

Risco de Longevidade e Mecanismos de Proteção para Fundos de Pensão: Revisão Sistemática de Literatura*

Longevity Risk and Protection Mechanisms for Pension Funds: Systematic Literature Review

Mecanismos de protección y riesgo de longevidad para los fondos de pensiones: revisión sistemática de la literatura

Vagner Lacerda Ribeiro
Isabelle Patrícia Freitas Soares Chariglione
Henrique Salmazo da Silva

RESUMO: 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. Este trabalho apresenta uma revisão sistemática de literatura sobre os principais mecanismos para proteção (*hedge*) do risco de longevidade em Fundos de Pensão. Os resultados apontam que as principais estratégias se situam no mercado de anuidades e seguros. Sugere-se aprofundar os estudos sobre o duplo benefício dos investimentos em negócios da longevidade, como estratégia de *hedge* e geração de saúde, bem-estar e longevidade.

Palavras-chave: Risco de Longevidade; Fundos de Pensão; Estratégias de Proteção; Economia da Longevidade.

ABSTRACT: *The longevity risk is conceptualized as the probability that the resources destined for retirement payments will end before the end of a person's life. This paper presents a systematic literature review on the main mechanisms for hedge of longevity risk in Pension Funds. The results indicate that the main strategies are in the annuity and insurance market. It is suggested to deepen the studies on the double benefit of investments in longevity business, such as hedging strategy and generation of health, well-being and longevity.*

Keywords: *Longevity Risk; Pension Funds; Protection Strategies; Longevity Economy.*

RESUMEN: *El riesgo de longevidad se conceptualiza como la probabilidad de que los recursos destinados al pago de las pensiones terminen antes del final de la vida de un individuo. Este trabajo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre los principales mecanismos para cubrir el riesgo de longevidad en los Fondos de Pensiones. Los resultados muestran que las principales estrategias se ubican en el mercado de rentas vitalicias y seguros. Se sugiere profundizar los estudios sobre el doble beneficio de las inversiones en negocios de longevidad, como estrategia de cobertura y generación de salud, bienestar y longevidad.*

Palabras clave: *Riesgo de Longevidad; Fondos de la pension; Estrategias de protección; Economía de la Longevidad.*

Introdução

O envelhecimento populacional é uma conquista social e ao mesmo tempo um dos maiores desafios sociais do século XXI. O aumento do tempo de expectativa de vida mundial, no período entre 1960 e 2015, chegou a 36%, indo de 54 para 72 anos em média. Se por um lado, viver mais amplia as possibilidades de participação social, por outro, apresenta-se como um desafio aos sistemas econômicos e aos fundos de pensão, o que solicita o delineamento de políticas sociais e econômicas sustentáveis e viáveis (Blake, Dowd, & Cairns, 2008; Urwin, Hodgson, Collie, Yin, & Hall, 2019).

Nessa discussão, o Sistema de Previdência possui a função de prover o pagamento de aposentadorias e pensões até o fim da vida, mas se discute se, de fato, será capaz de arcar com os custos relacionados à longevidade e à transição demográfica em curso, entre eles, o aumento de idosos dependentes, a diminuição de contribuições e os elevados custos de saúde. Isso porque se estima que um quarto da população mundial seja composta por idosos em 2050, o que totalizará dois bilhões de indivíduos. Além disso, dois terços da população idosa apresentam alguma condição crônica de saúde que exige cuidados complexos e mais recursos de saúde (Yasobant, 2018).

Segundo o estudo da *Thinking Ahead Institute* (Urwin, Hodgson, Collie, Yin, & Hall, 2019), mais de um terço dos ativos mundiais são capitalizados pelos fundos de pensão. O estudo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2017) corrobora esses dados e aponta que os fundos de pensão concentram boa parte dos ativos (investimentos) mundiais, somando cerca de US\$ 26 trilhões, o que representa uma grande oportunidade de investimentos.

Contudo, é possível que esse capital não esteja sendo aplicado em sua potencialidade para driblar os desafios impostos pela longevidade. Segundo dados do Fórum Econômico Mundial (Vanham, 2017), ainda que não estejam diretamente correlacionados aos fundos de pensão, indicam que o déficit geral da previdência é de aproximadamente US\$ 70 trilhões e seu crescimento projetado é de 5% a.a., podendo ultrapassar os US\$ 400 trilhões em 2050.

Atualmente, boa parte desse déficit pode ser explicado pelo aumento da longevidade das pessoas, sem que as contas públicas tenham sido ajustadas para fazer frente a essa realidade e pelo aumento do risco de longevidade, entendido como (*Free Dictionary*): “O risco de um indivíduo sobreviver à sua poupança para a aposentadoria. Por exemplo, se a aposentadoria de uma pessoa consiste de poupança pessoal e uma anuidade de prazo fixo, existe a possibilidade de que o dinheiro acabe antes que ela morra. O risco é especialmente grande, se tivermos problemas de saúde na velhice. Pode-se atenuar o risco de longevidade de várias maneiras. Por exemplo, pode-se comprar veículos de investimento, como uma anuidade vitalícia, que garante pagamentos pelo resto da vida, ou seguro de longevidade, que fornece um benefício de quantia fixa se a pessoa viver até uma determinada idade”.

Se os fatores de risco, o aumento da quantidade de idosos como proporção da população total, o aumento da longevidade e o aumento dos gastos com saúde na velhice são impactantes para o equilíbrio do sistema público de previdência, também o são para o sistema de previdência complementar e para os fundos de pensão, haja vista que são variáveis demográficas e que atingem de forma indistinta as populações (Milevsky, & Song, 2010).

A busca por investimentos adequados, dentre as diversas estratégias de *hedge* disponíveis, pode minimizar o impacto desses desequilíbrios, sendo que os investimentos em saúde e bem-estar desta população podem também ser destacados como fatores de proteção (*hedge*). Nessa lógica os fundos de pensão poderiam direcionar parte dos seus investimentos para melhorar a sustentabilidade do sistema ao investir seus recursos em produtos, serviços e pesquisas que convirjam para a qualidade de vida da população, amortizando o impacto do aumento de idosos no sistema (Goldman, *et al.*, 2013).

Este movimento poderia gerar um efeito cíclico, contribuindo também para o aumento da capacidade absorviva da longevidade, a partir do momento em que mais investimentos estariam direcionados para as empresas e o fomento de novas pesquisas e negócios envolvidos no processo de envelhecimento.

Entretanto, dentre as diversas questões que preocupam os pesquisadores, algumas merecem destaque: o crescimento da longevidade se dá de forma sustentável econômica e socialmente? Existe capacidade absorviva para inserir as novas tecnologias de produtos, serviços e empregos necessários para acompanhar o envelhecimento populacional?

Dada a relevância e potencial de impacto social que poderá trazer para o futuro das pessoas, torna-se relevante investigar os mecanismos utilizados no cenário da Economia da Longevidade.

O objetivo é apresentar e discutir as informações de como o mercado de fundos de pensão tem se preparado para lidar com o risco de longevidade e as respectivas reflexões derivadas dos resultados encontrados.

Método

Para a identificação da forma como os fundos de pensão estão tratando do assunto Risco de Longevidade, foi conduzida uma revisão de literatura mundial, utilizando como palavras-chave: risco de longevidade, "*Longevity Risk*", e fundos de pensão, "*Pension Funds*". Foram incluídos estudos publicados entre 2007 a 2017, revistos por pares, na língua inglesa. Para seleção dos artigos, utilizaram-se fontes como o *ProQuest LLC*, *Cengage Learning, Inc.*, *Emerald Insight Journals*, *Science Direct (Elsevier B.V.)* e *Springer Science & Business Media B.V.* Foi efetuada a análise descritiva dos artigos, tabulando, contando e classificando-os em planilha Excel. Adotou-se, como critério, a exclusão de trabalhos que não tinham relação direta com as questões do Risco de Longevidade nos Fundos de Pensão ou que estavam duplicados. Dos 205 estudos encontrados, foram selecionados 145.

Análise de dados

Neste estudo, foram analisados o corpo textual dos resumos dos trabalhos por meio do *software* IRaMuTeQ, gerando três medidas: Método de Classificação Hierárquica Descendente (CHD), Análise de Similitudes, e Nuvem de Palavras. A CHD, segundo (Camargo, & Justo, 2013), “visa a obter classes de segmentos de texto que, ao mesmo tempo, apresentam vocabulário semel-

hante entre si, e vocabulário diferente dos segmentos de texto das outras classes.

A partir dessas análises em matrizes, o *software* organiza a análise dos dados em um dendograma da CHD, que ilustra as relações entre as classes”. A análise de similitudes, por sua vez, permite inferir sobre a estrutura de construção do texto e temas de relativa importância:

Esse tipo de análise baseia-se na teoria dos grafos (Marchand, & Ratinaud, 2012) e é utilizada frequentemente por pesquisadores das representações sociais (cognição social). Possibilita identificar as coocorrências entre as palavras e seu resultado traz indicações da conexão entre as palavras, auxiliando na identificação da estrutura da representação (Camargo, & Justo, 2013, p. 6).

Por fim, a nuvem de palavras apresenta um conjunto de palavras agrupadas, organizadas e estruturadas em formato de nuvem, indicando as palavras segundo a importância no *corpus* textual. Conforme essa análise, foi possível mensurar os temas tratados pelos estudos, bem como os mecanismos de *hedge* mais utilizados na literatura científica na última década.

Resultados

Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

Conforme a análise de CHD, mostrada na figura 1, os trabalhos se dividiram em duas estruturas, as quais se subdividem em cinco clusters.

A primeira estrutura apresenta a Classe 1 – (Vermelho), a qual reúne as palavras encontradas nos trabalhos publicados acerca dos mecanismos de proteção do risco de longevidade, precificação e avaliação dos resultados. Mais aderente a esse grupo aparece a Classe 4 – (Azul), que trata justamente da modelagem e quantificação do risco de longevidade para seguradoras e fundos de pensão.

A segunda estrutura, com três *clusters*, apresenta a Classe 2 – (Cinza), representando os trabalhos que apresentam palavras-chave relacionadas aos investimentos e ativos dos fundos de pensão, acompanhados da Classe 3 – (Verde), que aborda os tipos de planos de contribuição definida, benefício definido e patrocinadores dos fundos de pensão, dentre outros, e a Classe 5 – (Roxo), a qual está relacionada aos trabalhos de atuação do estado, mercado, com impacto para as famílias, políticas públicas para previdência e seguridade, envolvendo reformas e regulação.

