

REVISTA BRASILEIRA DE ATUÁRIA

Ano III
Número 5
2019

75 anos de
história do IBA

Conhecimentos adquiridos na graduação e na prática profissional ampliam os horizontes dos atuários e possibilitam a sua expansão para outras áreas de atuação

MUITO
ALEM
DO

a
x

IBA
INSTITUTO BRASILEIRO DE ATUÁRIA



+100 Clientes
de Corporativos

Estudos atuariais
para **+2** Milhões
de participantes

+400 Bilhões
de R\$ de passivos avaliados

Nível de satisfação
de nossos clientes **94%**

Academy

Cursos e treinamentos disponibilizados em Plataforma de Ensino à Distância ou de forma presencial, elaborados por profissionais de mercado, com conteúdos focados em aprimoramento de diversas áreas técnicas, como atuarial, governança, estatística, entre outros.

Serviços Atuariais

Única no segmento com ISO9001, nossa área atuarial executa mais de 200 projetos continuamente no Brasil nas áreas de seguros, saúde, benefícios a empregados e previdência, atendendo a clientes nacionais e multinacionais.

Comunicação e Marketing

Transformamos assuntos de alta complexidade técnica em conteúdos de fácil entendimento. Também desenvolvemos diversos projetos de educação financeira e previdenciária, incluindo gamificação. Confira cases inspiradores pelo nosso site!

Gestão Integrada de Riscos

Sistema de gestão baseada em risco com a filosofia de workflow (sequência de passos) e UX (experiência do usuário). Confira uma grande transformação na filosofia de gestão de riscos, mais simples e objetiva, agregando valor para a gestão.

Contate-nos e se surpreenda com nossas soluções.

51 3228.6991

www.mirador360.com.br

Índice

pexels.com



34

Os talentos e habilidades atuariais são efetivamente aplicados em áreas de atuação muitas vezes não vislumbradas pelos atuais e futuros profissionais

| | |
|--|-----|
| Expediente..... | 4 |
| Editorial | 5 |
| Vocês estão preparados para a LGPD? | 6 |
| Uma abordagem diferente de equacionamento de déficit em plano de previdência complementar | 12 |
| IBA 75 anos | 16 |
| O desafio de precificar planos de saúde..... | 24 |
| Climate change and the reinsurance sector: risks and opportunities..... | 30 |
| Muito além do a_x | 36 |
| Plano Família Fundação Copel – Os Atrativos e os Desafios enfrentados para sua Implementação | 50 |
| Reajuste dos planos de saúde: apresentando alguns aspectos técnicos envolvidos | 54 |
| Artigos Científicos..... | 59 |
| Definição dos limites da hipótese da taxa de juros real anual para planos de previdência complementar fechada utilizando o modelo HJM..... | 60 |
| Precificação de Riscos Cibernéticos no Brasil..... | 86 |
| Relação de fatores contingenciais com a gestão de riscos corporativos em fundos de pensão brasileiros | 113 |

Diretoria

PRESIDENTE

Leticia de Oliveira Doherty - MIBA 950

VICE-PRESIDENTE

João Marcelo B. L. M. Carvalho - MIBA 2038

DIRETOR DE SEGUROS, CAPITALIZAÇÃO, PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR ABERTA

Titular

Luciana da Silva Bastos - MIBA 1064

Suplente

Eder G. Aguiar de Oliveira - MIBA 630

DIRETOR DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR FECHADA

Titular

Natasha Ayres - MIBA 930

Suplente

José Roberto Santos Montello - MIBA 426

DIRETOR DE SAÚDE

Titular

Raquel Marimon - MIBA 931

Suplente

Heitor Rigueira - MIBA 380

DIRETOR SECRETÁRIO

Titular

Joel Garcia - MIBA 1131

Suplente

Anderson Silva - MIBA 2043

DIRETOR TESOUREIRO

Titular

Máris Gosmann - MIBA1714

Suplente

Giancarlo Germany - MIBA 1020

DIRETOR DE PUBLICAÇÃO

Titular

Paulo Roberto da Rosa (GURI) - MIBA 747

Suplente

Samantha Redig - MIBA 2120

JORNALISTA RESPONSÁVEL

André Carvalho - MTb 20.250

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Lionel Mota

REVISÃO

Carla Peixoto - MTb 21.072

INSTITUTO BRASILEIRO DE ATUÁRIA

Rua da Assembleia nº 10 salas 1304/05

Rio de Janeiro (RJ) Centro | CEP: 20011-901

Atendimento: Segunda à Sexta-feira

Horário: 10h às 18h

Telefone: +55 21 2531-0267 / +55 21 2531-2865

Site: www.atuarios.org.br

E-mail: iba@atuarios.org.br

Mídias Sociais:

[facebook.com/InstitutoBrasileirodeAtuarial](https://www.facebook.com/InstitutoBrasileirodeAtuarial)

[linkedin.com/company/iba-instituto-brasileiro-de-atuarial/](https://www.linkedin.com/company/iba-instituto-brasileiro-de-atuarial/)

LETICIA DOHERTY, PRESIDENTE



Engajamento Profissional

Terminar 2019 com o lançamento da terceira edição da Revista Brasileira de Atuária me deixa extremamente feliz, além do legado que ela representa para o nosso IBA.

Mais uma vez, a publicação conta com artigos científicos e opinativos de relevância para a nossa comunidade. E aos anunciantes, um agradecimento especial: a contribuição de vocês representa a força motora para a revista continuar existindo. Esperamos que o retorno gerado se materialize em novos negócios.

Este foi o primeiro ano do meu mandato como presidente, ao lado do meu vice, João Marcelo Carvalho, e em conjunto com mais 12 diretores, dos quais seis estão, pela primeira vez, compondo a gestão do IBA. Somos 14 corações voluntariando em favor da nossa profissão.

O ano de 2019 entrou para a história do IBA. Com o generoso apoio dos representantes regionais do IBA, ganhamos uma capilaridade nunca antes alcançada. Em abril, comemoramos o Dia do Atuário em sete estados diferentes, reunindo quase 400 pessoas para debater a Reforma da Previdência. Um evento inteiramente gratuito.

A comemoração dos 75 anos do IBA, realizada em setembro, não foi diferente. Estávamos presentes em oito estados, com igual número de pessoas falando sobre a Lei Geral de Proteção de Dados, assunto que vem movimentando a Comunidade Atuarial.

Contamos ainda com uma maior dedicação dos nossos colaboradores. São as atividades internas que dão o devido suporte às atividades externas, que visam contribuir com a carreira dos nossos

associados, independentemente da categoria em que estejam.

Não me canso de repetir que o atuário e o estudante de atuária podem contribuir com o IBA de diversas formas. Venham fazer parte dos nossos Comitês, Comissões e Grupos de Trabalho. Entrem em contato com o IBA para saberem mais.

Em nível internacional, seguimos na condição de *full member* do IAA, firmes e fortes com nossas parcerias com outras associações, tais como a SOA e a CAS, que já sinalizaram presença no próximo Congresso Brasileiro de Atuária, a ser realizado nos dias 26 e 27 de agosto de 2020, na cidade de São Paulo. É válido salientar que o evento garante 50 pontos no Programa de Educação Continuada – dos 100 necessários a cada três anos – para os atuários que precisam se certificar e assinar por seus trabalhos.

No quesito transparência, também temos avançado. Nas mídias sociais, contabilizamos 190 notícias publicadas até o início de novembro. O LinkedIn, por exemplo, conta com 3.063 seguidores interagindo diretamente com o Instituto. Aproveite para agradecer cada uma das 6.029 curtidas nesta mídia social e outras tantas que tivemos no Facebook e no YouTube.

Por fim, a escolha do tema “Muito além do α_x ” trará ao leitor a capacidade de compreender melhor porque as habilidades adquiridas com o estudo da Ciência Atuarial são capazes de levar o atuário a ser referência em outras áreas profissionais.

Uma excelente leitura a todos!

#oibasomosnos

VOCÊS ESTÃO PREPARADOS PARA A LGPD?



ANDRÉ CONDE
CONSULTOR
DA CONDE
CONSULTORIA
ATUARIAL



ARISTON ARAÚJO
INTEGRA ÁREA
ATUARIAL DA
SULAMÉRICA
SEGUROS



**MARCELO DE
FIGUEIREDO**
SÓCIO-DIRETOR
DA FIGUEIREDO
CONSULTORIA
EM SEGUROS E
PREVIDÊNCIA

O Brasil tem uma nova Lei e isso afeta você!

Basta digitar um dos dados pessoais no Google, como o CPF, por exemplo, e facilmente terá acesso aos dados complementares do cidadão, muitas vezes com endereço e telefone. Quem nunca recebeu um e-mail com objetivo de vender um cadastro? São fatos como esses que a LGPD tentará eliminar.

Chegou nossa vez. Com base na Regulação de Proteção de Dados Europeia (GDPR/RGPD), o Brasil Publicou a Lei 13.709/2018, seguida da MP 869/2018, sendo o marco regulador da proteção e transferência de dados pessoais no Brasil, que tem como objetivo a proteção de dados de pessoas naturalmente identificáveis.

Como nossa matéria prima muitas vezes envolve dados de pessoas identificáveis, precisamos nos modernizar adicionando mais segurança às solicitações, recebimento, manuseio e exclusão dos dados.

As organizações e atuários autônomos deverão implantar um conjunto de medidas internas no qual todas as áreas estejam ligadas com objetivo de atender a nova legislação.

Isso determina uma atualização das políticas de governança

A Lei Geral de Proteção de dados, que entrou em vigor em agosto de 2019, pode acarretar multas de até R\$ 50 milhões para os infratores. Será que você e a instituição em que trabalha já estão preparados?

O rápido avanço tecnológico e o processo de globalização deixaram a publicação e o compartilhamento de dados pessoais muito mais sensíveis, tornando-os públicos e de fácil acesso. Por esse motivo, muitos países desenvolvidos já têm sua legislação com objetivo de proteger a privacidade e os dados de uma pessoa.



corporativa e alteração nas regras de “compliance”, incorporando padrões de segurança e mecanismos de proteção de dados, revendo o ciclo completo de vida dos dados dentro das organizações, a forma de recebimento, manuseio, tratamento, armazenamento, compartilhamento e exclusão – inclusive a exclusão dos dados armazenados após o término dos trabalhos, assim como eliminação de dados obtidos anteriormente à vigência da LGPD.

Um dos artigos da referida lei determina as principais responsabilidades dos agentes de tratamento: **controlador** a quem compete decisões referentes ao tratamento de dados e que deve indicar um profissional responsável, denominado **encarregado**, para servir de canal de comunicação entre o

público/usuários e a instituição, assim como, futuramente, com a autoridade reguladora e fiscalizadora. Outro membro importante é o **operador**, que realiza o tratamento de dados pessoais em nome do controlador.

Merece destaque que todos os dados anonimizados estão fora do alcance da LGPD, logo, sem prejudicar o resultado dos cálculos atuariais, é recomendado que a área receptora dos dados colete as informações mantendo os dados anonimizados, o tanto quanto possível. Lembrando que, quando o dado é individualizado, no qual a combinação de mais de uma variável do conjunto de dados permite identificar a pessoa natural, esses dados não são considerados anonimizados, mas sim pseudonimizados.

Portanto, todo e qualquer dado solicitado precisa ter uma finalidade específica ou atender a uma das bases legais previstas na LGPD, não podendo haver casualidade na solicitação que poderá ser questionada pelo titular ou pela ANPD, com eventual penalização pelo descumprimento da Lei.

BASES LEGAIS PREVISTAS NA LGPD PARA TRATAMENTO DE DADOS

Pode ser realizado por órgãos de pesquisa (desde que anonimizados), processo judicial ou administrativo, proteção à vida ou incolumidade física do titular, tutela da saúde por profissionais, proteção ao crédito, prevenção a fraude.

Situações para tratamento de dados que independem do consentimento do titular: exercício regular dos direitos, proteção à vida ou incolumidade física do titular pela administração pública mediante realização de estudos para execução de políticas públicas.

DADOS SENSÍVEIS DAS CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Para tratamento de dados sensíveis, relacionados à criança ou adolescente, é necessário consentimento dos pais ou seu responsável legal, de forma específica e destacada.

DIREITO DOS TITULARES E TRANSFERÊNCIA DE DADOS

Destacamos a seguir algumas boas práticas a serem seguidas com o objetivo de mitigar a utilização inadequada, vazamento dos dados e penalização. **Sempre que possível receber os dados anonimizados.**

A anonimização ou ainda pseudonimização, quando possível, deverá ser determinada nas regras de “compliance” envolvendo as áreas jurídica, técnica e comercial. A implantação deverá ter como objetivo determinar que os dados devam ser solicitados sem as características que identifiquem o indivíduo e, quando necessário, apenas uma área designada dentro da empresa deverá ser responsável pelo recebimento e anonimização.

LIMITAR O ACESSO À BASE DE DADOS

Definir regras de acesso à base de dados e, quando possível, ocultar as informações sensíveis e que definem a característica do titular do dado, inclusive limitando o acesso remoto aos dados e/ou fora do horário comercial.

IDENTIFICAR OS DADOS SENSÍVEIS E OS DADOS CRÍTICOS

Realizar o mapeamento e análise de risco com objetivo de evitar ataque e vazamento dos dados e definir plano de ação em caso de eventual vazamento. Sendo necessário, determinar o que cada área poderá e deverá acessar, identificando os dados sensíveis destacados na LGPD.

UTILIZAÇÃO CONSCIENTE DAS BASES

As bases deverão ser utilizadas no escopo de legitimidade previsto na LGPD ou mediante anonimização para testes e estudos não contratados ou ainda, ter autorização do titular de dados, mitigando o vazamento de informação.



+ Plano Família

A solução esperada para a criação dos planos família, sem limitação aos cônjuges e dependentes econômicos.

Aumente os benefícios da sua entidade

O **Fundo Setorial** possibilita a cada entidade associada instituir seu “**Plano Família**” e não só auferir ganhos de imagem com a extensão dos benefícios ao núcleo familiar - sem limites ao cônjuge e dependente econômico - como através do crescimento do contingente de participantes ganhar escala e, portanto, maior conforto em face da pressão das despesas.

A adesão está aberta a toda entidade associada, sem qualquer ônus adicional.

ABRAPP

www.abrapp.org.br



MONITORAR OS ACESSOS ÀS BASE DE DADOS

Registrar, monitorar e bloquear o acesso à base de dados, sendo necessário o monitoramento do ciclo de vida dos dados, da recepção até a exclusão dos dados, no qual será obrigatório o registro de todo acesso às bases e comprovação da exclusão dos dados.

REVISÃO DOS CONTRATOS E DOCUMENTOS

A Revisão dos contratos e documentos é um dos itens importantes destacados na LGPD. É necessário enquadrá-los atendendo às normas de confidencialidade e transparência. Com base na LGPD, é necessário deixar claro para quais finalidades os dados pessoais serão utilizados, assim como o tratamento e duração da utilização. O compartilhamento ou utilização após o contrato fica proibido e só poderá ser utilizado conforme as exceções do parágrafo 21.

ELIMINAÇÃO DE DADOS PESSOAIS

Estabelecer procedimentos relacionados à eliminação dos dados, assim que o objetivo de seu tratamento for atingido, mantendo comprovação da eliminação dos dados. Importante destacar que a base de dados não se limita ao registro eletrônico, é extensiva ao registro físico, se houver. Logo, é primordial conhecer a extensão desta base e estabelecer um procedimento para cada tipo de registro.

RELATÓRIO DE IMPACTO À PROTEÇÃO

DE DADOS PESSOAIS

Ao atuário, seja ele controlador, quem compete a decisão referente ao tratamento de dados, ou operador, que realiza o tratamento de dados pessoais, é recomendado participar da revisão ou elaboração desse documento. Para isso, deve interagir com o encarregado responsável indicando com precisão os dados necessários para o desempenho de suas funções e tarefas, com a respectiva justificativa para cada dado tratado.

PENALIZAÇÃO

A aplicação das sanções compete exclusivamente à ANPD, com competências sancionatórias e normativas relacionadas ao tema de proteção de dados pessoais. As penalidades poderão ser de multa por incidente de até 2% do faturamento do último exercício do grupo econômico ao qual a empresa faz parte, limitado a R\$ 50 milhões, além de outras sanções administrativas, civis e penais aplicadas pela ANPD. Não se aplicam esses limites à reparação de danos.

Concluimos que as alterações trarão um grande impacto nas rotinas das instituições e é necessária atenção da comunidade atuarial. Por esse motivo o IBA disponibiliza o material do CPAO para leitura, conhecimento e discussão.

Destacamos que parte deste artigo foi retirado do CPAO elaborado pelo Grupo de Trabalho do IBA, logo, caso queira ter acesso ao material completo acesse o site do IBA (www.atuarios.org.br e procure pela CPAO LGPD - www.atuarios.org.br/cpa—publicados).

UMA ABORDAGEM DIFERENTE DE EQUACIONAMENTO DE DÉFICIT EM PLANO DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

resultados, motivada por planos de equacionamento e um maior retorno de investimentos, em 2018 ainda existiam 199 planos deficitários com valor acumulado de R\$ 29,3 bilhões.

Tradicionalmente, os fundos de pensão, ao se depararem com a obrigação de um equacionamento de déficit, impõem contribuições extraordinárias para reequilibrar o plano, aumentando seu custo para o patrocinador e para o participante. Muitas vezes, essas contribuições extraordinárias visam apenas cobrir o mínimo obrigatório, a fim de não onerar de forma demasiada os participantes, mitigando-se, assim, eventual judicialização e a contestação do plano de equacionamento.

Com base nessa premissa, a FAPES equacionou parcialmente o seu resultado deficitário de 2015. Contudo, esse formato gerou dois problemas, também enfrentados por outras entidades: a insatisfação entre os participantes que viram sua remuneração ser reduzida com a contribuição extraordinária e o temor de que seriam necessários futuros equacionamentos sucessivos no curto prazo.

Entre os principais fatores que levaram ao aumento de déficit nos planos de previdência complementar estão a situação que a economia brasileira enfrenta desde 2013, as ações judiciais e as adequações de hipóteses atuariais, tendo como destaques a redução da taxa de juros atuarial e o aumento da longevidade.

De acordo com o relatório da ABRAPP, em 2015 havia 239 planos de previdência complementar em situação deficitária com o valor acumulado de R\$ 76,7 bilhões. Apesar da melhora recente dos



RODRIGO UCHÔA
GERENTE-EXECUTIVO
ATUARIAL NA
FUNDAÇÃO DE
ASSISTÊNCIA E
PREVIDÊNCIA SOCIAL
DO BNDES (FAPES)



pexels.com

Esse temor se concretizou em 2017 e, para piorar a situação, dessa vez as projeções de patrimônio, mesmo com retornos esperados – em média 0,7% acima da meta atuarial ao ano – não eram suficientes para arcar com todos os compromissos com seus participantes caso repetisse o equacionamento apenas pelo valor mínimo legal. Dessa forma, para tornar o plano de benefícios novamente solvente, era imperativo que se equacionasse a totalidade do déficit.

A questão era: como assegurar o compromisso fiduciário da entidade de garantir o pagamento de benefícios aos participantes sem onerar

demasiadamente o custo do plano? Principalmente depois de um plano de equacionamento ter sido feito apenas há dois anos e gerado insatisfação entre os participantes.

A solução ocorreu quando foi observado o artigo 21, § 1º, da LC 109/2001 que prevê a possibilidade de reduções de benefícios a conceder como forma de equacionamento de déficit. Admitida essa premissa, uma parcela do resultado negativo poderia ser revertida com a entrega de parte dos direitos futuros do participante, reduzindo o benefício futuro e onerando de forma mais suave sua remuneração presente.

Além do ineditismo, esta forma de equacionamento apresentava outros desafios, sendo o principal a alteração do regulamento prevendo a redução de direitos futuros a tempo de atender o prazo estabelecido pela legislação para apresentação de um plano de equacionamento de déficit.

Para superar os desafios expostos, houve uma ampla negociação com membros do Conselho Deliberativo e representantes do patrocinador e dos participantes, tanto ativos quanto assistidos, de forma a convergir os mais diferentes pontos de vista, necessidades e expectativas sobre o plano, a fim de mitigar questionamentos jurídicos que inviabilizassem o modelo.

De forma a garantir a transparência do processo, houve o cuidado de manter a comunicação de cada etapa superada para os órgãos de controle do patrocinador e da entidade. Após meses de discussão, foi aprovado o plano de equacionamento de déficit com redução de futuras concessões de benefício de pensão e de pecúlio por morte de participantes ativos e aposentados.

É importante esclarecer que os beneficiários só têm direito adquirido ao benefício de pensão e de pecúlio por morte no momento do falecimento do participante titular, seja ele ativo ou aposentado, conforme demonstrado no parecer nº 53/2017 da Procuradoria Federal, mediante uma consulta feita pela própria PREVIC.

Assim, em acordo com a Resolução nº 30/2018 a parcela do déficit atribuída aos participantes foi

rateada entre participantes ativos, aposentados e pensionistas com base nas respectivas reservas matemáticas, sendo a maior parcela equacionada via redução de direitos futuros de cada grupo e o restante pelo método tradicional de implementação de contribuição extraordinária.

“

A questão era: como assegurar o compromisso fiduciário da entidade de garantir o pagamento de benefícios aos participantes sem onerar demasiadamente o custo do plano?

”

No final, a contribuição extraordinária efetiva de participantes ativos e aposentados ficou, aproximadamente, 12 vezes inferior ao que seria aplicado caso tivesse sido adotada a metodologia tradicional para equacionamento de todo o déficit e similar ao necessário para equacionar o valor mínimo estabelecido na legislação.

Dessa forma, foi aprovado pela SEST e pela PREVIC em dezembro/2018 o novo regulamento que fundamentou o primeiro plano de equacionamento com redução de direitos futuros, trazendo reequilíbrio e sustentabilidade econômico-financeiro-atuarial do Plano de Benefícios Básico administrado pela FAPES.

IBA 75 ANOS

História que se confunde com a trajetória da Atuária no país



O IBA completou em 2019 seus 75 anos de existência. Uma instituição movida pelo ideal de fortalecimento e desenvolvimento da Atuária no Brasil, bem como daqueles que a escolheram como carreira. Uma história que se confunde com a criação e o estabelecimento das Ciências Atuariais no território nacional. Ex-presidentes contam um pouco da participação deles na construção do Instituto que é a representação oficial desta atividade.



No início década de 1940, o mundo vivia às voltas com os conflitos da Segunda Guerra Mundial. No cenário nacional, o Brasil estava em pleno Estado Novo, com o então presidente Getúlio Vargas governando com “mão de ferro” – em 1937 havia dissolvido o Congresso e as Assembleias Legislativas Estaduais. Em contrapartida, voltou suas ações ao trabalhismo, ampliando e sistematizando a legislação trabalhista, instituindo o salário mínimo e a Justiça do Trabalho. Governava com o apoio de amplos setores da sociedade, inclusive dos militares e em especial da classe trabalhadora, cujos sindicatos mantêm atrelados ao Estado.

É neste momento que a profissão passa oficialmente a existir a partir de um Decreto Lei instituindo a Atuária no então Ministério do Trabalho, Indústria em Comércio. Em 1941 surge a primeira publicação oficial de textos atuariais no Brasil, com o mesmo nome desta publicação reativada pelo IBA há três anos (*Revista Brasileira de Atuária*).

Assembleia
Geral Ordinária,
26/9/1984

O próprio Getúlio Vargas

Fotos: Acervo pessoal Rita Maria Cinelli Pinto



redigiu o prefácio da primeira publicação: “A atuária como técnica especializada indispensável ao êxito das organizações de Previdência Social é, geralmente, pouco conhecida pelo público que colhe os benefícios de sua aplicação. É, pois, digna de aplausos a iniciativa da publicação da *Revista Brasileira de Atuária*, que tem por objetivo, no nosso país e no estrangeiro, a vulgarização dos elementos fundamentais dessa ciência, e de louvores o esclarecido esforço de seus paladinos, colaboradores do bem-estar social no Brasil”.

As publicações da *Revista Brasileira de Atuária* surtiram um efeito positivo na sociedade brasileira. Por isso, pesquisadores e matemáticos envolvidos com os temas e os trabalhos de natureza atuarial resolveram fundar oficialmente o Instituto Brasileiro de Atuária (IBA), com o objetivo de ampliar o campo das pesquisas atuariais.

A criação da organização foi certificada em sua Ata de Constituição, em 14 de setembro de 1944, e publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 9 de dezembro de 1944 - Seção I - páginas 20729 a 20731. O documento retratou a reunião realizada às 16 horas, do referido dia, no auditório do Edifício Sede do Instituto de Resseguros do Brasil (IRB), situado à Rua Marechal Câmara, 159, Centro, Rio de Janeiro - RJ.

Essa reunião foi presidida pelo professor Abraão Izecksohn e foi aberta pelo engenheiro civil João Carlos Vidal, então presidente do

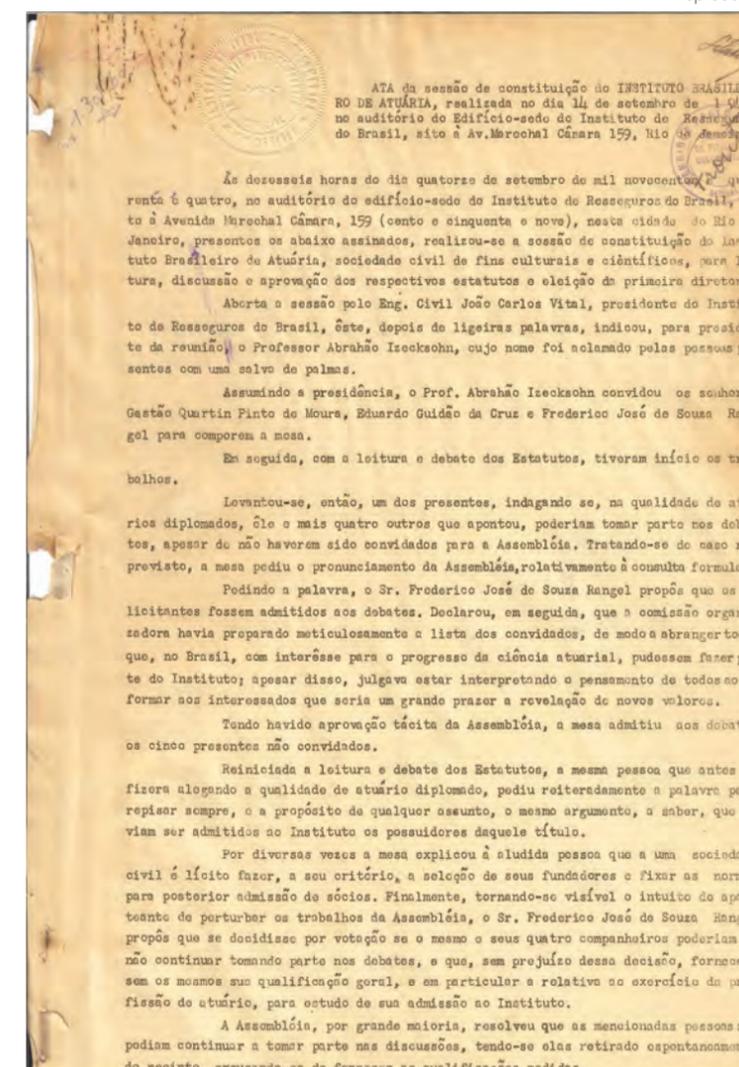
IRB, entidade que se tornaria Sócio Benemérito nº 1 pelo relevante apoio à criação do IBA. Durante este encontro, o professor Lino Leal de Sá foi designado, por aclamação, para ser o primeiro presidente do Instituto Brasileiro de Atuária.

