

**SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANO CD COM GERENCIAMENTO
COLETIVO DE LONGEVIDADE E DE RENTABILIDADE SEGUNDO O MODELO
VARIABLE PAYMENT LIFE ANNUITY DE 1967 DA UNIVERSIDADE DE BRITISH
COLUMBIA ^{1*}**

**SIMULATION OF A PLAN SYSTEM WITH COLLECTIVE LONGEVITY AND
PROFITABILITY MANAGEMENT ACCORDING TO THE 1967 VARIABLE
PAYMENT LIFE ANNUITY MODEL FROM THE UNIVERSITY OF BRITISH
COLUMBIA**

Gabriel Roberto Hoffmann^{2**}
Máris Caroline Gosmann^{3***}

RESUMO

O estudo propôs-se a analisar alternativas de modelagem de planos previdenciários, em especial com possibilidade de proteção quanto ao risco de longevidade individual e adaptado ao contexto econômico, financeiro e de investimentos do Brasil. O estudo analisou alternativas já existentes em experiências internacionais e buscou replicar os modelos considerando as rentabilidades dos fundos de pensão brasileiros. Através do Método de Monte Carlo, foram simulados cenários de rentabilidade líquida futura para 25 (vinte e cinco) anos, cujo desempenho e volatilidade foram objetos de análise. Observou-se como resultado que a simulação aponta que, especialmente para premissas taxas de juros anuais próximas a 4% e 5%, existe alta probabilidade de manutenção da renda no longo prazo. A contribuição deste estudo está no entendimento de alternativas possíveis às modelagens atuais de previdência, em especial por apresentar um modelo que fornece proteção contra os riscos de longevidade individual sem onerar as empresas patrocinadoras. Dessa forma, busca possibilitar um melhor planejamento tanto aos gestores do mercado de previdência privada, quanto aos participantes em relação às perspectivas futuras como nível e manutenção de benefícios previdenciários, gerenciamento da longevidade individual e volatilidade da rentabilidade.

Palavras-chave: Modelagem em previdência. Longevidade. Simulação de Monte Carlo. Renda vitalícia.

ABSTRACT

The study proposed to analyze alternatives for modeling pension plans, in particular with the possibility of protection regarding the risk of individual longevity and adapted to the economic, financial and investment context of Brazil. The study analyzed existing alternatives

^{1*} Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, no segundo semestre de 2022, ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Atuariais.

^{2**} Graduando do curso de Ciências Atuariais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (gabriel.grh@gmail.com).

^{3***} Orientadora. Doutora em Ciências Contábeis (UFRJ). Mestre em Atuária pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Professora Adjunta do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UFRGS. (maris.caroline.gosmann@gmail.com).

in international experiences and sought to replicate the models considering the liquid returns of Brazilian pension funds. Through the Monte Carlo Method, future profitability scenarios were simulated for 25 (twenty-five) years, whose performance and volatility were analyzed. It was observed as a result that the simulation points out that, especially for assumptions of annual interest rates close to 4% and 5%, there is a high probability of maintaining income in the long term. The contribution of this study lies in the understanding of possible alternatives to current pension models, in particular by presenting a model that provides protection against individual longevity risks without burdening the sponsoring companies. In this way, it seeks to enable better planning both for private pension market managers and for participants in relation to future perspectives such as the level and maintenance of social security benefits, management of individual longevity and profitability volatility.

Keywords: Pension modeling. Longevity. Monte Carlo Simulation. Lifetime income.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as evoluções mais importantes do mercado de previdência, destaca-se a instituição de planos de previdência patrocinados, isto é, oferecidos por empresas para seus funcionários. Esse modelo surgiu ao longo do século XIX e XX e tomou forma principalmente após a Segunda Guerra Mundial, quando se consolidou como uma forma de complementar a renda de aposentadoria dos recém instituídos sistemas públicos de seguridade social (SEBURN, 1991).

No Brasil, assim como no resto do mundo, existem diversas modelagens e estruturas previdenciárias oferecendo soluções de gestão do binômio tempo de vida e ciclo de vida financeiro, que apresentam crescente relevância, tanto pelo aumento da longevidade quanto pela expressiva representatividade dentro da economia mundial. Conforme dados da OCDE, ao final de 2021 o total de ativos previdenciários globais atingiu US\$ 60.6 bilhões - aproximadamente 60% do Produto Interno Bruto (PIB) global - praticamente o dobro dos ativos registrados ao final de 2011 (US\$31.1 trilhões) e quatro vezes maior em relação ao final de 2001 (US\$ 15.4 trilhões) (OCDE, 2023).

Nesse contexto de formação de poupança previdenciária, ao longo de século XX consolidaram-se nas políticas de benefícios das corporações, os planos de benefício definido que garantem aos participantes - uma vez que cumpridos certos requisitos, tipicamente idade e tempo de empresa mínimo - um benefício previdenciário vitalício, fixo e independente da contribuição e do tempo de vida deste indivíduo. Assim, não apenas os eventuais riscos de insuficiência financeira recaiam, ao menos parcialmente, sobre os empregadores, como era aplicado o conceito do mutualismo (PINHEIRO, 2005). Dessa forma, estava em vigor uma espécie de subsídio, onde os participantes mais longevos eram subsidiados pelos participantes menos longevos. Portanto, ao se aposentar, o indivíduo não precisaria se preocupar com o impacto financeiro referente ao seu tempo de vida.

A partir dos anos 1980, o modelo dos planos de benefício definido entra em crise, devido a uma série de mudanças nas relações de trabalho, na demografia e na gestão de riscos das empresas. Por um lado, tornou-se cada vez mais comum a rotação de empregos por parte dos funcionários, que é incompatível com um modelo previdenciário que pressupõe décadas de vínculo com uma mesma empresa. Ao mesmo tempo, houve uma significativa melhoria na longevidade dos participantes, o que resultou em um grande acréscimo nos custos de financiamento destes benefícios (GILMAN e FEYGIN, 2020).

O encarecimento destes planos, aliados a uma maior imprevisibilidade e uma política de aversão a risco por parte das corporações, resultou na consolidação de um novo modelo de previdência: o plano de contribuição definida. Para as empresas patrocinadoras, o plano de contribuição definida garante a previsibilidade das contribuições, já que além do nível contributivo ser previamente definido, eventuais insuficiências financeiras serão arcadas integralmente pelos funcionários (GILMAN e FEYGIN, 2020). Nesse cenário, as dúvidas surgem aos participantes: Qual é o tempo de vida a ser programado? Qual é o nível de benefício que deve ser estabelecido? Como obter proteção do risco de longevidade individual?

Nesse sentido, uma modelagem previdenciária alternativa aos planos de benefício definido e aos planos de contribuição definida poderia trazer exemplos e materialidade para o entendimento destes questionamentos. Atualmente, já existem modelagens que têm essa proposta, em especial, sendo utilizadas em modelos de previdência. A aplicação dos princípios conhecidos como *tontines* pode ser um exemplo para tal finalidade. O modelo *Variable Payment Life Annuity (VPLA)* de 1967 aplicado no plano previdenciário da Universidade de British Columbia, no Canadá, aplica um sistema mutualista, de forma a possibilitar uma proteção ao risco de longevidade, mesmo em um plano de contribuição definida, provendo um renda vitalícia e variável.

Assim, o problema de pesquisa deste estudo é: **como o modelo *Variable Payment Life Annuity* de 1967 da Universidade de British Columbia (UBC), através de simulação de um sistema de plano de contribuição definida com gerenciamento coletivo de longevidade e de rentabilidade atua na tomada de decisão quanto a modelos alternativos de previdência e auxilia indivíduos a se protegerem frente ao risco de longevidade?**

O objetivo geral deste estudo é analisar - através de simulação de um sistema de plano de contribuição definida, com gerenciamento coletivo de longevidade e de rentabilidade como o modelo *Variable Payment Life Annuity* - a performance no contexto econômico e demográfico do Brasil e como este modelo pode contribuir para a tomada de decisão, seja em nível individual ou em nível de fundação/empresa responsável pela previdência. Como objetivos específicos deste estudo, têm-se: identificar a evolução na modelagem de previdência no mundo; apresentar o modelo *Variable Payment Life Annuity*, aplicado no plano de previdência da Universidade de British Columbia (UBC); identificar cenários possíveis com as referidas variáveis para viabilizar uma simulação; simular os resultados de previdência no modelo proposto; comparar e analisar os resultados dos cenários tomando como base às diferentes variáveis compatíveis com o contexto econômico e demográfico do Brasil.

Este estudo justifica-se devido à problemática previdenciária, especialmente a gestão do binômio tempo de vida e ciclo financeiro no Brasil e no mundo. Em um contexto de constantes melhorias de longevidade, mostra-se ainda pertinente este estudo pois o alto custo gerado pela (falta de) previdência pode recair sobre setor público, além de eventualmente contribuir para o aumento da pobreza na terceira idade. Este estudo pode contribuir com o entendimento de alternativas possíveis às modelagens atuais de previdência.

O presente estudo se limita a analisar o impacto da rentabilidade em um plano de previdência que implemente um VPLA, em especial para os fatores de correção das rendas de aposentadoria. Dessa forma, o trabalho não se propõe a avaliar o impacto do aumento coletivo da longevidade e a segurança jurídica desta modelagem, além de não analisar mudanças estruturais nas rentabilidades futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, abordam-se as estruturas previdenciárias a nível mundial e nacional, além de discorrer sobre os modelos mais comuns de estrutura previdenciária atualmente existentes. Além disso, apresenta os conceitos de risco de longevidade. Por fim, serão apresentados trabalhos relacionados ao tema.

2.1 PREVIDÊNCIA PRIVADA NO MUNDO

Embora a história da previdência privada seja significativamente anterior ao século XIX, foi ao longo desta época que os primeiros fundos de pensões privados foram criados, sendo o primeiro plano instituído pela *American Express* em 1875 (SEBURN, 1991). Os primeiros planos desse tipo foram criados pelas grandes empresas da época (com destaque para as ferrovias, bancos e *utilities*), com o objetivo de permitir que os empregados - após décadas de serviço à empresa - pudessem se aposentar mantendo um padrão de vida similar ao gozado durante a atividade laboral. Nesse contexto, os primeiros planos estruturam-se na modalidade de benefício definido e não contributivos, ou seja, eram financiados exclusivamente pelos empregadores (SEBURN, 1991).

