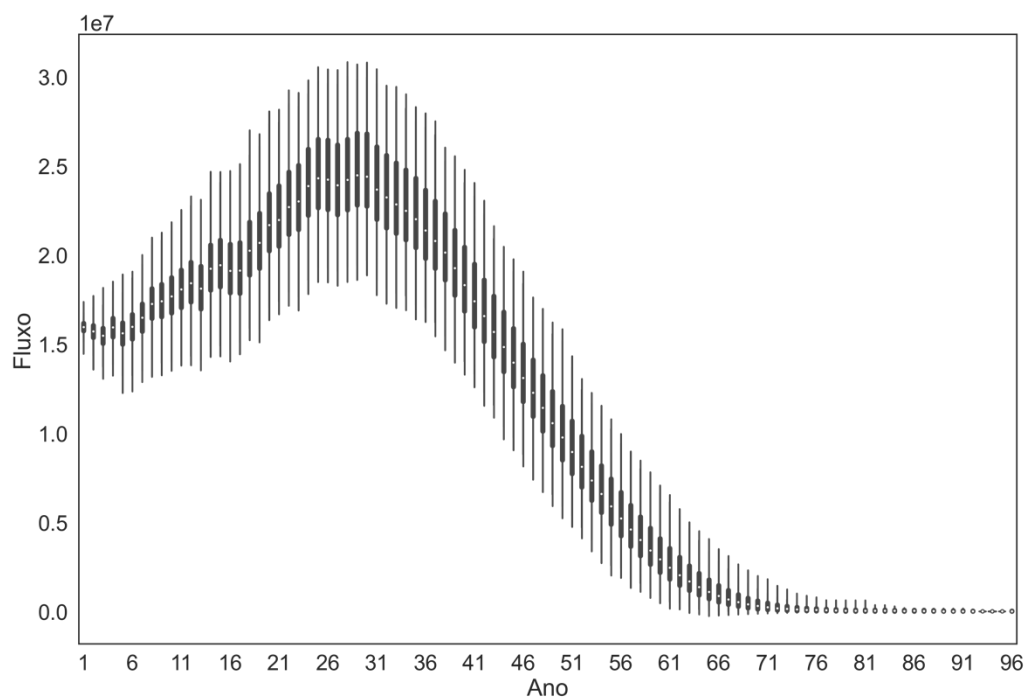
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 250 segurados - com risco sistemático

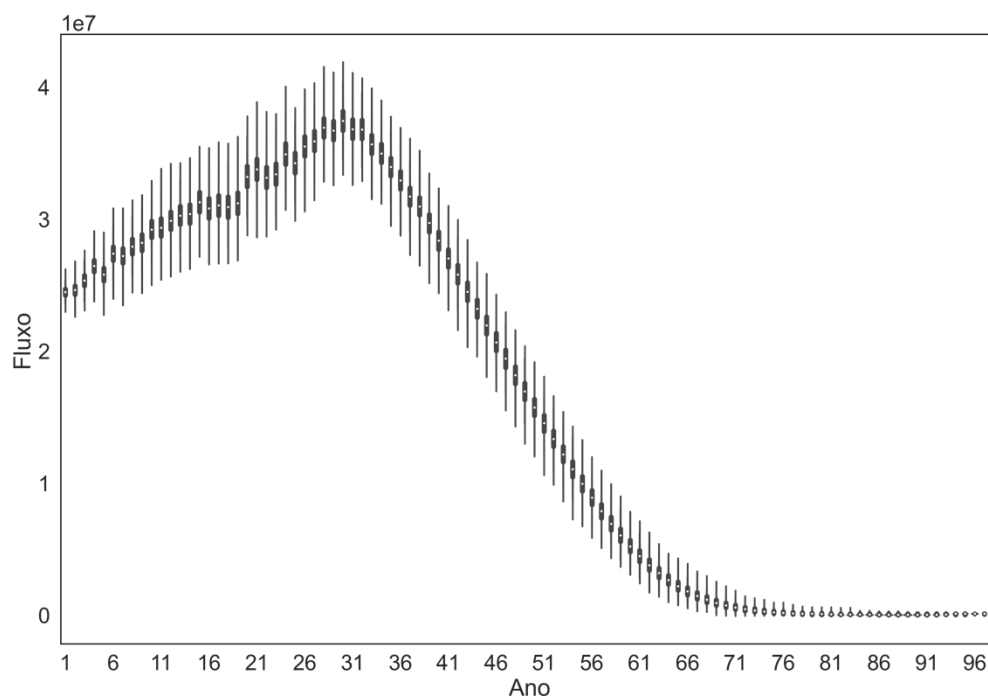
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 500 segurados - sem risco sistemático