ANOS 70

O Brasil entra na década de 1970 em pleno regime militar. Na época, ainda com sinais de prosperidade sob os auspícios do chamado *milagre brasileiro*, mas depois a economia entra em crise com a alta dos juros internacionais e do preço do petróleo. Dois fatos importantes e que terão reflexo para a atuária: o surgimento dos microprocessadores (que se desenvolvem e dão origem aos microcomputadores ou computadores pessoais) e o crescimento populacional apontando para as áreas urbanas, mas que começa a decair em relação às duas décadas anteriores. Jose Americo Peon de Sá foi presidente do IBA na gestão 1972/74 e lembra que havia menos de 300 associados no Instituto. “Os atuários não eram muito conhecidos”, frisa. Tanto que a Lei nº 806/1969 instituindo a profissão e o Decreto nº 66.40/1970 regulamentando o exercício da Atuária foram instituídos há poucos anos.

O principal desafio do IBA foi resolver a questão dos Fundos de Pensão que cresciam de forma irregular, “quebravam” e não ofereciam garantias aos participantes. “A denúncia que fizemos teve como resultado uma lei

Reprodução



Ata da constituição do IBA



Os atuais diretores Paulo Roberto Rosa e José Roberto Montello (à direita) durante o 1º Congresso Brasileiro de Atuária

que regularizou as práticas. E isso gerou relevância para os atuários”, explica Peon.

DÉCADAS DE 80 E 90

Integrante de uma família tradicional na atuária, José Roberto Montello foi presidente do IBA em duas gestões (1988/90 + 1991/92) e teve participação intensa em outras tantas como diretor eleito. Foram dois mandatos bem distintos: enquanto o primeiro iniciou de forma turbulenta e decidida por incríveis quatro votos, a seguinte contou com a comunidade atuarial pacificada e mais congregada.

Nesses quatro anos, os associados observaram algumas mudanças. Como a modernização do Código de Ética Profissional dos Atuários, principalmente na alteração de dois pontos: no dispositivo que evitava que a composição da Comissão de Ética dos Atuários a utilizasse para questões pessoais ou comerciais; e no item que deixava bastante claro a proibição (com possibilidade de penalização) de um atuário se pronunciar sobre o trabalho atuarial elaborado por outro atuário sem o exposto consentimento por escrito deste.

Desde a década de 1980, o IBA já ocupava as salas onde a sede atualmente está situada (Rua da Assembleia nº 10, salas 1304/05), conquistada através do trabalho das Diretorias da época. Dez anos depois, a mudança aconteceria no processo eleitoral: a partir da eleição de 1990, só haveria chapa para presidente e vice-presidente. Com isso, as candidaturas para composição da Diretoria do IBA passariam a ser ‘Avulsas de MIBAs’ e não mais por ‘Chapas’.

Na última década do século passado teve início a série de Congressos



Dois momentos do 2º. Congresso Brasileiro de Atuária, “A Atuária no Ano 2000: Tendências para este Quinquênio”, 21 a 23 de agosto de 1996, São Paulo



Divulgação



“

A denúncia que fizemos teve como resultado uma lei que regularizou as práticas. E isso gerou relevância para os atuários”

Jose Americo Peon de Sá
Presidente gestão 1972/74

”

Brasileiros de Atuária que permitiram, além do conagraçamento dos atuários, a troca de conhecimentos técnicos com os assuntos mais relevantes. Um evento itinerante que, em 2020, será novamente realizado em São Paulo.

O NOVO MILÊNIO

A década de 2000 começou com uma grande polêmica, o chamado “Bug do Milênio”, uma falha nos sistemas dos computadores que poderiam fazer com que os sistemas interpretassem o ano 2000 como 1900, causando um caos no sistema financeiro, mas que raros danos causaram. O Brasil vivia uma estabilidade financeira iniciada com a implantação do Plano Real (1994) que iria se manter até o final da década, mesmo com a crise dos *subprimes* do mercado norte-americano.

O IBA dá sequência a iniciativas para aumento da representatividade da instituição e da Atuária, como nas gestões de Luiz Ernesto Both como

presidente (1999/2000, 2001/02 e 2011/12). “Ano a ano as atividades foram aumentando, pois o IBA ocupou seu lugar no mercado, participando de grupos de estudos, comissões, seminários, congressos, dentre outros, e sua integração com diversos órgãos, tais como SUSEP, PREVIC (antiga SPC), ANS, FIPECAFI, ABRAPP, IBGE”, aponta. Comissões Técnicas, onde são analisados e estudados os assuntos referentes a cada área de atuação do atuário, fortalecem seu trabalho de contribuir com os órgãos fiscalizadores e reguladores, em que apresentam sugestões e estudos para as diversas normatizações dos setores.

ANOS 2010

A linha do tempo chega agora à década atual (2010/20), que garantiu alguns legados aos associados. Um dos mais relevantes foi a alteração do estatuto, que garantiu eleição à distância – antigo desejo dos atuários. Também



Eu conheço o preço do sucesso: dedicação, trabalho duro e uma incessante devoção às coisas que você quer ver acontecer

Frank Lloyd Wright

O esforço constitui uma realidade sempre presente na vida humana. Qualquer que seja a área da atividade, realizações não surgem do nada. Para seguir crescendo, é preciso empenho e persistência. No mercado atuarial a realidade não é diferente: há meses puxados, com demandas cada vez mais exigentes e prazos cada vez mais curtos.

O IBA compreende bem essa rotina e sabe que para vencer os desafios que se apresentam, é preciso trabalho duro e claro, uma dose de equilíbrio. Os grupos de trabalho, comissões e comitês do IBA existem para que os atuários se reúnam, troquem experiências e possam estar sempre preparados para os tempos desafiadores que virão. Participe de nossas atividades e prepare-se você também!



#juntossomosmaisfortes

#oibasomosnos



www.atuarios.org.br
+55 21 2531-0267 / +55 21 2531-2865
iba@atuarios.org.br

ESPECIAL



VEJA A RELAÇÃO DOS EX-PRESIDENTES DO IBA

| ANO | PRESIDENTE |
|------|--|
| 1944 | Lino Leal de Sá Pereira |
| 1946 | Plínio Reis de Cantahede Almeida |
| 1948 | René Célestin Scholastique |
| 1950 | Gastão Quartin Pinto de Moura |
| 1952 | Paulo Leopoldo Pereira da Câmara |
| 1954 | Paulo Leopoldo Pereira da Câmara |
| 1956 | Gastão Quartin Pinto de Moura |
| 1858 | Renê Celestin Scholastique |
| 1960 | Renê Celestin Scholastique |
| 1962 | Carlos Augusto Leal Jourdan |
| 1964 | João José de Souza Mendes |
| 1966 | Gilberto Lyra da Silva |
| 1968 | Mário Trindade |
| 1970 | Mário Trindade |
| 1972 | José Américo Peon de Sá |
| 1974 | Rio Nogueira |
| 1976 | Rio Nogueira |
| 1978 | Gastão Quartin Pinto de Moura |
| 1980 | Hilton Van Der Linden |
| 1982 | João José de Souza Mendes |
| 1984 | João José de Souza Mendes |
| 1986 | Edmund Alves Abib |
| 1988 | José Roberto Santos Montello |
| 1990 | José Roberto Santos Montello |
| 1992 | Sérgio Aureliano Machado da Silva |
| 1994 | Roberto Westenberger |
| 1996 | Newton Cezar Conde |
| 1998 | Luiz Ernesto Both |
| 2000 | Luiz Ernesto Both |
| 2002 | Sergio Aureliano Machado da Silva |
| 2004 | Luiz Alberto Garcia Alvernaz |
| 2006 | Daniela Rezende Furtado de Mendonça |
| 2008 | Natalie Haanwinckel Hurtado |
| 2010 | Luiz Ernesto Both |
| 2012 | Flavio Vieira Machado da Cunha Castro |
| 2014 | Flavio Vieira Machado da Cunha Castro |
| 2016 | Flavio Vieira Machado da Cunha Castro / Luciana Bastos |

é digno de registro a criação do Comitê de Pronunciamento Atuarial (CPA), que permitiu uma maior aproximação dos órgãos de supervisão, além da reforma total da sede do Instituto.

Nesses últimos anos, adquiriu equipamentos específicos e passou a contar com a estrutura necessária para a participação à distância dos atuários, o que possibilitou a elaboração de cursos e eventos. Internamente, este maquinário representou economia para o Instituto, já que foi possível realizar reuniões das várias instâncias do IBA (Diretoria, Comissões, Grupos de Trabalho) sem o custo de deslocamento. Neste período recente surgem outros investimentos na área do desenvolvimento técnico-científico, com a criação do prêmio Ricardo Frischtak (concurso de artigos em homenagem póstuma ao professor referência de muitos atuários) e o lançamento da *Revista Brasileira de Atuária* que, desde 2017, tem-se consolidado como veículo exclusivo da área para discussão e apresentação dos assuntos mais relevantes para a profissão.

O IBA chega nesta última década alinhado com marcos inovadores: expansão tecnológica, comunicação ampliada e interatividade. Além do site, passou a contar com perfis nas mídias sociais (Facebook e LinkedIn), onde informa periodicamente as suas ações para desenvolvimento da atuária e seus mais de 2.000 associados. A cada dia prepara-se para atender as demandas dos novos atuários e perpetuar esta história de relevantes capítulos para as Ciências Atuariais.

O DESAFIO DE PRECIFICAR PLANOS DE SAÚDE

beneficiário, mas já precisa estabelecer um preço previamente. Este é o principal risco que requer que o preço dos planos de saúde seja estimado por um atuário.

A partir da atuação da Agência Nacional de Saúde Suplementar – ANS, criada em 2000, novas regras complementares à lei supracitada foram definidas para os planos de saúde, entre elas a Resolução de Diretoria Colegiada nº 28/200, que estabeleceu que os documentos exigidos para o registro de produtos junto à ANS deveriam estar acompanhados da Nota Técnica de Registro de Produto, atestada por atuário registrado no Instituto Brasileiro de Atuária – IBA.

A Nota Técnica de Registro de Produto é a justificativa técnica inicial dos preços dos planos de saúde a serem comercializados pelas Operadoras, e é exigida para planos individuais/familiares, coletivos por adesão e coletivos empresariais, exceto para planos exclusivamente odontológicos e planos com formação de preço pós-estabelecido.

O modelo mais tradicional dos planos de saúde possui como característica a formação de preço pré-estabelecido. Já nos planos de saúde com formação de preço pós-estabelecido, a Operadora cobra o valor das despesas assistenciais ocorridas, acrescido de uma taxa de



**ITALOEMA
SANGLARD**

GESTORA ATUARIAL
DA PROSPERA
CONSULTORIA.

Quando se fala em planos de saúde, há uma enorme assimetria de informações entre a sociedade e os agentes que participam da cadeia de saúde suplementar. Entre os assuntos mais divergentes está o preço cobrado pelas Operadoras.

É importante destacar que a Lei Federal nº 9.656/98, considerada a lei básica da saúde suplementar, define como plano de saúde a oferta de cobertura de despesas assistenciais sem limite financeiro, por prazo indeterminado. Entretanto, ao comercializar um plano de saúde, a Operadora ainda não sabe quanto vai gastar com o atendimento do

administração para custeio das despesas não assistenciais. Este tipo de produto não está exposto ao risco de subscrição (atuarial), mas apresenta maior risco de inadimplência.

Para os planos com formação de preço pré-estabelecido, o desafio do atuário é estimar o preço de modo que não sejam inferiores ao necessário para manter a solvência da Operadora, mas que, por outro lado, não deixem de ser atrativos comercialmente para que a Operadora seja competitiva no mercado.

Esclarece-se que o preço do plano de saúde deve ser suficiente para cobrir as despesas assistenciais das Operadoras, que consiste no pagamento dos médicos, clínicas, laboratórios, hospitais e outros prestadores de serviços médico-hospitalares e fornecedores de materiais e medicamentos, e também as despesas não assistenciais, tais como: tributos, despesas com o agente fiscalizador, comerciais e administrativas, como folha de pagamento, manutenção de estrutura física, dentre outras.

As despesas assistenciais representam a maior parte das despesas totais das operadoras médicas, variando de 80% a 95%, dependendo do tipo de Operadora (cooperativa médica, medicina de grupo, filantropia, autogestão e seguradoras).

A parcela do preço do plano referente às despesas assistenciais é determinada pelo volume de utilização dos serviços pelos beneficiários (que chamamos de frequência de utilização) e pelo valor pelo qual a operadora remunera os prestadores quando realiza cada serviço (que chamamos de valor médio dos procedimentos).

O cálculo da frequência de utilização é dado pela relação entre os eventos ocorridos em cada grupo de procedimentos, no período analisado, e a média de beneficiários expostos à utilização desses grupos de procedimentos no mesmo período.

O volume de utilização dos serviços pode ser influenciado por fatores moderadores adotados pela Operadora, como coparticipação para reduzir utilização desnecessária, e implantação de programas de promoção da saúde para melhorar a condição de saúde dos beneficiários, por exemplo.

Ressalta-se que, embora a Resolução CONSU nº. 08/98 estabeleça algumas condições para a utilização dos fatores moderadores, a falta de objetividade da norma vigente gera dúvidas nas Operadoras sobre quais fatores são restritivos do acesso aos procedimentos. Recentemente a ANS publicou uma nova resolução para regular estes mecanismos, mas houve pressão de órgãos representativos da sociedade, que equivocadamente interpretaram a norma como prejudicial aos consumidores, e a norma foi revogada.

Além disso, há a revisão periódica da lista de serviços cobertos obrigatoriamente pelas Operadoras, bem como o envelhecimento da população que resulta em maior demanda por serviços.

O valor médio dos procedimentos é obtido através da relação entre o total das despesas assistenciais relacionadas a cada grupo de procedimentos, cobertos no período, e os eventos ocorridos em cada grupo de procedimentos, no mesmo período.

Já o valor da remuneração por cada serviço é negociado entre Operadora

e prestadores, e também há o fator desenvolvimento tecnológico que substitui procedimentos antigos por novos, mais caros, e nem sempre com melhores resultados de saúde, seja no aspecto do diagnóstico ou do tratamento.

Desta forma, a despesa assistencial por beneficiário cresce, geralmente, a índices superiores aos da inflação geral, pois sofre os efeitos da variação de preços dos serviços, mas também cresce em razão do aumento na demanda por serviços de saúde.

Entretanto, o sistema de financiamento dos planos de saúde é baseado em repartição simples, de modo que todas as receitas oriundas das mensalidades arrecadadas ao ano são destinadas a cobrir todas as despesas assistenciais e não assistenciais geradas no mesmo ano. Ou seja, o preço calculado no horizonte de um ano não capta toda a expectativa de inflação saúde ao longo da vida do beneficiário.

Por isso, os preços dos planos de saúde de contratos já firmados pelas Operadoras podem ser revistos anualmente. Conforme prevê a regulamentação da ANS, para os contratos coletivos existe a previsão contratual de reajuste financeiro, e a aplicação do reajuste técnico, quando as despesas assistenciais ultrapassam um limite em relação às receitas (sinistralidade) não gerando margem para que a Operadora arque com as despesas indiretas geradas pelo contrato. Já para os planos individuais ou familiares, a ANS divulga anualmente o reajuste máximo que pode ser aplicado sobre as mensalidades, e mesmo que seja insuficiente, a Operadora não pode

rescindir unilateralmente o contrato, a não ser em caso de inadimplência acumulativa de 60 dias no ano.

Desta forma, por mais que um plano de saúde seja precificado com parâmetros, premissas e metodologia adequados, ainda há riscos relacionados ao fato de que o reajuste das receitas é limitado, enquanto as despesas assistenciais crescem pela inflação médica, a índices superiores à inflação geral.

“

Esclarece-se que o preço do plano de saúde deve ser suficiente para cobrir as despesas assistenciais das Operadoras, que consiste no pagamento dos médicos, clínicas, laboratórios, hospitais e outros prestadores de serviços

”

É importante citar, também, que o método de precificação normalmente utilizado pelos atuários retrata o modelo de remuneração majoritariamente adotado entre Operadoras de planos de saúde e seus prestadores de serviços, que é o fee for service. A própria estrutura da ferramenta de elaboração e envio de nota técnica dos planos de saúde à ANS é limitada ao modelo de remuneração por procedimentos.

O modelo fee for service (FFS) considera uma tabela de remuneração por cada procedimento realizado, em que a remuneração do prestador de

**MAIS IMPORTANTE
QUE TER INFORMAÇÕES
É TER INFORMAÇÕES
IMPORTANTES.**



MONITORAMENTO E REPOSITÓRIO DAS LEIS E NORMAS SUSEP, ANS E PREVIC.

- Monitoramento de Leis e Normas publicadas, diariamente, no Diário Oficial da União.
- Ferramenta de suporte para áreas de compliance, controles internos, jurídica, auditoria, área técnica de Seguradoras, Operadoras de Planos de Saúde e Fundos de Pensão.
- Legislação e normatização reunidas em um mesmo ambiente: Legislação Federal, Normativos da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) e da Superintendência Nacional da Previdência Complementar (PREVIC).
- Normativos consolidados, através de notas e interligados por links remissivos.
- Envio de informativos diários com as últimas atualizações ocorridas, artigos e notícias.
- Agilidade e rapidez na atualização do conteúdo.
- Busca Avançada: pesquisa em todo o conteúdo do Banco de Dados.
- Filtros de busca, que facilitam a pesquisa por: tipo de normativo, ramo, palavra-chave, assunto e status (vigente e revogado).



serviço é a soma dos valores de todos os procedimentos realizados. Conforme citado no Guia de implementação de modelos de remuneração da ANS, publicado em 2019, “o FFS é caracterizado essencialmente pelo estímulo à competição por usuários e pela remuneração por quantidade de serviços produzidos. Uma das principais críticas a este modelo reside no fato da demanda ser induzida pela oferta, ou seja, há produção excessiva de procedimentos pelos prestadores de serviços que nem sempre são necessários para o paciente.”

Já o modelo Capitation considera a remuneração do prestador de serviços por um valor fixo por beneficiário da Operadora, ajustado periodicamente, o que possibilita à Operadora maior previsibilidade dos gastos, além de inibir a demanda excessiva por serviços, como ocorre no FFS.

Acredita-se que a mudança dos modelos de remuneração por procedimentos para modelos que foquem em geração de valor em saúde para o beneficiário seja o caminho para conter a aceleração da demanda por serviços e controlar a inflação médica.

Um estudo realizado pela Prospera Consultoria demonstrou que, para uma amostra de Operadoras selecionadas para o estudo, a inflação saúde de 2018 em relação a 2017 foi de 12,77%, enquanto o IPCA acumulado no mesmo período foi de 6,75% e o IGPM foi de 6,98%.

O mesmo estudo demonstrou que, se congeladas as frequências de utilização das Operadoras nos mesmos níveis de 2017, a evolução dos custos dos serviços no mesmo período teria sido de 6,32%. Isto significa que, se não houvesse mudança no volume de demanda

por serviços, o preço de um mesmo plano de saúde destas Operadoras teria aumentado no mesmo nível da inflação geral. Entretanto, combinando o aumento do preço dos serviços com o aumento da demanda, o preço do mesmo plano subiu quase o dobro, sendo que o PIB do Brasil no mesmo período cresceu apenas 2,19%.

Há que se considerar que os recursos das empresas e dos clientes de planos de saúde estão cada vez mais escassos, em contrapartida ao crescimento da inflação saúde. Diante desta escassez, as Operadoras de planos de saúde não conseguem repassar aos clientes, quer sejam empresas, associações ou pessoas físicas, o reajuste necessário para equilibrar as contas. Por outro lado, não têm mais condições de absorver estes custos adicionais, pois as margens do negócio estão muito comprometidas.

Se não há mais fonte de receita, a alternativa para o equilíbrio parece ser a redução do consumo. Pode soar estranho dizer que consumimos serviços de saúde, mas é isso mesmo que acontece. No artigo “Gastos em saúde: Os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde”, os autores citam, entre outros elementos que agem na demanda por serviços de saúde, a necessidade sentida, os fatores psicossociais e culturais.

Desta forma, a sustentabilidade do setor de saúde suplementar dependerá da mudança de comportamento dos beneficiários, das Operadoras e dos prestadores de serviços, seja por meio da mudança de mecanismos de redução de risco moral, mudança de modelo de remuneração, implantação de programas de atenção à saúde, ou outras medidas que ainda serão criadas.



CLIMATE CHANGE AND THE REINSURANCE SECTOR: RISKS AND OPPORTUNITIES

Climate change (CC) is being clearly observed by the elevation of the Earth's and oceans' temperature, ice melting and sea level rising, changes in rainfall patterns (floods and droughts), ocean acidification, heat waves, bushfires and more powerful tornados and cyclones (Steffen, 2007). Physical impacts resulted from those changes vary from extermination of more vulnerable species and the change in the gravitational movement impacting the ocean circulation to the bleaching of ocean corals and human displacements due to lack of food or land (Steffen, 2007).

Scientists have already agreed about the great responsibility of human activities for the global warming through anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHG). How to know these phenomena are being primarily caused by human activities and are not a natural cycle of nature is a huge research effort undertaken by many different sciences that compose the climate science.

From Figure 1 is possible to observe that Earth's temperature is rising and that the main cause is human activity. After the Industrial

Revolution, CO₂ emissions from natural sources (purple line) and human activities (red line) were overlapped. With the acceleration of industrialisation and urbanisation after the half of the 20th century, the human effect became significantly higher.

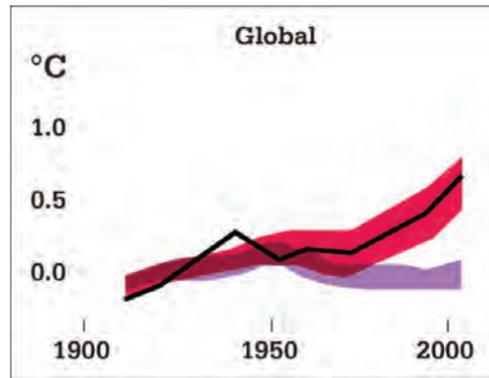
Climate scientists call this new era characterised by human activities equalling and then dominating the forces of nature the Anthropocene (geological) epoch (Steffen, 2007). It began with the onset of industrialisation about 1800 and is currently in the phase of recognition that human activities are affecting the Earth system as a whole, and not only in a local or regional-scale as in the past (Steffen, 2007).

A natural consequence is the improved cooperation among nations to stop the global warming at a certain level. The Paris Agreement is the most successful effort in such direction until now, aiming to an average temperature rise of 2°C scenario, and more positively a 1.5°C scenario, by the end of the century, compared to pre-industrial temperatures (United Nations, 2015).



**NATALIE
HAANWINCKEL
HURTADO, PHD**
EX-PRESIDENTE
DO IBA (2008/10),
ANALISTA DA SUSEP

Figure 1: Simulating Temperature Rising (IPCC, 2014)



During the last sixty years, with the rise of modern environmentalism, a greater societal concern towards the planet resources exploitation and the impacts it unfolds turned environmental policies more frequent locally, regionally and internationally. However, although considered, the environment rarely became the protagonist in political, economic and financial calculations (Steffen, 2007).

Observing the financial system, especially institutional investors that have pure risks as their core business such as insurers and reinsurers, it is clear they have adopted a similar position. Reinsurers, for instance, offer environmental coverages for associated risks based on collected historical (natural or man-made) disasters data, but rarely measured the impacts such events were having to the whole environment and how it was affecting not only their underwriting but also their investments risks. With the evidence of climate change, however, the concern arose, and actions on mitigation, adaptation and resilience (Winn et al, 2011) are claimed.

For reinsurers, in the short and medium-terms, the concern is that their reliability can be threatened, in case claims might not be paid as disasters become more frequent and

severe. In the long-term, the threat regards the own survival of the business.

Being risk takers and risk transferrers, reinsurers use the risk dispersion mechanism. In the occurrence of the event insured, a particular company/economy would not be severely impacted. In this perspective, reinsurance is a financial risk mitigator. Also, as it is related to the underwriting feature, it is affected by the identification of new risks, opening the opportunity to new services. In this way, reinsurance have been working on adaptation throughout its history.

As (pure) risk mitigators, reinsurers potentially act as mitigation, adaptation and resilience providers, because they incentivise better risk management and post disasters recovery practices. It is important to note that the mitigation aspect of the reinsurance sector applies to the present, with measures of risk prevention (connected to adaptation), and to the future, with measures of losses reduction (connected to resilience).

As investors on behalf insurance companies to pay for claims that may happen, reinsurers must invest their resources using stewardship codes. If they consider financial risks from CC and choose to disinvest from high emitter assets or invest proactively in low-carbon assets, for instance, they may perform CC adaptation or mitigator roles, respectively.

The reinsurance sector can be severely reached by risks raised by CC. Lloyd's and Cambridge Centre for Risk Studies (2018) identified and quantified 22 threats the world's

leading 279 cities, responsible for 41% of global economic output, are exposed to, with losses around US\$546.5bn annually. Table 1 shows the top ten threats and respective estimated costs. It can be observed that most of them are directly or at least partially connected to CC.

The Task Force on Climate-related Financial Disclosures¹ Recommendations (TCFD, 2017) defines two categories of risks (physical and transition) and some areas of opportunities as well as financial impacts for companies (Figure 2):

Based on such taxonomy, the International Association of Insurance Supervisors (IAIS) and the United Nations Environmental Program Sustainable Insurance Forum (SIF) have released a joint paper (IAIS & SIF, 2018) which analyses the CC impacts on the (re)insurance sectors.

Adapting IAIS & SIF (2018) analysis to the roles reinsurers perform, Table 2 presents how

¹ This Task-Force was established as a request from G20 to the Financial Stability Board in 2016.

| Top Ten Threats | |
|-----------------------|------------|
| Market crash | \$103.33bn |
| Interstate conflict | \$80.00bn |
| Tropical windstorm | \$62.59bn |
| Human pandemic | \$47.13bn |
| Flood | \$42.91bn |
| Civil conflict | \$37.15bn |
| Cyber attack | \$36.54bn |
| Earthquake | \$33.96bn |
| Commodity price shock | \$20.92 |
| Sovereignty default | \$17.97bn |

Table 1: Top Ten Threats the World's Leading Cities are Exposed to Annually

Source: Lloyd's and Cambridge Centre for Risk Studies (2018)

physical (material) climate risks may impact the reinsurance business; and Table 3 regards that transition risks for reinsurers may pose threats mainly for their investor and risk taker roles, affecting mitigation and adaptation capabilities.