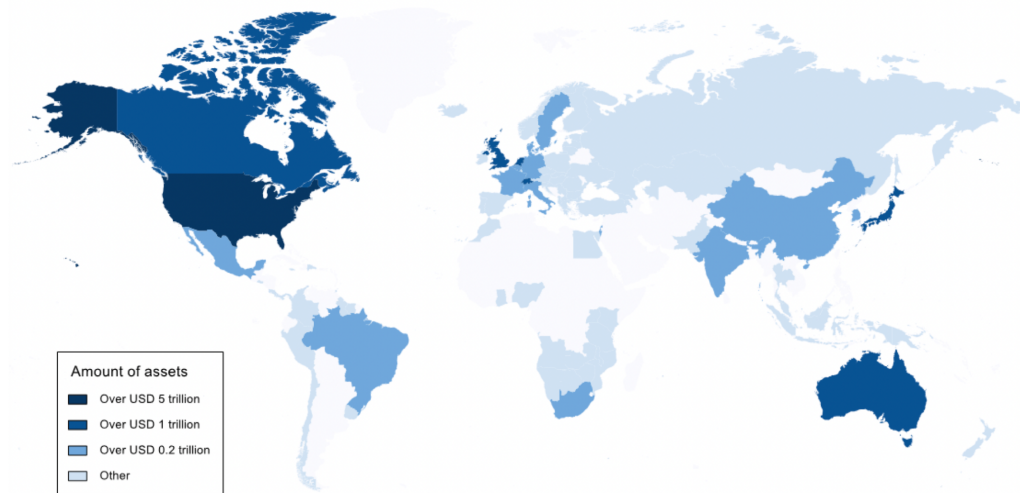
Principalmente após a Grande Depressão e a Segunda Guerra Mundial, ocorreu a implementação e a expansão dos sistemas públicos de seguridade social, como o *Social Security* nos Estados Unidos. Nesse contexto, a previdência privada passou a ter um papel complementar, na medida em que passou a se somar ao benefício oferecido pelos sistemas públicos (SEBURN, 1991).

A partir dos anos 1980 os sistemas de previdência privada passaram por mais uma mudança bastante significativa. De um lado, reticentes a assumir os riscos associados aos planos de benefício definido, a grande maioria das empresas passaram a oferecer apenas planos na modalidade contribuição definida (SEBURN, 1991). Por outro lado, um número significativo de governos passou a reformar seus sistemas de seguridade social, por vezes instituindo um sistema obrigatório de poupança previdenciária privada, como é o caso da Austrália (OCDE, 2023).

Ao final de 2021, o total de ativos ligados ao mercado de previdência privada atingiu 60.6 trilhões de dólares, dos quais 58.9 trilhões de dólares estão em países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Deste total, 38.5 trilhões de dólares estão em fundos de pensão. Cabe destacar que diversos países utilizam outros veículos de previdência além dos fundos de pensão, como provisões nos balanços de empregadores, produtos de seguro e contas de investimentos específicas (OCDE, 2023).

Como pode-se observar, os recursos previdenciários privados estão altamente concentrados nos países da OCDE. Entretanto, mesmo entre membros desta organização, a quantidade de ativos previdenciários privados varia de país para país. Em recursos totais, as maiores poupanças previdenciárias estão na América do Norte (Canadá e Estados Unidos) e Europa (Holanda, Suíça e Reino Unido), além de Austrália e Japão, sendo que cada um desses países ultrapassa a marca de 1 trilhão de dólares em ativos previdenciários totais (OCDE, 2023).

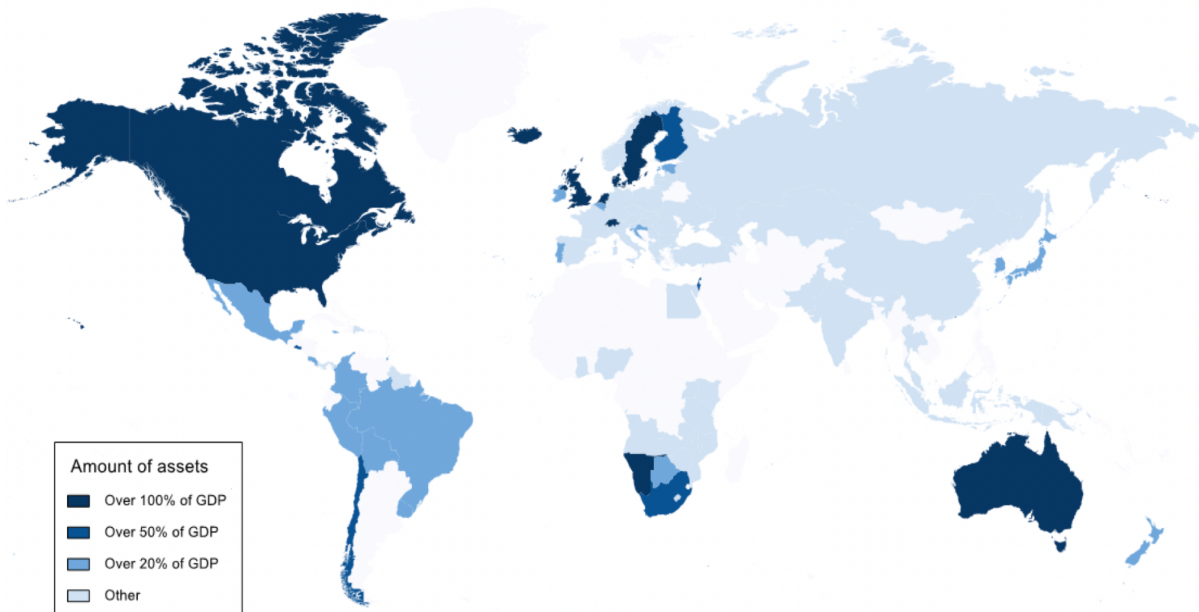
Figura 1 - Ativos em planos de pensão financiados e privados em todo o mundo, 2021 ou último ano disponível, tradução livre.



Fonte: OECD Global Pension Statistics (2023)

Ao analisar a poupança previdenciária de uma país, por vezes é mais realista comparar o nível de poupança em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), uma vez que essa estatística promove uma informação mais alinhada com o tamanho da economia de cada país, bem como seu nível de desenvolvimento. Enquanto os países anglo-saxões - como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá e Austrália - e países do norte da Europa - como Islândia, Dinamarca e Países Baixos - destacam-se por elevados níveis de poupança previdenciária privada (acima de 100% do Produto Interno Bruto), outros países - embora com altos índices de desenvolvimento - possuem baixos níveis de poupança, como Alemanha, França e Itália (abaixo de 20% do Produto Interno Bruto) (OCDE, 2023).

Figura 2 - Ativos em planos de pensão financiados e privados em todo o mundo, 2021 ou último ano disponível, em percentual do Produto Interno Bruto (PIB), tradução livre



Fonte: OECD Global Pension Statistics (2023)

No contexto atual, com os regimes previdenciários públicos com crescentes desequilíbrios e dúvidas quanto à sustentabilidade do pagamento dos benefícios prometidos, nota-se um movimento global de incentivo à poupança previdenciária privada. Conforme apontado pela OCDE, os ativos ligados à previdência privada apresentaram um crescimento superior ao PIB nas últimas duas décadas, destacando a crescente importância da poupança para aposentadoria em todo o mundo. No caso específico dos países membros da OCDE, a relação entre o total dos ativos previdenciários da OCDE e o total do PIB da OCDE aumentou de 59% no final de 2001 para 105% no final de 2021 (OCDE, 2023).

2.2 PREVIDÊNCIA PRIVADA FECHADA NO BRASIL

Muito embora a história da previdência privada no Brasil seja bastante antiga - cuja primeira manifestação remete ao século XVI - esta seção irá abordar o mercado privado de previdência a partir de sua consolidação, expansão e regulação formal que se deu a partir dos anos 1960 e 1970 (SOUZA, 2002 *apud* PINHEIRO, 2005).

No contexto das décadas de 1960 e 1970, o mercado de previdência privada passou - assim como o restante da economia brasileira - por uma grande renovação regulatória, inclusive como a criação da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) e o Sistema Nacional de Seguros Privados (em 1966). Adicionalmente, ao longo dos anos 1970 são criados o Ministério da Previdência e Assistência Social, a Secretaria de Previdência Complementar e por fim são promulgadas a Lei 6435/77 e o Decreto 81.240/78 (PINHEIRO, 2005).

Embora nos primórdios a previdência privada tenha sido, inclusive, a precursora da previdência social no Brasil (PINHEIRO, 2005), no contexto da segunda metade do século XX, os principais planos privados foram constituídos com o objetivo de complementar a Previdência do Regime Geral (pública) e estavam ligados a empresas (patrocinadoras) que ofereciam esses planos para seus funcionários (participantes). Dessa forma, os planos criados costumeiramente são restritos aos funcionários das empresas que ofereciam esse benefício.

Foi nesse contexto que surgiram os primeiros fundos de pensão, muitos deles ligados a empresas estatais como Petrobras, Banco do Brasil e Correios. Além das grandes empresas estatais, também foram se consolidando fundos de pensão de multinacionais como Philips - que muitas vezes já ofereciam esse tipo de benefícios em suas matrizes - além de empresas privadas nacionais, como a Promon e Brahma (AFONSO, 1996 *apud* PINHEIRO, 2005).

Assim como na experiência internacional, os primeiros planos constituídos foram majoritariamente estruturados na modalidade de benefício definido - tendência que se manteve até meados dos anos 1990 (PINHEIRO, 2005). A partir dessa década ficou evidente uma progressiva adoção dos planos na modalidade contribuição definida e contribuição variável, frequentemente pelas mesmas empresas e Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) que eventualmente fechavam seus planos de benefício definido para adesão.