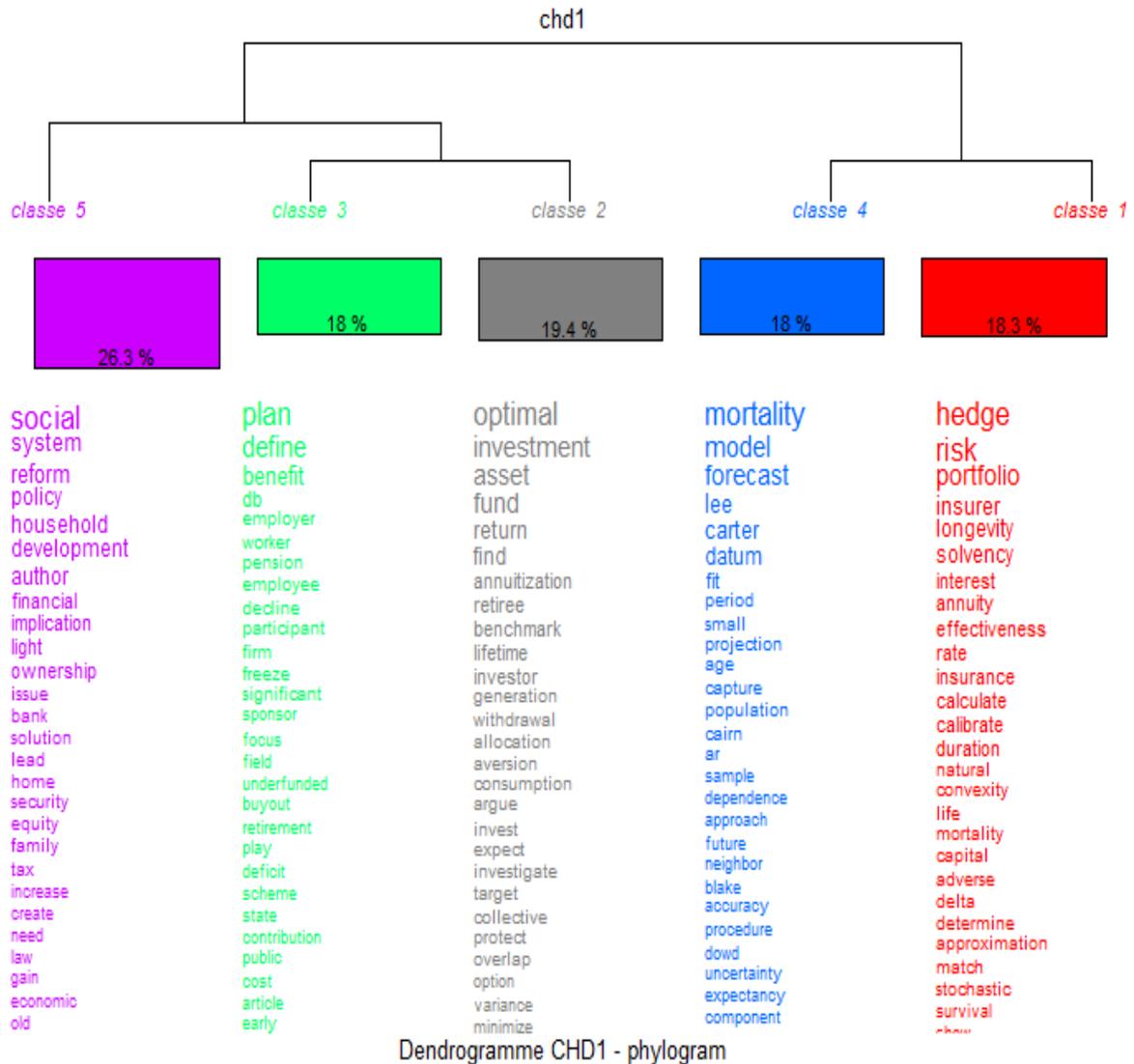


Figura 1 – Classificação Hierárquica Descendente (CHD) dos resumos dos estudos sobre Fundos de Pensão e Risco de Longevidade publicados entre 2007 e 2017

As Classes 1 e 2 tiveram o mesmo fim de relacionar temas inerentes à forma como os fundos de pensão se protegem do risco de longevidade, seja com investimentos ou outras estratégias. Dessa forma, para as finalidades do presente estudo, serão estabelecidos quatro grupos para análise. O primeiro grupo será denominado “Investimentos e *Hedge*/Proteção”, o segundo será denominado “Modelagem e Mensuração do Risco”, enquanto o terceiro será “Fundos e Planos”, e, por último, “Estado e Mercado”.

A partir da CHD, é possível, então, identificar certo equilíbrio proporcional da frequência de palavras-chave nos textos examinados, o que demonstra a preocupação dos autores em abordar o tema de forma abrangente. O primeiro grupo, Investimentos e *Hedge*/Proteção (classes 1 e 2), apresenta palavras agrupadas com 37,7% de frequência total. Palavras encabeçando a Classe 1, como *hedge*, *risk* e *portfolio*, denotam a preocupação de se estabelecerem estratégias de proteção para os fundos. Da mesma forma, na Classe 2, palavras como *optimal investment*, *asset* e *fund*, apresentam a intenção dos autores em abordar as estratégias de investimentos nos ativos dos fundos também como mecanismo de proteção.

O segundo grupo, Modelagem e Mensuração do Risco, com 18% da frequência de palavras, traz a literatura fundamental voltada para a mensuração e modelagem do risco de longevidade, com destaque para palavras como *modality*, *model*, *forecast* e *Lee Carter*. Esses resultados eram de certa forma esperados tendo em vista que, para que os riscos possam ser corretamente analisados, é necessário que se faça uma boa mensuração dos mesmos.

Os grupos Fundos e Planos, com 18%, e Estado e Mercado, com 26,3%, corroboram a intenção dos autores em contextualizar seus trabalhos abordando as questões sociais e as peculiaridades dos fundos de pensão, seus respectivos planos, e como o estado e os mercados estão se comportando frente a este desafio.

Análise de Similitudes- Investimentos e Hedge/Proteção

Antes de avançar para a análise de similitudes, cabe uma breve revisão teórica acerca dos instrumentos de *hedge* e seu papel. Segundo Gomes (1987), na concepção da teoria clássica, “tradicionalmente o hedge tem sido abordado como uma espécie de seguro contra as variações de preço da mercadoria (Samuelson, 1973) e a avaliação de sua eficácia tem sido relacionada à eliminação desse risco, qualquer que seja a sua definição”.

Nesse contexto o *hedger* deve assumir posições opostas à de qualquer magnitude nos mercados à vista e futuro. Tal conceito, aplicado ao estudo de caso do risco de longevidade, implica em dizer que, se os fundos de pensão têm o compromisso de pagar aposentadorias e benefícios que dependem da duração da vida de seus participantes, seria razoável que investissem em ativos que proporcionem a mesma duração em

retornos de investimentos. Nesse caso, do ponto de vista contábil, a posição de aposta se dará na constituição de ativos que gerem retornos compatíveis com os passivos.

Dando prosseguimento à análise dos resultados, a análise de similitude, apresentada na Figura 2, a célula central, na cor “salmão”, apresenta o núcleo deste trabalho que é a abordagem do risco de longevidade. É possível observar o calibre do vaso comunicante entre a célula risco - “*risk*” - e a célula longevidade - “*longevity*” -, demonstrando forte correlação entre ambas. Nesse sentido, o risco não pode ser dissociado da palavra longevidade, no presente estudo, sendo risco de longevidade e seus mecanismos de proteção o objeto desta pesquisa.

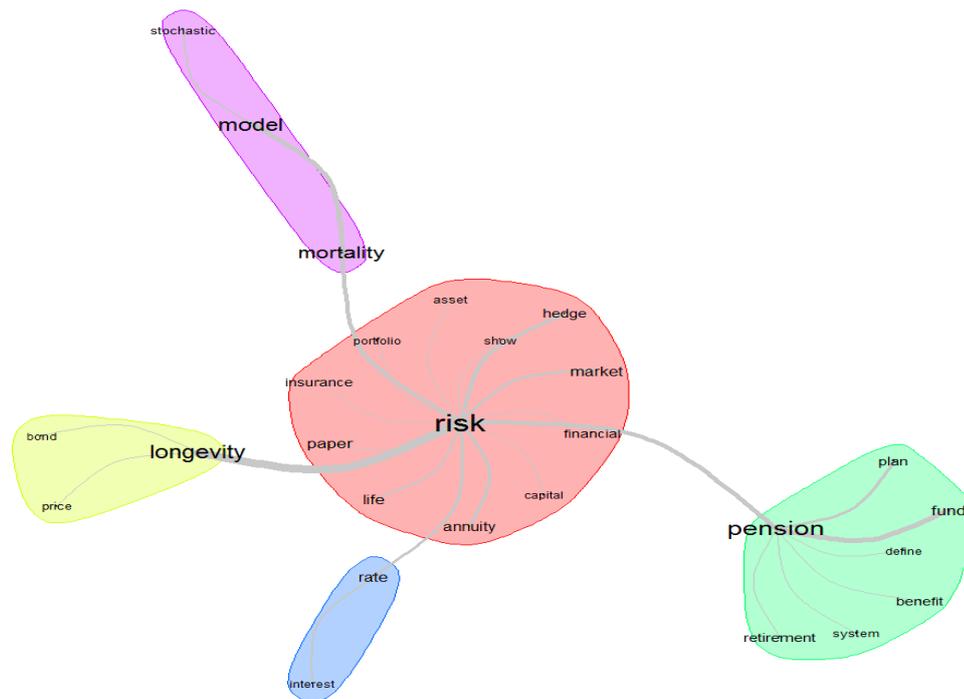


Figura 2 – Análise de Similitude dos resumos dos estudos sobre Fundos de Pensão e Risco de Longevidade publicados dentre 2007 e 2017

O aparecimento de palavras-chave como seguros - “*insurance*” - e proteção - “*hedge*” - já era esperado e até mesmo desejado. Onde há risco, temos o importante papel das seguradoras no oferecimento de instrumentos de proteção como os seguros. Os seguros são acionados quando há um “sinistro” (evento indesejado ou a ser coberto pela seguradora), no caso específico, quando a data esperada atuarialmente para a morte de uma pessoa ou grupo supera aquela contratada.

No artigo de Lindbergh, Nahum e Sandgren (2008), por exemplo, os autores destacam o estudo realizado pela Divisão de População das Nações Unidas, o qual aponta que o nível de acumulação de ativos e de poupança deve aumentar, principalmente no caso da população mais idosa. Por outro lado, também aponta que a aversão ao risco também aumenta, ainda que estejam mais sujeitos a um ambiente de riscos. O artigo, então, aponta oportunidades de negócios para os bancos, com destaque para o desenvolvimento de produtos de seguridade e anuidades.

As anuidades – “*annuities*” - também aparecem como um dos principais instrumentos utilizados pelo mercado para a proteção dos fundos de pensão na fase de pagamento de benefícios. Esses instrumentos também são oferecidos principalmente por seguradoras e proporcionam, em troca do pagamento de um prêmio de risco pelo fundo de pensão, a promessa do pagamento vitalício de uma aposentadoria ou pensão.