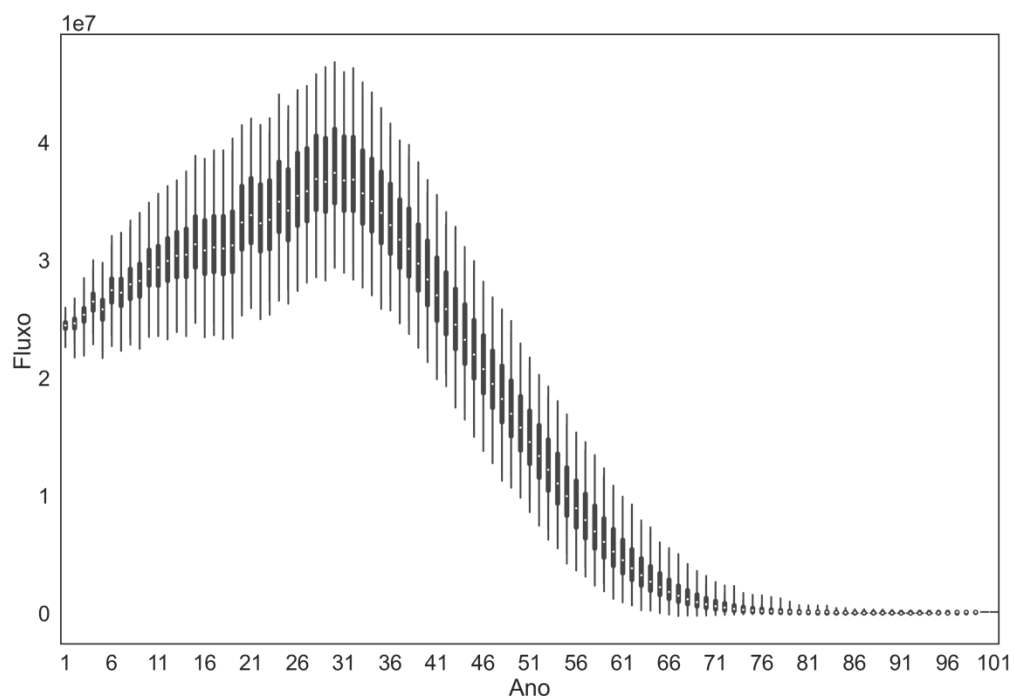
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 500 segurados - com risco sistemático

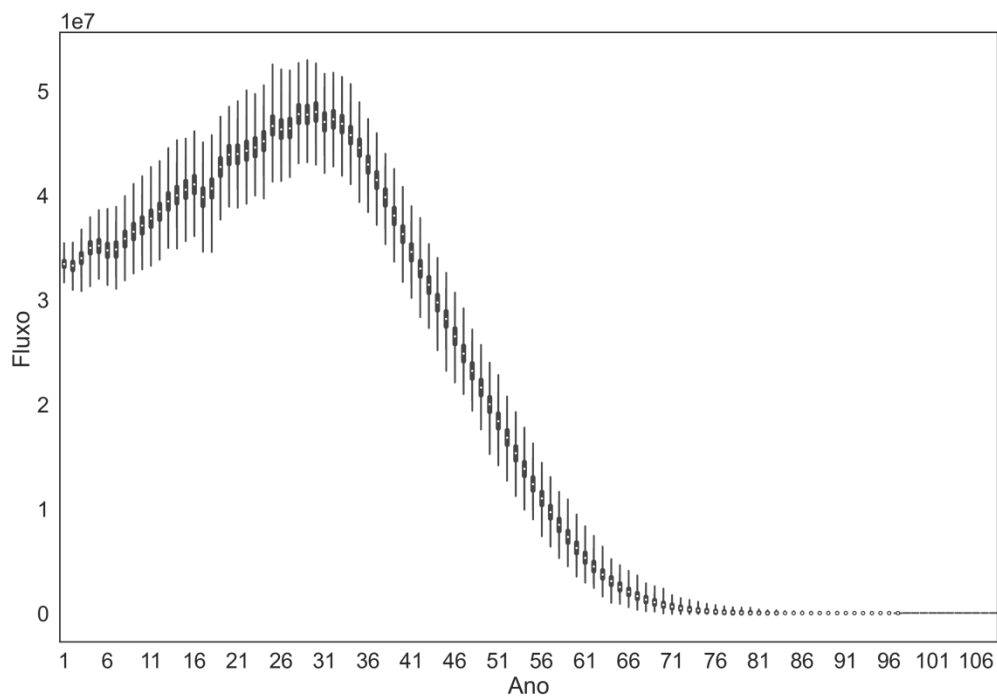
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 750 segurados - sem risco sistemático