Muito embora, no início de 2022, o mercado das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) seja composto por 259 entidades, 1183 Planos e 3485 Patrocinadoras (PREVIC, 2022), ainda é dominado pelas grandes empresas estatais, ao menos no tocante do patrimônio. Em março/2022, o total de ativos de todas as EFPC totalizava aproximadamente 1.1 trilhão de reais, ao passo que cerca de 725 bilhões de reais (62%) correspondem aos ativos vinculados a empresas estatais. Ao analisarmos os três maiores fundos de pensão, destacam-se PREVI (vinculada ao Banco do Brasil), PETROS (Petrobras) e FUNCEF (Caixa Econômica Federal) - todas empresas estatais federais e cujos ativos das EFPC somados superam 490 bilhões de reais, cerca de 43% do total de ativos dos fundos de pensão (PREVIC, 2022).

Apesar da maioria dos planos na modalidade benefício definido estarem fechados, observamos que estes planos ainda correspondem a maior parte do sistema de previdência complementar fechado, especialmente em relação aos recursos totais.

2.3 CONCEITOS ESSENCIAIS

2.3.1 PLANO BD

O modelo dos planos de benefício definido estava alinhado com a lógica do mercado de trabalho do século XX, quando era comum aos empregadores ter interesse na permanência de seus funcionários para longo prazo (visando a redução da rotatividade e a promoção da lealdade), e para esse objetivo era oferecido uma compensação diferida de longo prazo (SEBURN, 1991).

Nessa modelagem, os planos normalmente preveem o pagamento de um benefício fixo - frequentemente ligado ao salário de cada um dos participantes no final da vida laboral - que é pago vitaliciamente. Dessa forma, as contribuições são calculadas atuarialmente e calibradas para que ao longo da carreira do participante sejam acumulados recursos necessários para pagar o benefício prometido vitaliciamente (PINHEIRO, 2005).

Portanto, os planos de benefício definido estão sujeitos a ocorrência de desequilíbrio técnicos, ou seja, as reservas financeiras podem ser maiores ou menores que os passivos atuariais. Assim, podem ser necessárias contribuições extraordinárias - por parte das empresas patrocinadoras e dos participantes - para fazer frente aos eventuais déficits (PINHEIRO, 2005).

Por outro lado, os participantes possuem a garantia de um benefício vitalício, recorrente e com alto grau de previsibilidade.

2.3.2 PLANO CD

Embora essa modalidade de plano previdenciário já seja bastante antiga, os planos de contribuição definida entraram em evidência principalmente a partir dos anos 1980, quando passaram a ser utilizados - principalmente pelas corporações - como forma de substituir os planos de benefício definido (GILMAN e FEYGIN, 2020).

Como o nome indica os planos de contribuição definida possibilitam a definição da contribuição - em oposição ao plano de benefício definido, onde as contribuições são calculadas atuarialmente, visando pagar o benefício pré-determinado (PINHEIRO, 2005). Dessa forma, nessa modelagem o valor do benefício é desconhecido e diretamente correlacionado ao nível contributivo e a performance dos investimentos.

Nesse tipo de arranjo previdenciário, é comum que os funcionários contemplados possam escolher o nível contributivo - como o percentual de salário - e a empresa patrocinadora costuma aportar recursos na mesma proporção, geralmente até um teto pré-definido. Dessa forma, existe a individualização das reservas, ou seja, cada participante possui uma conta individual com recursos em seu nome onde são alocadas as suas contribuições, bem como as da patrocinadora. Ao chegar no momento da aposentadoria, o nível do benefício estará ligado diretamente ao valor acumulado (que por sua vez é ligada as contribuições realizadas, bem como a rentabilidade obtida) (PINHEIRO, 2005).

Portanto, nessa modalidade de plano não existe mutualismo já que - via de regra - não existe compartilhamento de riscos entre os participantes. Além de liberdade para determinar o nível contributivo, os planos de contribuição definida tipicamente oferecem maior flexibilidade para realizar aportes extras, retiradas antecipadas e podem inclusive permitir

maior escolha quanto a alocação dos recursos, possibilitando aos participantes a escolha de perfis de investimento mais ou menos arrojados (PINHEIRO, 2005).

Não obstante, esse tipo de plano não garante um benefício vitalício, podendo os recursos se esgotarem antes da morte do participante ou podendo o participante falecer antes de utilizar a totalidade dos recursos.

Por outro lado, os planos de contribuição definida isentam as empresas patrocinadoras de qualquer contribuição além daquela previamente definida, uma vez que nessa modelagem de plano inexistem desequilíbrios atuariais e, portanto, também inexistem contribuições extraordinárias, configurando-se assim, em uma opção considerada menos arriscada para as patrocinadoras (PINHEIRO, 2005).

Devido às características supramencionadas, os planos de contribuição definida transferem ao participante maior responsabilidade, pois este é responsável por definir o nível contributivo, analisar a rentabilidade e verificar se os recursos acumulados serão suficientes para garantir a manutenção do padrão de vida na velhice. Ademais, também cabe ao participante a tomada de decisões extremamente complexas, como estimar o tempo de sobrevivência, a taxa de juros reais e gerenciar a variação na rentabilidade.

Por isso, é comum classificar o maior risco dos planos de contribuição definida como o "Risco de Frustração", isto é, o risco de se frustrar com os baixos benefícios e/ou o esgotamento do saldo de conta antes do falecimento, inviabilizando assim a manutenção do padrão de vida após a aposentadoria.

2.3.3 RISCO DE LONGEVIDADE (COLETIVO)

Ao tratarmos do risco de longevidade, é comum analisarmos o risco sistêmico para um plano de benefícios. Assim, nos fundos de pensão, o risco de longevidade está mais intimamente ligado ao risco das reservas constituídas não serem suficientes para pagar os benefícios vitalícios, justamente porque os participantes como um todo estão vivendo mais do que o originalmente esperado. De acordo com (VAGNER, 2019) "O risco de longevidade é conceituado como a probabilidade de que os recursos destinados para o pagamento das aposentadorias acabem antes do final da vida de um indivíduo".

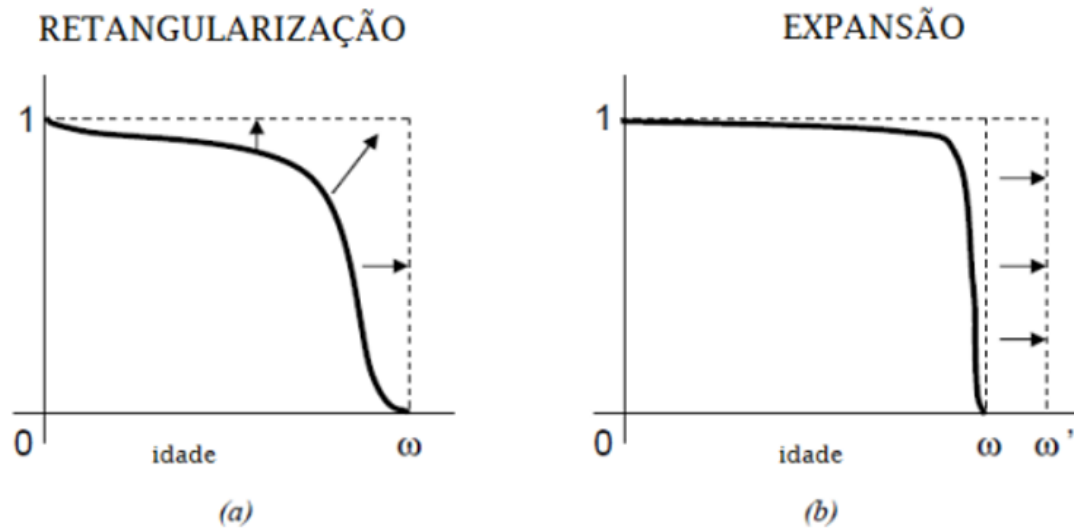
Conforme já mencionado, nos planos de benefício definido - graças ao princípio do mutualismo - existe um subsídio dos participantes menos longevos para os participantes mais longevos. Por isso, a preocupação principal dos planos de benefício definido no tocante à longevidade está relacionada ao risco dos indivíduos como um todo (enquanto grupo) sobreviverem além do esperado. Para o participante, o risco de longevidade também está ligado ao grupo, pois caso se registre uma população mais longeva do que o esperado, há o risco de se estabelecerem contribuições extraordinárias (PINHEIRO, 2005).

Assim, os participantes estão protegidos caso tenham uma vida particularmente longeva - caso essa longevidade seja individual - pois independente de quanto tempo viver haverá o 'subsídio' dos que viverem menos.

Já no caso dos planos de contribuição definida, a preocupação do tempo de vida é primordial, já que inexistindo o mutualismo - e portanto estando ausente o "seguro coletivo" - o tempo de vida vai impactar diretamente as retiradas de recursos e se haverão recursos até o final da vida ou não (PINHEIRO, 2005).

Ademais, é interessante destacar que podemos identificar dois grandes fenômenos quanto a evolução da curva de longevidade: a Retangularização e a Expansão (GOSMANN e AVOZZANI, 2012). Na Figura 3, temos a representação visual destas curvas.

Figura 3 - Retangularização e Expansão da Curva de Sobrevida



Fonte: Gosmann e Avozzani (2012) apud Pittacco et al. (2009, p.138).

- (a) Retangularização: A aparência da curva, inicialmente em forma logarítmica, se aproxima cada vez mais de um formato retangular. Isso ocorre pois as mortes precoces estão diminuindo e cada vez mais indivíduos estão atingindo idades mais avançadas.
- (b) Expansão: A idade ω representa aquela em que nenhum indivíduo do grupo sobrevive. Assim, essa expansão representa a idade máxima que os indivíduos atingem. Essa evolução pode ser constatada pelo crescimento no número de indivíduos que atingem 100 anos de idade, ao ponto que estão deixando de ser outliers.

Enquanto que nos planos de benefício definido, os dois fenômenos são bastante relevantes para o risco de longevidade (coletivo), para os planos de contribuição definida a expansão é particularmente problemática – como trataremos na próxima seção.