Começando pelas Anuidades e Seguros, o estudo de Fong, Mitchell e Koh (2011) trata do longo período de acumulação dos Planos de Contribuição Definida e levanta dúvidas sobre a sustentabilidade do pagamento de benefícios. Os autores descrevem que o Fundo Central de Previdência (FCP) de Cingapura resolveu liquidar os Planos de Contribuição Definida e arcar com o pagamento de anuidades para todos os participantes, como um segurador. Em complemento, o estudo de Lin (2013) propõe estratégias combinadas de produtos em uma carteira de seguros, apresentando os resultados em que o *matching* pode cobrir significativamente os riscos de mortalidade/longevidade. Quando combinadas as soluções de anuidades e seguros, as mesmas representam 25% dos temas abordados nos materiais analisados.

As demais palavras, como *capital*, *market*, *paper*, *portfolio*, *financial* e *life*, (capital, mercado, papel, carteira, financeiro e vida) analisadas em conjunto, remetem às soluções do mercado de títulos e de capitais para o enfrentamento do problema.

A esse respeito, com o intuito de abordar o efeito dos investimentos efetuados no mercado de capitais, foi selecionado o artigo de Gerber e Weber (2007), o qual aborda a questão, a partir dos estudos da experiência dos fundos de pensão na Suíça. De acordo com o estudo, existe uma maior propensão para a alocação de investimentos em ações, e uma menor propensão para investimentos em imóveis, no período em que a faixa etária dos participantes ainda é menor. Por outro lado, também demonstrou uma aversão dos fundos de pensão aos investimentos em ações na fase de pagamento de benefícios.

Outro estudo, como o de Yang, Debonneuil, Zhavoronkov e Mishra (2016), analisou a criação de megafundos de saúde, com enfoque na *performance* de um megafundo de câncer, o qual recebe investimentos mediante instrumentos de capital (*equity*) e dívida (empréstimos) e orienta-se para o desenvolvimento de pesquisas e medicamentos ao tratamento do câncer. Os resultados remetem para uma estrutura de securitização que pode atender aos fundos de pensão. Os autores concluem que esses investimentos podem proporcionar proteção para o risco de longevidade, além de promover saúde, o bem-estar e a melhoria da expectativa de vida.

Já sobre os estudos sobre investimentos em Títulos Públicos, destaca-se o estudo aplicado ao mercado australiano com a proposta de investimentos em ativos livres de risco, como forma de estabelecer uma estrutura mais estável de pagamentos de aposentadorias (Gay, 2008).

Com relação ao *hedge*, que focalizou investimentos em imóveis (Doling, & Ronald, 2012), destaca-se a Hipoteca Reversa, descrevendo o comportamento dos mercados do leste asiático, neste caso, Japão, Cingapura, Coreia do Sul e Taiwan. Trata-se de um conjunto de mecanismos ofertados pelo mercado privado e setor público, em que os imóveis dos idosos podem ser convertidos em pagamentos de rendas para os aposentados.

Agrupando as soluções ou temas apresentados nos trabalhos analisados, pudemos identificar que são a maioria e representam cerca de 40% dos estudos analisados.

Mas as mesmas expressões destacadas para o mercado de ativos também podem contemplar outras soluções de proteção alcançadas pelo mercado de derivativos financeiros. Esse mercado abrange as operações de *swap*, *options*, *future* (troca, opções e futuros). O mercado de derivativos teve origem no mundo do mercado de capitais a partir da necessidade de proteção para riscos não desejados. Dessa forma, também seria esperado que tais soluções aparecessem nos estudos selecionados. Ao analisar os resumos dos trabalhos, pudemos identificar que tais alternativas foram exploradas em 10% dos trabalhos.

Sobre as alternativas de *hedge* que utilizaram derivativos, alguns estudos concentraram suas operações em *swaps*, por exemplo, com aplicação de *swaps* de anuidade e das opções de cupom de reinvestimento variável da vida útil (Bowden, 2009).

Já as estratégias focalizadas em títulos privados (Denuit, Devolder, & Goderniaux, 2007) sugerem que a oferta de bônus de longevidade pode ser precificada a partir de índices de mortalidade divulgados de forma pública e ofertados diretamente pelas seguradoras.

As demais soluções de estratégias de *hedge* (proteção) representam cerca de 6%. Tais soluções envolvem aumento das contribuições, bônus de sobrevivência, aumento do prazo para aposentadoria e, simplesmente, deixar o risco com o participante dos fundos de pensão. O tema aumento do prazo de aposentadoria, o qual também vem sendo utilizado pela previdência social como forma de se tentar equilibrar o déficit fiscal em todo o mundo, foi abordado a partir da análise do “tempo ótimo para a anuitização”, ocasião em que o aposentável deve escolher o momento certo de sua aposentadoria (Di Giacinto, & Vigna, 2012). O aumento da contribuição é o assunto explorado no trabalho de Calciano e Tirelli (2008), realizado na Holanda, e com base em duas análises situadas no aumento da contribuição ou na redução da indexação do pagamento das contribuições a índices de inflação e aumento de produtividade.

Por fim, merecem destaque também dois trabalhos que tratam da estratégia de transferência do risco para o participante. Esse assunto é abordado no artigo de Boyer, Mejza e Stentoft (2014), em que a forma como as empresas, no mercado americano, vem se “livrando” dos planos de benefício definido, e transferindo o risco da aposentadoria para os participantes, é estudada. Outra análise foi desenvolvida por Milevsky e Song (2010), a qual traz uma reflexão sobre a forma como algumas empresas parecem tratar a eliminação do risco de longevidade, fazendo com que seus trabalhadores trabalhem até a exaustão nos últimos anos laborais, de forma a terem baixa expectativa de vida após a aposentadoria.

Para os trabalhos de autores que não especificaram quais ativos eram utilizados em suas estratégias de *hedge*, mas apenas se limitaram a citar questões relacionadas às taxas de juros, foram consideradas como estratégias de alocações todas as alternativas tradicionais e comumente utilizadas pelos fundos de pensão, como por exemplo, as aplicações em Títulos Públicos, Mercado de Capitais (ações e *equity*) e imóveis. Na figura 3 estão representadas as prevalências das estratégias de *hedge* utilizadas pelos estudos.

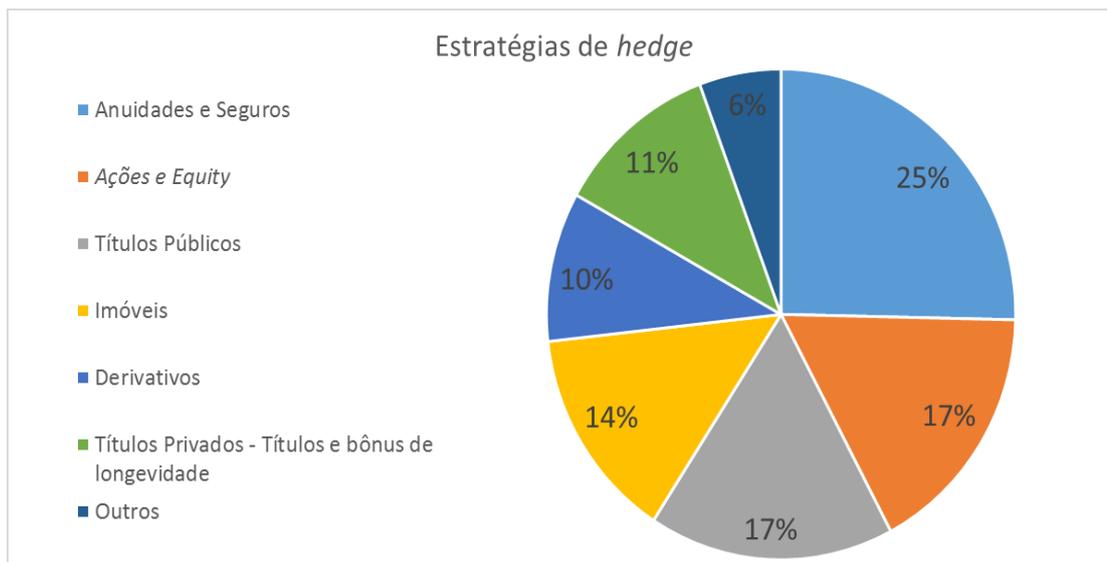


Figura 3 – Estratégias de *hedge* utilizadas pelos estudos sobre Fundos de Pensão e Risco de Longevidade publicados dentre 2007 e 2017

Em continuidade à análise da Figura 2, na mesma célula em que aparece a palavra “*longevity*” se apresentam as palavras “*bond*” e “*price*”, completando a célula amarela. Identificamos artigos que tratam da utilização de títulos de longevidade (*longevity bonds*) como estratégia de proteção do risco, para os quais podemos citar Liu, e Sherris (2017), cujos autores comprovam a eficiência dos títulos de longevidade na imunização de superávits em horizontes curtos ou longos. Tais trabalhos já foram contemplados na análise dos mecanismos de proteção, com destaque para as estratégias envolvendo a alocação de ativos. Quanto à expressão *price*, a mesma denota o processo de modelagem e precificação para fins de formação do preço de venda da proteção, a qual já se encontra também contemplada no artigo citado.

Também de forma complementar, a célula em azul contendo as palavras *interest rate*, taxa de juros, resume e auxilia na conclusão do fechamento do bloco de ações envolvidas no processo de proteção dos fundos de pensão. A maioria dos fundos de pensão buscam, como instrumento de enquadramento da meta atuarial, investimentos que possam atender às suas necessidades em ativos com taxas de juros adequadas. Todos os mecanismos de proteção anteriormente detalhados envolvem, direta ou indiretamente, o equacionamento do problema com a utilização de taxas de juros em suas estratégias.

Destaca-se o artigo de que explicita a dificuldade dos administradores de fundos de pensão em implementar a correspondência entre ativos e passivos, tendo em vista a quantidade insuficiente de ativos adequados. Argumenta-se que o déficit nos instrumentos de *hedge* se estende além da cauda “tóxica” do risco de longevidade. Finaliza-se, chamando a atenção para o fato de que o risco de taxa de juros, ou seja, a possibilidade de não conseguir rentabilidade suficiente para arcar com os compromissos, pode não ser tão simples quanto se pode pensar. Esse fechamento corrobora o propósito investigativo do presente artigo.

Modelagem e Mensuração do Risco

Apesar de não ser objeto de estudo deste artigo, a modelagem e a criação de indicadores de mensuração do risco de longevidade torna-se fundamental. O gerenciamento inadequado desse risco pode trazer danos e consequências desastrosas para a vida das pessoas.

Na célula roxa, foram identificadas as palavras *mortality*, *model* e *stochastic*. Trata-se também da continuidade da abordagem de modelagem do risco de longevidade que aparece associada também à modelagem do risco de mortalidade. Essa situação parece decorrer do fato de que os principais agentes do mercado de risco são as seguradoras. Ao mesmo tempo em que precisam quantificar o risco de mortalidade precoce de seus clientes (probabilidade de que o cliente morra antes de acumular os prêmios de risco suficientes para a sustentabilidade do pagamento do seguro), também precisam quantificar o risco de longevidade, uma vez que as seguradoras atuam na venda de produtos de seguridade para a cobertura dos riscos de mortalidade tardia de seus clientes (probabilidade de que o cliente morra depois de esgotadas as reservas de cobertura do risco).