Figure 3 shows an astonishing statistic: around 70% of climate-related losses are uninsured. This is the protection gap (IAIS & SIF, 2018). With the increase of extreme events, uninsured losses will potentially add significant burden on households, businesses and governments, which may affect resource availability and economic productivity across sectors, the profitability of firms and individual assets, pose supply chain disruptions,



Figure 2: Climate Change risks according to the TCFD Recommendations (TCFD, 2017)

| Reinsurance Characteristics Threatened | Climate Change Associated Measure | Vulnerability | Example |
|--|------------------------------------|---|---|
| Risk taker and Risk Transferrer | Adaptation | Reinsurers can adjust their exposures through annual contract re-pricing. However, the potential for happening previous uncorrelated events may result in unexpectedly high claims burdens, which would reduce risk taking and transfer capacities. | Sea level rise with floods and tornados happening together. These situations would reduce reinsurers' ability to cover new risks through reinsurance or retrocession operations. Less supply may drastically shrink the business. |
| Risk Mitigator | Mitigation, Adaptation, Resilience | Climate trends and shocks pose economic disruptions affecting reinsurers, economies, and the wider financial system. It will ultimately affect demand. | The protection gap. |

Table 2 – Reinsurance Sector's Vulnerabilities to Physical Risks According to Threatened Reinsurance's Capabilities

Table 3 – Reinsurance Sector's Vulnerabilities to Transition Risks According to Threatened Reinsurance's Capabilities

| Reinsurance Characteristics Threatened | Climate Change Associated Measure | Vulnerability | Example |
|--|-----------------------------------|---|--|
| Risk taker and Risk Transferrer | Adaptation | Market dynamics and technological innovation. | They may disrupt conventional industrial organization, business models, and affiliated risk cover needs, affecting the types of insurance products and services demanded from firms. |
| Investor | Adaptation | Policy and regulation changes. | Policy and regulatory measures may affect specific classes of financial assets relevant for (re)insurers investment, such as real state and fossil fuel related assets. |
| Investor | Mitigation/Adaptation | Reputational damage and legal actions. | It may arise from civil society activism aiming to motivate divestment from and cessation of underwriting to the coal sector. Society may also demand clean investments. |

gap (Lloyd's, 2018). So, strategically, the (re)insurance sector should address measures to improve demand and offering products adapted to customer needs is key. Besides, there is no such thing as an empty spot in the financial markets for long. If the reinsurance sector does not act, another player will take its position as main risk taker provider.

Another way to improve demand is creating consumer value. By being a more conscious investor, not only the (re)insurance sector would be reducing exposures to risks of policy and regulation changes and reputational damage, but it would also be offering a differentiator to its business model that could be appreciated to final users (people and businesses). The reason is that, by divesting from fossil fuels related assets and investing in green assets, the (re)insurance sector would be contributing to achieve a low-carbon economy, which is a value recognized by current society. Parallely, this would help to reduce the risk of extreme events related to the CC, which would also improve its condition as risk taker.

To strengthen the supply capabilities, reinsurers should look forward to developing new financial products that convey market dynamics and technological innovations. By investing in new technologies and perhaps developing new business models, besides reducing transition risks, reinsurers could find new ways to enhance their risk taker ability too. This shows how the reinsurance operations are interconnected as the benefits harnessed in one aspect levers benefits in others.

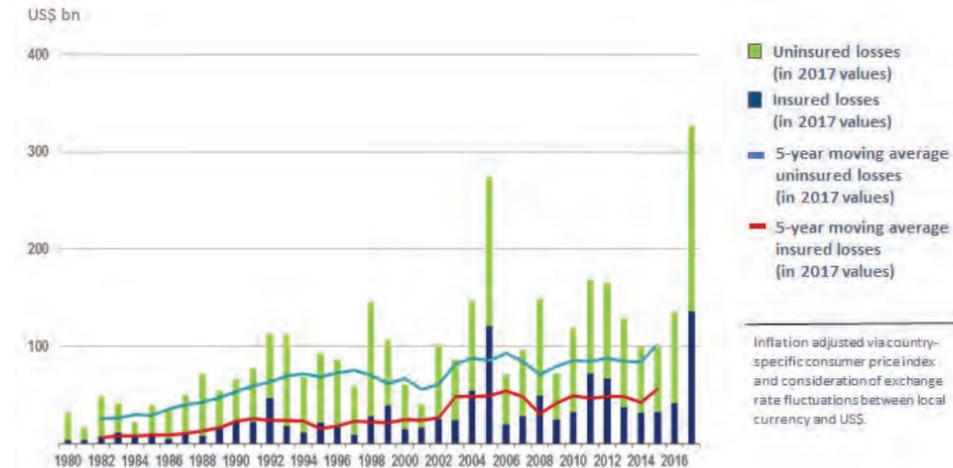


Figure 3: The Insurance Protection Gap for Weather-related Losses (MunichRe apud IAIS & SIF, 2018)

REFERENCE LIST:

IAIS & SIF (2018). Issues Paper on Climate Change Risks to the Insurance Sector. IAIS. pp.81. Available from: https://www.insurancejournal.com/research/app/uploads/2018/08/IAIS_and_SIF_Issues_Paper_on_Climate_Change_Risks_to_the_Insurance_Sector_-1.pdf

IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. pp. 151.

Lloyd's (2018). A world at risk: Closing the insurance gap. Underinsurance Report. pp.26.

Lloyd's and Cambridge Centre for Risk Studies (2018). Lloyd's City Risk Index 2018 [interactive website]. Available from lloyds.com/cityriskindex

Steffen, W., et al. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? (Ambio). Royal Swedish Academy of Sciences. 36(8): pp. 614: 21.

TCFD (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. The Financial Stability Board. pp. 74.

United Nations (2015). Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Available from: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Winn, M., Kirchgeorg, M., Griffiths, A., Linnenluecke, M., Günther, E. (2011). Impacts from Climate Change on Organizations: a Conceptual Foundation. Business Strategy & the Environment. 20: pp. 157:173.



Conhecimentos adquiridos na graduação e na prática profissional ampliam os horizontes dos atuários que também conseguem bons postos de trabalho em outras áreas

Muito
além do **ax**

Em um mercado de trabalho em constante evolução, que exige múltiplas habilidades e capacidade de adaptação, ter a expertise de um atuário pode ser um grande diferencial. Os conhecimentos adquiridos por quem é graduado em Ciências Atuariais também são aplicados fora da sua esfera tradicional e, muitas vezes, beneficiam os profissionais que não são contratados na função estritamente técnica-atuarial.

Exemplos não faltam para corroborar esta realidade, em que a qualificação garante oportunidades e torna os atuários mais qualificados para trabalhar em setores de RH ou de investimentos, por exemplo. Sim, os talentos e habilidades atuariais são efetivamente aplicados em áreas de atuação muitas vezes não vislumbradas pelos atuais e futuros profissionais.

Nesta reportagem, atuários contam suas histórias e como as mudanças aconteceram de forma natural e foram bastante positivas.



Tarciso Nogueira tinha uma carreira clássica de atuário. Formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2003, atuou em grandes empresas do setor, principalmente no ramo de cálculos atuariais para o mercado de previdência complementar fechada. “Tive a oportunidade de passar por todas as etapas do trabalho, desde a análise de dados dos planos, aos cálculos de avaliações atuarias, até o aconselhamento a empresas quanto ao redesenho de seus programas de previdência”, lembra.

Em setembro de 2014 recebeu o convite para se juntar à equipe da área de recursos humanos de um dos clientes que atendia – uma empresa multinacional do ramo químico – numa posição de especialista de fundos de pensão, onde seria o responsável pela gestão do programa de previdência privada e cuidaria de um projeto de reestruturação.

Após o processo de reestruturação da empresa, teve a chance de assumir a liderança da área de recursos humanos no Brasil, sendo o responsável por gerenciar todas atividades:

folha de pagamento, treinamento e desenvolvimento, recrutamento, mobilidade, remuneração, benefícios, controladoria e sistemas de RH.

A mudança surgiu como uma oportunidade interessante. Como já atuava com benefícios de previdência, assistência médica e tinha contato com temas de remuneração nas consultorias em que havia trabalhado, Tarciso entendia que a transição para a área de recursos humanos seria mais rápida.

“Após mais de 12 anos atuando no mercado de fundos de pensão, eu vi minha carreira se tornar extremamente especializada nesse ramo. Além disso, a indústria de fundos de pensão tem estado estagnada e o trabalho atuarial vem reduzindo em função da extinção dos planos de benefício definido e o crescimento dos planos de contribuição definida. Com o convite para me juntar ao time de RH de uma empresa, vi a chance de ter contato com outras áreas e, eventualmente, no futuro, expandir minha atuação para além de planos de previdência”, avalia.

No caso de Tarciso, o conhecimento atuarial foi útil em mais de uma



Fotos de Divulgação



A expertise de quem trabalhou anos com avaliação atuarial torna bem simples a compreensão da projeção dos custos e da população, além de fornecer os subsídios técnicos para definição de premissas que reflitam de forma mais apropriada a realidade

Tarciso Nogueira



oportunidade. Cada vez mais exige-se que a área de recursos humanos também mensure seus resultados, já que entende seus impactos nos resultados da organização. Nesse contexto, a habilidade do atuário em analisar números e realizar projeções é um grande diferencial.

A área de recursos humanos é responsável pelo orçamento de custos de pessoal da empresa, processo que requer a definição de premissas de evolução salarial, crescimento dos custos de benefícios, especialmente plano de saúde. “A expertise de quem trabalhou anos com avaliação atuarial torna bem simples a compreensão da projeção dos custos e da população, além de fornecer os subsídios técnicos para definição de premissas que reflitam de forma mais apropriada a realidade”, ressalta.

Tarciso lista outras atividades em que os atuários acabam sendo melhor aparelhados. Como em projetos de fusões e aquisições (M&A), em que a experiência com avaliações atuariais de previdência e outros benefícios pós-emprego ajudam no processo de

due diligence, quando a empresa está avaliando a aquisição de empresas no Brasil. “A compreensão de fluxos de longo prazo ajuda na discussão com a área de negócios da projeção de resultados e no entendimento dos impactos no fluxo de caixa do negócio de eventuais custos e sinergias na integração”, aponta.

“Além disso, globalmente, os setores de Recursos Humanos vêm implantando modelos preditivos para tomadas de decisão mais assertivas (conhecidos como *Analytics*), baseados na análise de um grande volume de informações, utilizando projeções de pessoal de longo prazo (chamadas *Strategic Workforce Planning*), onde o conhecimento atuarial analítico e de projeções de longo prazo podem ser um diferencial”, complementa.

Com a experiência de ter feito a mudança em momento propício, Tarciso Nogueira garante que nunca é tarde para dar uma virada na carreira e mudar para uma nova área de atuação. “Com todas as mudanças que as empresas e os mercados estão

passando em função da digitalização (a chamada 'Indústria 4.0') e, no que se espera, que diversas atividades/profissões deixem de existir e muitas novas surjam, cada vez mais a avaliação de candidatos está se dando pelo seu potencial de entrega e de se transformar, do que por aquilo que efetivamente você já sabe fazer. Se tivermos nossas mentes abertas para novos desafios e nos mantivermos sempre capacitados e atualizados, a sólida formação de um atuário permitirá aproveitar muitas dessas novas oportunidades trazidas pela transformação digital”, analisa.



Olavo Vaz começou bem cedo na carreira atuarial. Aos 17 anos, quando ainda cursava o primeiro semestre da graduação na UFRJ, tornou-se estagiário em uma consultoria voltada para a área de seguros. Ele não sabia que as mudanças começariam nesta mesma empresa, quando sua carreira seria direcionada para o setor de investimentos.

Foi uma mudança que ocorreu em etapas e se desenvolveu com o passar do tempo. Do mundo atuarial, entrou no mundo de investimentos, passou por bancos e chegou à consultoria de finanças corporativas. “Num primeiro momento eu continuava na mesma empresa, lidando com as mesmas pessoas e clientes, mas com foco diferente. Com o passar do tempo, depois que saí, o mundo atuarial foi se transformando em um mundo mais financeiro. Todo este processo do atuarial até o *Corporate Finance* levou uns dois anos”, lembra.

No princípio da carreira, ele foi

para a área de *Retirement* e depois migrou para a *Asset Consulting* – que era muito pequena na época e responsável por olhar os ativos das fundações, onde estavam sendo investidos, analisar a performance e sugerir melhores carteiras em função do perfil do passivo das fundações. “Foi exatamente neste momento que o meu dia a dia migrou totalmente de algo atuarial para algo mais voltado ao mundo financeiro. Eu sempre gostei de mercado financeiro e vi ali uma oportunidade. Não foi uma mudança planejada, eu aceitei o caminho e a partir dali minha vida foi se transformando”, relata.

De 2002 até então, sua carreira foi se direcionando ainda mais para atuação no mercado financeiro, tendo trabalhado em áreas como *Finance & Performance Management, back office* de fundos *offshore*, bem como nas transações envolvendo *real estate*, mídia, alimentos, varejos, eventos e infraestrutura, entre outros. Para isso, foram necessárias adaptações em termos técnicos.

Para Olavo, a grande ajuda que recebeu da carreira atuarial foi aprender a lidar bem com números, dados, planilhas e informações, além do conhecimento sobre o mercado de seguros “Em alguns projetos de infraestrutura e energia, o *know how* da terminologia, funcionamento e quem são os players é essencial para definir o sucesso e custo dos projetos”, justifica.

Com a experiência de ter dado um salto na carreira, Olavo Vaz dá algumas dicas para quem pretende fazer o mesmo movimento. “Ser curioso, buscar oportunidades fora

da sua área de conforto, expondo-se a certos riscos é fundamental para alcançar algo maior, melhor ou ao menos diferente. Acredito que as mudanças que estão ocorrendo no ambiente profissional farão com que as pessoas busquem menos o título em si mas sim certas competências, o que torna extremamente importante conhecer um pouco de tudo e não se limitar a padrões pré-estabelecidos”, reconhece.



A Atuária surgiu para Angélica Gozzani após uma pesquisa que fez, na época em que estava em dúvida sobre a definição de sua carreira. “O que me fez decidir foi o trabalho de análise de risco, aplicando tanto conhecimento estatístico como financeiro. E justamente esse intuito multidisciplinar em Estatística, Economia e Contábil ajudou a definir minha opção”, conta.

Na época em que estava produzindo sua monografia para conclusão de curso, ingressou em uma seguradora, na vaga para atuário dentro da área de



Ramos Elementares da empresa. “Fiz parte do projeto da famosa circular SUSEP N° 395/2009, que reformulou os ramos. Foi um imenso aprendizado, pois tive que entrar nos detalhes de todos os produtos de RE, que são a maioria. Com a função de construir os quadros estatísticos de RE, eu também era responsável pelas análises de carteiras com os resseguradores para cotações e estruturações dos contratos de resseguro”, conta.

Em 2015, surgiu uma oportunidade para desenvolver suas habilidades em modelagem. “Não foi uma decisão fácil deixar uma das seguradoras mais conhecidas no país e vir para uma empresa cujo *business* principal não é seguros. Mas aceitei o desafio justamente para obter esse diferencial. Hoje trabalho com modelagem focada em Seguros, mas tenho acesso a todos os outros segmentos dentro da empresa”, afirma.

Angélica acredita que a formação em Ciências Atuariais foi fundamental para o emprego que possui atualmente. “Saí dos principais focos dos atuários, que são



Num primeiro momento eu continuava na mesma empresa, lidando com as mesmas pessoas e clientes, mas com foco diferente. Com o passar do tempo, depois que saí, aí sim o mundo atuarial foi sumindo e se transformando em um mundo mais financeiro

Olavo Vaz



constituições de Reservas Técnicas, Notas Técnicas e Solvência. Porém, graças ao conhecimento e vivência nesses assuntos, hoje atuo na área de modelagem especificamente para Seguradoras e Operadoras de Saúde. O que me fez vir para esse mundo não óbvio para Atuários foi meu interesse em *Analytics* em geral, análises de bases de dados visando o risco”, justifica.

Ela vai além e garante que a expertise atuarial a auxilia totalmente. “Com minha bagagem, sei o que faz sentido ou não dentro de uma seguradora pensando em todo o fluxo, desde a cotação até uma análise de fraude de um sinistro. Sei como os produtos são construídos e o quanto os modelos tem que discriminar para dar ganho pensando em um todo, incluindo reservas técnicas”, resume.

Por tudo isso, Angélica Gozzani discorda da teoria de que os atuários sejam restritos e limitados a assinar notas técnicas. “De maneira alguma! No momento em que estamos, são necessários profissionais de conhecimento de risco e de bases de dados. A profissão de Atuária consegue se alocar em diversas outras áreas, como *Analytics*, Modelagem e Produtos não somente em seguradoras, fundos de pensão e operadoras de saúde, mas também em empresas relacionadas”, mostra.

Por isso, ela dá algumas dicas para quem pretende dar esse “salto” profissional. “A primeira delas é que façam sem medo, porque pode ser um caminho com volta. Estou fora do mercado objetivo principal de atuário e não é por isso que não surgem boas propostas para retornar. Por isso,

não tenham medo caso façam esse movimento de troca e, por acaso, não gostem. Outro detalhe é que este ‘salto’ trará conhecimentos e vai abrir muitos horizontes e, por consequência, inúmeras oportunidades. Tenham a mente aberta, sem medo de arriscar”, expõe.



Denis Peixoto sempre trabalhou em áreas ligadas à saúde. Antes de ingressar no curso de Ciências Atuariais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 1997, ele já havia trabalhado em um hospital da capital gaúcha – na época em que a Lei 9656/98 ainda não existia, tampouco a ANS. Mesmo assim, sempre se interessou pela atuária.

“Junto com a legislação e a ANS, veio para o mercado da saúde suplementar uma estrutura baseada em risco, trazendo a importância da figura do atuário. Para mim, foi juntar o útil ao agradável, pois vi uma oportunidade de unir meus conhecimentos e experiência adquiridos com uma formação acadêmica. Comecei, então, a focar neste nicho: atuário na área de saúde suplementar”, recorda.

Logo após a formatura, Denis começou a procurar por oportunidades em áreas ligadas à graduação. “Atuário com conhecimento em saúde era um ‘produto’ extremamente raro na época (e podemos dizer que ainda o é). Em pouco tempo já estava com um novo emprego e desembarcava em São Paulo para trabalhar em uma consultoria atuarial especializada em planos de saúde. Foi um período



de muito aprendizado profissional e de vida, pois foi minha primeira experiência fora do Rio Grande do Sul”, conta.

Denis fez da área da saúde seu caminho profissional, assumiu as funções de Executivo de Negócios, trabalhou com negociação de tabelas de preços de serviços médico-hospitalares, credenciamento e relacionamento com a rede prestadora de serviços de saúde (hospitais, clínicas, laboratórios, médicos, etc.).

Esta escalada o levou a assumir, em 2010, um cargo de gestão em uma cooperativa médica, coordenando uma área que, além de processos atuariais e estatísticos, também tinha a responsabilidade da geração de dados e informações estratégicas para a empresa. “Foi uma área que tomou corpo e importância estratégica na empresa na medida em que o entendimento do papel do atuário foi sendo disseminado e entendido”, relata.



Não foi uma decisão fácil deixar uma das seguradoras mais conhecidas no país e vir para uma empresa cujo business principal não é seguros. Mas aceitei o desafio justamente para obter esse diferencial

Angélica Gozzani



Desde 2018, atua no mercado de cooperativas médicas, dando suporte às demais cooperativas do Rio Grande do Sul no que diz respeito a assuntos atuariais e outros correlatos ao sistema cooperativista de saúde.

Mesmo em área de gestão, Denis nunca perdeu de vista as capacidades adquiridas com a atuária e a relevância da sua formação “A



importância do atuário transcende a nota técnica. Ainda bem! Há um papel estratégico deste profissional dentro das empresas, principalmente nas que têm o risco no seu *core business*. Em nossa essência, nós avaliamos riscos. Entretanto, muitas vezes, uma conversa de orientação com um dirigente antes de uma tomada de decisão vale bem mais do que muitas notas técnicas recheadas de números”, revela.

As habilidades atuariais sempre foram de grande valia para Denis, mesmo quando estava em uma posição como executivo de negócios

– onde são exigidos talentos de negociação e relacionamento. Porém, a expertise atuarial e numérica o ajudou a complementar as entregas do cargo quando as utilizou para fazer projeções de impacto financeiro de negociações e mensuração de riscos, auxiliando inclusive aos demais colegas da mesma função que não tinham familiaridade com a matemática e estatística.

Ele reconhece que as mudanças, muitas vezes, servem para tirar da zona de conforto. “É necessário flexibilidade, disposição para (re) aprender, inteligência emocional,

paciência e certo nível de coragem. A adaptação não é só nossa, as pessoas ao nosso redor também acabam aprendendo a se adaptar a nós e a essa nossa formação tão ‘diferente’. Nem todos sabem das possibilidades que nosso curso propicia e é um desafio poder mostrá-las e abrir portas”, reflete.

Para Denis Peixoto não existe uma receita pronta para passar por este processo de preparo para desafios tão grandes quanto atuar em outra área. “Em linhas gerais, deixaria como dicas: não se restringir aos conhecimentos adquiridos na faculdade; buscar sempre a melhoria contínua de tudo o que estiver fazendo; ler muito, inclusive material técnico de áreas diferentes e literatura; trocar, sempre que possível, o e-mail e o telefone por uma conversa presencial com colegas de outras áreas; ficar atento às inovações e aprender sobre novas tendências tecnológicas. Por último, não menos importante e por mais óbvio que possa parecer: aprender (bem!) a trabalhar no Excel!”, sugere.



Geraldo Mello é mais um atuário a observar atentamente as oportunidades e aproveitar seus conhecimentos em outros segmentos. “Construí minha carreira trabalhando em Previdência Privada, na área atuarial institucional. Senti o desejo de atuar em outro *business* onde também pudesse ser útil e me sentisse desafiado. Ao receber o convite inicial, quando fui questionado se tinha interesse na minha atual posição, meu sentimento foi de receio pela mudança misturado com empolgação pela possibilidade de mudar. Na verdade, não fui impelido a mudar. Escolhi mudar. E as peças se encaixaram de forma a permitir que a minha opção se concretizasse”, recorda.

Graduado na UFRJ (2000), Geraldo explica que tomou a decisão em trabalhar com Previdência Privada e no mesmo ano que se formou recebeu um convite para ingressar em uma empresa em São Paulo. Esta escolha contribuiu bastante para sua carreira.

“Cheguei lá praticamente na mesma época em que a empresa



A importância do atuário transcende a nota técnica. Ainda bem! Há um papel estratégico deste profissional dentro das empresas, principalmente nas que têm o risco no seu core business. Em nossa essência, nós avaliamos riscos

Denis Peixoto



“

No meu caso, a adaptação às minhas novas responsabilidades foi mais tranquila, mas ainda preciso investir no conhecimento técnico relacionado ao negócio, o que encaro como natural e parte do processo

Geraldo Mello

”

passou a ter uma seguradora americana como acionista. Era uma época em que o nosso mercado estava evoluindo muito, com crescimento bem rápido e muitas mudanças regulatórias. Então ao mesmo tempo em que participava da evolução local, desenvolvia um intercâmbio muito bom com a equipe atuarial da matriz, explicando o que acontecia por aqui e implementando o USGAAP para nossos produtos”, conta.

Em 2010, ele se tornou gerente da área atuarial e, cinco anos depois, surgiu uma oportunidade para trabalhar na sócia estrangeira, nos Estados Unidos, também na área atuarial – para acompanhar América Latina (Brasil, México e Chile). “Nesse momento começou o maior interesse por Finanças, que já gostava desde que havia feito MBA na área”, completa.

Geraldo entende que as mudanças na carreira foram um processo natural, muito em função das escolhas que foi fazendo ao longo destes quase vinte anos. Quando foi trabalhar em terras norte-americanas, passou a acompanhar os resultados



das operações na América Latina, o que despertou o interesse em contar suas histórias de forma mais clara e simplificada possível. “Percebi que dificuldades existiam em diversas frentes. Nesse momento decidi que, ao retornar ao Brasil, a área atuarial não seria mais meu único foco e passei a ficar atento a outras possibilidades”, rememora.

Para o atuário, a adaptação às mudanças é diretamente relacionada à nova função. Algumas exigirão mais esforço por serem distantes da formação atuarial. “No meu caso, a adaptação às novas responsabilidades foi mais tranquila, mas ainda preciso investir no conhecimento técnico relacionado ao negócio, o que encaro como natural e parte do processo”, argumenta. Tanto que as expertises atuariais foram importantes em alguns momentos. “Houve uma vez que me solicitaram um estudo de viabilidade e no lugar de um simples estudo determinístico, fiz uma análise quase estocástica com diversos cenários e probabilidades de sucesso. Foi algo realmente inesperado”, conta.

“Seja o condutor de sua carreira”

Ele trabalha em uma empresa disruptiva por natureza, a Uber, mas mantém a essência da formação em Ciências Atuariais, na UFRRS. Rafael Costa mostrou-se sempre aberto a novas possibilidades profissionais que trouxessem impactos positivos para a sociedade. “Fui movido pela ideia de trabalhar em uma gigante de tecnologia no Vale do Silício, aliada com a possibilidade de utilizar minha experiência atuarial para ajudar a desenhar e tarifar seguros verdadeiramente inovadores”, conta.

Conte um pouco da sua história profissional.

Rafael Costa – Sou graduado em Ciências Atuariais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Comecei a minha carreira atuarial na Zurich Seguros, em São Paulo. Depois de dois anos, fui transferido para a Farmers Insurance, que é uma subsidiária do grupo Zurich baseada em Los Angeles, na Califórnia. Depois de dez anos em Los Angeles, tive uma rápida passagem pela Travelers Insurance, no Minnesota. Hoje faço parte da equipe atuarial da Uber, em San Francisco, Califórnia (EUA), na área de tarifação de seguros internacionais (rideshare para todos os mercados fora dos Estados Unidos) e de seguros para produtos especiais no âmbito global (bicicletas, scooters, transporte de cargas, entre outros). Sou Membro do Instituto Brasileiro de Atuária e Fellow da Casualty Actuarial Society.

Por que escolheu a atuária como profissão?

Rafael Costa – Durante todo o meu período escolar, tive o privilégio de ter excelentes professores de matemática, os quais me fizeram ter gosto pelos números e por resolver problemas. Por esse motivo, quase escolhi Licenciatura em Matemática no Vestibular. Porém, a ideia de trabalhar em um ambiente corporativo e de poder aplicar conhecimentos técnicos a desafios do mundo financeiro me fizeram buscar uma alternativa. Aliar conhecimentos de matemática e estatística com questões legais, contábeis e administrativas é algo que poucas profissões podem oferecer.

O que o fez mudar e sair da sua área de atuação?

Rafael Costa – Quando surgiu a oportunidade de trabalhar na Uber, fiquei empolgado em fazer parte do impacto positivo que a empresa está trazendo para a mobilidade global. Fui movido pela ideia de trabalhar em uma gigante de tecnologia no Vale do Silício, aliada com a possibilidade de utilizar minha experiência atuarial



para ajudar a desenhar e tarifar seguros verdadeiramente inovadores.

Como se sentiu ao ser impelido a mudar de área de atuação?

Rafael Costa – Com o privilégio de ter feito parte de um programa de rotações nos anos iniciais da minha carreira, mudei de área de atuação diversas vezes. Ainda que (quase) sempre tenha tido as palavras “atuarial” ou “atuário” no meu título, o trabalho em reservas, tarifação ou modelagem de catástrofes requer atributos muito diferentes. Desde recém-formado, dediquei tempo a planejar minha carreira e ambicionei passar por diferentes áreas de conhecimento, para que pudesse descobrir e desenvolver esses atributos.

O que fez optar pela ocupação em que está hoje? Ela foi uma mudança que aconteceu diretamente ou passou por outras etapas até chegar onde chegou?

Rafael Costa – Esse é o tipo de oportunidade que surge de maneira repentina. Eu havia trocado de emprego e me mudado para outro estado seis meses antes de começar o diálogo com a Uber. Naquele momento eu estava muito satisfeito com o meu trabalho e a decisão foi difícil. Porém, a vontade de fazer algo completamente novo falou mais alto!