2.3.4 RISCO DE SOBREVIDA ALÉM DA EXPECTATIVA DE VIDA (INDIVIDUAL)

Além do já mencionado risco de longevidade coletivo, quando tratamos do gerenciamento individual da previdência, destaca-se um outro tipo de risco: o de viver - individualmente - além do tempo esperado (ou seja, muito tempo) (SILVA, 2010 *apud* STALLARD, 2006).

Em planos de benefício definido o participante não precisa se preocupar com quanto tempo irá viver - já que existe solidariedade entre os participantes. Esse tipo de arranjo costuma ser bem sucedido, pois quando os participantes ingressam no plano de benefícios desconhecem por quanto tempo irão viver e desfrutar do benefício de aposentadoria. Assim, a promessa de ter um benefício até o final da vida mostra-se bastante interessante. Porém, para um indivíduo específico, mesmo que sobreviva décadas além do projetado - terá seu benefício mantido.

Entretanto, nos planos de contribuição definida, cabe ao participante definir o nível do benefício. Essa opção se torna extremamente difícil, visto que o participante não tem ideia de quanto tempo irá viver. Considerando que um indivíduo se aposente aos 60 anos de idade,

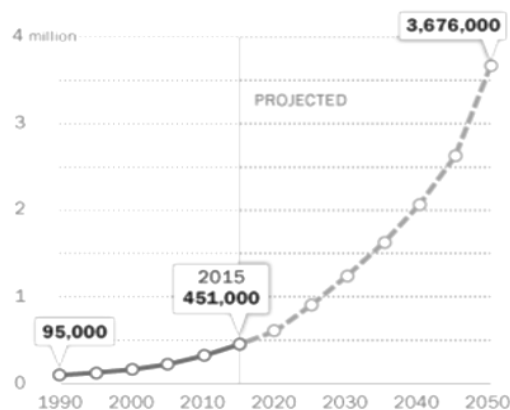
qualquer idade entre 60 e 100 anos é bastante factível de ser atingida, resultando em um período de aposentadoria que pode ser de 1 ano até, inclusive, ultrapassar 40 anos, por exemplo.

O enigma em relação a longevidade individual, potencialmente causa dois grandes problemas: 1) os participantes podem ter seus recursos esgotados antes de falecerem, e se tornem incapazes de manter o seu padrão de vida e 2) os participantes podem conviver constantemente com medo de que o cenário 1) se concretize, o que os leva a serem excessivamente prudentes e, dessa forma, sustentam uma vida bastante limitada financeiramente.

Quando tratamos de aposentadoria, geralmente estamos lidando com um período de décadas. Dessa forma, mesmo no período de aposentadoria podem ocorrer melhorias significativas na longevidade, quanto mais nas décadas de formação de reserva (período laborativo). Conforme apontado pela OCDE, o risco de longevidade é um risco a muito longo prazo. Seu impacto vai desde o momento em que um indivíduo ingressa em um fundo de pensão, digamos aos 25 anos, até a sua morte, por volta dos 80-90 anos de idade. Consequentemente, hipóteses quanto a melhorias na mortalidade e na expectativa de vida precisam levar em conta, no mínimo, por cerca de 60 anos. (OCDE, 2007).

Como um exemplo desta expansão está o grande crescimento no número de pessoas que atingem 100 (cem) anos de idade. Em 1990, apenas 95 mil pessoas vivas haviam atingido essa idade, enquanto que em 2015 o total superou 450 mil. A perspectiva para 2050, é que este recorte demográfico atinja 3.6 milhões (PEW RESEARCH, 2016).

Figura 4 - Número de pessoas com 100 (cem) anos ou mais no planeta



Fonte: adaptado de Pew Research Center (2015) *apud* Organização das Nações Unidas

Alguns modelos existentes se propõe a conceder uma renda atuarial, ou seja, calculam o benefício tendo como base o saldo de conta individual e as premissas demográficas e financeiras do plano. Entretanto, esse tipo de cálculo costuma levar em conta a média do grupo e acaba não sendo adequada para a manutenção de um benefício individual. Além disso, mesmo em um cenário onde as premissas se provaram verdadeiras, a grande maioria dos participantes faleceram com saldo remanescente, enquanto que a outra parcela significativa terminaria sem recursos (PINTO, 2005).

Nota-se, então, que existe mais componente para o risco de longevidade - além do risco coletivo, de que os recursos de um plano de benefícios não sejam suficientes para arcar com os custos do pagamento dos benefícios para uma população constantemente mais longeva - existe o risco do indivíduo em si viver além da média a tal ponto, que os recursos poupados não sejam suficientes para prover o seu benefício até o final da vida.

2.4 ESTUDOS RELACIONADOS

Pinheiro (2005) avaliou os riscos demográficos e atuariais envolvidos na constituição da reserva matemática dentro dos planos de benefício definido e de contribuição definida. Foi apresentada uma conceitualização histórica, além da explanação dos aspectos gerais da previdência privada no Brasil, incluindo as variáveis tipicamente utilizadas nos fundos de pensão. Foi aplicado uma análise dos efeitos da mudança nas variáveis demográficas sobre as reservas matemáticas, de uma entidade fechada de previdência complementar. Foram investigadas as implicações demográficas e econômicas do processo de mudança de preferência dos planos de benefício definido para os planos de contribuição, focalizando os riscos envolvidos e as escolhas dos participantes e patrocinadores. Por fim, é apresentado o fluxo atuarial para os planos de benefício definido e de contribuição definida administrados pelo fundo de pensão em análise.

Seburn (1991) apresentou um histórico dos planos de benefício definido oferecidos por empregadores aos seus funcionários. Foi realizada uma análise das origens dos planos de previdência corporativos – especialmente no contexto dos Estados Unidos - ao longo do século XIX até seu apogeu nas décadas posteriores à Segunda Guerra Mundial. Além da análise histórica, o trabalho investiga e apresenta a evolução dos planos de benefício definido em relação ao total de ativos financeiros, relevância econômica/financeira e nível de cobertura para a população norte-americana. Ademais, o autor também apresenta a evolução legislativa e regulatória dos fundos de pensão dos Estados Unidos, como o “*Internal Revenue Act of 1921*” e “*Employee Retirement Income Security Act (ERISA)*”, além do advento de transformações nas políticas de aposentadoria relevantes, como o advento do *Social Security*.

Lima e Rodrigues (2015) discutem a elevada complexidade da gestão das entidades de previdência complementar agravada pela queda na taxa de juros, fraco desempenho do mercado de capitais e o aumento da longevidade. Foram apresentados os diferentes tipos de plano de benefícios existentes, os conceitos atuariais de previdência e a relevância das premissas, em especial as premissas econômicas. Foi abordado como as reservas matemáticas dependem de premissas biométricas, econômicas e genéricas, sendo as premissas econômicas de grande importância. Ademais, foram apresentados um resumo de diversas premissas econômicas adotadas pelo mercado de previdência brasileiro, ressaltando os riscos inerentes a cada uma delas. Por fim, é destacado como o estabelecimento de premissas incorretas irá afetar o cálculo do custeio adequado e impactar as reservas matemáticas, levando a uma gestão inadequada dos fundos de pensão. O artigo destaca, ainda, a importância do monitoramento constante das premissas por meio de testes de aderência e indicadores de gestão atuarial, a fim de aprimorar as técnicas de gestão atuarial.

Fullmer (2019) avalia a possibilidade de se utilizar as *tontines* – tipo de investimento que surgiu há mais de 350 anos, mas entraram em certa decadência há cerca de 100 anos - como mecanismo previdenciário. Foi apresentado um breve histórico desse produto financeiro, bem como aspectos relativos à sua legalidade e regulação, além dos conceitos de agrupamento de risco de longevidade, *tontine* justa e taxa de mortalidade. Foi apresentado como as *tontines* e rendas vitalícias são soluções diferentes para o mesmo problema, em especial ao planejamento previdenciário e a incerteza quanto ao tempo de vida futuro. Foram apresentadas a versatilidade das *tontines*, que além de possibilitarem elevado grau de customização conforme as preferências e necessidades dos compradores, combinam elementos de investimentos e seguros, simultaneamente. Também são apresentadas as possibilidades de recebimento de renda das *tontines*, especialmente em pagamentos estruturados, o que torna esse produto uma alternativa aos cada vez mais raros planos de benefício definido e os planos de contribuição definida, que por sua vez possuem poucas proteções a uma potencialmente longa e incerta vida útil restante. Por fim, foram apresentados

os benefícios das *tontines* em relação a investimentos comuns, em especial os ganhos com o agrupamento de longevidade.

Piffero (2007) aborda a popularidade dos planos de previdência privada como uma alternativa à incerteza em relação à Previdência Social no Brasil. Foi utilizado o método de Monte Carlo para simular rentabilidades de investimentos de longo prazo e com contribuições periódicas fixas, em condições análogas às de um plano de previdência privada. Foram testadas as rentabilidades ao longo de um período de 40 (quarenta) anos, com base nos níveis das taxas de juros vigentes no Brasil no período de 1996 até 2006. Os resultados da simulação de Monte Carlo embasaram a comparação com as simulações disponibilizadas por instituições financeiras que oferecem planos de previdência privada. Por fim, foram analisadas a atratividade e a eficácia dos produtos financeiros previdenciários como mecanismo de planejamento financeiro e proteção para a aposentadoria.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada neste estudo é classificada quanto à abordagem do problema como descritiva e quantitativa, em especial, mostra-se pertinente por possibilitar a apuração de números e valores em Reais (R\$), por meio de modelo matemático a ser desenvolvido durante esta pesquisa. A pesquisa quantitativa caracteriza-se pelo emprego de quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc.” (RICHARDSON, 1999).