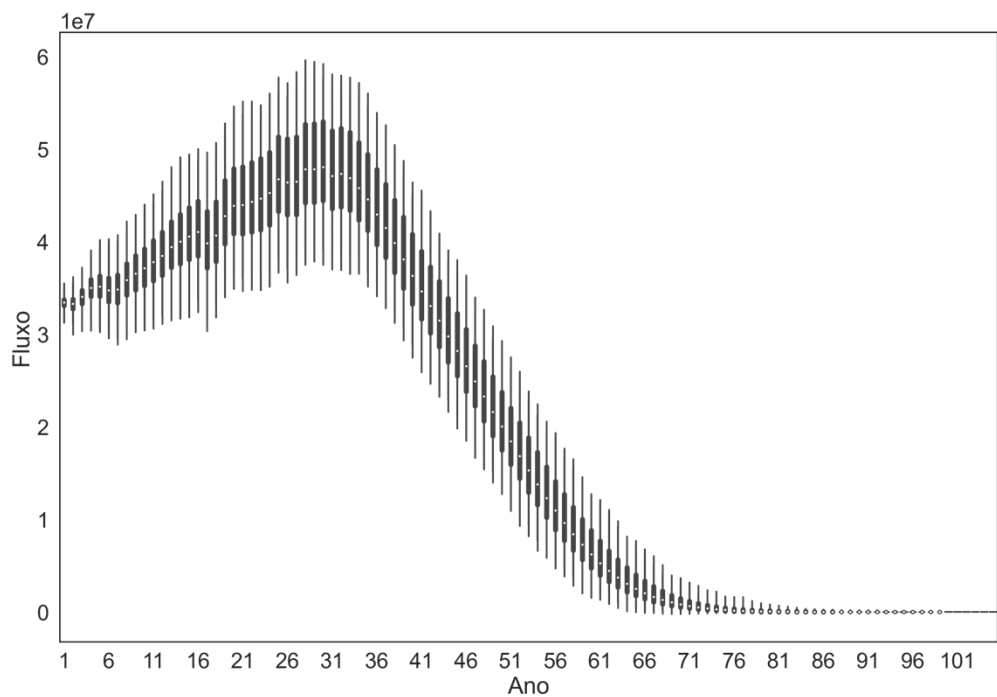
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 750 segurados - com risco sistemático

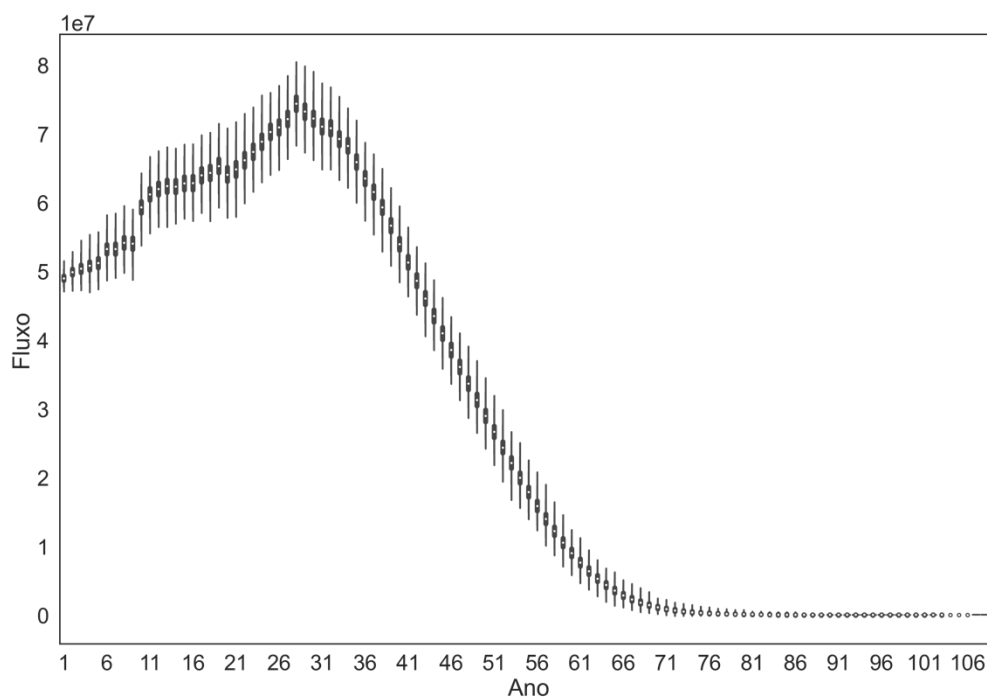
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 1.000 segurados - sem risco sistemático