Segundo teóricos sobre o mercado de trabalho, a pessoa irá ter pelo menos cinco ocupações diferentes ao longo da sua história profissional.

Você acredita que pode se considerar precursor?

Tive a sorte de estar no lugar certo, na época certa, e com o grupo certo de pessoas visionárias que entendem o valor que existe em trazer atuários para a área de tecnologia. Meu ponto de vista é de que não existe uma receita para o sucesso, já que cada um determina o que sucesso significa para si. No meu caso, participar de um programa de rotações no início da minha carreira e, recentemente, sair do mercado segurador tradicional para a área tecnológica foram movimentos que atenderam às minhas ambições.

Muitos futuros profissionais que estão na faculdade acham que ser atuário é ficar limitado a assinar uma nota técnica atuarial. Para você que fez este “salto”, isso procede?

Rafael Costa – Tal expectativa é certamente equivocada, e me faz pensar que temos que investir mais no ensino de ética e profissionalismo, tanto na universidade quanto na educação continuada. Espero que nossos futuros atuários possam reconhecer o valor das suas assinaturas, assim como a responsabilidade que resulta do título de atuário – não somente para com a empresa onde trabalharão, mas também para com a sociedade.

Houve problema em relação à sua gestão superior por você ser atuário e não da área onde atua?

Rafael Costa – O fato de que a empresa tem uma equipe atuarial atesta o reconhecimento que temos pela nossa qualidade técnica,

“

Trabalhar em uma empresa de tecnologia é certamente muito diferente de uma seguradora tradicional. Na área de tecnologia, vários clientes internos têm pouca familiaridade com o mercado de seguros e o poder analítico dos atuários

”

mesmo fora da indústria de seguros. Tecnicamente, a empresa precisaria somente de um atuário, mas entende que sabemos como agregar valor e decidiu por manter uma equipe completa. Somos valorizados pela nossa habilidade de interpretar e avaliar dados para facilitar a tomada de decisões estratégicas, com uma combinação de áreas de conhecimento que não se encontra em outras profissões.

Que mensagem que pode passar para os seus colegas e futuros colegas atuários que estão no mercado de trabalho e não estão encontrando recolocação ou ainda os que não estão felizes como atuários em outro setor ou outro negócio e empresa?

Rafael Costa – Seja o condutor da sua própria carreira e focalize no que está sob seu controle. Se algo não está funcionando, pense em como você pode mudar sua atitude para gerar um resultado diferente, em lugar de pensar como outros deveriam agir. Seja um líder, independente da sua posição.



PLANO FAMÍLIA FUNDAÇÃO COPEL – OS ATRATIVOS E OS DESAFIOS ENFRENTADOS PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO



ANDRÉ MARINO
GERENTE DO
DEPARTAMENTO
DE BENEFÍCIOS
PREVIDENCIÁRIOS



**CLAUDIA CRISTINA
CARDOSO DE LIMA**
ASSESSORA DE
GESTÃO DE PESSOAS



GLEWERTSON CARON
ASSESSOR DA
DIRETORIA EXECUTIVA

Nos últimos anos, o sistema de Previdência Complementar Fechada do nosso país vem apresentando ínfimo crescimento, ocasionado por dois principais fatores: a falta de empresas dispostas a ofertar aos seus empregados um Plano Previdenciário na modalidade patrocinado e a significativa transformação pelas quais passam as atuais patrocinadoras, tanto no que se refere à diminuição do número de empregados, acarretado pela implantação de novas tecnologias, quanto pela necessidade de redução de despesas não atreladas ao seu próprio negócio. Diante deste cenário, as Entidades Fechadas de Previdência Complementar buscam inovação através de novos produtos e novos clientes com a finalidade de manutenção do seu objetivo social: oferecer a verdadeira previdência complementar a uma população extremamente carente de poupança futura e manter a eficiência na prestação dos seus serviços.

Amparada neste contexto e pensando na perpetuidade e no ganho de escala, a Fundação Copel, em parceria com a Associação dos Empregados e Participantes da Fundação Copel (instituidor), lançou em dezembro de 2017 o Plano Instituído denominado “Plano Família” a ser ofertado aos associados da instituidora (participantes

ativos e assistidos bem como seus familiares). Com início do projeto em maio de 2017, o plano passou por várias etapas relevantes para o seu sucesso, entre elas: estruturação do regulamento, implantação de sistema de tecnologia especializado em planos instituídos, elaboração do estudo de viabilidade, parecer atuarial, engajamento da equipe interna, inovação, aprovação dos Órgãos de Governança e, por fim, a aprovação da Superintendência Nacional de Previdência Complementar – PREVIC que, em novembro de 2017, considerou apta a implantação do Plano Família na Fundação Copel. Além disso, uma importante ação foi realizada pela Fundação Copel desde o início do projeto. O Plano foi apresentado, como pré-venda pela Diretoria Executiva da Fundação Copel, para mais de 1.000 participantes que responderam uma pesquisa de intenção. O resultado revelou que 95% dos participantes tinham interesse no produto e 37% declararam possuir Plano de Previdência em Entidade Aberta. Tais indicadores reforçaram a tomada de decisão na implantação deste plano.

Sobre a **estruturação do regulamento** cabe destacar que este documento teve como princípio básico

a flexibilização total do produto. Sem exigência de contribuição mínima ou de contribuição associativa, o plano permite a suspensão da contribuição por 24 meses e não gera incidência de multa/juros no eventual atraso de contribuições normais. Além disso, a solicitação de benefício pode ser realizada após 12 meses de contribuição e a carência mínima de 36 meses para resgate total ou parcial da reserva são condições que se destacaram de forma positiva na decisão dos participantes pela adesão ao Plano Família.

A escolha de um **sistema de tecnologia especializado em planos instituídos** é outro fator de destaque. Além de mais exigente em relação à tecnologia, o público de clientes deste tipo de produto tem um perfil mais “passivo”, ou seja, tem que ser perseguido. Por isso, seguindo tendências das PREVTECHS, a Fundação Copel optou por um sistema 100% digital na busca de um ambiente mais disruptivo e com custo de operação extremamente baixo, o que dispensou a contratação de novos empregados para suporte de venda deste plano. Desde a adesão até a operacionalização de contribuições facultativas, emissão de extratos e simulações, o participante conta com ferramentas adaptadas a tornar o processo mais rápido e sem burocracia.

O **estudo de viabilidade** e o **parecer atuarial** foram ferramentas que nortearam as ações a serem perseguidas pela entidade. Com cobertura previdenciária e assistencial para mais de 42.000 vidas, foi considerado como público alvo, nos primeiros cinco anos de vida do Produto, 10% destas pessoas. Além disso, a contribuição média considerada no estudo foi de R\$ 100,00

(cem reais) per capita e no quinto ano uma previsão patrimonial de pouco mais de R\$ 20 milhões. Após o quinto ano, seguindo esta receita, o Plano deveria caminhar com independência, considerando as despesas administrativas pré-operacionais e operacionais despendidas na gestão.

O **engajamento da equipe interna** também deve ser considerado como fator crítico de sucesso na implantação do produto. Através de intensa capacitação e sensibilização de todo o grupo, que compõe a força da entidade, buscou-se a capilaridade na distribuição do plano. Ainda neste sentido, uma equipe de comunicação interna inteiramente conectada e criativa conseguiu transmitir de forma esplendorosa a importância da Educação Financeira e Previdenciária através do Plano Família, com foco no médio e longo prazo. Em relação à gestão dos recursos financeiros, a Entidade estruturou um quadro extremamente qualificado com a estratégia de investimentos voltada para médio e longo prazo com foco na maximização da relação risco *versus* retorno e baseado num nível de volatilidade (risco) aceitável pelo participante refletido no seguinte benchmark; 15% renda variável, 45% IMA (carteira de títulos públicos) e 40% CDI. Todas as ações planejadas e conectadas a um programa de meritocracia resultaram em um quadro de empregados que registra 91% de sua satisfação e garantiram, por dois anos consecutivos, o troféu **Great Place To Work**, classificando a Fundação Copel entre as melhores empresas para se trabalhar no Paraná.

Como resultado destas ações, o primeiro mês de operação do Plano

Família contou com a adesão de 309 participantes e manteve, nos três primeiros meses, uma média de 300 adesões, demonstrando uma forte demanda de mercado aos Planos Instituídos. Contudo, preocupada com a manutenção deste crescimento, a Fundação Copel não parou por aí. Através de um segundo projeto, conectado ao Plano Família, buscou inovar através da criação de um produto denominado “Rede de Consumo Consciente”. Uma concepção moderna que incentiva a poupança previdenciária através de uma rede de parceiros, dos mais diversos serviços e produtos, que apostam na Previdência Complementar Fechada como solução da sustentabilidade do consumo no futuro, e garantem parte do dinheiro gasto hoje como crédito previdenciário. Ao consumir nestes estabelecimentos, o participante informa seu CPF na hora do pagamento e através de um aplicativo, denominado PREVCASH, computa automaticamente o crédito no Plano Família, demonstrando assim os mesmos princípios digitais considerados na operação do Plano Família.

Considerado pelos participantes do Plano Família a melhor forma de engordar a previdência, sem ter que contribuir a mais todos os meses, o PREVCASH é o modo de economizar consumindo de forma consciente, o que já é um atrativo, considerando a exígua cultura Previdenciária do povo brasileiro e o alto impacto do consumo imediato.

Um ano e nove meses se passaram desde o lançamento do Plano Família, e como resultado o Plano conta com mais de 3.500 participantes, um patrimônio que ultrapassa a casa do R\$

30 milhões, destes 78% sendo a soma de contribuições facultativas e portabilidade oriunda de Entidades Abertas, e uma rentabilidade média no período de 260,06% do CDI, conforme pode ser observado, de forma detalhada, no quadro abaixo:

| Rentabilidade - Plano Família* | | | |
|--------------------------------|---------|----------|------------------|
| | 6 meses | 12 meses | Desde o início** |
| Plano | 8,66% | 24,51% | 29,11% |
| CDI | 3,11% | 6,28% | 11,19% |
| % CDI | 278,52% | 390,41% | 260,06% |
| CDI+ | 5,55% | 18,23% | 17,92% |

* Até agosto de 2019

** Desde 13/12/2017

Como resultado da Rede de Consumo Consciente, cabe destacar que a estrutura conta com mais de 300 parceiros, espalhados por todo o estado do Paraná, a qual já arrecadou mais de R\$ 14 mil reais em créditos para o Plano Família.

Mesmo considerando o cumprimento antecipado de todas as previsões consignadas no estudo de viabilidade, ações adicionais ainda estão sendo desenvolvidas em prol da continuidade deste crescimento.

Com base nesta pequena trajetória, algumas lições foram aprendidas e desafios foram enfrentados, contudo, fica nítido que mesmo diante de inúmeras dificuldades é possível reverter o cenário do sistema de Previdência Complementar Fechado através da implantação de Planos Instituídos. O importante é perceber que precisamos adaptar e ampliar nossos produtos, a esta nova realidade de mercado, buscando sempre a inovação sem perder o caráter previdenciário que norteia nosso negócio.

REAJUSTE DOS PLANOS DE SAÚDE: APRESENTANDO ALGUNS ASPECTOS TÉCNICOS ENVOLVIDOS

a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) e não é permitido que as operadoras apliquem acima do teto publicado.

Vale ressaltar que o Mercado de Saúde Suplementar é detentor de variáveis exógenas intrínsecas à sua operação, elevando assim o seu nível de risco. Dentro desse portfólio de variáveis que compõem possíveis desvios, pode-se destacar a judicialização; epidemias; variações de preços dos insumos e novas tecnologias; entre outros fatores. Neste contexto, podemos fornecer dois exemplos práticos: orçamento e precificação. Mesmo sendo incluída uma margem de segurança para suprir essa volatilidade de custos, tanto no orçamento, quanto na precificação, o resultado positivo previsto poderá ser consumido de forma devastadora no final do exercício e no caso da precificação, a sinistralidade ir a patamares mais elevados.

Dada essa contextualização inicial, vamos entender agora aspectos técnicos referentes às metodologias de cálculo dos reajustes de cada contratação.



JOSÉ NAZARENO MACIEL JUNIOR
GERENTE DE
INFORMAÇÕES
ESTRATÉGICAS E
ATUARIAIS DA UNIMED
FORTALEZA.

Quando se discute sobre a sustentabilidade do mercado de saúde suplementar, uma das pautas mais recorrentes é o aumento dos custos assistenciais e atrelado a este assunto está o **reajuste**, principalmente no tipo de contratação individual. E não é para menos, pois ele é controlado. Diferentemente dos planos coletivos empresariais e por adesão com mais de 29 vidas, nos quais existe a possibilidade de se estabelecer uma livre negociação, quem calcula o reajuste máximo a ser aplicado dos planos individuais é



Reajuste dos Planos

Coletivos Regulamentados (contratação após 1999)

Obviamente vai depender de cada operadora, mas de uma forma geral, o reajuste dos planos coletivos, sejam eles empresariais ou por adesão, é feito através da formulação abaixo:

$$R = \left[(1 + R_{\text{Técnico}}) \times (1 + R_{\text{Financeiro}}) \right] - 1$$

Onde

RTécnico: deverá refletir a recomposição econômico-financeira do plano/contrato, apurada pela sinistralidade acumulada no período, geralmente entre 12 a 36 meses.

Matematicamente o RTécnico é igual a $(S/S_{\text{máxima}}) - 1$

Onde

S = sinistralidade do plano/contrato, ou seja, a relação (divisão) entre os custos assistenciais já deduzidos a coparticipação, se houver, e as receitas calculadas atuarialmente. Quanto das receitas que a operadora está arrecadando estão sendo dispendidas para pagar os prestadores que atenderam os seus beneficiários daquele plano/contrato.

Smáxima = sinistralidade máxima, aferida pela operadora em conformidade ao seu planejamento estratégico como balizador de resultado estratégico anual ou plurianual.

Condição importante:

Se S menor ou igual à Smáxima então RTécnico = 0,00%

RFinanceiro: deverá refletir a recomposição do valor da moeda para o período futuro dos próximos doze meses. Neste caso a operadora fixa ou um índice ligado ao setor de saúde, como por exemplo: FIPE Saúde, IPCA Serviço

Saúde, VCMH do IESS, dentre outros. Ou fixa um índice próprio que, muitas vezes, é calculado com base nas projeções dos custos assistenciais inseridas no orçamento.

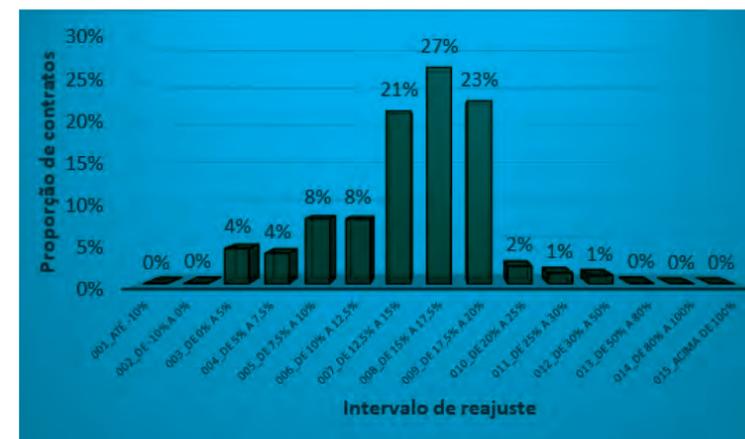
É importante destacar que no cálculo atuarial são analisados de forma preciosa os outliers, sazonalidade e tendência relacionada à evolução das doenças expostas no grupo, neste último com a ajuda de profissionais da área da saúde ou por modelagem estatística com foco na predição.

Vale observar que o reajuste dos planos coletivos com número de vidas até 29 pode ser calculado com a mesma metodologia, o que vai depender da operadora. Contudo, o percentual de aplicação, no período de maio a abril, deverá ser fixo e único, salvo algumas exceções dispostas na RN 309. Além disso, as operadoras são obrigadas a disponibilizar em seus sites o percentual. Reforça-se que a livre negociação com as datas-bases e percentuais diferentes, caso a caso, são para os planos coletivos com número de vidas acima de 29. As operadoras também possuem a liberdade de aumentarem esse número de vidas igual a 29 para este agrupamento.

A ANS disponibilizou na sessão Dados Abertos uma base que contempla todos os reajustes cadastrados no ano de 2018, através do RPC (Reajuste de Planos Coletivos), que é o sistema onde as operadoras enviam os reajustes mensalmente à ANS. Nesta mesma base não é possível separar o que é Pool de Risco (em geral, até 29 vidas) e o que é Coletivo Empresarial e Coletivo Por Adesão. De qualquer forma, as estatísticas abaixo nos fornecem uma noção de como o mercado está fluindo em relação à rentabilização desse tipo de plano:

| Modalidade | Reajuste (Média ponderada com o Beneficiário) |
|-----------------------------------|---|
| Autogestão | 5,67% |
| Filantropias | 11,10% |
| Cooperativa Médica | 11,80% |
| Medicina de Grupo | 12,47% |
| Seguradora Especializada em Saúde | 15,17% |
| Mercado | 12,03% |

Se reunirmos em um histograma os percentuais de reajustes por cada contrato reajustado temos a seguinte distribuição a seguir:



FULL INSURANCE SERVICE

- Contábil
- Resseguro
- Atuarial
- Benefício Pós Emprego
- IFRS 17
- Solvência II
- Outsourcing
- Treinamentos



company prime

IFRS 17

Assessoria para seguradoras e resseguradoras
Elaboração do diagnóstico



Reajuste dos Planos Individuais Regulamentados (contratação após 1999)

Como já foi dito anteriormente, a ANS define anualmente o índice autorizado para reajuste dos planos médico-hospitalares com ou sem cobertura odontológica contratados posteriormente à Lei nº 9656/98 a ser aplicado sempre no período de maio a abril. Mesmo após essa definição, as operadoras só podem aplicar esse reajuste após avaliação e autorização expressa da Agência.

Vejam o histórico desses reajustes abaixo:

A metodologia utilizada até 2018 foi realizada com base nos reajustes dos planos coletivos enviados mensalmente à ANS por todas as operadoras, através do RPC (aplicativo da Agência).

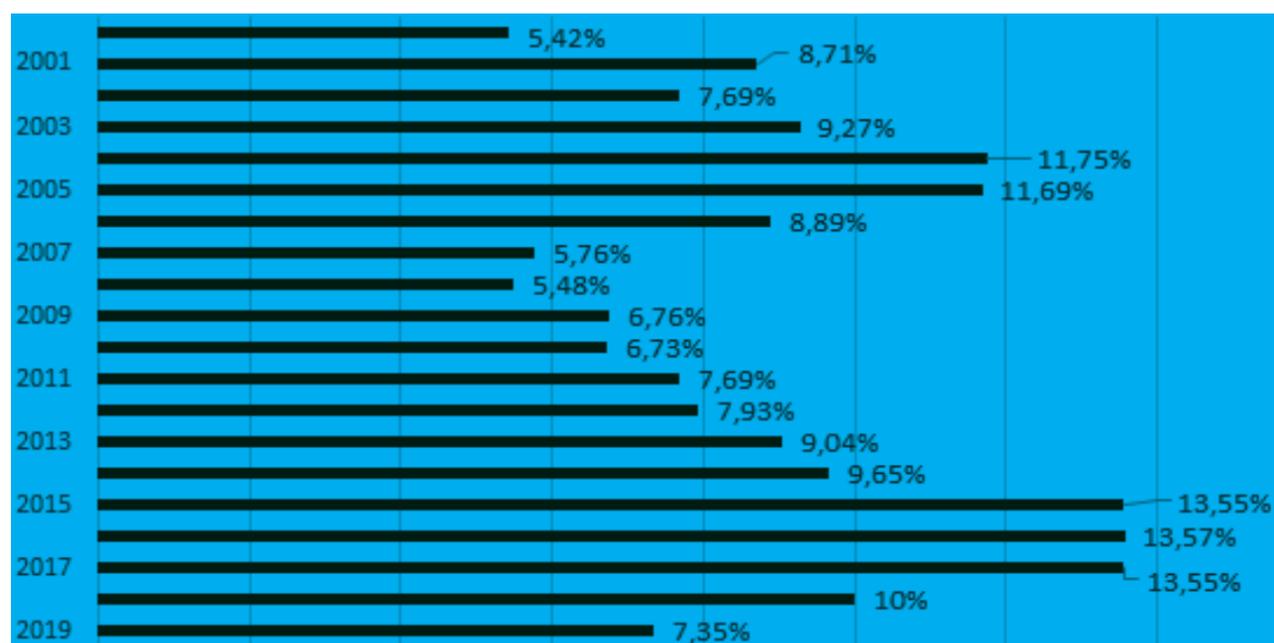
Este método é assim desde o início. Contudo, a partir de 2019, através da publicação da RN 441, a ANS alterou a metodologia para a variação dos custos per capita dos planos individuais regulamentados de todas as operadoras que comercializam esse tipo de plano. A

base passa a ser o DIOPS e o SIB.

A comissão de saúde do Instituto Brasileiro de Atuária elaborou um parecer técnico, expondo uma opinião isenta em relação à nova metodologia e o resultado de 7,35%. Recomendo leitura.

Por fim, impor a responsabilidade do reajuste elevado de um determinado plano/contrato coletivo apenas no preço é incoerente. Ninguém tem bola de cristal que consiga enxergar o futuro nos mínimos detalhes frente aos tantos desvios dos custos assistenciais existentes e expostos. O melhor é utilizar a boa gestão dos contratos incluindo a necessária medicina preventiva, atenção primária à saúde, coparticipação, cogestão, dentre outros. Ou seja, tudo isso contribuindo para pôr em prática a via de mão dupla frente as responsabilidades do contratante e contratada.

Além do que foi exposto acima, existe o desafio de encontrar ainda um ponto de equilíbrio entre questões financeiras e questões mercadológicas (competitividade). Não esqueçamos disso. Quantos desafios!



Artigos Científicos

Definição dos limites da hipótese da taxa de juros real anual para planos de previdência complementar fechada utilizando o modelo HJM

Regis Yoshio Kimura

Precificação de Riscos Cibernéticos no Brasil

Mario Henrique Chaves de Almeida

Relação de fatores contingenciais com a gestão de riscos corporativos em fundos de pensão brasileiros

Brenda de Borba Trajano

Os artigos científicos que integram esta edição foram os três melhores da edição do III Prêmio Ricardo Frischtak, promovido pelo IBA em 2019

Regis
Yoshio Kimura

DEFINIÇÃO DOS LIMITES DA HIPÓTESE DA TAXA DE JUROS REAL ANUAL PARA PLANOS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR FECHADA UTILIZANDO O MODELO HJM

RESUMO O objetivo deste artigo é explorar uma possível alternativa para definição dos limites da hipótese da taxa de juros real anual para planos de previdência complementar fechada no Brasil, comparando com os limites definidos pela legislação atual vigente em 2019. A alternativa proposta para definição desses limites será baseada nos resultados obtidos por projeções provenientes da implementação e utilização do modelo de Heath, Jarrow e Morton (1992), com algumas modificações apresentadas em Nojima (2013). Estas modificações resultam na discretização do modelo, na utilização de dois *grids* de tempo, e na parametrização do modelo em função do prazo de maturidade, que combinadas com o procedimento de *Principal Component Analysis (PCA)* para construção das estruturas de volatilidade com fatores não correlacionados, viabilizam a utilização do modelo através de simulações numéricas com a aplicação do método de Monte Carlo. Como insumo para os cálculos, esta pesquisa utilizou de dados de curvas de juros reais calculados e divulgados pela ANBIMA, que por sua vez utiliza do modelo de Svensson (1994) e dados de mercado de títulos públicos (NTN-Bs, NTN-Fs e LTNs). A comparação dos resultados das duas metodologias para definição dos limites foi realizada via *Backtesting*, observando o retorno real do CDI ocorrido, no período entre 2011 e 2019.

Palavras-chave: Modelo HJM, Previdência Complementar Fechada, Fundos de pensão, Hipótese da Taxa de juros real anual, Taxa de Desconto.

Introdução

Em 1671, Johan de Witt, e em 1693, Edmond Halley, escreveram os primeiros *papers* onde taxas de desconto foram utilizadas para cálculo do valor presente de obrigações futuras e incertas, mas ainda hoje pesquisadores continuam buscando melhorias e evoluções nos cálculos relacionados a essa taxa de desconto que é uma importante hipótese para as projeções realizadas por planos de previdência.

A discussão sobre a hipótese da taxa de juros real anual, taxa de desconto utilizada para encontrar o valor presente de fluxos de caixa de projeções atua-

riais, é um assunto muito antigo, mas isso não significa necessariamente que em algum momento este assunto deixou de ser atual, na verdade, este é um debate que nunca saiu de moda, e muito provavelmente continuará em discussão por décadas e décadas, se renovando e se reinventando conforme novos modelos e técnicas econômicas e atuariais forem se desenvolvendo ao longo do tempo, como podemos observar nas discussões e reflexões propostas em Zachert (2004), Chan et al. (2007), Lima e Rodrigue (2015) e Costa e Santana (2017).

Quando pensamos na solvência do plano, este problema por si só é de extrema importância, dado que afeta a aposentadoria e a vida de milhares de pessoas. Somando ainda o efeito da falta de eficiência da previdência social, que mesmo com a recente reforma ainda tem muitos pontos a evoluir e melhorar, como por exemplo o sistema de regime de repartição simples (agravado nas últimas décadas no Brasil pelo aumento da expectativa de vida, alteração na estrutura da pirâmide etária e profissionais sem CLT), esse tema ganha ainda mais importância nesse contexto.

Ciente da importância dessa hipótese, o Conselho Nacional de Previdência Complementar (CNPCC), órgão regulador da previdência complementar fechada no Brasil, vem a alguns anos colocando restrições quanto a utilização desta hipótese. Em uma definição *naive*, essa hipótese reflete a expectativa de retorno real que a Entidade Fechada de Previdência Complementar (EFPC) esperar obter investindo os recursos acumulados provenientes das contribuições mensais ao longo do período laboral da vida dos participantes do plano de previdência. Nesse sentido o CNPCC restringiu os valores que podem ser adotados como hipótese da taxa de juros real anual pela EFPCs para os planos que administram, assim o risco de solvência é mitigado pois fica limitado o uso de taxas de retorno superestimadas.

A PREVIC, autarquia que supervisiona e fiscaliza o mercado de previdência complementar fechada no Brasil, anualmente divulga uma tabela associando diversos prazos (sendo o mais curto o prazo de 1 ano, e o mais longo o prazo de 35 anos, com variações de 0,5 em 0,5) a uma Taxa de Juros Parâmetro (TJP), uma Taxa de Juros Máxima e uma Taxa de Juros Mínima. Os detalhes da metodologia para apuração dessas taxas são apresentados no capítulo 5. Ao longo deste trabalho iremos nos referir a estes limites como Intervalo Legal.

A criação do Intervalo Legal por parte do CNPCC foi um avanço fundamental para o mercado de previdência complementar fechada, pois não apenas foi um marco regulatório baseado em modelos e técnicas avançadas, mas também serviu como um grande incentivo que fomentou o desenvolvimento de novas pesquisas, questionando a atenção e o tratamento dado a essa hipótese fundamental da taxa de juros real anual. Este artigo também é um fruto e uma extensão deste importante marco regulatório.