Quanto aos procedimentos, foi utilizada a coleta de base de dados com referência às Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) vinculadas à Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (ABRAPP), como base de entrada para simulação dos valores futuros e uso de simulação através de modelo específico a ser apresentado, enquanto método a seguir. Essa escolha se deve ao fato de o levantamento possibilitar a coleta de dados diretamente da realidade - especialmente do contexto econômico, financeiro e de investimentos do mercado brasileiro - de maneira rápida e eficiente, além de obter informações fidedignas e de fundos de pensão reais. Partindo da base coletada, os dados serão inseridos no modelo matemático para, com os resultados obtidos, responder os objetivos do trabalho.

A simulação e a metodologia foram escolhidas levando em conta os objetivos da pesquisa que estão relacionados ao foco na resolução de problemas para modelos previdenciários e na apresentação de alternativas existentes e historicamente consolidadas. A opção apresentada pode ser avaliada como uma alternativa para as famílias brasileiras em geral, mesmo que com dificuldades técnicas, temporais e financeiras de aplicar o levantamento para a totalidade da população adulta do Brasil.

3.1 MODELO DE VPLA - VARIABLE PAYMENT LIFE ANNUITY (UBC)

O modelo de renda Variable Payment Life Annuity (VPLA), oferecido desde 1967 pelo plano de previdência da Universidade de British Columbia (UBC), serve como método proposto de análise nesta pesquisa. Durante a fase de acumulação, o plano em questão é estruturado como um plano na modalidade contribuição definida (CD) tradicional, onde as contribuições são acumuladas em contas individuais, sem a aplicação de critérios atuariais ou de qualquer forma de mutualismo (UBC, 2023).

No momento da aposentadoria, entretanto, os participantes podem optar pela VPLA, transferindo seu saldo para uma conta coletiva e obtendo uma renda até o final da vida

(vitalícia). No momento da concessão, o valor da renda inicial é definido conforme as premissas de taxas de juros (cabendo aos participantes a escolha da premissa da taxa de retorno de 4% ou 7% a.a.) e pela expectativa de mortalidade dos participantes do plano. Também é possível incluir o cônjuge como beneficiário, considerando a reversão de 60% ou 100% da renda, conforme a escolha do participante. Como os cálculos consideram a mortalidade dos participantes – incluído os cônjuges “segurados” – a inclusão do cônjuge impacta no valor da renda individual (UBC, 2023).

Entretanto, diferente dos planos na modalidade de benefício definido (BD) ou contribuição variável (CV), o valor da renda aposentadoria não é fixo e nem é corrigido por índices inflacionários. Em contrapartida, anualmente é feito um recálculo dos benefícios que leva em consideração o desvio da mortalidade e rentabilidade ocorrido em relação às premissas estimadas (UBC, 2023).

Assim, caso a mortalidade ocorrida tenha sido superior ao estimado – e a rentabilidade seja exatamente equivalente à premissa – os benefícios de todos os participantes sobreviventes sofrem um reajuste positivo (para cima). Por outro lado, caso a população demonstre maior longevidade do que o estimado, os benefícios são reajustados negativamente (para baixo) (UBC, 2023).

Aplicando o mesmo racional da premissa de mortalidade, a taxa de retorno também impacta os reajustes dos benefícios. Dessa forma, quando o resultado dos investimentos for inferior ao esperado, os benefícios também sofrem reajustes negativos (para baixo). É o que tende a ocorrer em momentos de crise ou de volatilidade na economia. Em 2008 e 2009, por exemplo – em decorrência da crise global – verificou-se rentabilidades inferiores ao esperado e, como consequência, os benefícios tiveram reajustes negativos. Na mesma lógica, caso a rentabilidade seja superior ao estimado, os benefícios sofrem reajustes positivos (UBC, 2023).

Esse ajuste anual, considerando tanto a rentabilidade quanto a mortalidade, permite que o plano permaneça em constante equilíbrio, já que caso existam desvios, estes são automaticamente corrigidos e ajustados na base anual. É importante destacar que, conforme foi descrito, a VPLA não possibilita nenhuma proteção quanto ao risco de investimentos. Por outro lado, o plano oferece proteção ao risco de longevidade individual, já que os participantes têm direito a uma renda vitalícia, isto é, vão receber uma renda (mesmo que não seja constante) até o final da vida. Assim, os participantes que sobreviveram além da média continuarão recebendo uma renda, mesmo que já tenham recebido a integralidade do que aportaram. Da mesma maneira, é esperado que alguns participantes faleçam antes de receberem o montante que aportaram. Nesse caso, não haverá possibilidade de “sacar” o excedente como herança, por exemplo. Portanto, toda vez que um participante falece, o *pool* de recursos remanescentes são redistribuídos aos participantes ainda vivos de forma similar a uma tontine (UBC, 2023).

Conforme mencionado, os participantes podem optar por duas taxas de juros: 4 ou 7% a.a. A opção pela taxa de juros tende a impactar a distribuição dos pagamentos ao longo da vida, já que – conforme já abordado – o reajuste da renda de aposentadoria leva em consideração a diferença entre a rentabilidade obtida com a rentabilidade presumida (UBC, 2023).

Cumprido destacar, que a experiência do plano da Universidade de British Columbia, indica uma expectativa de retorno anual na faixa de 5.0% - 5,5%. Assim, partindo da taxa de retorno (taxa de juros) presumida de 7% a.a., tende-se a obter uma renda superior nos anos iniciais, com pagamentos que tendem a decrescer ao longo do tempo. Por outro lado, a escolha de 4% a.a. leva a uma renda inferior nos primeiros anos, porém, com pagamentos potencialmente crescentes ao longo do tempo (caso os retornos forem superiores a 4% a.a.). A grosso modo, os reajustes anuais da escolha de 4% tendem a ser aproximadamente três pontos

percentuais acima da escolha de 7%. Por fim, é importante destacar que não existe nenhuma responsabilização/solidariedade por parte da patrocinadora (UBC, 2023).

Na Tabela 1, a seguir, são apresentados os reajustes anuais aplicados, considerando o ajuste pela rentabilidade e pela mortalidade, para cada escolha de taxas de juros (4% a.a. ou 7% a.a.):

Tabela 1 - Reajustes anuais aplicados - VPLA (UBC)

Year	7%	4%	Year	7%	4%	Year	7%	4%
2005	0.86%	3.79%	2011	1.16%	4.06%	2017	-6.86%	-4.17%
2006	3.71%	6.71%	2012	-5,09%	-2.34%	2018	0.94%	3.85%
2007	5.78%	8.85%	2013	1.82%	4.74%	2019	-8.06%	-5.42%
2008	-4.94%	-2.22%	2014	4.84	7.88%	2020	6.28%	9.32%
2009	-19.78%	-17.48%	2015	3.08%	6.03%	2021	0.43%	3.33%
2010	2.82%	5.78%	2016	-1.57%	1.29%	2022	4.15%	714%

Fonte: Guia da Universidade (2023).

3.2 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Este trabalho se propõe a simular o modelo de Variable Payment Life Annuity (VPLA), implementado pela Universidade de British Columbia (UBC) no Canadá, em meio ao contexto econômico, financeiro e de investimentos do mercado brasileiro. Dessa forma, serão testados o comportamento das rendas anuais dos participantes - sob a ótica da rentabilidade - em um plano que oferece um VPLA nos moldes do modelo canadense supracitado, ajustado para o cenário do mercado brasileiro. Como base para as simulações será utilizado o método de Monte Carlo.

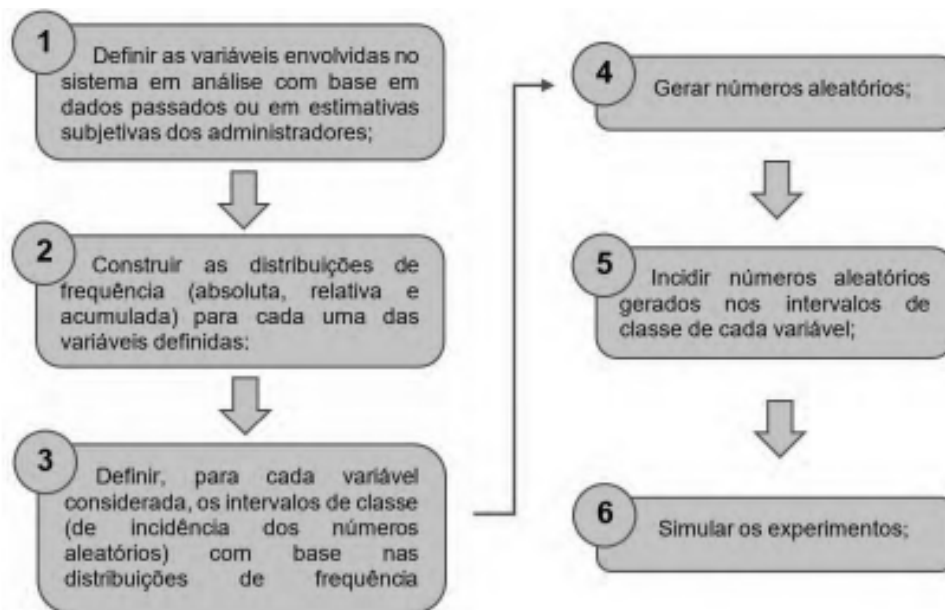
A técnica de simulação de Monte Carlo possui destaque quando utilizada para avaliar eventos que apresentam um comportamento probabilístico. Assim, funciona ao conseguir formar uma amostra significativa do comportamento de um sistema – aleatório – através de “sorteio” de valores. A partir dos resultados obtidos na amostra, é possível deduzir o comportamento global do sistema, calculando parâmetros como o valor médio dos resultados (PIFFERO, 2007 *apud* MIRANDA, 2002).

Ainda sobre o Método de Monte Carlos, conforme NASSER (2012),

Atualmente, o Método de Monte Carlo pode ser descrito como um método de simulação estatística que utiliza sequências de números aleatórios para desenvolver simulações. Em outras palavras, é visto como método numérico universal para resolver problemas por meio de amostragem aleatória (aproximação da solução. [...]) A única exigência é que o sistema físico ou matemático seja descrito (modelado) em termos de funções de densidade de distribuição de probabilidade (FDP). Uma vez conhecidas essas distribuições, a Simulação de Monte Carlo pode proceder fazendo as amostragens aleatórias a partir das mesmas. Este processo é repetido inúmeras vezes e o resultado desejado é obtido por meio de técnicas estatísticas (média, desvio padrão, etc.) sobre um determinado número de realizações (amostra) que podem chegar a milhões.