A esse respeito, pode-se ser citado o artigo de Blake, Dowd e Cairns (2008) que identifica em gráficos de sobreviventes a ilustração de funções prospectivas de densidade das futuras taxas de sobrevivência masculina, baseados na versão do modelo Cairns-Black-Dowd, de mortalidade masculina. No estudo é indicado que a incerteza de sobrevivência é maior para homens com pouco mais de 90 anos, confirmando a existência de uma “cauda tóxica”, em referência à cauda da distribuição de frequência estatística.

Fundos e Planos & Estado/Mercado

A análise da penúltima célula, na cor verde também vai ao encontro das análises já efetuadas nas Figuras 1 e 2. Palavras como *pension, plan, fund, define, benefit, system e retirement*, (fundos de pensão, planos de benefícios definidos, sistema e aposentadoria), são expressões que se associam ao agrupamento de estudos sociais e de mercado e são os principais impactados e interessados no gerenciamento do risco de longevidade.

No artigo de Smith e MacLaren (2011), os autores reúnem a literatura existente sobre as razões para o declínio nos planos de pensão. Muitas empresas não querem conviver com o risco e a incerteza de terem que fazer aportes de recursos no futuro em função de alterações não previstas.

Publicações por Revista e por Autor/coautor

Em complemento às análises do *software* IRaMuTeQ, foi elaborada uma tabela com a distribuição de frequência das publicações por revistas, conforme o Gráfico 3, onde pode ser verificado que 50% das publicações sobre o assunto pesquisado estão concentradas em duas revistas, sendo 30% na revista *Insurance Mathematics and Economics* e 20% na *Journal of Risk and Insurance*.

Quanto à autoria/coautoria dos trabalhos, foi possível identificar 265 pessoas. No Gráfico 4, são apresentados os resultados daqueles que publicaram três ou mais estudos. Michael Sherris e David Blake têm seus nomes na maioria das publicações sobre o assunto no mundo.

Gráfico 3 – Prevalência das publicações segundo as revistas dos estudos publicados sobre Fundos de Pensão e Risco de Longevidade no período de 2007 a 2017

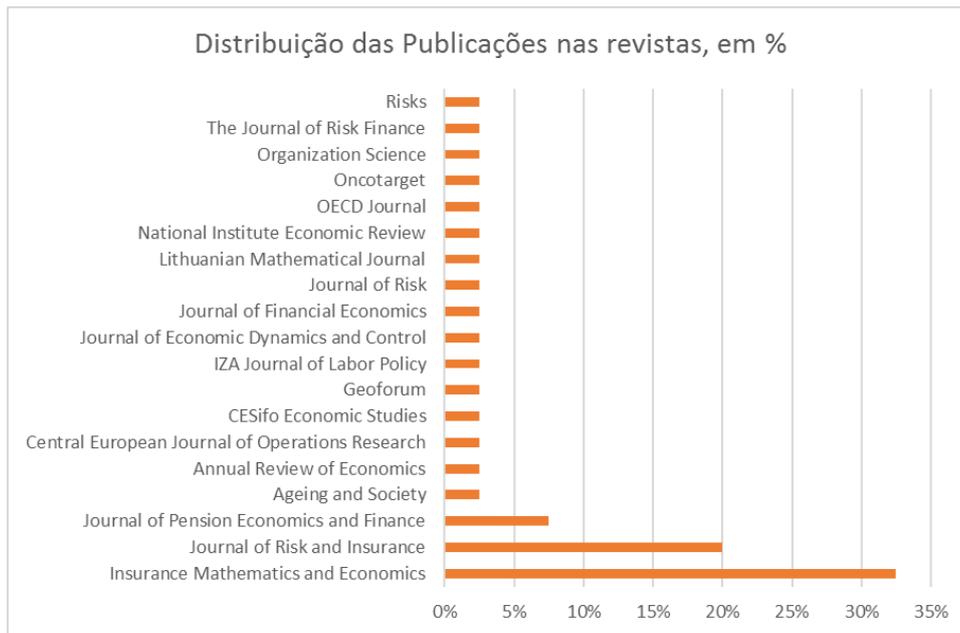


Gráfico 4 – Prevalência dos autores/coautores dos estudos publicados sobre Fundos de Pensão e Risco de Longevidade no período de 2007 a 2017



Conclusão

Como principais mobilizadores de capital e poupança do mundo, com mais de 1/3 de todas as reservas, os fundos de pensão não poderiam estar às margens dessa discussão, pois, além da questão do capital, representam parcela importante da quantidade de vidas seguradas ao redor do mundo.

Nesse sentido, buscou-se verificar, ainda do ponto de vista dos riscos, quais são os principais instrumentos disponíveis para o *hedge* do risco longevidade nesses sistemas.

Foram apresentados os resultados dos estudos relacionados à forma como os fundos de pensão vêm se relacionando com a questão do risco de longevidade. A maioria dos estudos indicou que aproximadamente 25% destes fundos buscam equacionar os problemas com o mercado de seguros e anuidades. O mercado de capitais foi citado em 17% dos trabalhos, sendo alternativas em ações ou *private equity*. Outros 17% citaram os investimentos em títulos públicos e 14%, no mercado imobiliário. Essas soluções representam mais que 1/3 de todas as apresentadas. Na sequência foram apresentadas soluções inovadoras no mercado de derivativos financeiros, com 10% dos trabalhos, e também soluções com emissão de títulos e bônus privados, com 11%. Outras alternativas de *hedge* somaram 6%.

Do ponto de vista econômico, ratificou-se a expectativa de que a expressão “risco de longevidade” estaria associada ao descasamento entre o prazo previsto para o final da vida de um indivíduo ou grupo de indivíduos e o efetivamente observado, com impacto estritamente econômico e atuarial, ressaltando o perigo da ausência de recursos para complementar o pagamento dos benefícios ou pensões na fase final da aposentadoria.

Esse risco também foi abordado por Silva (2010), evidenciando o impacto que o risco de longevidade pode trazer para os Fundos de Pensão: “Assim, os resultados anteriores mostram que não considerar a tendência de aumento da expectativa de vida na constituição das provisões técnicas pode expor as entidades de previdência a riscos pouco suportáveis em longo prazo”.

No Brasil, foi publicada, em 30 de março de 2015, a Resolução CNPC n.º 17 que dispõe sobre a contratação de seguro para planos de benefícios operados pelas entidades fechadas de previdência complementar.

Trata-se do primeiro passo para que se ofereça no Brasil a possibilidade de atuação do segmento de seguradoras para a cobertura dos riscos de invalidez, morte, sobrevivência do assistido e desvios das hipóteses biométricas.

Em complemento, em 03 de maio de 2017, entrou em vigor a Resolução n.º 345 do Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP), a qual dispõe sobre as coberturas passíveis de serem oferecidas por sociedades seguradoras às entidades fechadas de previdência complementar (EFPC). Para esse estudo, consideramos as EFPC como sendo os próprios fundos de pensão (*pension funds*). Ambas as resoluções abrem perspectivas para o amadurecimento do mercado de cobertura para o risco de longevidade no cenário doméstico, corroborando a utilização do principal mecanismo de proteção apontado nos estudos.

Por outro lado, as pesquisas com relação a novas alternativas para a mitigação do risco de longevidade merecem aprofundamento, vez que estratégias de *hedge* “não orgânicas”, baseadas na utilização de instrumentos de seguros e derivativos, também trazem consigo o aumento dos custos para os fundos de pensão e, conseqüentemente, para os participantes, assistidos e pensionistas.

Do ponto de vista gerontológico, poderia a ausência de produtos, serviços, e até mesmo empregos adequados para os idosos no futuro, também se apropriar da expressão “risco de longevidade”? Se, por um lado, a ausência de recursos financeiros é um risco para a população idosa, por outro, também é um risco ter recursos financeiros e não ter serviços, produtos e empregos adequados para o envelhecimento.

Podem os investimentos em ativos correlacionados com o processo de saúde, bem-estar e envelhecimento ser uma alternativa de *hedge* “orgânico” para o risco de longevidade? Conforme extraído do artigo de Yang, Debonneuil, Zhavoronkov e Mishra (2016),

Os megafundos de pesquisa com protocolos de validação *in vitro* e laboratoriais abrangentes e a capacidade de emitir dívida e patrimônio, bem como produtos financeiros híbridos, podem permitir que investidores conservadores, incluindo fundos de pensão e fundos governamentais soberanos, lucrem com oportunidades únicas de securitização. Assim, ao mesmo tempo em que protegem o risco de longevidade do investidor, esses megafundos bem validados contribuirão para a saúde, o bem-estar e a longevidade da população global.

Conforme ressalta (Félix, 2019), no caminho para a economia da longevidade, encontra-se em expansão uma nova visão no mundo desenvolvido, de onde se extrai:

Ela valoriza menos o caráter de despesa da dinâmica demográfica e acentua mais uma estratégia de superar desafios pelo lado da receita, isto é, da geração de riqueza suscitada pelo novo perfil da população. Alguns países perceberam que confinar o tema do envelhecimento apenas na coluna dos custos só desconstruirá os alicerces sociais, sem substituí-los por uma conformação promissora, principalmente em termos de distribuição de renda (pp. 12-13).

Esse movimento também vem ganhando força no campo dos bilionários da tecnologia mundial. Empresas como a *Google* e a *Amazon* já vêm investindo em pesquisas no campo do prolongamento da expectativa de vida. A capacidade absorptiva dessas novas tecnologias pode reaquecer a economia e gerar uma nova onda de investimentos e negócios. Conforme o artigo de Goldman, *et al.* (2013), um prolongamento da expectativa de vida em 2,2 anos, com indivíduos saudáveis, pode ter um impacto de U\$ 7,1 trilhões em 50 anos. Tais resultados podem ser um indicativo de que os investimentos em “negócios da longevidade” têm potencial para ser uma boa alternativa de *hedge*, podendo mitigar também no futuro a abordagem gerontológica proposta para o risco de longevidade. Sugere-se maior aprofundamento e estudos sobre essa alternativa, bem como da pesquisa sobre a capacidade absorptiva dos países em se apropriarem das inovações tecnológicas relacionadas ao aumento da longevidade.

Referências

- Blake, D., Dowd, K., & Cairns, A. J. G. (2008). Longevity risk and the Grim Reaper's toxic tail. The survivor fan charts. *Insurance Mathematics and Economics*, 42(3), 1062-1066. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2008.01.003>.
- Bowden, R. J. (2009). Lifecycle derivatives and retirement income assurance using long-term debt. *Journal of Pension Economics and Finance*, 8(3), 361-390. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://ideas.repec.org/a/cup/jpenef/v8y2009i03p361-390_00.html.