A principal pergunta que este estudo traz diz respeito a uma possível alternativa de metodologia para definição desse Intervalo. Quão eficiente é a metodologia atual do Intervalo Legal? Qual metodologia poderia ser empregada como uma possível alternativa? E quão eficiente seria essa nova metodologia?

O gráfico da Figura 1 indica uma possível ineficiência do Intervalo Legal. Através de um exercício de *Backtesting* a metodologia atual foi utilizada para apurar o Intervalo Legal que estaria vigente em dezembro de 2012, e este inter-

valo foi comparado ao retorno real do CDI ocorrido (acumulado e anualizado) para cada prazo e período em questão.

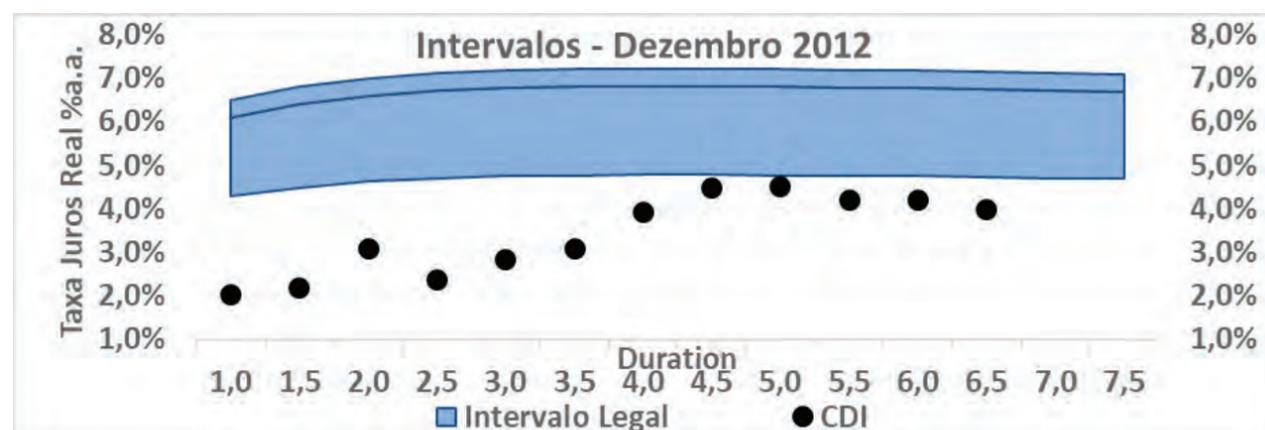


Figura 1 – Intervalo Legal - Dezembro 2012 e CDI Ocorrido no Período

O resultado desejável para o gráfico da Figura 1 seria aquele no qual as observações do CDI ocorrido no período (pontos pretos) se encontrassem dentro do Intervalo Legal (faixa azul), pois dessa forma o Intervalo Legal estaria definindo os limites de forma coerente com o retorno futuro do CDI.

Uma importante reflexão pode ser explorada acerca da posição do Intervalo em relação ao retorno do CDI Ocorrido no Período. Quando o intervalo fica acima dos retornos do CDI, o Intervalo superestimou o retorno esperado e consequentemente as reservas matemáticas podem ser subestimadas, o que pode significar uma avaliação superestimada da solvência. Por outro lado, quando o intervalo fica abaixo dos retornos do CDI, temos a situação contrária, o Intervalo subestimou o retorno esperado e consequentemente as reservas matemáticas podem estar superestimadas, o que pode significar uma avaliação subestimada da solvência. Em suma, caso o intervalo “erre”, é preferível que o intervalo fique acima dos pontos, pois assim a tomada de decisão será conservadora em relação a solvência.

De forma sucinta a metodologia do Intervalo Legal tem como base o modelo de Svensson (1994), trabalhando com uma média de ETTJs observadas no passado e definindo os limites máximos e mínimos a partir dessa média. Os detalhes da metodologia para apuração do Intervalo Legal são apresentados nos capítulos 4 e 5.

A metodologia alternativa estudada neste artigo tem como base o modelo HJM proposto por Heath Jarrow e Morton (1992), trabalhando com ETTJs futuras simuladas por processo estocástico e definindo os limites máximos e mínimos observando os valores extremos dos cenários simulados com um certo nível de confiança. Os detalhes dessa metodologia são apresentados no capítulo 4 e 5. Ao longo deste trabalho iremos nos referir a estes limites definidos com o suporte do modelo HJM como Intervalo HJM.

Uma diferença fundamental entre o Intervalo Legal e o Intervalo HJM é que o intervalo legal trabalha com a média da ETTJ diária nos últimos cinco anos, o que pode ser um problema porque o nível de da taxa de juros no futuro pode ser muito diferente do nível histórico, além disso para essa metodologia a infor-

mação da ETTJ de hoje tem o mesmo peso da informação da ETTJ de 5 anos atrás. Na metodologia proposta do Intervalo HJM, a ETTJ hoje é uma importante informação para o modelo e serve de base e ponto de partida para as projeções realizadas pelo modelo. Dessa forma o nível da taxa de juros projetado é mais coerente com a posição na qual é calculado o Intervalo.

O objetivo desta pesquisa é testar, através da utilização do modelo HJM, uma possível alternativa de metodologia para definição dos limites da hipótese da taxa de juros real anual. Neste sentido, a principal pergunta que este artigo busca responder é se o modelo HJM pode ser um bom modelo para definir os limites para a hipótese da taxa de juros real anual.

A história dos limites da hipótese da taxa de juros real anual

A grande discussão deste artigo gira em torno da hipótese da taxa de juros real anual, e apesar das primeiras regulamentações de EFPCs surgirem em 1978, a importância dessa hipótese ganhou mais visibilidade somente nos últimos anos.

A primeira lei definindo uma restrição para a hipótese da taxa de juros real anual adotada pelas EFPCs surgiu em outubro de 1978 (Resolução MPAS/CPC N°1/1978), e sua única regra era que a hipótese da taxa de juros real anual fosse no máximo 6% ao ano (Restrição mantida na resolução MPS/CGPC N°18/2006).

Quase 35 anos mais tarde, em 2012, houve a primeira alteração nesta restrição de 6% ao ano. Foi definido que esse limite de 6% iria permanecer para o ano de 2012, e nos anos seguintes esse teto seria reduzido em 0,25% a cada ano, e de 2018 para frente o limite ficaria em 4,5% ao ano (Resolução MPS/CNPC N°09/2012).

A partir do ano de 2015 ocorreu uma grande e inovadora mudança em relação a restrição da hipótese da taxa de juros real anual. Foram introduzidos pela primeira vez neste mercado os conceitos de ETTJ Média, Taxa de Juros Parâmetro (TJP), Taxa Máxima e Taxa Mínima. Sendo: a ETTJ Média definida como a Média dos últimos três anos das ETTJs diárias baseadas em títulos públicos, a TJP definida como a taxa cujo ponto da ETTJ Média seja o mais próximo à *Duration* do passivo do plano em questão, a taxa máxima definida como $TJP+0,4\%$, e a taxa mínima definida como $70\% \times TJP$ (Resolução MPS/CNPC N°15/2014).

A partir do ano de 2019 o cálculo da ETTJ Média passou a ser a Média dos últimos cinco anos das ETTJs diárias baseadas em títulos públicos, mas sem alterações nas definições da TJP, Taxa Máxima e Taxa Mínima (Resolução CNPC N°30/2018).

Para entender as motivações dessas mudanças nos últimos anos vamos recorrer ao histórico da *yield* da NTN-B com vencimento em 2045 negociada no mercado. As NTN-Bs são fundamentais para as estratégias de alocação de planos de previdência, pois a variação do passivo que se dá por conta do indexador do plano (algum índice de inflação) terá um bom respaldo na NTN-B por conta seu indexador (IPCA), enquanto a variação do passivo que se dá por conta da hipótese da taxa de juros real anual terá como referência direta para compara-

ção a *yield* do título. um outro ponto positivo é o fato de ser um título de dívida do governo, o que faz com que seja um ativo com baixíssimo risco de crédito.

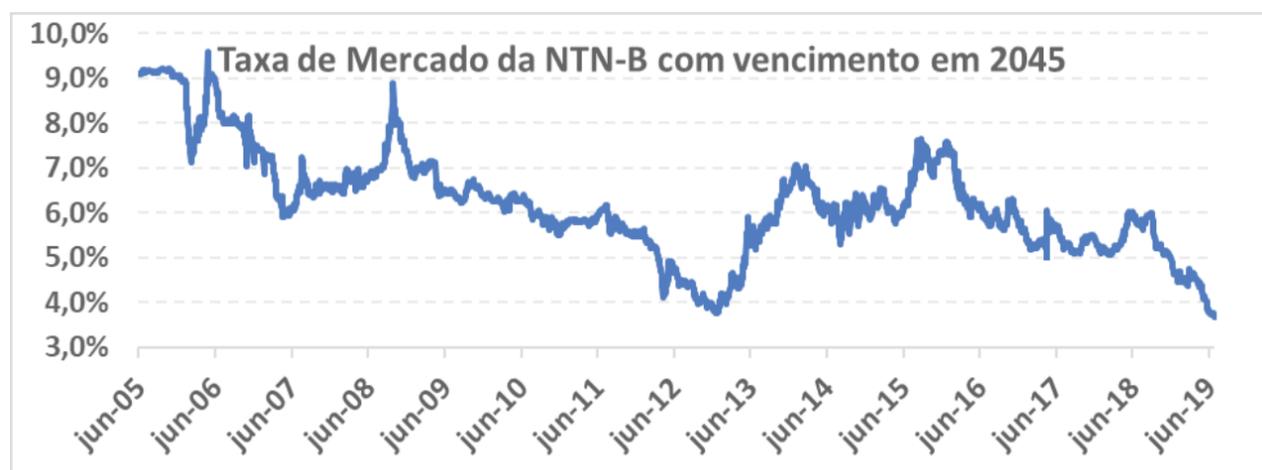


Figura 2 – Taxa de Mercado da NTN-B com vencimento em 2045

Analisando o gráfico da Figura 2, o histórico de alterações na legislação faz todo sentido, não que as mudanças tenham sido as mais apropriadas, porém pode-se observar que as atualizações nas normas foram uma resposta aos impactos sofridos pelo mercado de capitais, mais especificamente nos títulos públicos, por conta do desenvolvimento econômico do Brasil.

Podemos observar no gráfico da Figura 2 que a NTN-B 2045 até meados de 2010 nunca havia atingido um *yield* abaixo de 6% ao ano (exceto em um curto período em junho de 2007), os investidores estavam acostumados com uma taxa de juros real anual de 6% a.a. era fácil de ser atingida.

Essa época passou, e em 2010 e 2011 o Órgão Regulador e as EFPCs começaram a ter uma preocupação que até o momento não tinham: “E se o novo nível de taxa de juros real no Brasil for muito inferior a 6%?”. Foi quando em 2012 houve a primeira alteração na legislação, referente ao limite de 6% ao ano.

O que era esperado, um Brasil com um patamar baixo de taxa de juros real, não se concretizou e em 2013 as taxas voltaram a subir até chegar novamente no nível de 6,5% a.a. onde permaneceu até meados de 2016. Justamente um ano após o Órgão Regulador trazer a inovadora mudança nos limites da hipótese da taxa de juros real anual. Novamente a mudança foi muito bem-vinda e em um momento muito acertado, mas até onde a nova regra é adequada a realidade?

Seria a alteração na forma de cálculo da ETTJ Média, ocorrida neste ano de 2019, um sinal de que ainda há melhorias a serem feitas na definição dos limites da taxa de juros real anual?

Revisão Bibliográfica

Tilley (1992) explora alguns modelos de simulação estocástica de taxa de juros, que respeitam totalmente ou parcialmente a hipótese de não-arbitragem, e calcula o valor esperado de fluxos de caixa incertos que depende de uma taxa de juros, destacando veementemente a importância dessas ferramentas para os atuários.

Cowling et al. (2004) criticam algumas práticas atuariais e discutem sobre princípios relacionados a solvência de fundos de pensão na Inglaterra. Em relação a hipótese da taxa de juros real anual, comentam que uma orientação significativa sobre essa premissa seria a indicação da margem que deveria ser deduzida de uma *yield* de títulos do governo para se chegar em uma premissa de taxa de desconto apropriada.

Brown e Pennacchi (2015) argumentam que a taxa de desconto mais apropriada para o passivo de um plano depende do objetivo que se pretende atingir. Discorrem sobre esses diferentes objetivos e discutem qual seria a escolha de uma taxa de desconto livre de risco de crédito.

Turner et al. (2017) discutem sobre duas abordagens utilizadas nos Estados Unidos na definição da base utilizada para taxa de desconto para planos de benefício definido. Sugerem uma terceira abordagem e propõem que a taxa de desconto deve ser escolhida dentro de um certo limite, abaixo do retorno esperado do portfólio do plano e acima do retorno de títulos públicos.

Zachert (2004) pesquisa a possível inconsistência da hipótese da taxa de juros real anual máxima determinada pela legislação de previdência complementar (na época 6% a.a.), analisando o histórico de retorno dos ativos no período de 1995 e 2003. Na conclusão de seu estudo afirma que há incoerência entre a performance dos investimentos frente a hipótese da taxa de juros real anual.

Chan et al. (2007) fazem uma reflexão acerca da solvência dos planos de previdência complementar, e em uma das análises realizadas pelos autores foi constatada que a utilização de uma hipótese da taxa de juros real anual fixa ao longo do tempo, em contraposição a uma taxa variável relacionada com expectativas do mercado, propicia distorções na análise de solvência do plano.

Lima e Rodrigues (2015) apresentam e discutem a importância das hipóteses atuariais e as formas de avaliação para verificar se essas hipóteses foram fixadas de forma adequada ou não. Reconhecem a hipótese da taxa de juros real anual como a mais importante e concluem que o assunto é vasto e requer monitoramento de desenvolvimentos que possibilitem a aprimoração das técnicas de gestão atuarial.

Costa e Santana (2017) exploram duas abordagens diferentes para cálculo das reservas matemáticas de passivos previdenciários, sendo que na primeira abordagem a hipótese da taxa de juros real anual foi calculada com base em uma carteira investimentos e na segunda abordagem a hipótese da taxa de juros real anual foi extraída de uma carteira de NTN-Bs com base em um *cash flow matching*.

Em relação aos modelos utilizados neste artigo para projeção da Estrutura a Termo de Taxa de Juros (ETTJ), destacamos as referências descritas a seguir.

Heath, Jarrow e Morton (1992) desenvolveram um modelo que possibilita a projeção da evolução de uma curva inteira de taxas *forward*. Sendo que o *drift* da equação diferencial estocástica principal do modelo é definido como função da difusão (volatilidade) do processo. Esta relação é possível graças a hipótese de não arbitragem que é adotada pelo modelo.

Svensson (1992) aperfeiçoou um modelo para cálculo da ETTJ em uma determinada posição calibrada com dados de mercado, aumentando assim o po-

der preditivo do modelo capturando melhor estruturas com diferentes formatos de curvas em prazos mais longos. A calibração é realizada através de algum processo de otimização numérica com os dados de mercado.

Brace e Musiela (1994) propuseram uma mudança da variável no modelo HJM original, trocando a variável T (que representa uma data de vencimento fixa) para a variável τ (que representa um prazo de maturidade). Esta alteração de parâmetros de T para τ , será doravante denominada parametrização Musiela. Essa mudança produz um espaço de estado mais conveniente para a implementação do modelo em sua forma multifatorial e com processo estocástico Gaussiano e Markoviano.

Renò e Ubaldi (2002) discorrem sobre a implementação do modelo HJM com a utilização do PCA. O PCA é usado para calibrar os parâmetros da volatilidade em uma forma funcional, e as principais características da estrutura a termo são mantidas respeitando a hipótese de não arbitragem do modelo original.

Glasserman (2003) propõe uma possibilidade de tratamento do *Drift* discreto para aproximar do limite contínuo, preservando a propriedade martingal para o preço descontado de um título.

Shreve (2004) mostrou que é possível a utilização de dados históricos para construção da estrutura de volatilidade no mundo neutro ao risco. Assim é possível chegar a uma Equação Diferencial Estocástica livre de arbitragem e com movimento browniano (processo de Wiener) no mundo neutro ao risco.

Tamagushiku (2006) pesquisou sobre o modelo HJM com um, dois e três fatores, aplicado na precificação de derivativos e concluiu que existe superioridade significativa na utilização de três fatores no modelo HJM.

Ferreira (2011) utilizou o modelo HJM em árvore binomial e na forma unifatorial com volatilidade constante para precificação de opções de futuros de DI, e comparou os resultados obtidos com os dados de mercado. Em sua conclusão o autor afirma que a BMF super apreçou algumas opções observadas no mercado.

Franklin Jr. et al. (2012) propuseram uma metodologia para construção da ETTJ livre de risco no Brasil utilizando o modelo de Svensson, baseados em dados de mercado de títulos públicos (NTN-Bs, NTN-Fs e LTNs). Importante salientar que os autores declaram de forma explícita no objetivo e na conclusão do trabalho que a contribuição buscada pelo trabalho se refere a um método mais consistente e coerente para desconto de fluxos de caixa de seguradoras, resseguradoras e EAPCs, afim de mitigar riscos, como por exemplo, contribuindo com melhores estimativas para o cálculo de provisões (equivalente das reservas matemáticas de previdência complementar fechada). Apesar de não serem citadas as EFPCs, esta pesquisa é plenamente aproveitada para o mercado de previdência complementar fechada, dadas suas características e técnicas atuarias muito similares.

Nojima (2013) utilizou o modelo HJM multifatorial na forma discreta, e com apoio do procedimento de *Principal Component Analysis* para construção da estrutura de volatilidade com fatores ortogonais, fez através de simulações de Monte Carlo a precificação de alguns derivativos do mercado Brasileiro como opções de IDI, opções de futuro de DI e futuros de DI.

Apesar de existirem vários estudos recentes com a aplicação do modelo HJM no Mercado Brasileiro, todas as pesquisas são focadas na implementação do

modelo para dar suporte a precificação de ativos. Não obstante a importância desta aplicação e destes estudos, uma possível utilização do modelo HJM pode ser explorada com foco no suporte de decisões relacionadas aos passivos, e para este trabalho mais especificamente, passivos de planos de previdência complementar fechada, sendo sua aplicação diretamente relacionada a hipótese da taxa de juros real anual.

A grande contribuição desta pesquisa está relacionada a utilização desta poderosa ferramenta, que é o modelo HJM, aplicada ao mercado brasileiro de previdência complementar fechada, estudando uma nova opção de metodologia para definição do intervalo para a hipótese da taxa de juros real anual adotada pelos planos de previdência, em comparação a metodologia atual para definição do Intervalo Legal.

Pesquisas nacionais específicas sobre a hipótese da taxa de juros real anual e seu Intervalo Legal são escassas. Essa escassez é justificável dado que a realidade Brasileira de cenário econômico com juros baixos é relativamente recente, assim como a legislação sobre o intervalo que além de ser relativamente nova tem sofrido alterações frequentes nos últimos anos, conforme descrito no capítulo 2.

Dentre os benefícios buscados ao explorar e desenvolver novas abordagens para essa hipótese, podemos citar dois de maior importância:

Melhor estimativa das reservas matemáticas do plano de previdência, propiciando melhores condições para tomada de decisões relacionadas a equacionamento de déficit ou distribuição de superávit, colaborando assim para a mitigação do risco de solvência do plano.

Uma regulação mais eficiente de forma a evitar a oneração dos custos administrativos das EFPCs para manutenção dos planos, dado que os estudos e procedimentos necessários perante a PREVIC para utilização de uma hipótese da taxa de juros real anual fora do Intervalo Legal possuem custos muito mais elevados em comparação aos estudos e procedimentos necessários para a utilização de uma taxa de juros real anual situada dentro do intervalo legal.

Arcabouço Teórico

O modelo HJM original (em tempo contínuo)

O modelo HJM, acrônimo formado pelas iniciais dos sobrenomes de David Heath, Robert Jarrow e Andy Morton, pesquisadores que propuseram o modelo em um *paper* de 1992, modela a dinâmica e a evolução das taxas *forward* instantâneas ao longo de um horizonte de tempo, possibilitando dessa forma uma projeção da estrutura a termo da taxa de juros através de um processo estocástico. Entre suas principais características podemos destacar que o modelo:

1. Pressupõe a condição de não arbitragem, tendo como base a medida de probabilidade equivalente martingal neutra ao risco;
2. Considera uma família de potenciais processos estocásticos, sendo o processo estocástico multifatorial (mais de um fator de aleatoriedade influencia o processo);
3. Utiliza de uma curva inicial de taxas *forward*.

Definindo $f(t, T)$ como a taxa *forward* instantânea observada em um

instante t válida até o instante T (uma data de vencimento fixa), e tomando $df(t, T)$ como o diferencial com uma pequena variação em t mantendo T constante, o processo da taxa $f(t, T)$ é modelado pelo HJM segundo a equação parcial estocástica:

$$df(t, T) = \mu(t, T)dt + \sum_{n=1}^N \sigma_n(t, T)dW_n(t), 0 \leq t \leq T,$$

Onde $\mu(t, T)$ é o *drift*, $\sigma_n(t, T)$ é a difusão do fator n , e W_n são os movimentos brownianos dos fatores n , independentes e sob a medida de probabilidade real.

Sob a hipótese de não arbitragem, condição na qual passamos da medida de probabilidade real para medida de probabilidade neutra ao risco, o *drift* apresenta uma relação direta com o termo de difusão do processo, resultando na equação:

$$\mu(t, T) = \sum_{n=1}^N \sigma_n(t, T) \int_t^T \sigma_n(t, s) ds$$

Dessa forma, substituindo a expressão 4.1.2 na equação inicial 4.1.1, e considerando os movimentos brownianos dos fatores n independentes e sob a medida de probabilidade neutra ao risco (W com sinal de til), temos:

$$df(t, T) = \left[\sum_{n=1}^N \sigma_n(t, T) \int_t^T \sigma_n(t, s) ds \right] dt + \sum_{n=1}^N \sigma_n(t, T) d\tilde{W}_n(t), 0 \leq t \leq T$$

O modelo HJM adaptado (em tempo discreto e parametrização Musiela)

O modelo utilizado neste trabalho e exposto a seguir, é o modelo apresentado em Nojima (2013), aqui denominado de HJM adaptado. Este modelo utiliza de 3 principais modificações, sendo elas, a parametrização proposta por Brace e Musiela (1994), que muda a variável T (que representa uma data de vencimento fixa) para a variável τ (que representa um prazo de maturidade), a abordagem proposta por Glasserman (2003) que resulta em uma solução numérica em tempo discreto, e a estrutura dos dados proposta pelo próprio Nojima (2013) baseada na utilização de dois *grids* separados, um *grid* de tempo t e um *grid* de prazo de maturidade τ .

Como resultado destas modificações no modelo HJM original, o modelo HJM adaptado viabiliza de forma eficiente a implementação do modelo através das simulações numéricas com a aplicação do método de Monte Carlo.

Para a primeira modificação denominada parametrização Musiela, observamos que em no modelo HJM original temos a variável T que representa uma data de vencimento fixa, porém idealmente é preferível que essa variável seja definida como um prazo de maturidade τ variável em relação ao instante t , pois dessa forma as curvas *forward* estarão sempre definidas em um espaço

de estados em R^+ . Essa mudança de variável ocorre através da definição do instante T como $t + \tau$, e como $0 \leq \tau \leq T$, temos que $\tau \geq 0$. Enquanto no modelo HJM original temos $f(t, T)$, com essa primeira modificação ficamos com $f(t, t + \tau)$, e para simplificar definimos $f(t, t + \tau) = r(t, \tau)$. Como consequência dessa alteração de parâmetro, a equação diferencial estocástica 4.1.3 resulta na equação:

$$dr(t, \tau) = \left[\frac{\partial r(t, \tau)}{\partial \tau} \sum_{n=1}^N \sigma_n(t, \tau) \int_0^\tau \sigma_n(t, s) ds \right] dt + \sum_{n=1}^N \sigma_n(t, \tau) d\tilde{W}_n(t), \tau \geq 0$$

Para a segunda e a terceira modificação, seguimos com a discretização do modelo HJM com dois *grids* separados para o tempo t e o prazo de maturidade τ (segunda e terceira modificação), primeiramente discretizamos $r(t, \tau)$ definindo o *grid* de tempo t , $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_M$, e o *grid* de prazo de maturidade τ , $\tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_J$, chegando assim na fórmula da dinâmica da taxa *forward* no tempo discreto $r(t_i, \tau_j)$, descrita por:

$$\hat{r}(t_i, \tau_j) = \hat{r}(t_{i-1}, \tau_j) + \left[\frac{\hat{r}(t_{i-1}, \tau_{j+1}) - \hat{r}(t_{i-1}, \tau_j)}{\tau_{j+1} - \tau_j} + \hat{a}(t_{i-1}, \tau_j) \right] [t_i - t_{i-1}] + \sum_{n=1}^N \hat{s}_n(t_{i-1}, \tau_j) \sqrt{t_i - t_{i-1}} \text{st. passo de } t, \text{st. passo de } \tau, N(0, 1)$$

O acento circunflexo indica que a variável está no tempo discreto, em contraposição a variável sem acento que está no tempo contínuo.

Com $i = 1, \dots, M$ e $j = 1, \dots, J$ e onde N é o número de fatores do modelo.

Temos ainda Z_{in} que são vetores aleatórios independentes $N(0, 1)$, s_n que é o n -ésimo elemento de um vetor $s = (s_1, \dots, s_n)$ que representa a estrutura de volatilidade do fator n , e $a(t_{i-1}; \tau_j)$ que é o *drift* (sendo as variáveis s , s_n e a no tempo discreto).

Glasserman (2003) sugere uma abordagem de aproximação do *drift* discreto do limite contínuo que tem como principal característica a preservação da propriedade martingal para o preço descontado de *bonds*.

Dessa forma o *drift* $a(t_{i-1}; \tau_j)$ no tempo discreto, multifator e livre de arbitragem baseado na abordagem proposta por Glasserman (2003) e com parametrização Musiela, demonstrado e definido por Nojima (2013) é definido por:

$$\hat{a}(t_{i-1}, \tau_j) = \frac{1}{2[\tau_{j+1} - \tau_j]} \left[\sum_{n=1}^N \left(\sum_{l=0}^j \hat{s}_n(t_{i-1}, \tau_l) [\tau_{l+1} - \tau_l] \right)^2 - \sum_{n=1}^N \left(\sum_{l=0}^{j-1} \hat{s}_n(t_{i-1}, \tau_l) [\tau_{l+1} - \tau_l] \right)^2 \right]$$

O modelo de Svensson

Diferente do modelo HJM, o modelo de Svensson não serve para projeção da estrutura a termo de taxa de juros, porém é muito útil para descrever a estrutura a termo de taxa de juros em um determinado instante de tempo com base nos dados observados no mercado. No contexto deste trabalho, o modelo de Svensson foi utilizado pela ANBIMA para cálculo da estrutura a termo de taxa

de juros diária, e os resultados obtidos foram utilizados como dados de entrada para cálculo da estrutura de volatilidade e para a estrutura a termo de taxa de juros no instante inicial da simulação.

O modelo proposto por Svensson é utilizado por bancos centrais de vários países para dar suporte as decisões relacionadas as políticas monetárias, pois através desse modelo é possível descrever a estrutura temporal das taxas de juros de uma forma simples e flexível com apenas quatro parâmetros $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ e β_4 , respeitando ainda os preços de mercado.