Silva (2022) traz a seguinte exemplificação do processo de simulação em relação ao método de Monte Carlo, na Figura 5:

Figura 5 - Passos para operacionalização do método de simulação de Monte Carlo



Fonte: Adaptado de SILVA (2022) *apud* Shamblin e Stevens (1974).

Neste estudo, foram utilizadas como variáveis de entrada a média e o desvio padrão das rentabilidades anuais reais (líquidas da inflação medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC) das entidades vinculadas a ABRAPP. Tomando como base os parâmetros supramencionados e partindo da premissa que as rentabilidades apresentam distribuição normal, foram geradas rentabilidades anuais aleatórias para cada ano, durante um período de 25 (vinte e cinco) anos que foram acumuladas ano a ano. Através destes parâmetros e premissas, foram geradas 10.000 (dez mil) simulações utilizando o software Microsoft Excel 365.

3.3 CARACTERÍSTICAS DOS DADOS COLETADOS

Para a construção da Simulação de Monte Carlo – foram utilizados os dados dos rendimentos líquidos da inflação (medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC) obtidos pelo grupo de Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) vinculadas a Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (ABRAPP) durante o período de 2006 até 2022. Os dados relativos ao INPC foram extraídos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), enquanto que os dados de rentabilidade dos fundos de pensão foram extraídos do site da ABRAPP. Para 2022, foram considerados apenas os dados disponíveis até o mês de outubro, tanto para a rentabilidade como para a inflação. Na Tabela 2 são apresentadas as rentabilidades consideradas, bem como, os índices do INPC para cada ano, a rentabilidade líquida e os parâmetros de média e desvio-padrão.

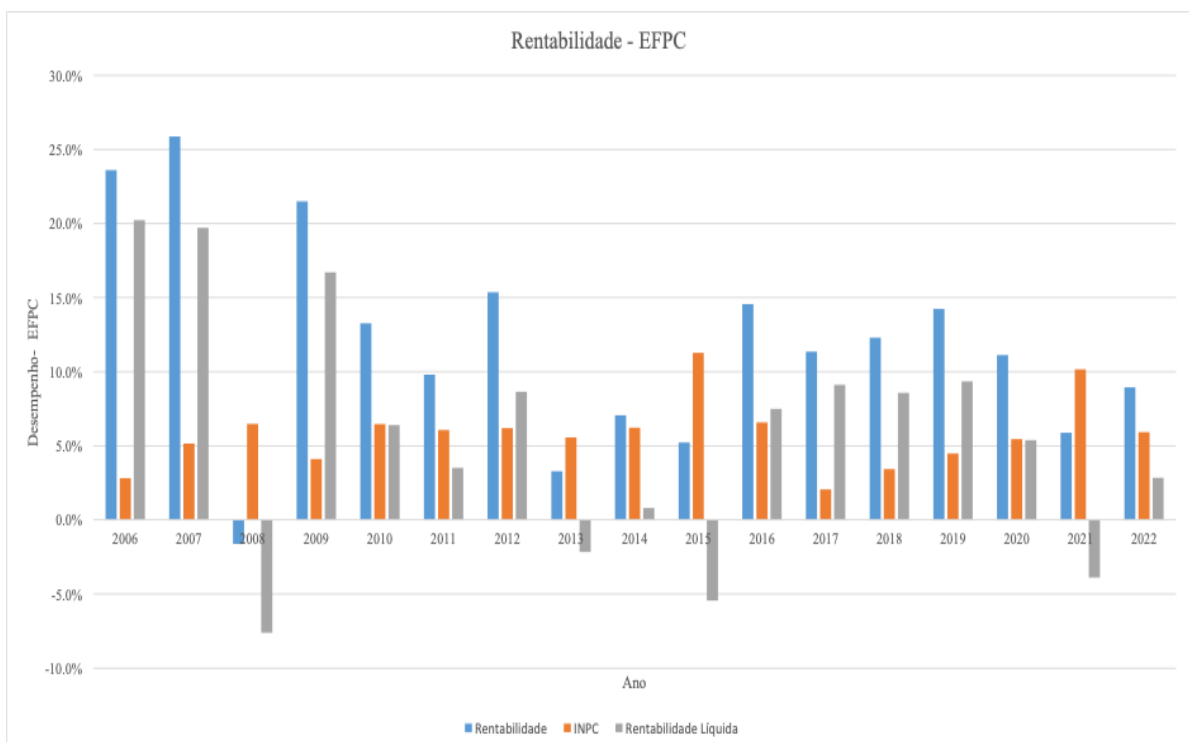
Tabela 2 - Rentabilidades das Entidades Fechadas de Previdência Complementar

Ano	Rentabilidade	INPC	Rentabilidade Líquida
2006	23,6%	2,8%	20,2%
2007	25,9%	5,2%	19,7%
2008	-1,6%	6,5%	-7,6%
2009	21,5%	4,1%	16,7%
2010	13,3%	6,5%	6,4%
2011	9,8%	6,1%	3,5%
2012	15,4%	6,2%	8,6%
2013	3,3%	5,6%	-2,2%
2014	7,1%	6,2%	0,8%
2015	5,2%	11,3%	-5,4%
2016	14,6%	6,6%	7,5%
2017	11,4%	2,1%	9,1%
2018	12,3%	3,4%	8,6%
2019	14,2%	4,5%	9,3%
2020	11,1%	5,5%	5,4%
2021	5,9%	10,2%	-3,9%
2022*	8,4%	5,9%	2,3%
Média das Rentabilidades			5,8%
Desvio Padrão das Rentabilidades			7,9%

Fonte: elaboração própria, dados Abrapp e IBGE.

*para o ano de 2022, foram consideradas rentabilidades até outubro/2022.

Gráfico 1 - Rentabilidades das Entidades Fechadas de Previdência Complementar



Fonte: elaboração própria, dados Abrapp e IBGE

*Para o ano de 2022, foram consideradas rentabilidades até outubro/2022.

A rentabilidade dos fundos de pensão ao longo dos 17 (dezesete) anos, conforme apresentado no gráfico acima passou por diferentes períodos econômicos, com a rentabilidade variando significativamente ano a ano. Nos primeiros anos da amostra, período marcado pelo forte crescimento econômico brasileiro e alto desempenho dos ativos financeiros, a rentabilidade ultrapassou a marca dos 20% a.a.. Por outro lado, também houveram anos de resultados negativos, como na crise de 2015 e 2016 e nos anos seguintes à pandemia do COVID-19, quando a rentabilidade ficou, por vezes, abaixo dos 5% a.a.. Dessa forma, pode-se observar uma significativa volatilidade nos rendimentos líquidos dos fundos de pensão ao longo dos anos.

A partir dos dados obtidos, a rentabilidade líquida foi utilizada como base para obter a média de rentabilidade e desvio padrão da amostra, que por sua vez atuaram como input da simulação de Monte Carlo.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção, serão expostas as análises realizadas durante o estudo e os resultados obtidos por meio da pesquisa. Em princípio, serão demonstradas as variáveis de entrada do estudo (rentabilidades e índices inflacionários). Posteriormente serão analisados os resultados da simulação realizada. Por fim, será analisada a chance de sucesso da manutenção da renda em relação a cada um das taxas de juros.

4.1 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

A partir dos parâmetros definidos, foram simulados 10.000 (dez mil) cenários de rentabilidades ao longo de um período de 25 (vinte cinco) anos. Cumpre destacar, que a simulação gerou rentabilidades anuais aleatórias que foram acumuladas, tomando como parâmetros a média e do desvio padrão das rentabilidades líquidas mencionadas no item 4.1, além de partir da premissa que as rentabilidades possuem distribuição normal.

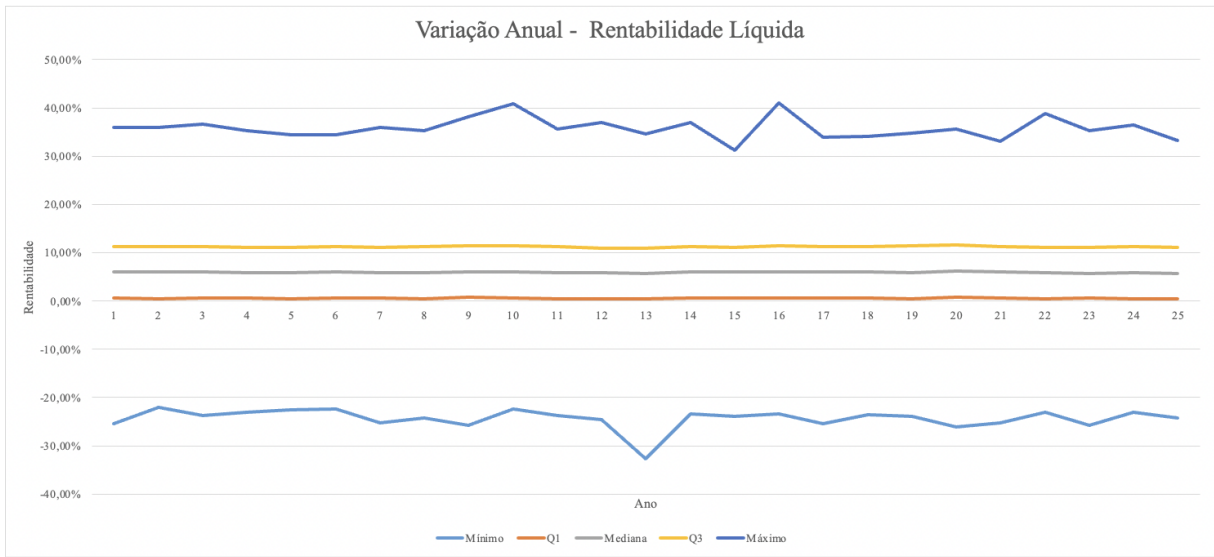
Uma vez que o objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade do VPLA como mecanismo previdenciário, em meio ao contexto econômico e financeiro do Brasil, serão analisados a manutenção da renda real (isto é, acima da inflação) ao longo dos 25 (vinte e cinco) anos, além da flutuação/volatilidade da renda em função da rentabilidade.