- Boyer, M. M., Mejza, J., & Stentoft, L. J. R. M. (2014). Measuring longevity risk: An application to the Royal Canadian mounted police pension plan. *Risk Management and Insurance Review*, 17(1), 37-59. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2404161.
- Calciano, F. L., & Tirelli, M. J. E. V. (2008). Public versus private old-age pensions in Europe. *United Nations*, 7(2), 277-286. (DESA Working Paper Series - Discussion Paper n.º 1).
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013). *Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição – LACCOS* Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>.
- Denuit, M., Devolder, P., & Goderniaux, A. C. (2007). Insurance. Securitization of Longevity Risk: Pricing Survivor Bonds with Wang Transform in the Lee-Carter Framework. *Journal of Risk and Insurance*, 74(1), 87-113. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/4138426?seq=1>.
- Di Giacinto, M., & Vigna, E. J. (2012). On the sub-optimality cost of immediate annuitization in DC pension funds. *EconPapers Economics*, 20(3), 497-527. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/sprcejnor/v_3a20_3ay_3a2012_3ai_3a3_3ap_3a497-527.htm.
- Doling, J., & Ronald, R. J. A. (2012). Meeting the income needs of older people in East Asia: Using housing equity, *Ageing and Society*, 32(3), 471-490. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://dare.uva.nl/search?identifier=457c1a46-3605-4c5a-a37e-941e441d73f2>.
- Félix, J. (2019). Economia da Longevidade: Um caminho para o desenvolvimento econômico. *Mais 60 - Estudos sobre Envelhecimento SESC SP*, 29(73), 8-31. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.sescsp.org.br/files/edicao_revista/73b0b4fc/14b7/44e0/afef/1c4f91bdad12.pdf.
- Fong, J. H. Y., Mitchell, O. S., & Koh, B. S. K. (2011). Longevity risk management in Singapore's national pension system. *Journal of Risk and Insurance*, 78(4), 961-982. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2010.01401.x>.
- Gay, R. (2008). Mean-variance optimality of a retirement lump sum conversion strategy: implementation in Australia, *10(4)*, 113-134. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://research.monash.edu/en/publications/mean-variance-optimality-of-a-retirement-lump-sum-conversion-stra>.
- Gerber, D. S., & Weber, R. (2007). Finance. Demography and investment behavior of pension funds: evidence for Switzerland. *Journal of Pension Economics and Finance*, 6(3), 313-337. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://ideas.repec.org/a/cup/jpenef/v6y2007i03p313-337_00.html.
- Goldman, D. P., Cutler, D., Rowe, J. W., Michaud, P. C., Sullivan, J., Peneva, D., & Olshansky, S. J. (2013). Substantial Health and Economic Returns from Delayed Aging May Warrant a New Focus for Medical Research. *Health Affairs*, 32(10), 1698-1705. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1377/hlthaff.2013.0052.

Gomes, F. C. (1987). Determinação da razão de hedge: um estudo sobre as teorias de *hedging*, 27(4). Recuperado em 01 abril, 2019, de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901987000400006>.

Lin, T., & Tsai, C.C.-L. (2013). Economics. On the mortality/longevity risk hedging with mortality immunization. *EconPapers*, 53(3), 580-596. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a53_3ay_3a2013_3ai_3a3_3ap_3a580-596.htm.

Lindbergh, J., Nahum, R.-A., & Sandgren, S. (2008). Population ageing: opportunities and challenges for retail banking. *International Journal of Bank Marketing*, 26(1), 6-24. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02652320810847084/full/html?skipTracking=true>.

Liu, C., & Sherris, M. (2017). Immunization and Hedging of Post Retirement Income Annuity Products. *Journal of Risk and Insurance*, 5(19), 01-29. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.3390/risks5010019.

Milevsky, M. A., & Song, K. J. (2010). Do markets like frozen defined benefit pensions? An event study. *Journal of Risk and Insurance*, 77(4), 893-909. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2010.01363.x>.

Murovec, N., & Prodan, I. (2009). Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model. *Technovation*, 29(12), 859-872. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.technovation.2009.05.010.

OECD. (2017). Pensions at a Glance 2017. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1787/19991363>.

Schich, S. (2009). Challenges for financial intermediaries offering asset decumulation products (Part II Pensions, Ageing and Financial Markets). *OECD Journal: Financial Market Trends*, *OECD Publishing*, 2008(2), 1-31. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1787/fmt-v2008-art15-en.

Silva, F. L. (2010). *Impacto do risco de longevidade em planos de previdência complementar*. Tese de doutorado, USP. São Paulo, SP. Recuperado em 01 abril, 2019, de: 10.11606/T.12.2010.tde-29112010-182036.

Smith, J. A., & MacLaren, J. A. (2011). Some thoughts on the decline of pension schemes. *Management Research Review*, 34(12), 1296-1308. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1108/01409171111186414.

The Free Dictionary by Farlex - *Financial Dictionary*. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://financial-dictionary.thefreedictionary.com/>.

Urwin, R., Hodgson, T., Collie, B., Yin, L., & Hall, M. (2019). *The asset owner of tomorrow*. Thinking Ahead Institute.

Vanham, P. (2017). *Global Pension Timebomb: Funding Gap Set to Dwarf World GDP*. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.weforum.org/press/2017/05/global-pension-timebomb-funding-gap-set-to-dwarf-world-gdp/>.

Yang, X., Debonneuil, E., Zhavoronkov, A., & Mishra, B. J. O. (2016). Cancer megafunds with in silico and in vitro validation: accelerating cancer drug discovery via financial engineering without financial crisis, *6-7(36)*, 57671-57678. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.18632/oncotarget.9808.

Yasobant, S. (2018). *Comprehensive public health action for our aging world: the quintessence of public health policy*. SAGE Publications Sage UK: London, England. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0300060517718452>.

Apêndice

Bibliografia utilizada para a presente Revisão Sistemática de Literatura

Ahcan, A., Medved, D., Olivieri, A., & Pitacco, E. (2014). Forecasting mortality for small populations by mixing mortality data. *Insurance: Mathematics and Economics*, *4(C)*, 12-27. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2013.10.013.

Alai, D. H., & Sherris, M. (2014). Rethinking age-period-cohort mortality trend models. *Scandinavian Actuarial Journal*, *2014*(Issue 3), 208-227. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1080/03461238.2012.676563.

Ammann, M., & Ehmann, C. (2017). Is Governance Related to Investment Performance and Asset Allocation? Empirical Evidence from Swiss Pension Funds. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, *153(3)*, 293-339. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1007/BF03399510

Ammann, M., & Zingg, A. (2010). Performance and governance of Swiss pension funds. *Journal of Pension Economics and Finance*, *9(1)*, 95-128. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/cupjpenef/v_3a9_3ay_3a2010_3ai_3a01_3ap_3a95-128_5f00.htm.

Asher, M. G., & Bali, A. S. (2014). Financing social protection in developing Asia: Issues and options. *Journal of Southeast Asian Economies*, *31(1)*, 68-86. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/43264700>.

Barbarin, J. (2008). Heath-Jarrow-Morton modelling of longevity bonds and the risk minimization of life insurance portfolios. *Insurance: Mathematics and Economics*, *43(1)*, 41-55. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a43_3ay_3a2008_3ai_3a1_3ap_3a41-55.htm.

Barrieu, P., & Loubergé, H. (2013). Reinsurance and securitisation of life insurance risk: The impact of regulatory constraints. *Insurance: Mathematics and Economics*, *52(2)*, 135-144. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2012.11.008.

Bauer, D., Börger, M., & Ruß, J. (2010). On the pricing of longevity-linked securities. *Insurance: Mathematics and Economics*, *46(1)*, 139-149. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a46_3ay_3a2010_3ai_3a1_3ap_3a139-149.htm.

- Bensusan, H., El Karoui, N., Loisel, S., & Salhi, Y. (2012). Partial Splitting of Longevity and Financial Risks: The Longevity Nominal Choosing Swaptions. *Insurance Mathematics and Economics*, 68, 1-26. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2016.02.001.
- Bhuyan, V. B. (2009). *Life Markets: Trading mortality and longevity risk with life settlements and linked securities*. (ISBN: 978-0-470-50814-5. 262 p.). John Wiley & Sons. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.wiley.com/en-us/Life+Markets%3A+Trading+Mortality+and+Longevity+Risk+with+Life+Settlement+s+and+Linked+Securities-p-9780470508145>.
- Biffis, E., Blake, D., Pitotti, L., & Sun, A. (2016). The cost of counterparty risk and collateralization in longevity swaps. *Journal of Risk and Insurance*, 83(2), 387-419. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/jori.12055>.
- Biffis, E., & Blake, D. (2010). Securitizing and tranching longevity exposures. *Insurance: Mathematics and Economics*, 46(1), 186-197. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/eee/insuma/v46y2010i1p186-197.html>.
- Biffis, E., & Blake, D. (2013). Informed intermediation of longevity exposures. *Journal of Risk and Insurance*, 80(3), 559-584. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2013.01524.x>.
- Blake, D., Dowd, K., & Cairns, A. J. G. (2008). Longevity risk and the Grim Reaper's toxic tail: The survivor fan charts. *Insurance: Mathematics and Economics*, 42(3), 1062-1066. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2008.01.003>.
- Blake, D. P., De Waegenaere, A., MacMinn, R. D., & Nijman, T. (2009). Longevity risk and capital markets: The 2008-2009 update. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ssrn.com/abstract=1362485> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1362485>.
- Boes, M.-J., & Siegmann, A. (2018). Intergenerational risk sharing under loss averse preferences. *Journal of Banking and Finance*, 92, 269-279. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.08.001>.
- Boonen, T. J., De Waegenaere, A., & Norde, H. (2017). Redistribution of longevity risk: The effect of heterogeneous mortality beliefs. *Insurance: Mathematics and Economics*, 72(C), 175-188. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2016.11.004.
- Bottazzi, R., Jappelli, T., & Padula, M. (2011). The portfolio effect of pension reforms: evidence from Italy. *Journal of Pension Economics and Finance*, 10(issue 1), 75-97. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/cupjpenef/v_3a10_3ay_3a2011_3ai_3a01_3ap_3a75-97_5f00.htm.
- Boubaker, S., Gounopoulos, D., Nguyen, D. K., & Paltalidis, N. (2017). Assessing the effects of unconventional monetary policy and low interest rates on pension fund risk incentives. *Journal of Banking and Finance*, 77, 35-52. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.12.007>.
- Bovenberg, L., & Mehlkopf, R. (2014). Optimal design of funded pension schemes. *Annual Review of Economics*, 6(1), 445-474. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080213-040918>.