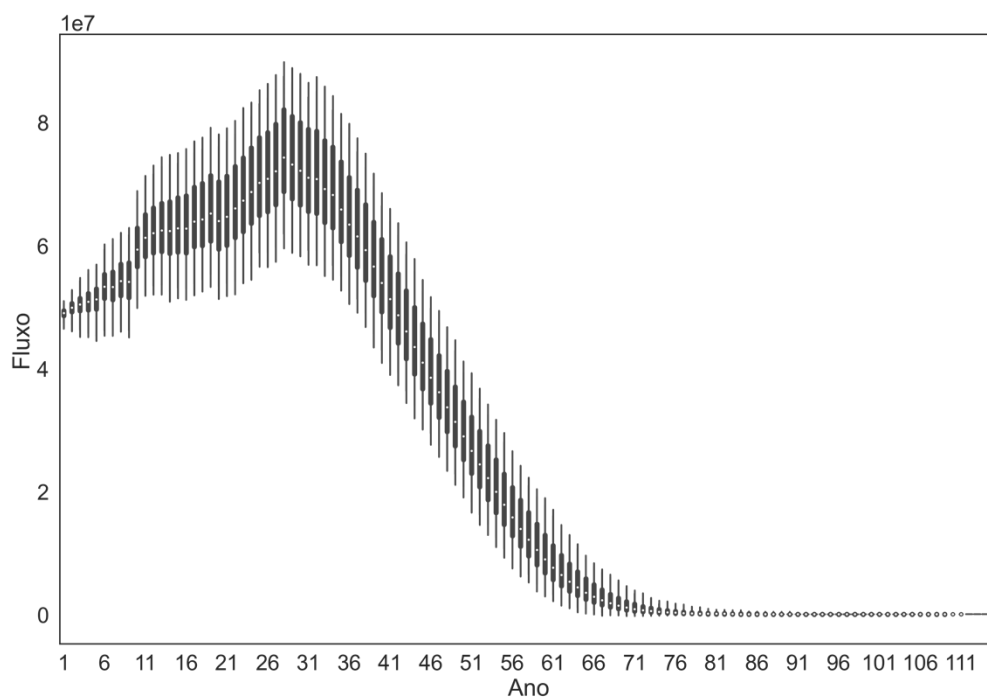
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 1.000 segurados - com risco sistemático

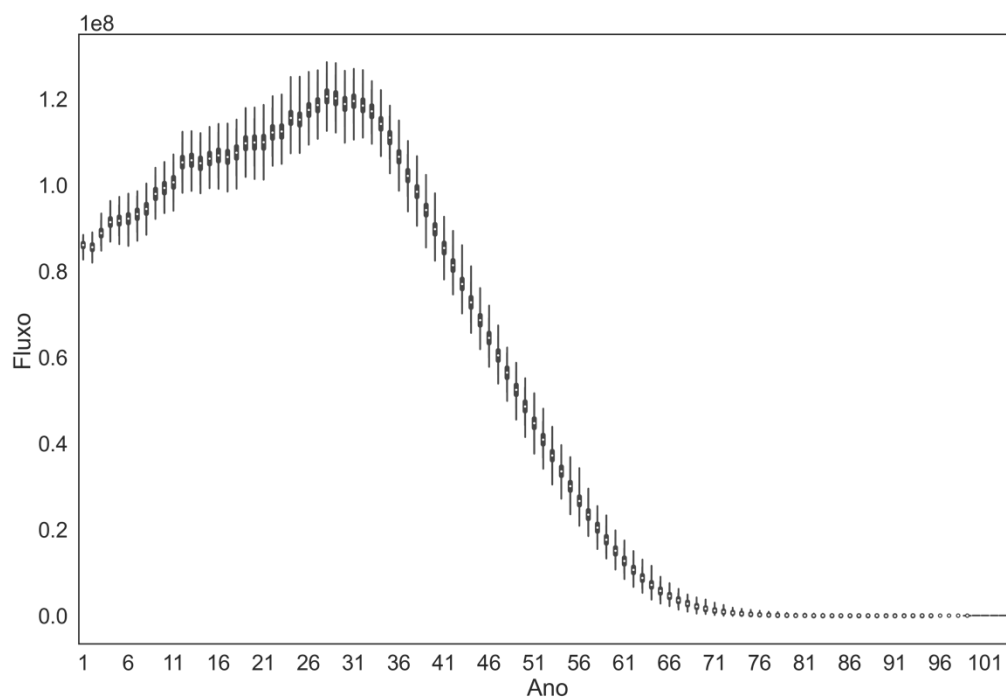
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 1.500 segurados - sem risco sistemático