Cumpre destacar que uma das características básicas do VPLA aplicado pela Universidade de British Columbia, é que um plano nessa modalidade de renda deve estar em equilíbrio permanente. Dessa forma, sempre que a rentabilidade for inferior ao esperado - a renda previdenciária será reduzida de forma que o plano volte ao equilíbrio. Do mesmo modo, sempre que a rentabilidade for superior ao esperado, a renda previdenciária será aumentada em um montante suficiente para a contínua solvência (UBC, 2023).

Analisando os dados do gráfico abaixo, nota-se que a tendência das rentabilidades é de serem positivas, uma vez que as rentabilidades do primeiro quartil oscilam muito próximas a 0% a.a., quase sempre levemente superior a este retorno. Importante destacar que as rentabilidades expressas no gráfico acima correspondem a retornos reais (acima da inflação) devido a como a simulação foi construída. Desse modo, a simulação aponta que cerca de 75% das rentabilidades anuais superam a inflação do ano.

Não obstante, verifica-se que os retornos reais do segundo quartil oscilam constantemente acima de 5% a.a., enquanto que o terceiro quartil constantemente supera a rentabilidade de 10% a.a.. Ademais, o gráfico acima demonstra que os três quartis (primeiro, segundo e terceiro) apresentam uma consistência bastante significativa, enquanto que as rentabilidades mínimas e máximas apresentam oscilações de maior proporção.

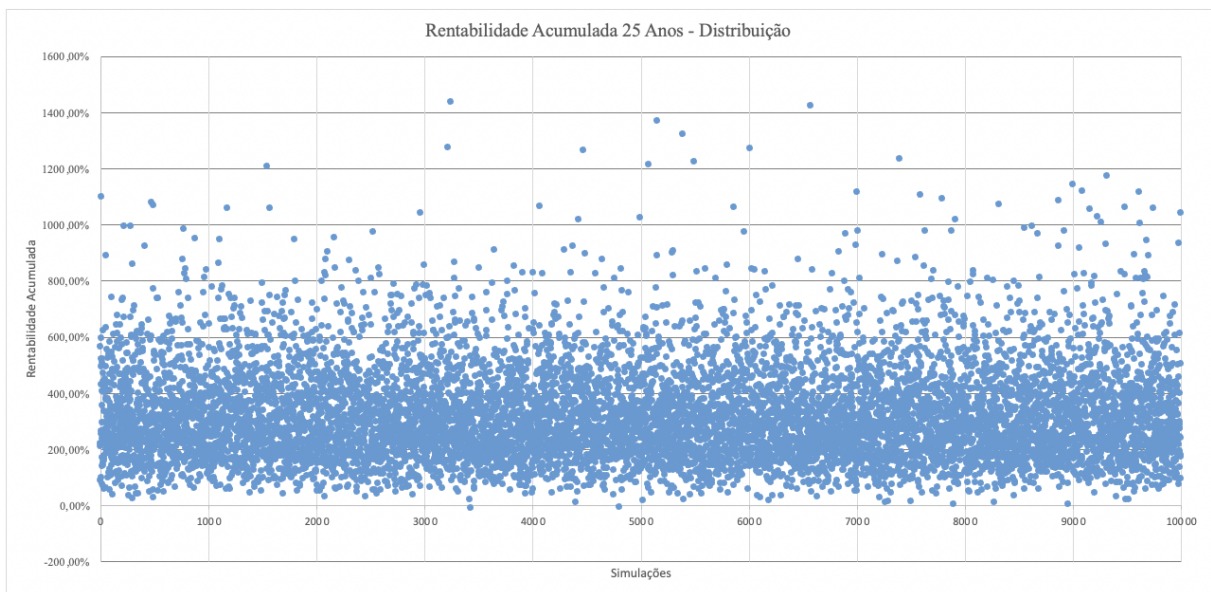
Gráfico 2- Resultados da Simulação, Distribuição das Rentabilidades Líquidas Anuais (não acumuladas)



Fonte: elaborado a partir dos dados obtidos na pesquisa (2023)

É importante salientar, no entanto, que também é fundamental analisar as rentabilidades acumuladas ao longo do período de 25 (vinte e cinco) anos, como ferramenta essencial para verificar a manutenção da renda ao longo deste período. Isso ocorre, dentre outras razões, pelo fato de eventuais baixas rentabilidades serem eventualmente compensadas por altas rentabilidades ao longo dos anos. O Gráfico 3, apresenta a distribuição das rentabilidades acumuladas das 10.000 (dez mil) simulações.

Gráfico 3 - Resultados da Simulação, Distribuição das Rentabilidades Acumuladas (25 anos)



Fonte: elaborado a partir dos dados obtidos na pesquisa (2023)

Da mesma forma, a Tabela 3 sintetiza a distribuição das rentabilidades acumuladas ao longo dos 25 (vinte e cinco) anos, e apresenta a menor e maior rentabilidade acumulada, além

de apresentar os quartis. Ademais, a tabela também apresenta a correspondência da rentabilidade acumulada em rentabilidade anual.

Tabela 3 - Resultados da Simulação, Rentabilidades Acumuladas

	Rentabilidades 25 anos	Rentabilidade Anual
Mínimo	-10,09%	-0,42%
Q1	200,66%	4,50%
Mediana	291,79%	5,61%
Q3	405,04%	6,69%
Máximo	1436,15%	11,55%

Fonte: elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2023)

Ao examinar as informações contidas na tabela e no gráfico em questão, constata-se que uma significativa variação entre os níveis de rentabilidade, com o retorno anual ponderado mínimo situando-se em -0,42% a.a. e o máximo em 11,55% a.a.. Não obstante, observa-se que a mediana da rentabilidade anual corresponde a 5,61% a.a., enquanto que o primeiro e terceiro quartil equivale a 4,50% a.a. e 6,69% a.a., respectivamente.

Os referidos dados, apontam para uma rentabilidade entre 4% a.a. e 7% a.a. como o intervalo de maior probabilidade. Identificar essa distribuição é de elevada importância na estruturação de uma VPLA que tenha altas chances de cumprir com seu papel previdenciário. Na seção a seguir, serão analisadas as probabilidades de sucesso de quatro diferentes taxas de juros no intervalo 4% a.a. e 7% a.a., com base nos resultados da simulação.

4.2 RESULTADO COMPARATIVO COM PREMISSA DE TAXAS DE JUROS

Nesta seção, serão analisadas as rentabilidade obtidas conforme os resultados da simulação apresentados na seção 4.2, em comparação com 4 (quatro) diferentes taxas de juros (4% a.a., 5% a.a., 6% a.a. e 7% a.a.), visando apurar a chance de sucesso de - ao longo de 25 anos - a meta da taxa de juro ser atingida e, dessa forma, possibilitar a manutenção do nível de renda para os participantes. O objetivo desta comparação é visualizar a chance de sucesso da manutenção da renda do VPLA no longo prazo - considerando a probabilidade para cada taxa de juros - uma vez que este modelo pressupõe alguma volatilidade da renda no curto prazo.

Nas tabelas a seguir, serão apresentadas as chances de sucesso - isto é, da meta de rentabilidade a ser atingida - para cada uma das taxas de juros supramencionadas, ao longo dos 25 (vinte e cinco) anos.

Quadro 1 - Chance de Sucesso por Taxa de Juros

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Taxa de Juros	4,00%	5,00%	6,00%	7,00%
Taxa Acumulada 25 anos	166,58%	238,64%	329,19%	442,74%
Nº Cenários Meta Atingida	8450	6443	4035	1977
Nº Cenários Meta Não Atingida	1550	3557	5965	8023
Chance de Sucesso	84,50%	64,43%	40,35%	19,77%

Fonte: elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa (2023)

Analisando os dados, observa-se que tanto a taxa de 4% a.a. como 5% a.a. possuem altas chances de se confirmarem, conforme os dados da simulação realizada. Enquanto a taxa

de juros de 4% a.a. tem uma probabilidade 5 (cinco) vezes maior de ser atingida do que não ser atingida, a taxa de 5% a.a. tem um chance de sucesso aproximadamente 2 (duas) vezes maior do que de fracasso.

Em específico, quando consideramos a taxa de 4% a.a., a chance de sucesso é tão elevada, que poderia abrir espaço para que a rentabilidade superior à meta atue, se de fato concretizada, para cobrir eventuais aumentos na longevidade do grupo (coletiva), cujo risco o VPLA não contribui para mitigar. De fato, pode-se observar que em 75% dos cenários simulados a rentabilidade ponderada atingiu ou superou 4.5% a.a., o que significa meio ponto percentual acima da taxa de juros de 4% a.a., por exemplo.

Por outro lado, as taxas de juros de 6% e 7% a.a. possuem maior chance de não serem atingidas do que terem sucesso. Aproximadamente 40% dos cenários da simulação atingiram a rentabilidade ponderada de 6% a.a., enquanto que apenas cerca de 20% dos cenários atingiram retorno médio de 7% a.a..

Analisando os resultados e a chance de sucesso de cada taxa de juros, é possível fazer referência os apontamentos de Lima e Rodrigues (2015), que defenderam como a taxa de juros pode influenciar fortemente os planos de previdência, em especial como o descasamento entre as expectativas e a realidade das premissas econômicas e financeiras - em destaque para a taxa de juros - podem comprometer os resultados atuariais no longo prazo. Esse ponto é evidenciado pela diferença entre a rentabilidade acumulada ao longo dos 25 (vinte e cinco) anos com a taxa de 6% a.a. (acumulada em 329%) e de 7% (acumulada em 443%), e com a mediana das rentabilidades obtidas 5,61% (acumulada 292%). Importante destacar que, assim como nos planos de benefício definidos analisados por Lima e Rodrigues (2015), os efeitos das premissas econômicas também são fortemente sentidos no VPLA.