A equação que define a taxa de juros no instante t para o prazo τ , segundo o modelo de Svensson é definida como:

$$r_t(\tau) = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{-\lambda_1 \tau}}{\lambda_1 \tau} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{-\lambda_1 \tau}}{\lambda_1 \tau} - e^{-\lambda_1 \tau} \right) + \beta_4 \left(\frac{1 - e^{-\lambda_2 \tau}}{\lambda_2 \tau} - e^{-\lambda_2 \tau} \right)$$

os fatores da estrutura deste modelo possuem as seguintes interpretações: β_1 representa o nível, β_2 representa o a inclinação, β_3 e β_4 representam curvaturas, e os parâmetros λ_1 e λ_2 representam os decaimentos onde os pesos de β_3 e β_4 atingem seu máximo. Para calibrar os parâmetros do modelo, Svensson utiliza da premissa de que o preço de um *bond* é igual ao valor presente de seu fluxo de caixa calculado por uma função desconto. Como essa função desconto possui taxas de juros embutidas para determinados prazos, a calibração do modelo se dá através de um processo de minimização dos erros entre os preços observados no mercado e os preços calculado pelo modelo.

Metodologia

Dados para Simulação HJM

A ANBIMA calcula e divulga diariamente todos os parâmetros do modelo de Svensson com bases nos dados de mercado de títulos públicos, sendo que o método de otimização definido pela ANBIMA e utilizado para calibração dos parâmetros é baseado na minimização da soma dos erros quadráticos (diferenças entre os preços de mercado e os preços estimados pelo modelo) de todos os títulos ponderados pelo inverso da *Duration*.

Nesta pesquisa foram coletados os parâmetros acima mencionados das curvas diárias de 02/05/2006 até 30/04/2018 e a equação 4.3.1 foi utilizada para a construção da base de dados de curvas de taxas de juros reais diárias.

Como essas curvas são taxas *spot* e o modelo HJM é baseado em taxas *forward*, recorreu-se a equação 5.1.1 apresentada a seguir para cálculo das taxas *forward*.

$$F_{t_1 \sim t_2} = \left[\frac{(1 + S_{t_2})^{\left(\frac{t_2}{252}\right)}}{(1 + S_{t_1})^{\left(\frac{t_1}{252}\right)}} \right]^{\left(\frac{252}{t_2 - t_1}\right)} - 1$$

Onde $F_{t_1 \sim t_2}$ é a taxa *forward* anual entre os instantes t_1 e t_2 (instantes em dias úteis), S_{t_n} é a taxa *spot* anual do instante $t=0$ até o instante t_n .

Como essas curvas são taxas compostas e o modelo HJM é baseado em taxas contínuas, recorreu-se a equação 5.1.2 apresentada a seguir para cálculo das taxas contínuas equivalentes.

$$r_y = \ln(1 + i_y)$$

Onde i_y é a taxa composta anual (252 dias úteis por ano) e r_y é a taxa contínua anual equivalente.

De posse das curvas *forward* contínuas, foi aplicado o procedimento de *Principal Component Analysis*, considerando três fatores. Os autovalores e autovetores obtidos são então utilizados como as estruturas de volatilidade dos fatores do modelo HJM adaptado. A implementação do procedimento de *PCA* se deu através de um programa em linguagem *Python* elaborado no *software* Anaconda e desenvolvido pelo autor, sendo que para o código específico do procedimento de *PCA* foi utilizado o pacote estatístico *Sklearn Python*.

Simulação HJM

Dada uma posição para a simulação do modelo HJM e a estimação do Intervalo HJM, o período *in-sample* é composto pelos 5 anos anteriores a esta posição, assim sendo as curvas *forward* contínuas diárias dos últimos 5 anos que antecedem a posição da simulação são utilizadas para o cálculo do Intervalo Legal e são utilizadas para a construção das estruturas de volatilidades dos três fatores através do *PCA*, além da informação da curva *forward* instantânea inicial para o início da simulação HJM. A informação *out-of-sample* para análise comparativa dos dois intervalos é a informação do retorno real do CDI ex post, ocorrida para os diferentes prazos e períodos avaliados.

Para melhor visualização dos períodos *in-sample* e *out-of-sample* descritos no parágrafo anterior e utilizados nas simulações HJM, são apresentadas na Tabela 1 as datas iniciais e datas finais de cada período considerado.

| Dados dentro da amostra e fora da amostra | | | |
|---|------------|---------------------------|---------------------------|
| Predição | Posição | In-Sample | Out-Of-Sample |
| 1 | 31/12/2011 | 01/05/2006 até 30/04/2011 | 31/12/2011 até 30/06/2019 |
| 2 | 31/12/2012 | 01/05/2007 até 30/04/2012 | 31/12/2012 até 30/06/2019 |
| 3 | 31/12/2013 | 01/05/2008 até 30/04/2013 | 31/12/2013 até 30/06/2019 |
| 4 | 31/12/2014 | 01/05/2009 até 30/04/2014 | 31/12/2014 até 30/06/2019 |
| 5 | 31/12/2015 | 01/05/2010 até 30/04/2015 | 31/12/2015 até 30/06/2019 |
| 6 | 31/12/2016 | 01/05/2011 até 30/04/2016 | 31/12/2016 até 30/06/2019 |
| 7 | 31/12/2017 | 01/05/2012 até 30/04/2017 | 31/12/2017 até 30/06/2019 |
| 8 | 31/12/2018 | 01/05/2013 até 30/04/2018 | 31/12/2018 até 30/06/2019 |

Tabela 1 – Dados dentro da amostra e fora da amostra

Cada Predição é uma Simulação HJM com Posição, *in-sample* e *out-of-sample* bem definidos.

Após a coleta e tratamento dos dados descritos na seção anterior, incluindo os cálculos de estruturas de volatilidade por *PCA*, para cada Predição da Tabela 1 foram calculados 1.000 cenários da curvas *forward* através da equação 4.2.2.

A implementação do modelo HJM adaptado descrito no capítulo 4 se deu através de um programa em código VBA elaborado no *software* Excel e desenvolvido pelo autor.

Para cada cenário simulado foi considerado:

- As taxas iniciais são as taxas da última curva diária disponível no *in-sample* da Predição;
- Horizonte de tempo de 5 anos;
- Tamanho dos passos ($t_i - t_{i-1}$) igual a um dia útil;
- Variáveis τ_j coincidentes com os prazos do Intervalo Legal (prazo mais curto 1 ano, prazo mais longo 35 anos, com variações de 0,5 em 0,5)
- “ a ” e “ s ” calculadas através das estruturas de volatilidade resultantes do *PCA*
- Para cada passo simulado foi realizado o processo de simulação de Monte Carlo gerando valores aleatórios para as variáveis Z_{in} , sendo $N=3$ (número de fatores definidos na aplicação do *PCA*);

Com as saídas da simulação HJM, faz-se necessário o caminho inverso de transformação das taxas *forward* contínuas para taxas *spot* compostas, através das mesmas equações 5.1.1 e 5.1.2.

Definição do Intervalos

Intervalo Legal

Conforme o texto da legislação da resolução CNPC Nº30 de 10 de outubro de 2018, o Intervalo Legal de cada Predição foi definido com base no histórico das curvas de juros apuradas pela ANBIMA, sendo:

- ETTJ Média: Média dos últimos cinco anos das ETTJs diárias *in-sample*
- Taxa de Juros Parâmetro para um prazo: Taxa cujo ponto da ETTJ Média seja o mais próximo à *Duration* do passivo do plano em questão.
- Taxa de Juros Máxima: 0,4% + Taxa de Juros Parâmetro.
- Taxa de Juros Mínima: 70% x Taxa de Juros Parâmetro.

Importante atentar que o Intervalo Legal apurado em uma Posição é o Intervalo que estaria vigente na época utilizando as regras atuais, e não o Intervalo que de fato estava vigente na época da Posição avaliada.

Intervalo HJM

Com base nos resultados das Predições descritas na seção anterior, o Intervalo HJM de cada Predição foi definido com base nas curvas de juros diárias projetadas para os próximos 5 anos pelo modelo HJM, sendo calculado da seguinte forma.

- Taxa de Juros Parâmetro para um prazo: Para cada um dos 1.000 cenários simulados, foi apurada a média das taxas (para o prazo em questão) das curvas diárias dos próximos 5 anos simulados pelo Modelo HJM. Em seguida foi apurada a mé-

dia das médias dos 1.000 cenários.

- Taxa de Juros Máxima para um prazo: Para cada um dos 1.000 cenários simulados, foi apurado o percentil 97,5% das taxas (para o prazo em questão) das curvas diárias dos próximos 5 anos simulados pelo Modelo HJM. Em seguida foi apurada a média destes percentis.
- Taxa de Juros Mínima para um prazo: Para cada um dos 1.000 cenários simulados, foi apurado o percentil 2,5% das taxas (para o prazo em questão) das curvas diárias dos próximos 5 anos simulados pelo Modelo HJM. Em seguida foi apurada a média destes percentis.

Análise dos resultados

Por fim, para análise comparativa dos Intervalos, foram utilizados os retornos reais do CDI ocorridos entre 01/01/2012 até 30/06/2019, respeitando para cada Predição o período da coluna *out-of-sample* da Tabela 1, sendo o IPCA o índice de inflação considerado para cálculo do retorno real. O retorno real do CDI ocorrido em um período é o retorno acumulado e anualizado (acumulado da posição até o final do prazo ao qual se refere o retorno apurado).

O Intervalo Legal e o Intervalo HJM foram apurados para as 8 posições diferentes, e foram analisados em relação ao Retorno Real do CDI ocorrido no período *out-of-sample*. O CDI foi considerado representando um ativo fundo de Investimento em Renda Fixa, por ser um *benchmark* muito utilizado para Renda Fixa no Brasil.

Para comparação do desempenho dos intervalos frente ao retorno real do CDI ocorrido foram utilizados dois critérios, o Erro Quadrático Médio (EQM) e o Número de Acertos.

Para cada posição analisada, para cada um dos intervalos, o EQM foi calculado como a média dos erros quadráticos, sendo o erro a diferença entre o Retorno Real do CDI de um período e a TJP do intervalo em questão para o mesmo período.

Para cada posição analisada, para cada um dos intervalos, o Percentual de Acertos foi calculado como o quociente do número de vezes em que o retorno real do CDI ocorrido ficou dentro dos limites do intervalo em questão (abaixo da taxa máxima e acima da taxa mínima) e o número de observações disponíveis de retorno real do CDI para a posição analisada.

Resumo das etapas do processo

No Quadro 1 é apresentado um resumo dos passos do processo quantitativo do trabalho, descrito com maiores detalhes nas últimas seções.

Passos para implementação do modelo HJM, definição do intervalo HJM e comparação com o Intervalo legal:

1. Coleta dos dados: Curvas de juros diárias da ANBIMA e Retornos do CDI
2. Definição da Predição: Posição, in-sample e out-of-sample
3. Tratamento dos dados: Transformações e PCA
4. Simulação HJM
5. Apuração do Intervalo Legal e do Intervalo HJM
6. Análises comparativas dos intervalos e retornos do CDI
7. Repete-se o processo para uma nova Predição com uma nova Posição

Quadro 1 – Resumo dos passos do processo quantitativo do trabalho

Resultados

Exemplo de Comparação dos Intervalos contra o retorno do CDI ocorrido

Nesta seção é apresentado um exemplo de interpretação e análise comparativa dos resultados dos dois intervalos contra o retorno do CDI ocorrido.

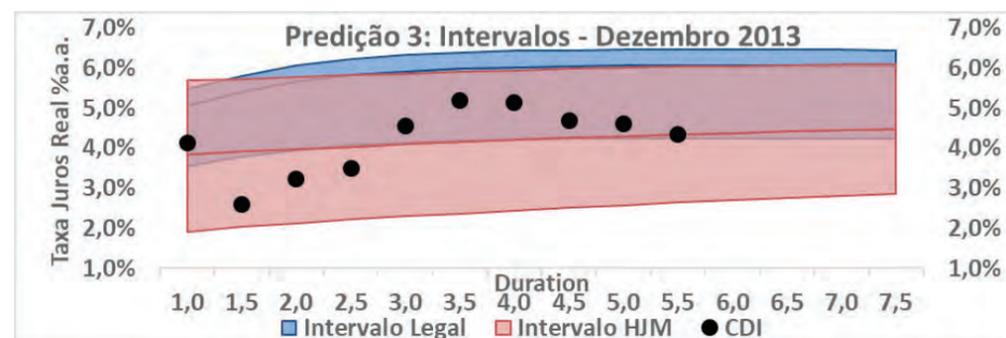


Figura 3 – Predição 3: Intervalos - Dezembro 2013 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 3: Intervalos - Dezembro 2013 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 5,47% | 5,07% | 3,55% | 5,70% | 3,85% | 1,90% | 4,12% |
| 1,5 | 5,82% | 5,42% | 3,79% | 5,73% | 3,91% | 2,03% | 2,60% |
| 2,0 | 6,06% | 5,66% | 3,96% | 5,78% | 3,98% | 2,13% | 3,23% |
| 2,5 | 6,22% | 5,82% | 4,07% | 5,82% | 4,04% | 2,22% | 3,49% |
| 3,0 | 6,32% | 5,92% | 4,14% | 5,87% | 4,10% | 2,30% | 4,56% |
| 3,5 | 6,39% | 5,99% | 4,19% | 5,91% | 4,15% | 2,37% | 5,20% |
| 4,0 | 6,43% | 6,03% | 4,22% | 5,94% | 4,21% | 2,44% | 5,13% |
| 4,5 | 6,45% | 6,05% | 4,23% | 5,98% | 4,26% | 2,51% | 4,68% |
| 5,0 | 6,46% | 6,06% | 4,24% | 6,00% | 4,30% | 2,58% | 4,62% |
| 5,5 | 6,47% | 6,07% | 4,25% | 6,03% | 4,34% | 2,65% | 4,36% |

Tabela 2 – Predição 3: Intervalos - Dezembro 2013 e CDI ocorrido

Para exemplificar as análises comparativas realizadas, consideremos o gráfico da Figura 3 e os dados da Tabela 2. Neste caso foram calculados o Intervalo Legal (faixa azul) e o Intervalo HJM (faixa vermelha) que estariam vigentes em dezembro de 2013, indicando assim os limites máximo e mínimo para hipótese da taxa de juros real anual dependendo da *Duration* do Passivo do plano em questão. Os pontos pretos são os retornos reais do CDI acumulados e anualizados para cada período observado, como a posição é dezembro de 2013, a última observação possível até o momento da realização deste trabalho é junho de 2019, que corresponde a um período de cinco anos e meio a partir de dezembro 2013.

A partir dos dados da Tabela 2, foi calculado o erro quadrático médio (EQM) de cada intervalo considerando como o erro a diferença entre a TJP (linha central de cada faixa) e o Retorno do CDI. Olhando o gráfico, intuitivamente é esperado um EQM menor para o Intervalo HJM. Efetuando os cálculos encontramos um EQM de 0,5 *Basis Points* para o Intervalo HJM contra um EQM de 3,0 *Basis Points* para o Intervalo Legal.

Ainda com os dados da Tabela 2, foi calculado também o número de acertos de cada Intervalo, em forma de percentual relativo ao número de observações do Retorno do CDI do período. Das 10 observações de Retorno do CDI realizado no período, 7 se encontram dentro do Intervalo Legal, computando um percentual de número de acertos de 70% do total de observações, enquanto no Intervalo HJM as 10 observações se encontram dentro dos limites, computando um percentual de número de acertos de 100% do total de observações.

Estas análises foram realizadas em oito posições diferentes, sendo a primeira no ano de 2011 e a última no ano de 2018, sempre em 31 de dezembro.

Erro Quadrático Médio, Número de Acertos e Análises Comparativas

A tabela a seguir mostra o resumo dos Erros Quadráticos Médios em *Basis Points*.

| Predição | Posição | Erro Quadrático Médio em relação a TJP (Basis Points) | | nº de Observações |
|----------|------------|---|---------------|-------------------|
| | | Intervalo Legal | Intervalo HJM | |
| 1 | 31/12/2011 | 19,2 | 13,0 | 14 |
| 2 | 31/12/2012 | 11,3 | 2,3 | 12 |
| 3 | 31/12/2013 | 3,0 | 0,5 | 10 |
| 4 | 31/12/2014 | 1,0 | 5,5 | 8 |
| 5 | 31/12/2015 | 4,5 | 1,0 | 6 |
| 6 | 31/12/2016 | 1,9 | 2,0 | 4 |
| 7 | 31/12/2017 | 5,0 | 9,0 | 2 |
| 8 | 31/12/2018 | 9,7 | 9,5 | 1 |

Tabela 3 – Erro Quadrático Médio para avaliação e comparação dos intervalos

Para cada Predição realizada, temos destacado em vermelho qual o Intervalo que obteve melhor desempenho quanto ao Erro Quadrático Médio.

A tabela a seguir mostra o resumo do Número de Acertos, em forma de percentual relativo ao número de observações do Retorno do CDI do período.

| Predição | Posição | Número de Acertos | | | nº de Observações |
|----------|------------|-------------------|---------------|--|-------------------|
| | | Intervalo Legal | Intervalo HJM | | |
| 1 | 31/12/2011 | 0,0% | 0,0% | | 14 |
| 2 | 31/12/2012 | 0,0% | 50,0% | | 12 |
| 3 | 31/12/2013 | 70,0% | 100,0% | | 10 |
| 4 | 31/12/2014 | 62,5% | 25,0% | | 8 |
| 5 | 31/12/2015 | 16,7% | 83,3% | | 6 |
| 6 | 31/12/2016 | 75,0% | 75,0% | | 4 |
| 7 | 31/12/2017 | 0,0% | 0,0% | | 2 |
| 8 | 31/12/2018 | 0,0% | 0,0% | | 1 |

Tabela 4 – Número de Acertos para avaliação e comparação dos intervalos

Para cada Predição realizada, temos destacado em vermelho qual o Intervalo que obteve melhor desempenho quanto ao número de acertos.

A seguir são apresentados os gráficos e tabelas dos resultados de cada Predição com suas devidas análises e comentários a luz dos EQMs e Números de acertos.

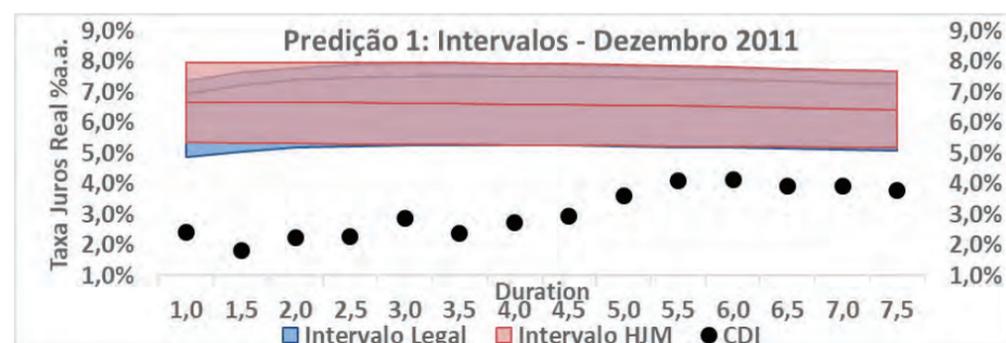


Figura 4 – Predição 1: Intervalos - Dezembro 2011 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 1: Intervalos - Dezembro 2011 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 7,36% | 6,96% | 4,87% | 7,96% | 6,67% | 5,37% | 2,43% |
| 1,5 | 7,64% | 7,24% | 5,07% | 7,97% | 6,66% | 5,35% | 1,81% |
| 2,0 | 7,80% | 7,40% | 5,18% | 7,98% | 6,66% | 5,33% | 2,23% |
| 2,5 | 7,88% | 7,48% | 5,24% | 7,98% | 6,65% | 5,31% | 2,27% |
| 3,0 | 7,93% | 7,53% | 5,27% | 7,97% | 6,64% | 5,30% | 2,86% |
| 3,5 | 7,94% | 7,54% | 5,28% | 7,96% | 6,63% | 5,29% | 2,39% |
| 4,0 | 7,93% | 7,53% | 5,27% | 7,94% | 6,61% | 5,28% | 2,73% |
| 4,5 | 7,90% | 7,50% | 5,25% | 7,92% | 6,59% | 5,27% | 2,92% |
| 5,0 | 7,87% | 7,47% | 5,23% | 7,89% | 6,57% | 5,25% | 3,62% |
| 5,5 | 7,84% | 7,44% | 5,21% | 7,85% | 6,55% | 5,24% | 4,11% |
| 6,0 | 7,80% | 7,40% | 5,18% | 7,81% | 6,52% | 5,23% | 4,15% |
| 6,5 | 7,76% | 7,36% | 5,15% | 7,77% | 6,49% | 5,21% | 3,92% |
| 7,0 | 7,72% | 7,32% | 5,12% | 7,73% | 6,46% | 5,20% | 3,93% |
| 7,5 | 7,68% | 7,28% | 5,09% | 7,68% | 6,43% | 5,19% | 3,78% |

Tabela 5 – Predição 1: Intervalos - Dezembro 2011 e CDI ocorrido

A Predição 1 foi realizada com a posição em 31/12/2011, sendo o primeiro ano avaliado o ano de 2012. Para esta posição podemos observar que ambos

os intervalos apresentaram um erro quadrático médio bem elevado e 0% de acertos. O ano de 2012 foi um ano marcado pela redução atípica e acentuada da taxa SELIC. Mesmo com a inflação fechando em 6,5% em 2011, durante o ano de 2012 a meta da taxa SELIC foi reduzida de 10,50% para 7,25%, mas devido a outros fatores, como preços administrados, consumo inibido pela crise, e safras fartas de produtos de alimentação, a inflação em 2012 acabou ficando controlada na casa dos 5,8%. Com a taxa SELIC neste patamar e com uma inflação relativamente alta, os baixos retornos reais do CDI em 2011 e 2012 distorceram de forma significativa os resultados, e consequentemente comprometeram as análises dos períodos avaliados, por se tratar de um momento completamente atípico e artificial.

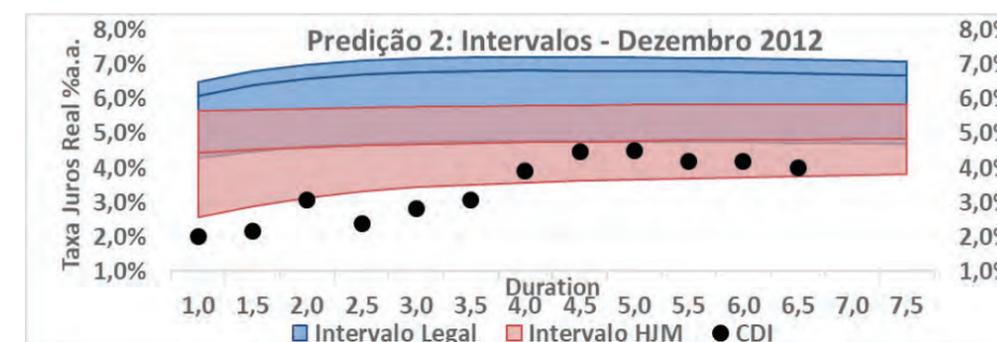


Figura 5 – Predição 2: Intervalos - Dezembro 2012 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 2: Intervalos - Dezembro 2012 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 6,50% | 6,10% | 4,27% | 5,67% | 4,45% | 2,58% | 2,03% |
| 1,5 | 6,80% | 6,40% | 4,48% | 5,69% | 4,53% | 2,88% | 2,17% |
| 2,0 | 6,99% | 6,59% | 4,62% | 5,72% | 4,59% | 3,14% | 3,07% |
| 2,5 | 7,11% | 6,71% | 4,70% | 5,74% | 4,64% | 3,32% | 2,37% |
| 3,0 | 7,18% | 6,78% | 4,74% | 5,77% | 4,68% | 3,43% | 2,83% |
| 3,5 | 7,21% | 6,81% | 4,77% | 5,79% | 4,72% | 3,51% | 3,07% |
| 4,0 | 7,23% | 6,83% | 4,78% | 5,81% | 4,74% | 3,57% | 3,92% |
| 4,5 | 7,22% | 6,82% | 4,78% | 5,82% | 4,76% | 3,62% | 4,48% |
| 5,0 | 7,21% | 6,81% | 4,77% | 5,83% | 4,78% | 3,66% | 4,50% |
| 5,5 | 7,19% | 6,79% | 4,76% | 5,84% | 4,80% | 3,70% | 4,19% |
| 6,0 | 7,17% | 6,77% | 4,74% | 5,85% | 4,81% | 3,73% | 4,18% |
| 6,5 | 7,15% | 6,75% | 4,72% | 5,85% | 4,83% | 3,76% | 3,99% |

Tabela 6 – Predição 2: Intervalos - Dezembro 2012 e CDI ocorrido

Na Predição 2, apesar do ano de 2013 (primeiro período observado) fechar com uma meta SELIC de 10%, no primeiro semestre deste ano a meta ficou entre 7,25% e 8,0%, enquanto a inflação girou entre 6,0% e 6,5%, consequências da forte redução da meta SELIC ocorrida em 2012. Mesmo com o baixo retorno real do CDI em 2013, comprometendo parcialmente a análise, o EQM (Intervalo Legal 11,3 e Intervalo HJM 2,3) e o Número de Acertos (Intervalo Legal 0% e Intervalo HJM 50%) do Intervalo HJM foram significativamente melhores.

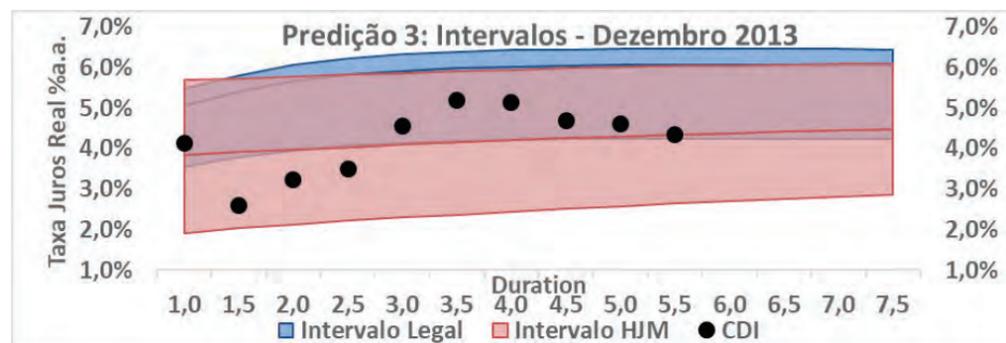


Figura 6 – Predição 3: Intervalos - Dezembro 2013 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 3: Intervalos - Dezembro 2013 | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 5,47% | 5,07% | 3,55% | 5,70% | 3,85% | 1,90% | 4,12% |
| 1,5 | 5,82% | 5,42% | 3,79% | 5,73% | 3,91% | 2,03% | 2,60% |
| 2,0 | 6,06% | 5,66% | 3,96% | 5,78% | 3,98% | 2,13% | 3,23% |
| 2,5 | 6,22% | 5,82% | 4,07% | 5,82% | 4,04% | 2,22% | 3,49% |
| 3,0 | 6,32% | 5,92% | 4,14% | 5,87% | 4,10% | 2,30% | 4,56% |
| 3,5 | 6,39% | 5,99% | 4,19% | 5,91% | 4,15% | 2,37% | 5,20% |
| 4,0 | 6,43% | 6,03% | 4,22% | 5,94% | 4,21% | 2,44% | 5,13% |
| 4,5 | 6,45% | 6,05% | 4,23% | 5,98% | 4,26% | 2,51% | 4,68% |
| 5,0 | 6,46% | 6,06% | 4,24% | 6,00% | 4,30% | 2,58% | 4,62% |
| 5,5 | 6,47% | 6,07% | 4,25% | 6,03% | 4,34% | 2,65% | 4,36% |

Tabela 7 – Predição 3: Intervalos - Dezembro 2013 e CDI ocorrido

Na Predição 3 o Intervalo HJM apresentou um desempenho relativamente superior, com um EQM, um Número de Acertos significativamente melhor e com um número razoável de número de observações.