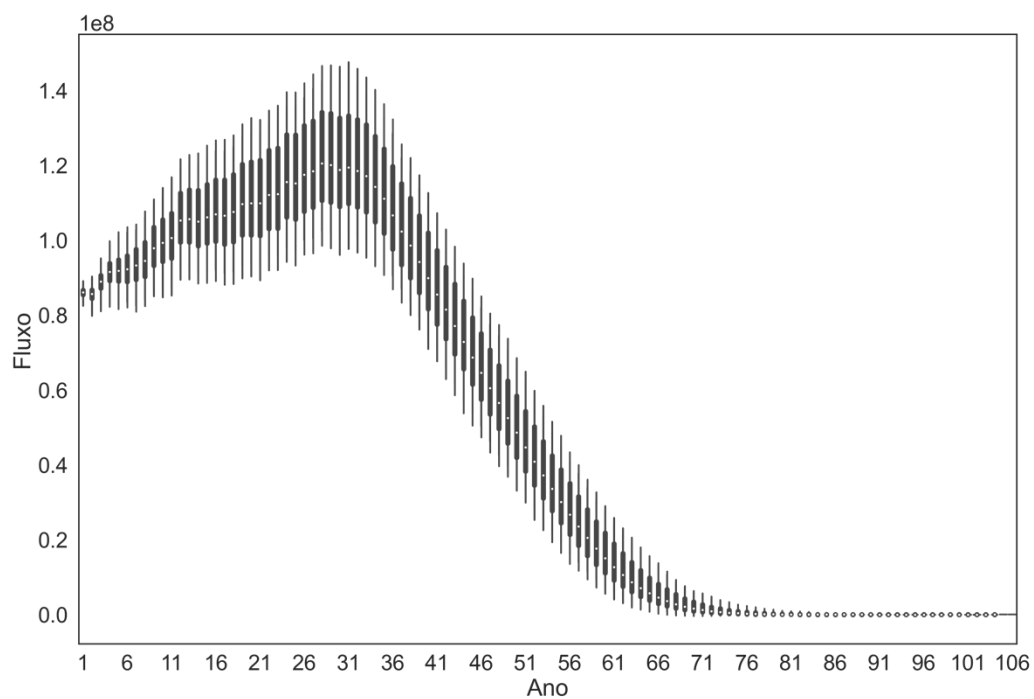
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 1.500 segurados - com risco sistemático