- Bowden, R. (2009). Lifecycle derivatives and retirement income assurance using long-term debt. *Journal of Pension Economics & Finance*, 8(3), 361-390. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: <https://doi.org/10.1017/S1474747207003332>.
- Boyer, M. M., Mejza, J., & Stentoft, L. (2014). Measuring longevity risk: An application to the Royal Canadian mounted police pension plan. *Risk Management and Insurance Review*, 17(1), 37-59. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://research.cbs.dk/en/publications/measuring-longevity-risk-an-application-to-the-royal-canadian-mou>.
- Bravo, J. M., de Freitas, & N. E. M. (2018). Valuation of longevity-linked life annuities. *Insurance: Mathematics and Economics*, 78(C), 212-229. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2017.09.009.
- Broeders, D., & Chen, A. (2013). Pension benefit security: A comparison of solvency requirements, a pension guarantee fund, and sponsor support. *Journal of Risk and Insurance*, 80(2), 239-272. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2268306.
- Broeders, D. (2010). Valuation of contingent pension liabilities and guarantees under sponsor default risk. *Journal of Risk and Insurance*, 77(4), 911-934. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1709702.
- Brown, J. R. (2009). Financial education and annuities. *OECD Journal: General Papers*, 2008(issue 3), 173-215. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://econpapers.repec.org/article/oecpackab/5ksnmd717s6k.htm>.
- Buccioli, A., & Beetsma, R. M. W. J. (2010). Inter-and intra-generational consequences of pension buffer policy under demographic, financial, and economic shocks. *CESifo Economic Studies*, 56(3), 366-403. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/oup/cesifo/v56y2010i3p366-403.html>.
- Butt, A., & Deng, Z. (2012). Investment strategies in retirement: in the presence of a means-tested government pension. *Journal of Pension Economics and Finance*, 11(2), 151-181. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://researchers.mq.edu.au/en/publications/investment-strategies-in-retirement-in-the-presence-of-a-means-te>.
- Calciano, F. L., & Tirelli, M. (2008). Public versus private old-age pensions in Europe. *European View*, 7(2), 277-286. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI 10.1007/s12290-008-0064-4.
- Camillo, S. M., Robertson, R. A., Ziga, K., Paulson, E. K. J., & Patel, A. (2009). Joint DOL and SEC hearing on target-date funds. *Journal of Investment Compliance*, 10(4), 34-38. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1108/15285810911007390.
- Chávez-Bedoya, L. (2016). Determining equivalent charges on flow and balance in individual account pension systems. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 21(40), 2-7. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/179770/1/jefas_v21_i40_p002-007.pdf.

Chen, H., & Cummins, J. D. (2010). Economics. Longevity bond premiums: The extreme value approach and risk cubic pricing. *Insurance: Mathematics and Economics*, 46(1), 150-161. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2009.09.007>.

Clark, R. L., Morrill, M. S., & Vanderweide, D. (2014). Defined benefit pension plan distribution decisions by public sector employees. *Journal of Public Economics*, 116, 73-88. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.jpubeco.2013.05.005.

Clark, R. L., & Sabelhaus, J. (2009). How will the stock market crash affect the choice of pension plans? *National Tax Journal*, 62(3), 477-496. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/ntj/journal/v62y2009i3p477-96.html>.

Cobb, J. A. (2015). Risky business: The decline of defined benefit pensions and firms' shifting of risk. *Organization Science, Informs*, 26(5), 1332-1350. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1287/orsc.2015.1001.

Cocco, J. F., & Gomes, F. J. (2012). Longevity risk, retirement savings, and financial innovation. *Journal of Financial Economics*, 103(3), 507-529. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeejfinec/v_3a103_3ay_3a2012_3ai_3a3_3ap_3a507-529.htm.

Cocco, J. F. (2014). Corporate pension plans. *Annual Review of Financial Economics, Annual Reviews*, 6(1), 163-184. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/anr/refeco/v6y2014p163-184.html>.

Consigli, G., Iaquinta, G., Moriggia, V., Di Tria, M., & Musitelli, D. (2012). Retirement planning in individual asset-liability management. *IMA Journal of Management Mathematics*, 23(4), 365-396. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1093/imaman/dps019.

Cox, S. H., Lin, Y., & Pedersen, H. (2010). Mortality risk modeling: Applications to insurance securitization. *Insurance Mathematics and Economics*, 46(1), 242-253. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2009.09.012.

Cox, S. H., Lin, Y., & Shi, T. (2018). Pension risk management with funding and buyout options. *Insurance Mathematics and Economics*, 78, 183-200. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2017.09.021.

Cox, S. H., Lin, Y., Tian, R., & Yu, J. (2013). Insurance. Managing capital market and longevity risks in a defined benefit pension plan. *Journal of Risk and Insurance*, 80(3), 585-620. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2012.01508.x>.

Cui, J., De Jong, F., & Ponds, E. (2009). Intergenerational risk sharing within funded pension schemes. *Journal of Pension Economics and Finance*, 10(1), 1-29. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.2139/ssrn.989127.

D'Amato, V., Haberman, S., Piscopo, G., & Russolillo, M. (2012). Modelling dependent data for longevity projections. *Insurance: Mathematics and Economics*, 51(3), 694-701. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.academia.edu/32241416/Modelling_dependent_data_for_longevity_projections.

Dawson, P., Dowd, K., Cairns, A. J., & Blake, D. (2010). Insurance. Survivor derivatives: A consistent pricing framework. *Journal of Risk and Insurance*, 77(3), 579-596. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1111/j.1539-6975.2010.01356.x.

- Dawson, P., Lin, H., & Liu, Y. (2013). Longevity risk and survivor derivative pricing. *Journal of Risk Finance, Emerald Group Publishing*, 14(2), 140-158. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/eme/jrfpps/v14y2013i2p140-158.html>.
- Debonneuil, E., Loisel, S., & Planchet, F. (2018). Do actuaries believe in longevity deceleration? *Insurance: Mathematics and Economics, Elsevier*, 78(C), 325-338. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2017.09.008.
- Denuit, M., Devolder, P., & Goderniaux, A. C. (2007). Securitization of Longevity Risk: Pricing Survivor Bonds with Wang Transform in the Lee-Carter Framework. *The Journal of Risk and Insurance*, 74(1), 87-113. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/4138426>.
- Denuit, M. (2009). Probability CiA. Life annuities with stochastic survival probabilities: A review. *II(3)*, 463. Recuperado em 01 abril, 2019, de: [http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/769998e0a65ea348c1257052003b94f/334b8aabd3ee7945c12573dd005f059d/\\$FILE/44055980.pdf/Michel%20DENUIT.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/769998e0a65ea348c1257052003b94f/334b8aabd3ee7945c12573dd005f059d/$FILE/44055980.pdf/Michel%20DENUIT.pdf).
- Denuit, M. (2009). An index for longevity risk transfer. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 230(2), 411-417. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.cam.2008.12.012>.
- Di Giacinto, M., & Vigna, E. (2012). On the sub-optimality cost of immediate annuitization in DC pension funds. *Central European Journal of Operations Research*, 20(3), 497-527. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10100-011-0221-8>.
- Doling, J., & Omar, R. (2012). Home ownership and pensions in East Asia: The case of Malaysia. *Journal of Population Ageing*, 5(1), 67-85. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12062-012-9056-x>.
- Doling, J., & Ronald, R. (2012). Meeting the income needs of older people in East Asia: using housing equity, 32(Issue 3), 471-490. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: <https://doi.org/10.1017/S0144686X11000298>.
- Dong, Y., Yuen, K. C., & Wu, C. (2014). Regime-switching shot-noise processes and longevity bond pricing. *Lithuanian Mathematical Journal*, 54(4), 383-402. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10986-014-9251-y>.
- Ebrahim, M. S., Mathur, I., & Gwilym, R. (2014). Integrating corporate ownership and pension fund structures: A general equilibrium approach. *Journal of Banking & Finance*, 49(C), 553-569. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eejbfina/v_3a49_3ay_3a2014_3ai_3ac_3ap_3a553-569.htm.
- Emms, P., & Haberman, S. (2008). Income Drawdown Schemes for a Defined-Contribution Pension Plan. *Journal of Risk & Insurance*, 75(3), 739-761. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1202450.
- Faubus, B. G. (2010). Narrowing the bankruptcy safe harbor for derivatives to combat systemic risk. *Duke Law Journal*, 59, 801-842. Recuperado em 01 abril, 2019, de: [file:///C:/Users/Dados/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/SSRN-id1620949%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dados/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/SSRN-id1620949%20(1).pdf).
- Fehr, H., & Kindermann, F. (2010). Pension funding and individual accounts in economies with life-cyclers and myopes. *CESifo Economic Studies*, 56(3), 404-443. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1093/cesifo/ifq005>.

- Fong, J. H., Mitchell, O. S., & Koh, B. S. (2011). Longevity risk management in Singapore's national pension system. *Journal of Risk and Insurance*, 78(4), 961-982. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://repository.upenn.edu/bepp_papers/92/.
- Fong, J. H., Piggott, J., & Sherris, M. (2015). Longevity selection and liabilities in public sector pension funds. *Journal of Risk and Insurance*, 82(1), 33-64. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/24548115?seq=1>.
- Forman, J. B., & Mackenzie, G. D. (2012). Optimal rules for defined contribution plans: What can we learn from the US and Australian pension systems. *Tax Lawyer*, 66(3), 613-651. Recuperado em 01 abril, 2019, de: [http://jay.law.ou.edu/faculty/jforman/Articles/2013 FormanMackenzieTaxLawyer.pdf](http://jay.law.ou.edu/faculty/jforman/Articles/2013%20FormanMackenzieTaxLawyer.pdf).
- Forman, J. B., & Sabin, M. (2014). Tontine pensions. *University of Pennsylvania Law Review*, 163, 755-831. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9471&context=penn_law_review.
- Frank, H., Gianakis, G., & Neshkova, M. I. (2012). Critical questions for the transition to defined contribution pension systems in the public sector. *The American Review of Public Administration*, 42(4), 375-399. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0275074011406712>.
- Fung, M. C., Ignatieva, K., & Sherris, M. (2014). Systematic mortality risk: An analysis of guaranteed lifetime with drawal benefits in variable annuities. *Insurance: Mathematics and Economics*, 58(C), 103-115. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2014.06.010.
- Gabay, D., & Grasselli, M. (2012). Fair demographic risk sharing in defined contribution pension systems. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 36(4), 657-669. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.academia.edu/1374915/Fair_Demographic_Risk_Sharing_in_Defined_Contribution_Pension_Systems.
- Gaille, S. (2012). Forecasting mortality: when academia meets practice. *European Actuarial Journal*, 2(1), 49-76. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2572187.
- Gatzert, N., & Wesker, H. (2014). Mortality risk and its effect on shortfall and risk management in life insurance. *The Journal of Risk and Insurance*, 81(1), 57-90. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/24546821?seq=1>.
- Gatzert, N., & Wesker, H. (2012). The impact of natural hedging on a life insurer's risk situation. *Journal of Risk Finance*, 13(5), 396-423. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/15265941211273731/full/html>.
- Gay, R. (2008). Mean-variance optimality of a retirement lump sum conversion strategy: implementation in Australia. 10(4),113. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://research.monash.edu/en/publications/mean-variance-optimality-of-a-retirement-lump-sum-conversion-stra>.
- Gbari, S., & Denuit, M. (2014). Efficient approximations for numbers of survivors in the Lee-Carter model. *Insurance: Mathematics and Economics*, 59(C), 71-77. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2014.08.007