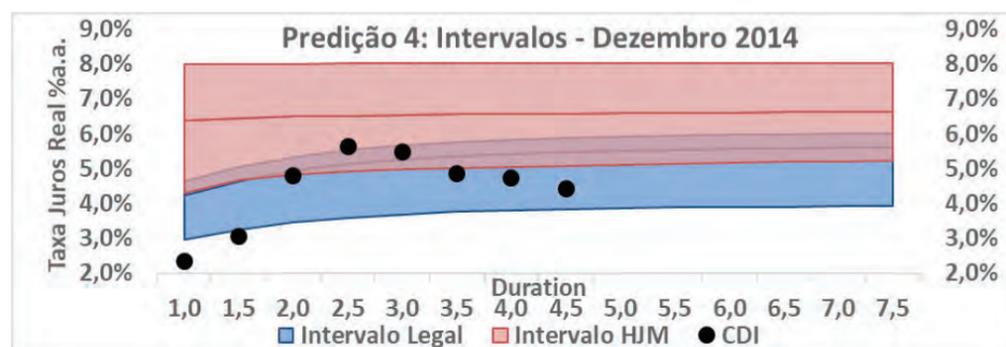


Figura 7 – Predição 4: Intervalos - Dezembro 2014 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 4: Intervalos - Dezembro 2014 | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 4,65% | 4,25% | 2,97% | 8,00% | 6,38% | 4,31% | 2,34% |
| 1,5 | 5,04% | 4,64% | 3,25% | 8,01% | 6,45% | 4,66% | 3,06% |
| 2,0 | 5,34% | 4,94% | 3,45% | 8,01% | 6,49% | 4,83% | 4,79% |
| 2,5 | 5,54% | 5,14% | 3,59% | 8,02% | 6,52% | 4,91% | 5,64% |
| 3,0 | 5,67% | 5,27% | 3,69% | 8,03% | 6,54% | 4,97% | 5,47% |
| 3,5 | 5,76% | 5,36% | 3,76% | 8,03% | 6,55% | 5,02% | 4,84% |
| 4,0 | 5,83% | 5,43% | 3,80% | 8,03% | 6,57% | 5,06% | 4,75% |
| 4,5 | 5,88% | 5,48% | 3,84% | 8,03% | 6,58% | 5,09% | 4,41% |

Tabela 8 – Predição 4: Intervalos - Dezembro 2014 e CDI ocorrido

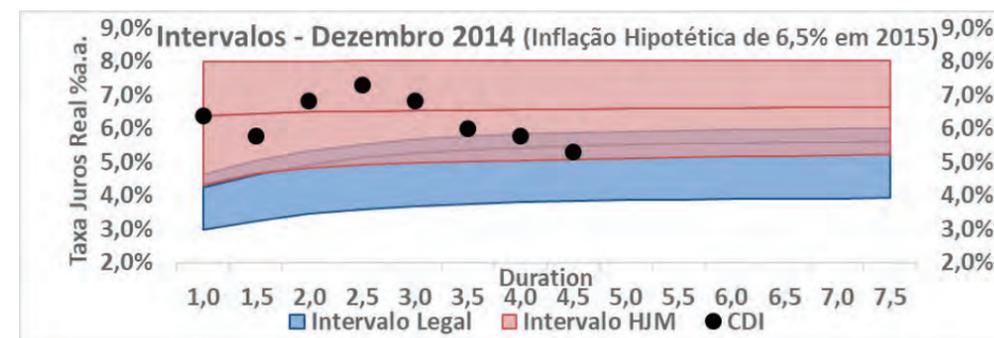


Figura 8 – Intervalos - Dezembro 2014 (Inflação Hipotética de 6,5% em 2015)

| Duration do Passivo em anos | Intervalos - Dezembro 2014 (Inflação Hipotética de 6,5% em 2015) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 4,65% | 4,25% | 2,97% | 8,00% | 6,38% | 4,31% | 6,38% |
| 1,5 | 5,04% | 4,64% | 3,25% | 8,01% | 6,45% | 4,66% | 5,76% |
| 2,0 | 5,34% | 4,94% | 3,45% | 8,01% | 6,49% | 4,83% | 6,83% |
| 2,5 | 5,54% | 5,14% | 3,59% | 8,02% | 6,52% | 4,91% | 7,29% |
| 3,0 | 5,67% | 5,27% | 3,69% | 8,03% | 6,54% | 4,97% | 6,84% |
| 3,5 | 5,76% | 5,36% | 3,76% | 8,03% | 6,55% | 5,02% | 6,01% |
| 4,0 | 5,83% | 5,43% | 3,80% | 8,03% | 6,57% | 5,06% | 5,77% |
| 4,5 | 5,88% | 5,48% | 3,84% | 8,03% | 6,58% | 5,09% | 5,31% |

Tabela 9 – Intervalos - Dezembro 2014 (Inflação Hipotética de 6,5% em 2015)

Na Predição número 4, o Intervalo Legal apresentou um desempenho melhor que o Intervalo HJM (EQM de 1,0 Basis Points para o Intervalo Legal contra 5,5 para o Intervalo Legal e Número de acertos de 62,5% para o Intervalo Legal contra 25% para o Intervalo HJM). Os resultados dos retornos reais do CDI foram puxados para baixo para todos os períodos analisados devido a uma alta inflação no primeiro período (ano de 2015), superior a 10%. Dessa forma, a análise em dezembro 2014 fica parcialmente comprometida dado que este nível de inflação é atípico, considerando o nível de taxa de inflação que a Economia Brasileira vem apresentando na última década (algo entre 3,5% e 6,5% a.a., aproximadamente).

Um teste (Figura 8 e Tabela 9) foi realizado com a hipótese de que a inflação deste primeiro ano (2015) tivesse sido de 6,5% a.a. (Teto da meta de inflação no período), e os resultados ficaram bem satisfatórios para o Intervalo HJM (EQM

de 0,5 Basis Points para o Intervalo HJM contra 2,1 para o Intervalo Legal e Número de acertos de 100% para o Intervalo HJM contra 25% para o Intervalo Legal). O efeito dessa alteração pode ser facilmente observado nos gráficos das Figura 7 e Figura 8.

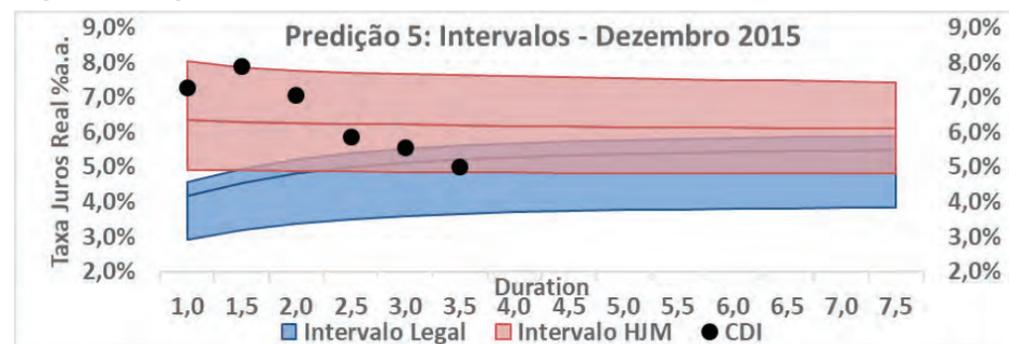


Figura 9 – Predição 5: Intervalos - Dezembro 2015 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 5: Intervalos - Dezembro 2015 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 4,56% | 4,16% | 2,91% | 8,03% | 6,35% | 4,91% | 7,28% |
| 1,5 | 4,94% | 4,54% | 3,18% | 7,85% | 6,30% | 4,90% | 7,90% |
| 2,0 | 5,22% | 4,82% | 3,37% | 7,77% | 6,27% | 4,89% | 7,07% |
| 2,5 | 5,40% | 5,00% | 3,50% | 7,71% | 6,24% | 4,87% | 5,87% |
| 3,0 | 5,53% | 5,13% | 3,59% | 7,67% | 6,22% | 4,86% | 5,56% |
| 3,5 | 5,62% | 5,22% | 3,65% | 7,63% | 6,20% | 4,85% | 5,01% |

Tabela 10 – Predição 5: Intervalos - Dezembro 2015 e CDI ocorrido

Na Predição 5 o Intervalo HJM apresentou um desempenho relativamente superior, com um EQM, um Número de Acertos significativamente melhor e com um número razoável de número de observações.

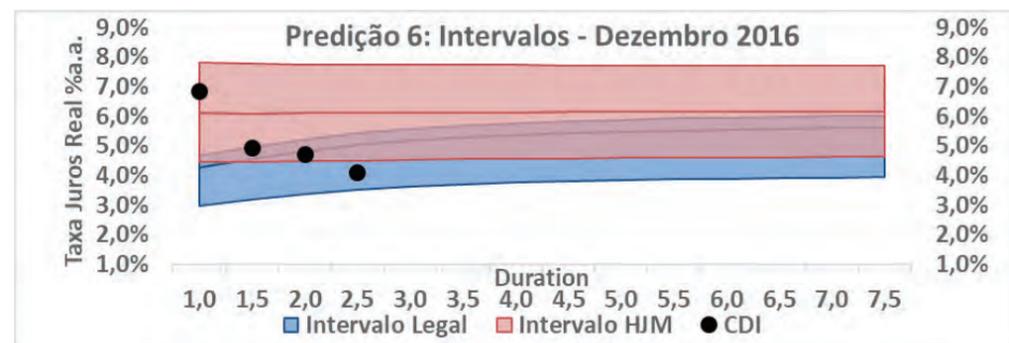


Figura 10 – Predição 6: Intervalos - Dezembro 2016 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 6: Intervalos - Dezembro 2016 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 4,68% | 4,28% | 3,00% | 7,84% | 6,11% | 4,45% | 6,86% |
| 1,5 | 4,97% | 4,57% | 3,20% | 7,77% | 6,10% | 4,47% | 4,92% |
| 2,0 | 5,24% | 4,84% | 3,39% | 7,76% | 6,11% | 4,49% | 4,71% |
| 2,5 | 5,44% | 5,04% | 3,53% | 7,76% | 6,12% | 4,52% | 4,10% |

Tabela 11 – Predição 6: Intervalos - Dezembro 2016 e CDI ocorrido

Na Predição 6, o Intervalo Legal obteve um EQM ligeiramente melhor e o mesmo percentual de acertos do Intervalo HJM, todavia considerando que foram apenas 4 observações de retorno real do CDI e a diferença entre os EQMs foi de 0,1 Basis Points, a análise precisaria de mais dados para uma avaliação de desempenho mais confiável.

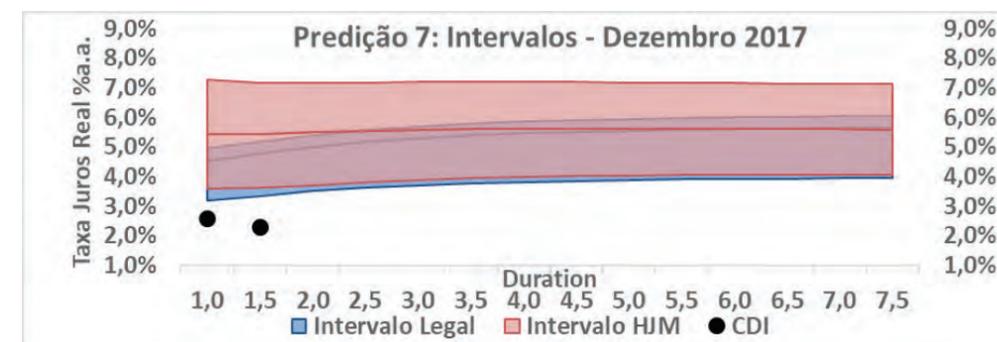


Figura 11 – Predição 7: Intervalos - Dezembro 2017 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 7: Intervalos - Dezembro 2017 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 4,95% | 4,55% | 3,19% | 7,27% | 5,43% | 3,58% | 2,60% |
| 1,5 | 5,18% | 4,78% | 3,35% | 7,19% | 5,45% | 3,63% | 2,30% |

Tabela 12 – Predição 7: Intervalos - Dezembro 2017 e CDI ocorrido

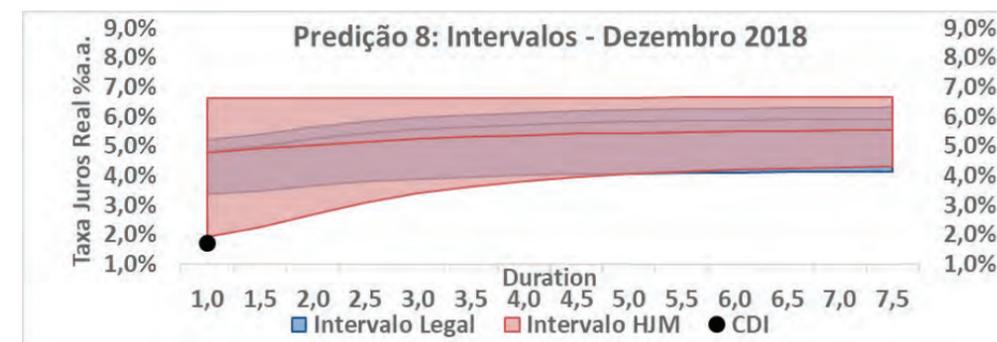


Figura 12 – Predição 8: Intervalos - Dezembro 2018 e CDI ocorrido

| Duration do Passivo em anos | Predição 8: Intervalos - Dezembro 2018 | | | | | | Retorno Real do CDI %a.a. Ocorrido no período |
|-----------------------------|--|-------|--------|----------------------------|-------|--------|---|
| | Intervalo Legal (Taxa %a.a.) | | | Intervalo HJM (Taxa %a.a.) | | | |
| | Máxima | TJP | Mínima | Máxima | TJP | Mínima | |
| 1,0 | 5,22% | 4,82% | 3,37% | 6,64% | 4,79% | 1,93% | 1,70% |

Tabela 13 – Predição 8: Intervalos - Dezembro 2018 e CDI ocorrido

As Predições 7 e 8, têm suas análises comprometidas devido ao baixo número de observações disponíveis, sendo apenas duas observações na Predição 7 e apenas uma observação na Predição 8.

Conclusões

Esta pesquisa buscou verificar se o modelo HJM pode ser um bom modelo para definir os limites da hipótese da taxa de juros real anual para plano de previdência fechada. Dessa forma o objetivo do artigo foi a implementação e utilização do modelo HJM, e a construção de um intervalo alternativo a partir dos resultados gerados pelo modelo, denominado de Intervalo HJM. Para que isso fosse possível, foi necessária a definição de alguns critérios para apuração dos limites da hipótese da taxa de juros real anual, assim como processos de avaliação de desempenho do Intervalo Legal em comparação ao Intervalo HJM.

Analisando os resultados obtidos no trabalho, há evidências de que o Intervalo HJM pode ser mais adequado, porém devido a amostra curta para o *Backtesting* não são possíveis testes mais robustos para afirmar a consistência desta nova metodologia. Além disso, alguns momentos econômicos singulares na amostra, comprometeram parte das análises das Predições realizadas, dificultando ainda mais a análise. Em suma, pode-se dizer que o Modelo HJM possivelmente é um bom modelo para fundamentar a definição dos limites para a hipótese da taxa de juros real anual, porém mais análises são necessárias para uma afirmação mais concreta.

Uma simplificação adotada neste artigo foi a utilização do retorno real do CDI como parâmetro de comparação para os intervalos analisados. Apesar de ser uma boa referência dado que é uma variável boa para medir a performance de Renda Fixa, uma análise que pode se mostrar interessante é a comparação dos intervalos com resultados reais dos investimentos de planos de previdência.

Para comparação direta entre as metodologias do Intervalo Legal e do Intervalo HJM, foi mantida a base de dados baseadas nas curvas de juros reais da ANBIMA pelo modelo de Svensson, de forma que a diferença das saídas das duas metodologias é resultante da forma que os dados são trabalhados. Uma possível extensão desta pesquisa seria alterar os dados de entrada do Modelo HJM, como por exemplo utilizar os dados dos títulos públicos e construir a curva de juros reais através do método de *Bootstrapping*, que é equivalente ao *strip* (*separate trading of registered interest and principal*) de *bonds* com pagamento de cupom, método que permite o cálculo taxas *spots* a partir de *zero coupon bonds* fictícios com base na realização do *strip* que separa os cupons do principal de *coupon bonds* reais. Uma outra possibilidade para os dados de entrada seria calcular uma curva de juros reais com base em derivativos (futuros, swaps e opções) de DI e inflação.

Possíveis melhorias podem ser testadas na calibração do Modelo HJM e na definição do Intervalo HJM. A curva de juros inicial do modelo tem impacto significativo nas projeções realizadas e uma avaliação deste *input* pode gerar grandes benefícios no modelo. O PCA foi calculado com janelas móveis de 5 anos de histórico das ETTJs diárias, mas o período e a forma de calibrar a estrutura de volatilidade é um ponto crítico a ser explorado, assim como a definição de TJP, Taxa Máxima e Taxa mínima, que podem ter critérios para apuração desses valores de diferentes formas.

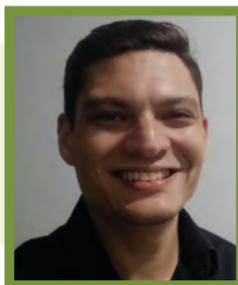
Por fim, uma análise importantíssima que pode ser estudada é a consequência na solvência do plano por conta da alteração do Intervalo Legal, sendo que

o processo mais complexo e interessante diz respeito aos ajustes que são feitos no plano ao longo do tempo, dado que a legislação impõe ajustes caso o plano comece a apresentar desequilíbrios significativos ao longo do tempo (equacionamento de déficit e distribuição de superávit). Acontece que não são conhecidos os efeitos do Intervalo Legal, combinado com as regras de ajustes de déficit e superávit, na solvência do plano no longo prazo, com isso situações inapropriadas poderiam ocorrer como por exemplo a distribuição de superávit em um certo momento e anos mais tarde um equacionamento de déficit, ou o caso contrário, equacionamento de déficit em um certo momento e posteriormente uma distribuição de superávit.

REFERÊNCIAS

- Brace, A.; Musiela, M. *A multifactor Gauss Markov implementation of Heath, Jarrow, and Morton. Mathematical Finance*, n.4, p.259-283, 1994.
- Brown J.; Pennacchi, G. G. *Discounting pension liabilities: funding versus value. NBER (National Bureau of Economic Research) working paper series, Working Paper 21276*, 2015.
- Chan, B.; Silva, F.; Martins, G. Uma reflexão sobre o equilíbrio dos planos de benefícios de caráter previdenciário a partir das demonstrações contábeis dos fundos de pensão. *RIC/UFPE – Revista de Informação contábil*, Vol.1, n.1, p.69-87, 2007.
- Costa, T. M. T.; Santana, V. F. Taxa de Desconto na Gestão de Ativos e Passivos Previdenciários. *Revista Brasileira de Finanças (Online)*, Rio de Janeiro, Vol.15, n.4, p.631-655, 2017.
- Cowling, C. A.; Gordon, T. J.; Speed, C. A.; *Funding defined benefit pension schemes. Institute of Actuaries and Faculty of Actuaries*, Impresso por Bell & Bain Ltd., Glasgow, 2004.
- Ferreira, J. F. F. *Apreçamento de Opções de Futuro de DI Utilizando o Modelo HJM. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas - PUC do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 2011.
- Franklin, Jr. S. L.; Duarte, T. B.; Neves, C. R.; Melo, E. F. L. A estrutura a termo de taxas de juros no Brasil: modelos, estimação e testes. *Economia Aplicada*, junho 2012, vol.16, n.2, p.255-290. ISSN 1413-8050, 2012.
- Glasserman, P. *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. New York. 2003.
- Gregório, T. F. S. Intervalos de confiança, value at risk e conditional var, baseados em simulação de monte carlo, para projeções atuariais e valor presente de entidades de previdência. *Prêmio Ricardo Frischtak 2016*, Rio de Janeiro, 2016.
- Halley, E. *An estimate of the degrees of mortality of mankind, drawn from curious tables of the births and funerals at the city of Breslaw with an attempt to ascertain the price of annuities upon lives. Philosophical Transactions of the Royal Society* n.17, p.596-610, 1693.
- Heath, D.; Jarrow, R.; Morton, A. *Bond Pricing and the Term Structure of Interest Rates: A New Methodology for Contingent Claims Valuation. Econometrica Journal of Econometric Society*, n.60, p.77-105, 1992.
- Lima, J. C. C. O.; Rodrigues, J. A. A importância das premissas econômicas na gestão de planos de benefícios definidos. *Revista do BNDDES*, n.43, p.161-204, 2015.
- Nojima, N. K. *Precificação de derivativos de taxas de juros utilizando o modelo HJM Multifatorial com estrutura de volatilidade não paramétrica*, Dissertação de Mestrado Profissional em Economia – FGV/EESP Fundação Getúlio Vargas Escola de Economia de São Paulo, 2013.
- Renò, R.; Uboldi, A. *PCA based calibration of an HJM model. Quaderno IAC*, Q28-002, 2002.
- Shreve, S. E. *Stochastic Calculus for Finance II: Continuous-Time Models*. New York: Springer, 2004.
- Svensson, L. E. O. *Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994. NBER Working Paper*, 4871, September 1994.
- Tamagushiku, C. Heath, Jarrow, and Morton *Interest Rate Modelling Using Principal Component Analysis. Working Paper*, University of Otago, 2006.
- Tilley, J. A. *An Actuary Layman's guide to building stochastic Interest Rate Generators. Working Paper*, Vol.44, p.509-538, 1992.
- Turner, J. A.; Olivares H. G.; McCarthy D. D.; Penas M. D. C. B. *Determining Discount Rates Required to Fund Defined Benefit Plans. Society of Actuaries, Pension Section Research Committee*, 2017.
- Witt, R. *Arithmetical questions, touching the buying or exchange of annuities; taking of leases for fines or yearly rent; purchase of fee-simples; dealing for present or future possessions; and other bargains and accounts, wherein allowance for disbursing or forbearance of money is intended. Londres: Impresso por Humphrey Lowndes para Richard Redmer*, p.183, 1613.
- Zachert, A. C. *Aplicação de modelo alternativo de otimização e preservação de capital em face da meta atuarial estabelecida na gestão de planos de previdência. Dissertação de Mestrado*, 2004.
- _____. *CNPC – Conselho Nacional de Previdência Complementar. Resolução N°30, de 10 de outubro de 2018. Disponível no link: <http://sislex.previdencia.gov.br/paginas/72/CNPC/2018/30.htm>. Acessado em 31 de julho de 2019.*

Mario
Henrique Chaves
de Almeida



PRECIFICAÇÃO DE RISCOS CIBERNÉTICOS NO BRASIL

RESUMO Cada vez mais as empresas estão realizando suas atividades e otimizando seus negócios utilizando tecnologias. Em grande parte, o uso destas tecnologias está diretamente associado ao uso e consumo da rede internet. O uso incorreto dessas tecnologias conectadas à rede constitui ameaças verdadeiramente globais, sendo de extrema importância e relevância a utilização de métodos de proteção e defesa contra essas vulnerabilidades. Estima-se que no Brasil haja cerca de 60 milhões de tentativas de ataques cibernéticos todos os anos, posicionando o país como o terceiro colocado em números de ataques. Somente nos últimos cinco anos, o Comitê Gestor de Internet no Brasil registrou 4 milhões de ataques bem-sucedidos. Este trabalho tem por objetivo precificar os riscos cibernéticos. A grande contribuição do estudo é aplicar técnicas atuariais de precificação, como modelos lineares generalizados, em um campo com dificuldade de obtenção de dados de frequência e severidade de perdas decorrentes de riscos cibernéticos.

Palavras-chave: Risco Cibernético; Precificação; Modelo Linear Generalizado.

ABSTRACT *Increasingly companies are performing their activities and optimizing their businesses using technologies. To large extent the use of these technologies is directly associated with the use and consumption of the internet network. The misuse of these technologies connected to the network bring truly global threats, and the use of methods of protection and defense against these vulnerabilities is extremely important and relevant. It is estimated that in Brazil there are around 60 million threats every year, placing the country as the third in numbers of attacks. Only in the last five years, the Brazilian Internet Steering Committee recorded 4 million successful attacks. This work aims to price cybernetic risks. The main contribution of the study is to apply pricing techniques, such as generalized linear models, in a field with difficulty in obtaining frequency data and severity of losses due to cybernetic risks.*

Keywords: Cyber risks; Pricing; Generalized Linear Model.

1. Introdução

Risco Cibernético é atualmente uma das principais preocupações de executivos de empresas, segundo pesquisas realizadas em todo o mundo. Este é um risco levado muito a sério em países como Estados Unidos e Europa, e que vem ganhando muita relevância no Brasil nos últimos anos. Casos de ataques que afetam tanto pessoas físicas como jurídicas têm sido divulgados na mídia e a população e as empresas têm se atentado e se informado mais a respeito.

A responsabilidade por dados de terceiros tem também se tornado uma crescente fonte de preocupação à medida que cada vez mais as empresas estão dependentes da tecnologia para gerenciar seus negócios e informações. Hoje, praticamente todas as empresas trabalham com dados pessoais e corporativos, como número de cartão de crédito, identidade, endereço, registros médicos, passaporte, lista de clientes, orçamento, planos de negócios, planos de marketing etc. Importante ressaltar neste contexto o advento da Lei Geral de Proteção a Dados Pessoais (Lei 13.709/2018)¹, que tem sua entrada em vigor prevista para o ano de 2020.

As informações ficam mais expostas a vazamento ou dado o avanço da tecnologia como o armazenamento em nuvem (*cloud computing*), redes sociais e até mesmo pelos hábitos de mobilidade e conceito de produtividade, onde a maioria dos profissionais utilizam celulares, tablets e notebook para trabalhar. Em grande parte, o uso destas tecnologias está diretamente associado ao uso e consumo da rede internet. A internet é um universo imensurável de possibilidades e atividades, fazendo assim com que essas empresas estejam expostas a grandes vulnerabilidades. O uso incorreto dessas tecnologias conectadas à rede constitui ameaças verdadeiramente globais, sendo de extrema importância e relevância a utilização de métodos de proteção e defesa contra essas vulnerabilidades. Estima-se que no Brasil haja cerca de mais de 60 milhões de tentativas² de ataques todos os anos, posicionando o país como o terceiro colocado em números de ataques. Somente nos últimos cinco anos, o Comitê Gestor de Internet no Brasil registrou 4 milhões de ataques bem-sucedidos.