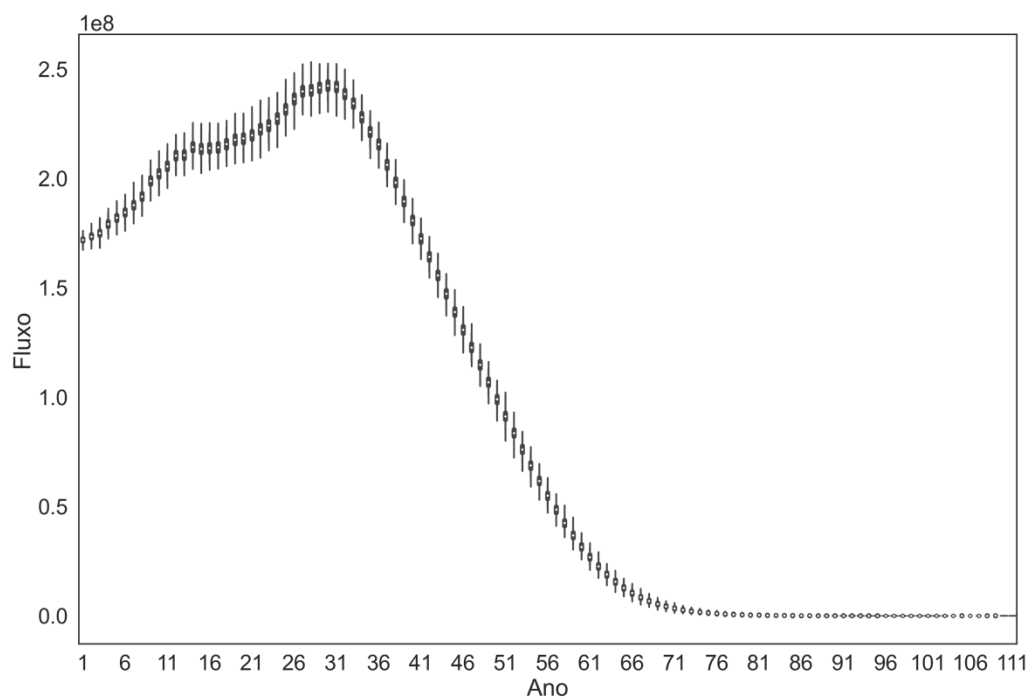
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 2.500 segurados - sem risco sistemático

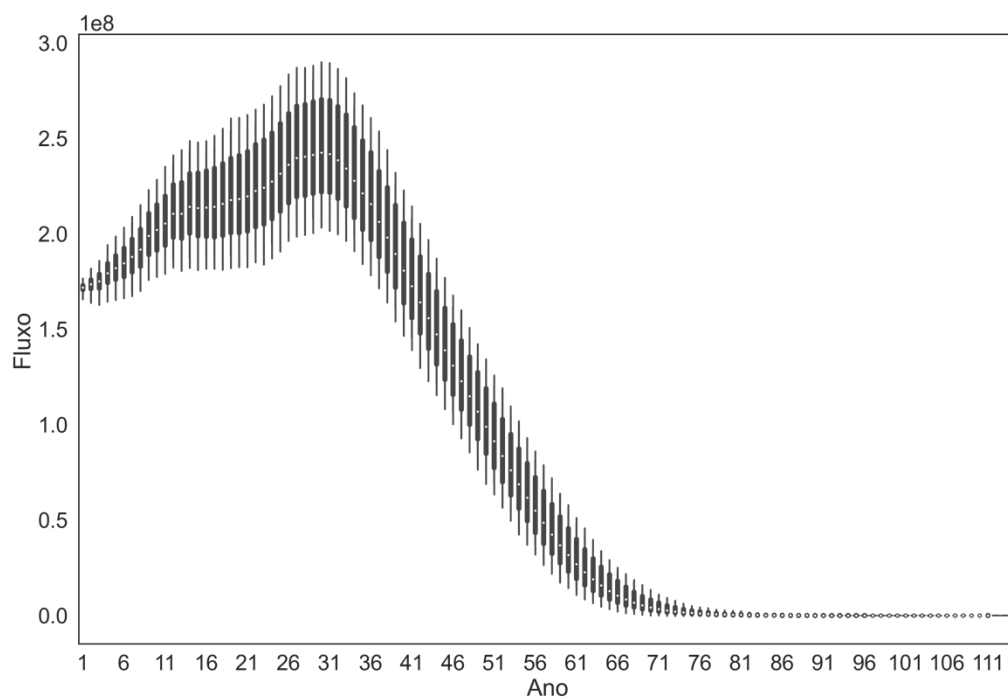
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 2.500 segurados - com risco sistemático