- Gerber, D. S., & Weber, R. (2007). Demography and investment behavior of pension funds: evidence for Switzerland. *Journal of Pension Economics and Finance*, 6(3), 313-337. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://ideas.repec.org/a/cup/jpenef/v6y2007i03p313-337_00.html.
- Ghasemi, M. (2013). Economic analysis of pension fund's laws for female heirs: case of Iran's civil servants pension fund (CSPF). *European Journal of Law and Economics*, 36(2), 407-421. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1007/s10657-011-9251-x.
- Giacometti, R., Bertocchi, M., Rachev, S. T., & Fabozzi, F. (2012). A comparison of the Lee-Carter model and AR-ARCH model for forecasting mortality rates. *Semantic scholar*, 50(1), 85-93. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/J.insmatheco.2011.10.002.
- Govorun, M., & Latouche, G. (2014). Modeling the effect of health: phase-type approach. *European Actuarial Journal*, 4(1), 197-218. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13385-014-0092-1>.
- Graham, C. (2014). The Calculation of age. *Sage Journals*, 35(11), 1627-1653. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1177/0170840614550730>.
- Guardiancich, I., & Natali, D. (2012). The cross-border portability of supplementary pensions: Lessons from the European Union. *Sage Journals*, 12(3), 300-315. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1177/1468018112455656>.
- Gupta, A., & Li, Z. (2013). Optimal annuity purchase decisions under uncertain lifetime. *Journal of Family and Economics Issues*, 34(4), 447-459. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1007/s10834-012-9340-1.
- Hao, X., Liang, C., & Wei, L. (2017). Evaluation of credit value adjustment in K-forward. *Insurance: Mathematics and Economics*, 76(C), 95-103. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2017.07.004.
- Hari, N., De Waegenare, A., Melenberg, B., & Nijman, T. E. (2008). Longevity risk in portfolios of pension annuities. *Insurance: Mathematics and Economics*, 42(2), 505-519. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.netspar.nl/assets/uploads/Longevity_risk_in_portfolios_of_pension_annuities.pdf.
- Hoevenaars, R. P., Molenaar, R. D., Schotman, P. C., & Steenkamp, T. B. (2008). Strategic asset allocation with liabilities: Beyond stocks and bonds. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(9), 2939-2970. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.477.1227&rep=rep1&type=pdf>.
- Horneff, V., Maurer, R., Mitchell, O. S., & Rogalla, R. (2015). Optimal life cycle portfolio choice with variable annuities offering liquidity and investment downside protection. *Insurance: Mathematics and Economics*, 63(C), 91-107. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2015.03.031.
- Hudson, R. (2008). Has regulation killed off the defined benefit scheme as a cost effective tool for human resource management? *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 16(3), 220-229. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1108/13581980810888831.

- Hudson, R. (2007). Mortality projections and unisex pricing of annuities in the UK. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 15(2), 166-179. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/eme/jfrcpp/v15y2007i2p166-179.html>.
- Jevtic, P., & Regis, L. (2015). Assessing the solvency of insurance portfolios via a continuous-time cohort model. *Insurance: Mathematics and Economics*, 61(C), 36-47. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2014.12.002.
- Johnson, L. J. G. (2013). Catastrophe bonds and financial risk: Securing capital and rule through contingency. *Geoforum*, 45, 30-40. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.academia.edu/1826567/Catastrophe_Bonds_and_Financial_Risk_Securing_Capital_and_Rule_through_Contingency.
- Karabey, U., Kleinow, T., & Cairns, A. (2014). Factor risk quantification in annuity models. *Journal Insurance: Mathematics and Economics*, 58, 34-45. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/factor-risk-quantification-in-annuity-models>.
- Kogure, A., & Kurachi, Y. (2010). A Bayesian approach to pricing longevity risk based on risk-neutral predictive distributions. *Insurance: Mathematics and Economics*, 46(1), 162-172. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a46_3ay_3a2010_3ai_3a1_3ap_3a162-172.htm.
- Kritzer, B. E., Kay, S. J., & Sinha, T. (2012). Next generation of individual account pension reforms in Latin America. *The Perspective of the World Review*, 4(2), 81-150. Recuperado em 01 abril, 2019, de: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6397/1/PWR_v4_n2_Next.pdf.
- Kwok, K. Y., Chiu, M. C., & Wong, H. (2016). Demand for longevity securities under relative performance concerns: Stochastic differential games with cointegration. *Insurance: Mathematics and Economics*, 71, 353-366. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668716302992>.
- Leng, X., & Peng, L. (2016). Inference pitfalls in Lee-Carter model for forecasting mortality. *Insurance: Mathematics and Economics*, 70(C), 58-65. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2016.05.016.
- Levantesi, S., & Menzietti, M. (2012). Managing longevity and disability risks in life annuities with long term care. *Insurance: Mathematics and Economics*, 50(3), 391-401. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a50_3ay_3a2012_3ai_3a3_3ap_3a391-401.htm.
- Li, J., & Szimayer, A. (2011). The uncertain mortality intensity framework: Pricing and hedging unit-linked life insurance contracts. *Insurance: Mathematics and Economics*, 49(3), 471-486. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668711000825>.
- Li, Y., Huang, Y., & Zhou, Y. (2014). Optimization of the actuarial model of defined contribution pension plan. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2014(Article ID 576213). Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1155/2014/576213>.
- Lin, T., & Tsai, C. C-L. (2013). On the mortality/longevity risk hedging with mortality immunization. *Insurance: Mathematics and Economics*, 53(3), 580-596. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2013.08.006.

- Lin, T., & Tzeng, L.Y. (2010). An additive stochastic model of mortality rates: An application to longevity risk in reserve evaluation. *Insurance: Mathematics and Economics*, 46(2), 423-435. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668709001711>.
- Lin, T., Wang, C.-W., & Tsai, C. C.-L. (2015). Age-specific copula-AR-GARCH mortality models. *Insurance: Mathematics and Economics*, 61(C), 110-124. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a61_3ay_3a2015_3ai_3ac_3ap_3a110-124.htm.
- Lin, Y., MacMinn, R. D., & Tian, R. (2015). De-risking defined benefit plans. *Insurance: Mathematics and Economics*, 63, 52-65. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://scholar.google.com/citations?user=UvruOHMAAAAJ&hl=id#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Did%26user%3DUvruOHMAAAAJ%26citation_for_view%3DUvruOHMAAAAJ%3AroLk4NBRz8UC%26tzm%3D180.
- Lindbergh, J., Nahum, R.-A., & Sandgren, S. (2008). Population ageing: opportunities and challenges for retail banking. *International Journal of Bank Marketing*, 26(1), 6-24. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02652320810847084/full/html?skipTracking=true>.
- Liu, C., & Sherris, M. J. R. (2017). Immunization and hedging of post retirement income annuity products. *Risks, MDPI*, 5(1), 1-29. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://ideas.repec.org/a/gam/jrisks/v5y2017i1p19-d93259.html>.
- Luciano, E., & Regis, L. (2014). Efficient versus inefficient hedging strategies in the presence of financial and longevity (value at) risk. *Insurance: Mathematics and Economics*, 55, 68-77. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668713002047>.
- Manchester, C. F. (2010). The effect of pension plan type on retirement age: Distinguishing plan incentives from career length preferences. *Southern Economic Journal*, 77(1), 104-125. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://experts.umn.edu/en/publications/the-effect-of-pension-plan-type-on-retirement-age-distinguishing->
- Manjoo, F. A. (2012). The UK legal reforms on pension and the opportunity for Islamic pension funds. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, 3(1), 39-56. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17590811211216050/full/html?skipTracking=true>.
- Mayhew, L., Smith, D., & Wright, D. (2018). The effect of longevity drift and investment volatility on income sufficiency in retirement. *Insurance: Mathematics and Economics*, 78, 201-211. Recuperado em 01 abril, 2019, de: doi: 10.1016/j.insmatheco.2017.09.013.
- Menoncin, F., & Regis, L. (2017). Longevity-linked assets and pre-retirement consumption/portfolio decisions. *Insurance: Mathematics and Economics*, 76(C), 75-86. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2017.07.002.

- Meyricke, R., & Sherris, M. (2014). Longevity risk, cost of capital and hedging for life insurers under Solvency II. *Insurance: Mathematics and Economics*, 55, 147-55. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://www.academia.edu/15045981/Longevity_Risk_Cost_of_Capital_and_Hedging_for_Life_Insurers_Under_Solvency_II.
- Milevsky, M. A., & Song, K. (2010). Do markets like frozen defined benefit pensions? An event study. *Journal of Risk and Insurance*, 77(4), 893-909. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2010.01363.x>.
- Millar-Schijf, C. J. M., & Lockett, M. (2014). Multigenerational organisations: A challenge for technology and social change. *Technological forecasting and social change*, 89, 273-283. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://research.utwente.nl/en/publications/multigenerational-organisations-a-challenge-for-technology-and-so>.
- Munnell, A. H., Golub-Sass, F., Soto, M., & Vitagliano, F. (2007). Why are healthy employers freezing their pensions? *Center for Retirement Research*, 14(4), 1-13. Recuperado em 01 abril, 2019, de: http://crr.bc.edu/wp-content/uploads/2006/03/ib_44.pdf.
- Ngai, A., & Sherris, M. (2011). Longevity risk management for life and variable annuities: The effectiveness of static hedging using longevity bonds and derivatives. *Insurance: Mathematics and Economics*, 49(1), 100-114. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a49_3ay_3a2011_3ai_3a1_3ap_3a100-114.htm.
- Nobuhiro, S. (2011). Economic values of contribution cashflows for a sponsoring employer of a DB pension plan and measures to bring the economic costs under control within an affordable range. *European Actuarial Journal*, 1(2), 411. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI:10.1007/S13385-011-0026-0.
- Norberg, R. J. F. (2013). Optimal hedging of demographic risk in life insurance. *Finance and Stochastics*, 17(1), 197-222. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1007/s00780-012-0182-3.
- Norberg, R. J. F. (2013). Optimal hedging of demographic risk in life insurance. *Finance and Stochastics*, 17(1), 197-222. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1007/s00780-012-0182-3.
- Nosi, C., D'Agostino, A., Pagliuca, M. M., & Pratesi, C. A. (2014). Saving for old age: Longevity annuity buying intention of Italian young adults. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 51(C), 85-98. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eesocecoco/v_3a51_3ay_3a2014_3ai_3ac_3ap_3a85-98.htm.
- Owadally, I. (2014). Tail risk in pension funds: an analysis using ARCH models and bilinear processes. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 43(2), 301-331. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/kaprqfnac/v_3a43_3ay_3a2014_3ai_3a2_3ap_3a301-331.htm.
- Peek, J., Reuss, A., & Scheuenstuhl, G. (2008). Evaluating the impact of risk-based funding requirements on pension funds. *OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions*, 16, OECD Publishing, 2008(1), 197-219. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1787/241538717514.