Ao mesmo tempo, conforme demonstrado por Piffero (2007) o Método de Monte Carlo, atua como uma importante ferramenta para avaliação de fenômenos probabilísticos, constituindo-se como ferramenta para estimação de cenários futuros de rentabilidade. Assim como Piffero (2007), utilizou o supracitado método para simular cenários de rentabilidade de fundo de previdência complementar aberta, este artigo utilizou-o para avaliar cenários em um VPLA conceitualmente constituído em uma entidade de previdência complementar fechada.

Por outro lado, pode-se constatar que conforme apontado com Fullmer (2007), planos que apliquem os princípios das *tontines* (como é o caso do modelo de VPLA abordado por este artigo) costumam apresentar alguma volatilidade nos pagamentos de curto prazo devido ao seu caráter de permanente equilíbrio - ou seja, eventuais insuficiências tendem a serem automaticamente corrigidas. No entanto, planos com premissas adequadas tendem a manter a renda - ou ao menos parte bastante significativa dela - no longo prazo, o que também foi demonstrado pelos resultados da simulação, especialmente para as taxas de juros 4% e 5% a.a..

Por fim, Pinheiro (2005), muito embora tenha priorizada a análise dos riscos das hipóteses demográficas, ressalta a necessidade de realização de periódicas revisões quanto a verossimilhança das premissas de modo a preservar as rendas previdenciárias dos participantes. Do mesmo modo, apesar do VPLA não atuar como um plano de benefício definido propriamente dito, necessita que suas premissas e hipóteses sejam constantemente alvo de análise e acompanhamento para serem, se necessário, calibradas. A própria premissa de taxa de juros, mesmo em VPLA, pode ser redefinida - pois, como bem ficou demonstrada na simulação, podem existir cenários de elevada volatilidade, por vezes bastante superior ao inicialmente previsto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em meio ao contínuo crescimento dos planos na modalidade de contribuição definida, marcados pelo individualismo e pela aversão ao risco das empresas patrocinadoras, este artigo teve como objetivo analisar a viabilidade de alternativas que – dentro da realidade do mercado de previdência do século XXI – auxiliem na tomada de decisão por parte de gestores e participantes dos fundos de pensão, visando mecanismos de proteção contra a longevidade individual que sejam viáveis como produtos previdenciários. Nesse sentido, este estudo buscou trazer a história da previdência privada no mundo e no Brasil, além de resgatar conceitos pertinentes ao funcionamento de planos previdenciários, como planos na modalidade de benefício definido e contribuição definida, risco de longevidade e longevidade individual.

O presente trabalho apresentou uma análise da modalidade de Variable Payment Life Annuity (VPLA), nos moldes do plano de previdência oferecido aos funcionários da Universidade de British Columbia (UBC), adaptado ao contexto econômico, financeiro e de investimento do Brasil. Para isso, foram analisadas as rentabilidades obtidas pelos fundos de pensão brasileiros nos últimos anos, especificamente no período de 2006 até 2022. Foi considerada a rentabilidade obtida acima da inflação para cada um dos 17 (dezesete) anos, incluindo análises de média e desvio padrão. As rentabilidades e seus parâmetros, foram utilizadas como variáveis para uma simulação de rentabilidades futuras, através do Método de Monte Carlo. Para a simulação considerou-se que as rentabilidades têm uma distribuição normal. A partir dos parâmetros mencionados, foram geradas rentabilidades anuais e acima de inflação, para um período de 25 (vinte e cinco) anos que foram acumuladas. Este processo foi repetido 10.000 (dez mil) vezes.

A partir dos resultados obtidos pela simulação, foram analisados os diferentes cenários - inclusive comparando com diferentes taxas de juros no intervalo de 4% até 7% a.a.. Pode-se observar que, especialmente para as taxas de juros mais baixas, existe uma alta possibilidade de manutenção das rendas ao longo dos 25 (vinte e cinco) anos. Dessa forma, foi possível analisar o funcionamento de uma renda vitalícia, porém não fixa dentro do contexto dos fundos de pensão brasileiro.

Este estudo contribui com o entendimento de alternativas possíveis às modelagens atuais de previdência, em especial por apresentar um modelo que fornece proteção contra os riscos de longevidade individual sem onerar as empresas patrocinadoras. Para a academia, este estudo traz como principal contribuição a apresentação e utilização de um modelo internacional com a aplicação em ambiente de previdência brasileiro, ou seja, abre a possibilidade de pesquisas adicionais para futuras modelagens a serem efetivamente implementadas pelos fundos de pensão no Brasil. Logo, para a sociedade, a discussão em torno da previdência e suas alternativas é enriquecida com mais esta opção.

Variações na rentabilidade não foram objeto de análise deste estudo, logo, em trabalhos futuros, sugere-se que sejam feitas modelagem com cenários diversos e dinâmico de rentabilidade. Os impactos das políticas macroeconômicas como taxa básica de juros, política monetária com referência a inflação e políticas cambiais ou de crédito, mesmo que com influência indireta também podem ser analisados em pesquisas futuras, pois ficaram fora do escopo deste estudo. Não obstante, possíveis aumentos na longevidade coletiva não foram alvo de análise do presente estudo, uma vez que a VPLA não oferece proteção contra este risco. Para além da rentabilidade - objeto de análise deste estudo - pesquisas futuras poderiam analisar o impacto do aumento da longevidade em planos que oferecem a VPLA.

Por fim, cabe ampliar a análise para o âmbito legislativo e social. A viabilidade legal de modelos que modifiquem constantemente os benefícios de aposentadoria necessitam de

ambiente regulatório estável através de efetiva segurança jurídica, por isso, sugere-se em estudos futuros abordagens que se aproximem do direito previdenciário.

REFERÊNCIAS

ABRAPP. Consolidado Estatístico Outubro/2022. Disponível em <https://www.abrapp.org.br/wp-content/uploads/2023/02/Consolidado-Estatistico_10.2022-1.pdf>. Publicação 2023. Acesso: em 3 de mar. 2023.

ABRAPP. Consolidado Estatístico Dezembro/2006. Disponível em <https://www.abrapp.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Consolidado_Estatistico_2006_12.pdf>. Publicação 2007. Acesso: em 3 de mar. 2023.

COELHO, Namilton Nei Alves; CAMARGOS, Marcos Antônio de. Fundos de pensão no Brasil: uma análise dos fatores determinantes para sua expansão na perspectiva dos seus gestores. **Organizações & Sociedade**, v. 19, p. 277-294, 2012.

CORRÊA, Raphael Baseggio. Modelo de simulação de governança de passivo atuarial de um fundo de pensão brasileiro. 2018.

DANTAS, Isabela; PETRA BISNETO, Paulo. Instrumentos financeiros para Hedge de longevidade. 2017.

GILMAN, Nils; FEYGIN, Yakov. The Mutualist Economy: A New Deal for Ownership. 2020.

GOSMANN, Máris C.; CALVETE, Cássio da S.. Políticas de emprego, trabalho e previdência. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2014.

KIMURA, Régis Yoshio. **Definição dos limites da premissa de taxa de retorno real para planos de previdência complementar utilizando o modelo HJM**. 2019. Tese de Doutorado.

LIMA, Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira; RODRIGUES, José Angelo. A importância das premissas econômicas na gestão de planos de benefícios definidos. 2015.

NASSER, Rafael Barbosa. McCloud service framework: Arcabouço para desenvolvimento de serviços baseados na Simulação de Monte Carlo na Cloud. **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro—PUC-Rio**, 2012.

OECD. Longevity Risk and Private Pensions. Disponível em <<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/261260613084.pdf?expires=1679300920&id=id&acname=guest&checksum=C255EDA5B2AABBB94601858CC321BCAB>>. Publicação ano 2007. Acesso em: 15 fev. 2023.

OECD. Pension Markets in Focus 2022. Disponível em <www.oecd.org/finance/pensionmarketsinfocus.htm>. Publicação ano 2023. Acesso em: 2 mar. 2023.

PEW RESEARCH CENTER. World's centenarian population projected to grow eightfold by 2050. Disponível em

<<https://www.pewresearch.org/fact-tank/2016/04/21/worlds-centenarian-population-projected-to-grow-eightfold-by-2050/>>. Publicação ano 2016. Acesso em: 17 de fev. 2023.

PIFFERO, Liriane Piffero de. Avaliação da expectativa de ganho de planos de previdência privada disponíveis no mercado brasileiro. 2007.

PINHEIRO, Ricardo Pena. Riscos demográficos e atuariais nos planos de benefício definido e de contribuição definida num fundo de pensão. 2005.

PINTO, Germana Sobreira Gama. Planos de previdência complementar: migração da modalidade de benefício definido para contribuição definida: uma tendência. 2007.

PREVIC. Informe Estatístico 1º Trimestre 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/previc/pt-br/publicacoes/informe-estatistico-trimestral/2022/informe-estatistico-1deg-trimestre-2022.pdf/view>> Publicação ano 2022. Acesso em 15 de jan. de 2023.

RIBEIRO, Vagner Lacerda; CHARIGLIONE, Isabelle Patricia Freitas Soares; DA SILVA, Henrique Salmazo. Risco de longevidade e mecanismos de proteção nos Fundos de Pensão: revisão sistemática de literatura. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 16, n. 1, p. 119-124, 2019.

SEBURN, Patrick W. Evolution of employer-provided defined benefit pensions. **Monthly Labor Review**, v. 114, n. 12, p. 16-23, 1991.

SILVA, Fabiana Lopes da. **Impacto do risco de longevidade em planos de previdência complementar**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo

SILVA, Fernanda Beatriz Junges da. Precificação de planos de saúde: uma análise de eficiência de diferentes metodologias de cálculo. 2022.

UBC FPP Variable Payment Life Annuity (VPLA) Universidade de British Columbia, disponível em <<https://faculty.pensions.ubc.ca/life-events/retiring/ubc-variable-payment-life-annuity/>>, Publicação ano 2023. Acesso em: 20 de fev. de 2023.