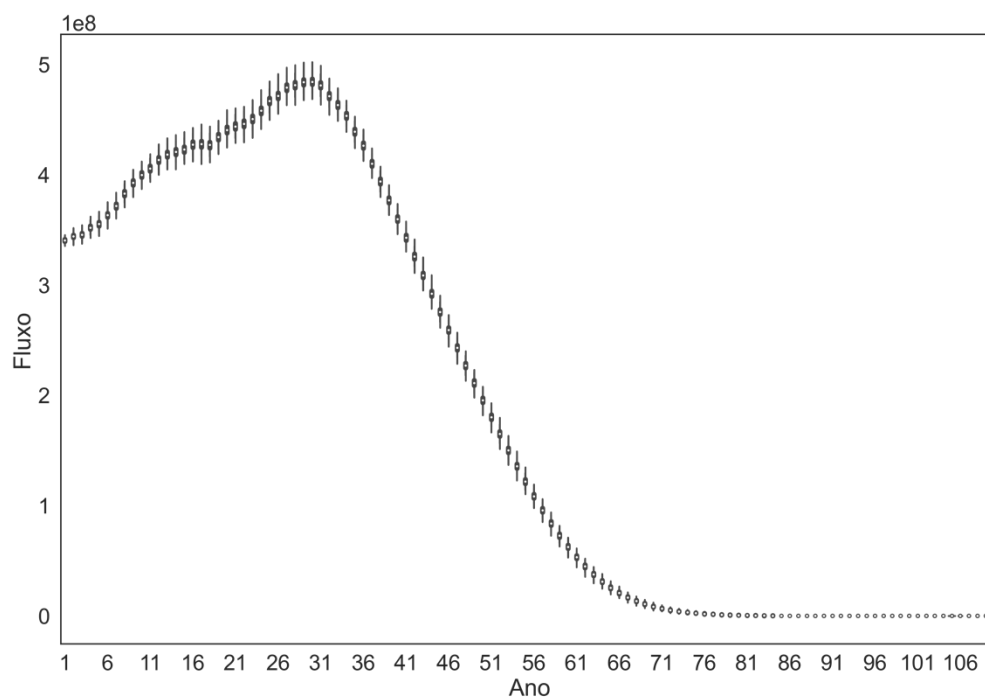
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 5.000 segurados - sem risco sistemático

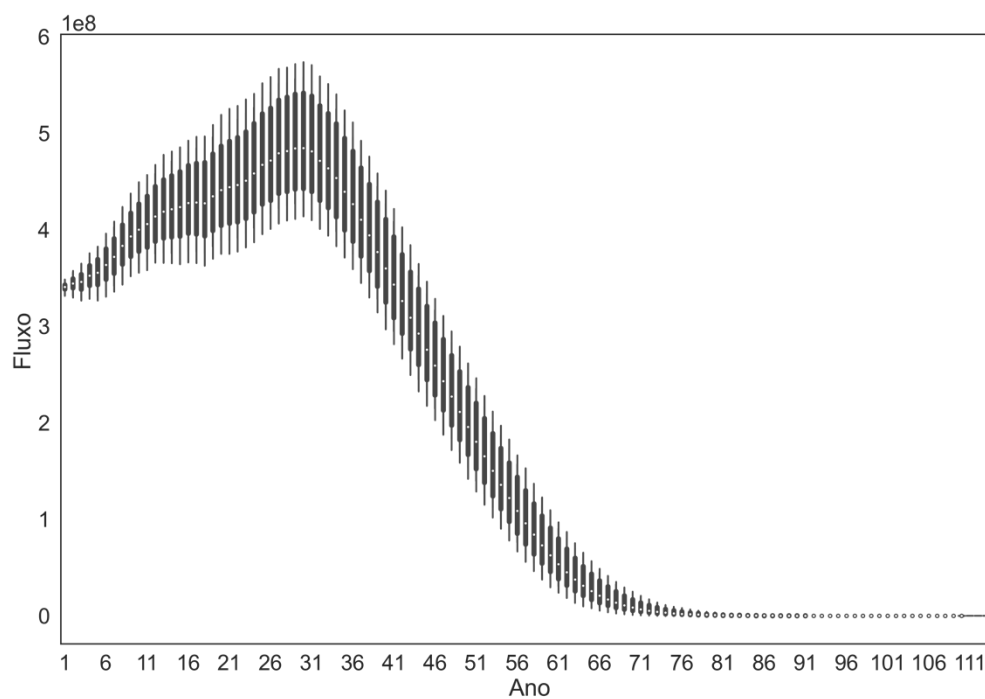
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 5.000 segurados - com risco sistemático