- Plat, R. (2011). One-year value-at-risk for longevity and mortality. *Insurance: Mathematics and Economics*, 49(3), 462-470. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a49_3ay_3a2011_3ai_3a3_3ap_3a462-470.htm.
- Plat, R. (2009). Stochastic portfolio specific mortality and the quantification of mortality basis risk. *Insurance: Mathematics and Economics*, 45(1), 123-132. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a45_3ay_3a2009_3ai_3a1_3ap_3a123-132.htm.
- Plummer, J. T. (1974). The Concept and Application of Life Style Segmentation: The Combination of two Useful Concepts Provides a Unique and Important View of the Market. *Journal of Marketing*, 38(1), 33-37. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/1250164?seq=1>.
- Pugh, C., & Yermo, J. (2008). Funding regulations and risk sharing. *OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions*, 17, OECD Publishing. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1787/241841441002.
- Qiao, C., & Sherris, M. (2013). Managing Systematic Mortality Risk with Group Self-Pooling and Annuitization Schemes. *The Journal of Risk and Insurance*, 80(4), 949-974. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.jstor.org/stable/24548362?seq=1>.
- Risk, J., & Ludkovski, M. (2016). Statistical emulators for pricing and hedging longevity risk products. *Insurance: Mathematics and Economics*, 68, 45-60. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668715302043>.
- Schich, S. (2009). Challenges for financial intermediaries offering asset decumulation products. *OECD Journal: Financial Market Trends*, 2008(2), 1-31. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1787/fmt-v2008-art15-en.
- Shen, Y., & Siu, T. K. (2013). Longevity bond pricing under stochastic interest rate and mortality with regime-switching. *Insurance: Mathematics and Economics*, 52(1), 114-123. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://researchers.mq.edu.au/en/publications/longevity-bond-pricing-under-stochastic-interest-rate-and-mortality>.
- Smith, J. A., & MacLaren, J. A. (2011). Some thoughts on the decline of pension schemes. *Management Research Review*, 34(12), 1296-1308. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1108/01409171111186414.
- St. John, S. (2007). Farewell to tax neutrality: the implications for an aging population. 18(1), 27-52. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/103530460701800103>.
- Stepan, M., & Quan, L. J. (2016). The Establishment of China's New Type Rural Social Insurance Pension: A Process Perspective. *Sage Journals*, 45(2), 113-147. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/103530460701800103>.
- Stevens, R., De Waegenare, A., & Melenberg, B. (2010). Longevity risk in pension annuities with exchange options: The effect of product design. *Insurance: Mathematics & Economics*, 46(1), 222-2234. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://research.tilburguniversity.edu/en/publications/longevity-risk-in-pension-annuities-the-effect-of-product-design>.

- Sun, J., Li, Z., & Zeng, Y. (2016). Precommitment and equilibrium investment strategies for defined contribution pension plans under a jump-diffusion model. *Insurance: Mathematics and Economics*, 67(C), 158-172. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2016.01.005.
- Tan, K., Blake, D., & MacMinn, R. (2015). Longevity risk and capital markets: The 2013-14 update. *Insurance Mathematics and Economics*, 63, 1-11. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2015.03.015.
- Thorburn, C., Morales, M., & Rocha, R. (2006). An analysis of money's worth ratios in Chile: The World Bank. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/8450>.
- Torri, T. (2011). Building blocks for a mortality index: an international context. *European Actuarial Journal*, 1(Article number 1), 127. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13385-011-0014-4#citeas>.
- Tyrowicz, J., Makarski, K., & Bielecki, M. (2016). Reforming retirement age in DB and DC pension systems in an aging OLG economy with heterogenous agents. *IZA, Journal of Labor Policy*, 5(Article number: 8). Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://izajolp.springeropen.com/articles/10.1186/s40173-016-0067-8>.
- Vukorepa, I. (2015). Lost between Sustainability and Adequacy: Critical Analysis of the Croatian Pension System's Parametric Reform. *Revija Za Socijalnu Politiku*, 22(3), 279-308. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.3935/rsp.v22i3.1307.
- Wan, C., & Bertschi, L. (2015). Swiss coherent mortality model as a basis for developing longevity de-risking solutions for Swiss pension funds: A practical approach. *Insurance Mathematics and Economics*, 63, 66-75. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-2d939b19-af5d-3b50-b2c9-1fd0bdbddeb>.
- Wang, C. W., Huang, H. C., & Liu, I. C. (2013). Mortality Modeling with Non-Gaussian Innovations and Applications to the Valuation of Longevity Swaps. *Journal of Risk and Insurance*, 80(3), 775-798. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2013.12002.x>.
- Weale, M., & van de Ven, J. (2016). Variable annuities and aggregate mortality risk. *National Institute Economic Review*, 237(1), R55-R61. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: <https://doi.org/10.1177/002795011623700117>.
- Wills, S., & Sherris, M. (2010). Securitization, structuring and pricing of longevity risk. *Insurance: Mathematics and Economics*, 46(1), 173-185. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeinsuma/v_3a46_3ay_3a2010_3ai_3a1_3ap_3a173-185.htm.
- Wong, A., Sherris, M., & Stevens, R. (2017). Natural hedging strategies for life insurers: impact of product design and risk measure. *Journal of Risk and Insurance*, 84(1), 153-175. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://doi.org/10.1111/jori.12079>.
- Wong, T. W., Chiu, M. C., Wong, H. Y. (2014). Time-consistent mean–variance hedging of longevity risk: Effect of cointegration. *Insurance: Mathematics and Economics*, 56, 56-67. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668714000274>.

Yang, S. S., Yue, J. C., & Huang, H.-C. (2010). Modeling longevity risks using a principal component approach: A comparison with existing stochastic mortality models. *Insurance: Mathematics and Economics*, 46(1), 254-270. Recuperado em 01 abril, 2019, de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167668709001309>.

Yang, X., Debonneuil, E., Zhavoronkov, A., & Mishra, B. J. O. (2016). Cancer megafunds with in silico and in vitro validation: accelerating cancer drug discovery via financial engineering without financial crisis. *Oncotarget*, 7(36), 57671-57678. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.18632/oncotarget.9808.

Yao, H., Lai, Y., Ma, Q., & Jian, M. (2014). Asset allocation for a DC pension fund with stochastic income and mortality risk: A multi-period mean-variance framework. *Insurance: Mathematics and Economics*, 54(C), 84-92. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1016/j.insmatheco.2013.10.016.

Zhou, R., Li, J. S.-H., & Tan, K. S. (2015). Economic Pricing of Mortality-Linked Securities: A Tâtonnement Approach. *Journal of Risk and Insurance*, 82(1), 65-96. Recuperado em 01 abril, 2019, de: DOI: 10.1111/j.1539-6975.2013.12008.x.

Zhou, R., Li, J. S.-H., & Tan, K.S. (2015). Modeling longevity risk transfers as Nash bargaining problems: Methodology and insights. *Economic Modelling*, 51(C), 460-472. Recuperado em 01 abril, 2019, de: https://econpapers.repec.org/article/eeeecmode/v_3a51_3ay_3a2015_3ai_3ac_3ap_3a460-472.htm.

Recebido em 19/08/2019

Aceito em 19/12/2020

Vagner Lacerda Ribeiro – Graduação em Administração de Empresas, Associação de Ensino Unificado do Distrito Federal. Pós-Graduação, Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais IBMEC. Mestrado em Economia de Empresa, Universidade Católica de Brasília. Doutorado em Gerontologia, Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF. Foi Diretor Executivo na Fundação Banco do Brasil, FBB, Diretor Administrativo e Financeiro da BB Previdência, Conselheiro Fiscal da Previ, Conselheiro Deliberativo da CASSI, Presidente do Conselho Deliberativo do Economus, Conselheiro Fiscal da Associação Brasileira das Entidades de Previdência Privada ABRAPP e Conselheiro Fiscal do Sindicato Nacional das Entidades de Previdência Privada SINDAPP. Foi professor de Pós-Graduação na Faculdade de Tecnologia da Confederação Nacional da Agricultura. Atualmente atua como Gerente Executivo na Diretoria de Governo do Banco do Brasil, Vice-Presidente do Conselho Diretor Nacional do Instituto Brasileiro

de Executivos de Finanças, IBEF, Conselheiro Consultivo do IBEF, DF, Suplente no Conselho Curador da Fundação.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4254-9942>

E-mail: vagnerlr@uol.com.br

Isabelle Patrícia Freitas Soares Chariglione - Psicóloga, Neuropsicóloga e Docente. Graduação em Licenciatura Plena e Formação em Psicologia. Mestre e Doutora em Cognição e Neurociências, Universidade de Brasília, UnB. Realizou estágio sanduíche do doutorado no Centre de Recherche d'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal, Université de Montréal, Canadá. Pesquisadora na área de Envelhecimento e Professora do Departamento de Psicologia Escolar e do Desenvolvimento, Universidade de Brasília, UnB.

E-mail: ichariglione@gmail.com

Henrique Salmazo da Silva – Gerontólogo. Bacharel em Gerontologia, Universidade de São Paulo, USP, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, EACH. Mestre em Ciências, Faculdade de Saúde Pública da USP, Departamento de Epidemiologia. Doutor em Neurociência e Cognição, Universidade Federal do ABC. Bolsista FAPESP no Doutorado, Mestrado e Iniciação Científica. Atualmente é Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Gerontologia, Universidade Católica de Brasília, UCB. Pesquisa temas relacionados à cognição humana; envelhecimento cognitivo e plasticidade; memória semântica; envelhecimento bem-sucedido; cuidados de longa duração; gestão da atenção à pessoa idosa; políticas públicas e a Gerontologia como ciência e profissão. Vice-Presidente da Associação Brasileira de Gerontologia (ABG-gestão 2017-2019) e atuou como Gestor de Centro de Convivência para Idosos e de Instituições de Longa Permanência para Idosos, ILPI.

E-mail: henriquesalmazo@yahoo.com.br

* Este artigo teve versão preliminar (resumo estendido) apresentado na REPRINTE – Anais do II Simpósio da Rede de Programas Interdisciplinares sobre Envelhecimento, Reprinte 2018, 24 e 25 de outubro, 2018, UCB, versão preliminar (resumo estendido) de mesmo título e autores publicada em: <http://seer.upf.br/index.php/rbceh/article/view/9784/114115048>, DOI: <https://doi.org/10.5335/rbceh.v16i1.9784>.