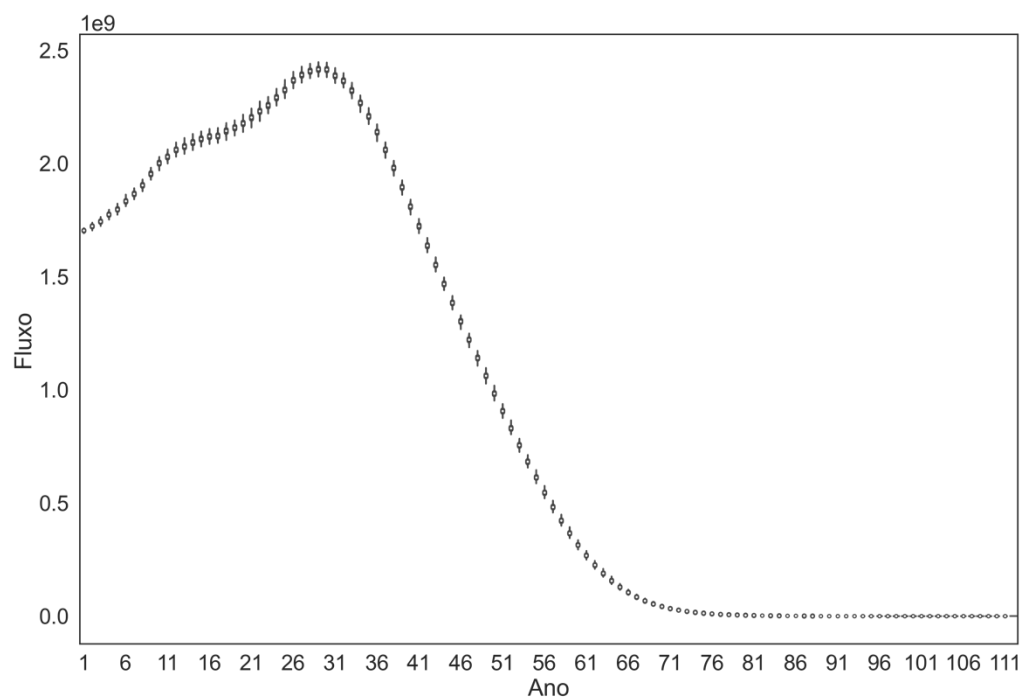
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 10.000 segurados - sem risco sistemático

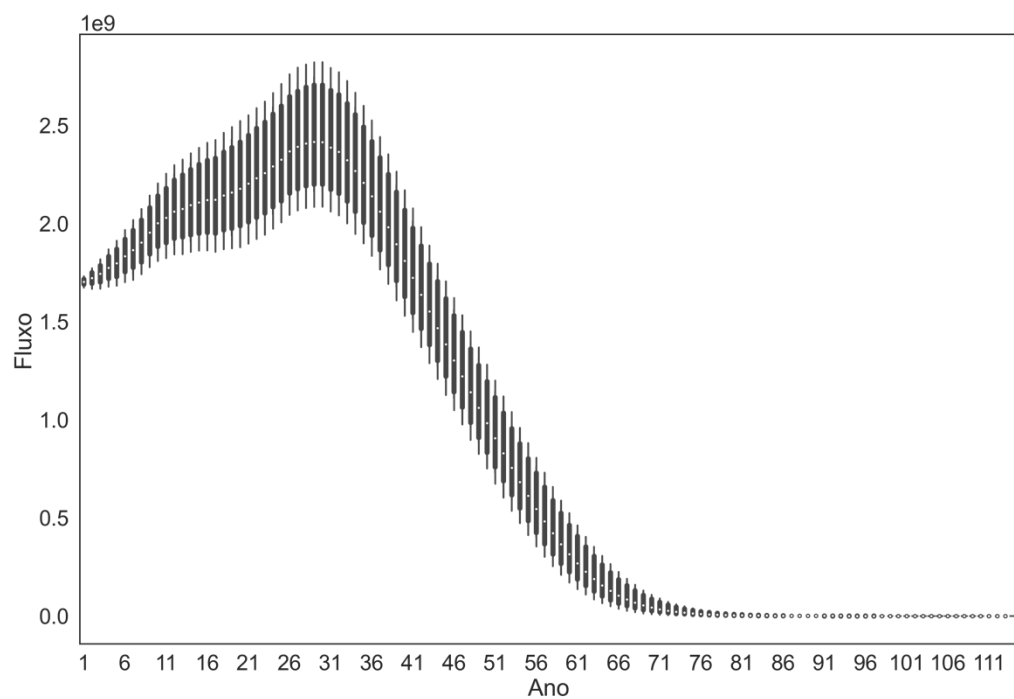
Fonte: Elaboração própria

Grupo com 10.000 segurados - com risco sistemático

Fonte: Elaboração própria

Grupo com 50.000 segurados - sem risco sistemático

Fonte: Elaboração própria

Grupo com 50.000 segurados - com risco sistemático

Fonte: Elaboração própria