Este trabalho tem por objetivo precificar os riscos cibernéticos. Ou seja, trata-se de estudo com bastante pioneirismo no país ao mensurar estes riscos e, assim, possibilitar materializar, com uso de técnicas atuariais e estatísticas, o impacto e o valor monetário corrente para sua cobertura. Cabe destacar que, por ser tema ainda pouco difundido e pouco pesquisado, há dificuldade na obtenção de dados de frequência e severidade de perdas decorrentes de riscos cibernéticos, mas o presente trabalho tratou estes obstáculos com informações públicas, conferindo ainda maior atratividade para sua metodologia e resultados.

¹ Esta Lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm> Acesso em: 19 de Mai. de 2019

² O Brasil possui números alarmantes, em 2018, cerca de 62 milhões de brasileiros foram vítimas de cibercrime, o que representa 61% da população adulta conectada do país. As perdas totalizaram US\$ 22 bilhões sendo que cada vítima perdeu em **média 34 horas com as consequências dos ataques**. Segundo fontes do Relatório sobre a segurança na internet do grupo Norton Cyber Security (2019). (Ver Symantec 2019)

2. Definições

2.1 Leis e Diretrizes sobre definição de crimes cibernéticos no Brasil

Com a difusa e extensa troca de informações que ocorre através das redes, tornando o acesso à informação item de grande valor comercial, jurídico, pessoal e até mesmo econômico e profissional, corrobora-se a necessidade de determinantes legais perante às leis brasileiras pois “a situação pré-Marco Civil era de completa ausência de regulamentação civil da internet no país. Ao contrário do que alguns entusiastas libertários poderiam achar, a ausência de leis nesse âmbito não representa a vitória da liberdade e do *laissez-faire*³. Ao contrário, gera uma grande insegurança jurídica. Uma das razões é que juízes e tribunais, sem um padrão legal para a tomada de decisões sobre a rede, acabam decidindo de acordo com regras muitas vezes criadas *ad hoc*⁴, ou de acordo com as suas próprias convicções, resultado em inúmeras decisões judiciais contraditórias” (LEMOS, 2014, p. 10).

Apesar de a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014, conhecida com Marco Civil da Internet, estabelecer princípios, garantias e direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil, traz, por sua vez, relevantes conceituações relacionados a crimes ocorrido no ambiente virtual, pois tem aplicação no Direito Penal e Processual Penal, uma vez que estabelece os conceitos fundamentais para a obtenção de provas quanto a esse tipo de crime.

Temos, mais recentemente, a publicação da Lei 13.709, de 14 de agosto de 2018, que é a legislação brasileira que regula as atividades de tratamento de dados pessoais e que também altera artigos do Marco Civil da Internet. Com a edição desta Lei, o Brasil passou a fazer parte dos países que contam com uma legislação específica para proteção de dados e da privacidade dos seus cidadãos. A legislação se fundamenta em diversos valores, como o respeito à privacidade; à autodeterminação informativa; à liberdade de expressão, de informação, de comunicação e de opinião; à inviolabilidade da intimidade, da honra e da imagem; ao desenvolvimento econômico e tecnológico e a inovação; à livre iniciativa, livre concorrência e defesa do consumidor e aos direitos humanos liberdade e dignidade das pessoas. Seu texto determina que todos os dados pessoais (informação relacionada à pessoa natural identificada ou identificável, como nome, idade, estado civil, documentos) só podem ser coletados mediante o consentimento do usuário.

2.2 Definição de Ataques Cibernéticos

Para exemplificar os tipos de ataques, pontua-se aqui o primeiro componente da internet, talvez o mais importante, pois ele é o responsável por endereçar e encaminhar os pacotes que trafegam pela rede mundial de computadores, é o

³ *Laissez-faire* é um termo em francês que significa “deixe fazer”, utilizado em referência ao pensamento do liberalismo econômico que defende a economia livre de intervenções governamentais. Disponível em < <https://www.dicionariofinanceiro.com/laissez-faire/> >. Acesso em 15 Mar 2018.

⁴ Diz-se de pessoa ou coisa preparada para determinada missão ou circunstância: secretário ad hoc, tribuna ad hoc. Disponível em < <https://www.dicionariodelatim.com.br/ad-hoc/> >. Acesso em 15 Mar 2018.

chamado protocolo IP (*Internet Protocol*). Um protocolo é um conjunto de regras para os computadores e outros dispositivos e neste caso, o IP define duas principais regras: primeira, determina um número à mensagem para funcionar como um endereço a cada dispositivo que fizer parte da rede e a segunda divide a informação em pedaços pequenos marcando-os com o endereço de origem e destino, para que ela possa ser enviada de um lado para o outro.

Desta maneira, para o propósito deste estudo, será tratado como incidente/crime todo e qualquer conflito, bloqueio, furto ou rompimento desta comunicação realizada através de dois ou mais dispositivos ligados à rede, que durante este trabalho será nomeado de sinistro quando relacionados à quantidade de ocorrências desses incidentes. As definições dos sinistros são:

1. *Af/Worm* (Ataque ao usuário final), trata-se de um *worm*, um programa capaz de criar cópia de si mesmo e infectar outros dispositivos, neste caso o *worm af* tem a capacidade de modificar e assumir as funções do dispositivo possibilitando que um *hacker* acesse os seus dados. Tal infecção pode ocorrer através de conexões de rede locais, internet ou anexos de e-mails. *Worm*, notificações de atividades maliciosas relacionadas com o processo automatizado de propagação de códigos mal-intencionados na rede.
2. *Aw/Web* (Ataque a servidor Web), ataques contra os aplicativos *web* onde *hackers* procuram por vulnerabilidades nos sites. Estes são sempre prejudiciais porque desprestigiam a imagem da empresa. As consequências de um ataque bem-sucedido podem resultar na desfiguração do website; no roubo de informações; na modificação de dados e, em particular, na alteração de dados pessoais dos usuários; e na intrusão no servidor web.
3. *DoS* (Negação de Serviço), este ataque consiste em fazer com que os dispositivos infectados e sob comando de outro dispositivo se preparem para acessar a um determinado recurso num determinado servidor numa mesma hora de uma mesma data. Passada essa fase, na determinada hora, todos os dispositivos (ligados e conectados à rede) acessam ao mesmo recurso do mesmo servidor. Como servidores web possuem um número limitado de utilizadores que podem atender simultaneamente (*slots*), o grande e repentino número de requisições de acesso esgota a capacidade, fazendo com que o servidor não seja capaz de atender a mais nenhum pedido.
4. *Fraude*, esta categoria engloba as notificações de tentativas de fraudes, ou seja, de incidentes em que ocorre uma tentativa de obter vantagens através da internet, ou seja, qualquer ato intencional destinado ao recebimento de indenização ou benefício próprio. (Cavalos de Tróia, Páginas Falsas, Direitos Autorais).
5. *Invasão*, um ataque bem-sucedido que resulte no acesso não autorizado a um computador ou rede.
6. *Scan* (Examinar), notificações de varreduras em redes de computadores, com o intuito de identificar quais computadores estão ativos e quais serviços estão sendo disponibilizados por eles. É amplamente utilizado por *hackers* para identificar potenciais alvos, pois permite associar possíveis vulnerabilidades aos serviços habilitados em um computador.
7. *Outros*, notificações de incidentes que não se enquadram nas categorias anteriores. *Axfr* (Tentativa de obter / atualizar mapas de DNS), um usuário remoto não

autenticado pode solicitar uma transferência de zona DNS de um servidor DNS voltado para o público. Se configurado incorretamente, o servidor DNS pode responder com informações sobre a zona solicitada, revelando estrutura interna da rede e informações potencialmente confidenciais. (DNS, *Domain Name System*, é um computador com uma espécie de banco de dados que relaciona o endereço de destino)

Todos esses ataques como explorações de rede, *worms*, vírus e outros, abrangem todos os limites possíveis onde os dispositivos que executam programas padronizados estão vulneráveis, porque os erros nestes, uma vez descobertos, são de conhecimento comum e podem ser explorado em qualquer lugar do mundo. Isso cria uma situação potencial em que não apenas todos os sistemas e redes dentro de uma organização poderiam sofrer em virtude de serem idênticos e vulneráveis aos mesmos ataques *hackers*, mas todos os sistemas e redes similares ao redor do mundo podem falhar, afetando muitas organizações e dispositivos variados.

3. Revisão de Literatura

Não há muitas referências na literatura atuarial quando o assunto é mensuração ou precificação de riscos cibernéticos. Apesar da grande relevância para o mundo empresarial, a pesquisa é limitada. Muitos *papers* podem ser encontrados nos campos de informática, mas quase nenhum nos campos de atuária, economia ou estatística. Autores como Eling e Schnell (2016) proveem uma visão geral sobre os principais pontos de pesquisa sobre riscos cibernéticos e seguro para estes riscos. O artigo conduz uma revisão de literatura sobre o tema destacando uma imensa dificuldade para segurar riscos cibernéticos, principalmente pela falta de dados e abordagens para a modelagem. Os autores discutem métodos para superar estas limitações, tais como requerimentos obrigatórios para *reporting*⁵, junção de dados públicos e privados, cobertura governamental para parte destes riscos etc. Conforme será visto, neste artigo segui algumas destas sugestões.

Biener et al. (2015) discute a adequação do seguro para gerenciar o risco cibernético. Para isso, extraíram casos de perdas cibernéticas de um banco de dados de risco operacional e analisaram suas propriedades estatísticas. Com base nos resultados empíricos, investigou-se a segurabilidade do risco cibernético, revendo sistematicamente o conjunto de critérios introduzidos por Berliner (1982). Os resultados enfatizam as características distintas dos riscos cibernéticos em comparação com outros riscos operacionais e trazem à falta de dados e graves assimetrias de informação. Esses problemas dificultam o desenvolvimento de um mercado de seguro cibernético sustentável.

Maochao e Lei Hua (2017) discorrem à uma abordagem significativa que distingue o risco cibernético de riscos convencionais trazendo como principal propriedade de distinção entre os riscos, os recursos tecnológicos que geralmen-

⁵ Os autores defendem que, com o advento da participação do governo nos casos de riscos cibernéticos, este poderão exigir relatórios de dados, ao passo que seu interesse estará mais alinhado com os interesses públicos do que seria uma entidade independente. (*Reporting*). (Ver Eling e Schnell, 2016)

te são interconectados em uma única rede, expondo diversos dispositivos a um único ataque cibernético, desta forma a análise de risco e suas potenciais perdas devem ser relacionada à topologia de rede e a política de segurança de cada empresa. Tais determinações e conclusões citadas pelos autores, incidiram na fundamentação e definição da estrutura de metodologia empregada neste artigo.

4. Metodologia

Nesta seção, apresento as bases teóricas e os passos necessários a composição da sistemática operacional quanto ao desenvolvimento e definição da metodologia a ser utilizada neste artigo, face a releitura e adequação dos métodos previamente apontados. Na seção Definição de Leis e Diretrizes de crimes cibernéticos no Brasil verificou-se que o desafio para a cobertura destes riscos no quesito de leis e normas, embora com baixa aderência, aos poucos torna-se robusta, observando-se o avanço quanto a definição de crimes cibernéticos e as leis sobre os direitos e deveres no tratamento às informações pessoais, conforme apontado pelos autores Eling e Schnell (2016) como um dos principais itens para o desenvolvimento do seguro cibernético, a participação governamental.

Corroborando às demais obras literárias citadas, considere variáveis que sustentem a incidência de ataques cibernéticos que independem da topologia de rede e dos métodos de mitigação do risco por cada empresa.

A forma utilizada para considerar essas observações deu-se no fato de um único ataque cibernético ser capaz de afetar diversos dispositivos e para isso utilizei um termo de compensação para corrigir o número de eventos para uma estimativa do tamanho da população estudada e não menos importante enfatizo o outro desafio da composição da base de dados, onde busco objetivamente trazer informações condizentes que façam jus à real exposição das empresas conforme suas necessidades de cobertura em relação ao seu ramo de atividade.

4.1 Metodologia Atuarial para a Modelagem dos Riscos Cibernéticos

Com o desafio de propor um método para a tarifação de riscos cibernéticos para as diversas carteiras de contratos de seguro, foi adotado uma metodologia popular para a criação dos modelos tarifários que é o método por Modelos Lineares Generalizados (MLG). Para esta modelagem *a priori* será utilizado a constituição de duas variáveis diferentes: a frequência de sinistros e o custo médio dos sinistros.

O motivador principal é construir um modelo que seja simples, porém reflita o máximo possível a realidade. Assim após a construção deste modelo será possível estimar o custo para cada grupo de risco, combinando as estimativas de frequência e do custo médio dos sinistros. Embora os riscos advirem de maneira global através da rede de internet mundial, vale lembrar que esse modelo servirá somente para contratos de seguros estipulados no Brasil pois as variáveis respostas serão modeladas com este viés.

4.1.1 Modelos Lineares Generalizados (MLG)

A modelagem linear generalizada é usada para avaliar e quantificar o relacionamento entre uma variável de resposta e variáveis explicativas. A modela-

gem difere da modelagem de regressão comum em dois aspectos importantes: (JONG; HELLER; GILLIAN, 2008, p. 64, tradução nossa)⁶.

- i. As observações provêm de variáveis aleatórias independentes e a distribuição de probabilidade, para a variável de resposta pertence à família exponencial. Assim esta não precisa apresentar obrigatoriamente uma distribuição de probabilidade normal.
- ii. Utiliza-se uma função de ligação que associa os valores esperados da variável de resposta às variáveis explicativas do modelo.

Dadas as observações Y_i para $i = 1, \dots, n$ variáveis aleatórias independentes com função densidade de probabilidade pertencente à família exponencial e as variáveis explicativas conectadas através de um preditor linear $\eta_i = \dots$, para $i = 1, \dots, n$ onde representa parâmetros a serem estimados.

Assim, para que as observações Y_i sejam pertencentes à família exponencial a função densidade de probabilidade desta variável há de poder ser escrita sob a forma:

$$f(y; \theta; \phi) = c(y; \phi)e^{-\frac{\theta y - a(\theta)}{\phi}}, \text{ para } \eta = g(\mu) = x' \beta$$

Onde:

- $a(\phi)$ é uma função que determina a distribuição de resposta;
- $g(\mu)$ determina como a média está relacionada às variáveis explicativas de ;
- ϕ representa o parâmetro de dispersão;
- θ representa o parâmetro de escala.

Existem diversas distribuições que pertencem à família de dispersão exponencial, como por exemplo, distribuições Poisson e Binomial Negativa para dados de frequência e Gamma e Inversa Gaussiana para dados de severidade. A determinação da distribuição para as variáveis, influencia a estimação das previsões das variáveis de respostas bem como a estimação dos parâmetros de regressão.

5. Dados

Para a composição das bases foram utilizados dados históricos de informações de incidentes de segurança, ou seja, qualquer evento adverso, confirmado ou sob suspeita, relacionado à segurança de sistemas de computação ou de redes de computadores.

Essas informações são disponibilizadas ao público através do Grupo de Respostas a Incidentes de Segurança organizado pelo CERT.br, onde este atua como ponto central de notificações de ataques em dispositivos que estejam conectados à Internet no Brasil, registrando e contabilizando o total de ocorrências de ata-

6 “Generalized linear modeling is used to assess and quantify the relationship between a response variable and explanatory variables. The modeling differs from ordinary regression modeling in two important respects”

ques cibernéticos em redes brasileiras. Já quanto aos custos desses ataques sofridos pelas organizações; a empresa IBM Security em parceria com o Instituto Ponemon, realizam desde 2013, Estudos de Custos de Incidentes de Violações de Dados de empresas localizadas no Brasil. O estudo examina os custos incorridos em empresas brasileiras de 12 setores industriais diferentes, após a perda ou roubo de dados pessoais protegidos e a notificação de vítimas de violação. É importante notar que os custos apresentados nas pesquisas não são hipotéticos, mas sim de incidentes reais de perda de dados e informações sendo estes baseados em estimativas de periodicidades mensais fornecidas pelas empresas entrevistadas.

Embora as pesquisas de Custos de Incidentes e registros de Total de Incidentes, previamente denominados de sinistros, serem efetuadas por instituições diferentes, não se precisa de comprovações e cálculos estatísticos para que se saiba que existe determinado grau de correlação entre si dado razões objetivas.

Ocorrência de Ataques

Os eventos incorridos em desrespeito à política de segurança ou à política de uso e *compliance* de uma organização pública ou privada face ao uso de seus computadores e redes internet são notificados ao CERT.br. No geral as empresas registram qualquer tentativa, bem ou malsucedida, de acesso ou uso não autorizado de um serviço, computador ou rede que resulte em manipulação ou destruição de informações em seus dispositivos.

Desta forma, através de um histórico mensal desses incidentes reportados, pode-se quantificar os sinistros ocorridos através de amostras dessas empresas, sendo possível qualificar os sinistros por tipo de risco definidos anteriormente e conforme tabela abaixo:

Tabela 1: Total de Sinistros por Tipo de Risco

| Ano / Riscos | af / worm | aw / web | dos | fraude | inva são | scan | outr os / axrf |
|------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------|
| 2007 | 77.4 73 | 1.68 9 | 954 | 45.29 8 | 258 | 34.40 8 | - |
| 2008 | 32.9 60 | 4.20 1 | 100 | 140.0 67 | 327 | 43.82 2 | 1.05 1 |
| 2009 | 45.0 99 | 5.59 2 | 896 | 250.3 62 | 111 | 52.11 4 | 4.16 9 |
| 2010 | 17.6 28 | 8.71 2 | 198 | 31.00 8 | 89 | 80.76 9 | 4.44 0 |
| 2011 | 26.8 97 | 15.4 91 | 272 | 40.38 1 | 106 | 119.7 55 | 196. 613 |
| 2012 | 38.4 66 | 25.5 57 | 309 | 69.56 1 | 7.81 5 | 232.4 98 | 91.8 23 |
| 2013 | 27.9 79 | 18.7 21 | 1.03 0 | 85.67 5 | 11.2 07 | 165.3 96 | 42.9 17 |
| 2014 | 42.1 91 | 28.8 08 | 223. 935 | 467.6 21 | 6.50 9 | 263.6 59 | 14.3 08 |
| 2015 | 47.7 22 | 65.6 47 | 25.3 60 | 168.7 75 | 2.45 7 | 391.2 23 | 21.0 21 |
| 2016 | 28.2 48 | 55.4 41 | 60.4 32 | 102.7 18 | 1.69 5 | 383.9 03 | 14.6 75 |
| 2017 | 45.1 01 | 60.7 66 | 220. 188 | 59.31 9 | 401 | 443.2 58 | 4.74 2 |
| 2018 | 39.0 71 | 41.2 67 | 158. 407 | 37.68 4 | 1.07 5 | 397.5 90 | 1.49 4 |
| Total | 468. | 331. | 692. | 1.498. | 32.0 | 2.608. | 397. |
| por Risco | 835 | 892 | 081 | 469 | 50 | 395 | 253 |

Fonte: CERT.BR

Segundo análises do CERT.br, o total de notificações recebidas em 2018 foi de 676.588, número 19% menor que o total de 2017.

O grupo ainda destaca que: os sinistros do tipo Tentativas de Fraude totalizaram 37.684 incidentes em 2018, correspondendo a uma queda de 36% em relação a 2017; em 2018, as notificações de casos de páginas falsas de bancos e sites de comércio eletrônico (*phishing*⁷ clássico) caíram 38% em relação a 2017;

As notificações sobre Cavalos de Troia⁸, utilizados para furtrar informações e credenciais, tiveram uma queda de 28% em relação ao ano de 2017; em 2018, o número de notificações de casos de páginas falsas que não envolvem bancos e sites de comércio eletrônico teve uma queda de 32% em relação a 2017. Nesses casos estão incluídos os serviços de webmail e redes sociais, por exemplo.

Quanto aos dispositivos comprometidos, o CERT.br verificou que em 2018, receberam 1.075 notificações de máquinas danificadas. Este total foi 168% maior do que o número de notificações recebidas em 2017; mais de 98% das notificações de computadores comprometidos foram referentes a servidores Web que tiveram suas páginas desfiguradas (*defacement*).

Custeio dos Ataques

Para calcular o Custo desses Incidentes de Violação de Dados, as empresas responsáveis (IBM e Ponemon) utilizam uma metodologia de cálculo de custos chamada Custeio Baseado em Atividades, essa metodologia identifica atividades e atribui um custo de acordo com o uso real. As empresas participantes das pesquisas são orientadas a estimar o custo de todas as atividades que necessitam desempenhar até a resolução da violação do(s) dado(s).

Alguns exemplos dos itens custeados sobre as violações de dados e informações são: Realização de investigações e perícias, determinação de prováveis vítimas, realização de comunicação e divulgação de relações públicas, serviços jurídicos, perda de negócios do cliente com base no cálculo de rotatividade de clientes, entre outros. O estudo, também analisa as principais atividades relacionadas aos processos que impulsionam uma série de despesas associadas à detecção, resposta, contenção e correção de violações de dados de uma organização. Assim para a composição da base de dados relacionados ao custeio de ataques cibernéticos foram utilizados os dados de custos médio de violação de dados por arquivo ou informações perdidas ou roubadas. Conforme destacado na tabela abaixo:

7 É uma forma de fraude eletrônica caracterizada por tentativas de adquirir informações sensíveis como senhas e números de cartão de crédito, ao se fazer passar por uma pessoa confiável ou por uma empresa enviando uma comunicação eletrônica oficial, como um correio ou uma mensagem instantânea. (Ver Tic Provedores, 2017)

8 Programa normalmente recebido junto com um “presente” (por exemplo, cartão virtual, álbum de fotos, protetor de tela, jogo, etc.), que, além de executar as funções para que foi aparentemente projetado, também executa outras – normalmente maliciosas e sem o conhecimento do usuário. (Ver Tic Provedores, 2017).

Tabela 2: Custo Médio de Ataques por cada Arquivo/Informação

| Ano | Total |
|------|-----------|
| 2013 | R\$ 116,0 |
| 2014 | R\$ 157,0 |
| 2015 | R\$ 175,0 |
| 2016 | R\$ 225,0 |
| 2017 | R\$ 246,0 |
| 2018 | R\$ 260,0 |

Fonte: IBM e Ponemon

Segundo levantamento da IBM e do Ponemon, no ano de 2018 houve um aumento no custeio total da violação de dados de R\$ 4,72 milhões em 2017 para R\$ 4,8 milhões em 2018 (Tabela 3). Já o custo médio de violação de dados por registro perdido ou roubado (Tabela 2) aumentou significativamente de R\$ 246 para R\$ 260. O custo por arquivo/informação é definido como o custo total da violação de dados dividido pelo tamanho da violação de dados em termos de número de registros perdidos ou roubados. Mais de 166 organizações brasileiras participaram das pesquisas, no ano de 2018.

Tabela 3: Custo Médio Total (em milhões de R\$)

| Ano | Tentativas | Notificações | Pós Ataques | Negócios Perdidos | Total de Custos |
|------|------------|--------------|-------------|-------------------|-----------------|
| 2013 | R\$ 0,72 | R\$ 0,11 | R\$ 0,79 | R\$ 1,03 | R\$ 2,65 |
| 2014 | R\$ 0,87 | R\$ 0,12 | R\$ 1,14 | R\$ 1,47 | R\$ 3,60 |
| 2015 | R\$ 1,09 | R\$ 0,11 | R\$ 1,23 | R\$ 1,53 | R\$ 3,96 |
| 2016 | R\$ 1,29 | R\$ 0,13 | R\$ 1,32 | R\$ 1,57 | R\$ 4,31 |
| 2017 | R\$ 1,34 | R\$ 0,10 | R\$ 1,36 | R\$ 1,92 | R\$ 4,72 |
| 2018 | R\$ 1,43 | R\$ 0,12 | R\$ 1,43 | R\$ 1,82 | R\$ 4,80 |

Fonte: IBM e Ponemon

As categorizações por cada tipo de custeio são definidas como:

Tabela 4: Custeio por Tipo de Riscos e Abrangência

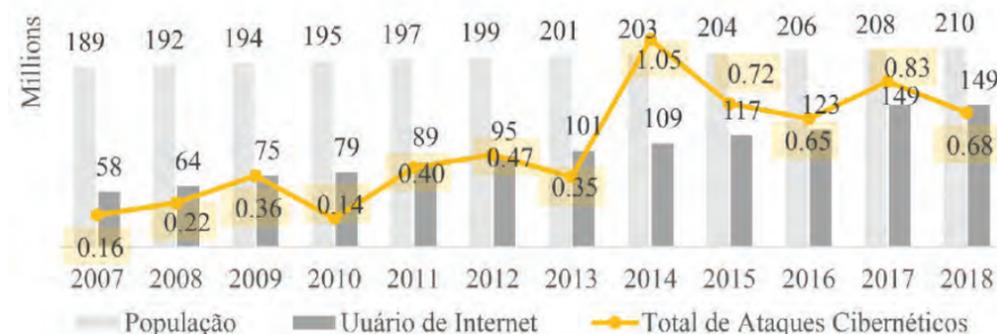
| Tipo de Custeio | Descrição |
|-------------------|--|
| Tentativa | Custeio às atividades que permitem a empresa detectar as tentativas de ataques a dados pessoais, em armazenamento ou em movimento. |
| Notificações | Custeio para as atividades que permitem à empresa notificar os titulares dos dados com uma carta, telefonema, e-mail ou aviso geral de que informações pessoais foram perdidas ou roubadas. |
| Pós Ataques | Custeio na ajuda às vítimas de um ataque disponibilizando meios de comunicação com a empresa para esclarecimento de perguntas ou recomendações para minimizar possíveis danos. Incluem o monitoramento do cartão de crédito ou a reemissão de uma nova conta (ou cartão de crédito). |
| Negócios Perdidos | Tais custos incluem rotatividade de clientes, aumento das atividades de aquisição de clientes, perdas de reputação e boa vontade. |

Fonte: IBM e Ponemon

Variáveis Predictoras

De forma a buscar identificar outras variáveis que possam auxiliar a prever ataques de *hackers*, citamos uma recente pesquisa⁹ que avaliou os principais motivadores e meios com os quais estes indivíduos atuam. Conforme esperado, estes cibercriminosos agem motivados pela certeza de que nunca serão punidos pelos seus atos e de que nunca terão de assumir a responsabilidade pelas consequências desses atos. A pesquisa apontou que 86% dos *hackers* afirmam que a impunidade é o principal motivador de suas ações, já quanto aos meios utilizados para essas ações, o levantamento indica que 32% dos *hackers* exploram preferencialmente contas privilegiadas, funcionários da empresa que geralmente possuem acessos a *logins*, senhas e dados confidenciais; 27% indicam que as contas de e-mail do usuário foi o caminho mais fácil para acessar dados confidenciais e 21% aos equipamentos dos usuários finais como computadores Desktops e Laptops. (9% acessos a rede, 7% acessos ao servidor, 3% acessos a aplicativos e 2% outros meios. FONTE: THYCOTIC). Este levantamento exemplifica o total de 59% dos incidentes brasileiros quanto as notificações de *Scans* (Tabela 1) que realizam varreduras em redes de computadores, com o intuito de identificar quais computadores estão ativos e quais serviços estão sendo disponibilizados por eles.

No Brasil, é possível observar um crescimento quase exponencial, quanto a quantidade de usuários de internet¹⁰ (ou usuário final), ou seja, com o passar dos anos cada vez mais a rede brasileira se expande e na comparação à relação de ataques cibernéticos a quantidade de ataques acompanham esse crescimento,



conforme gráfico abaixo.

Gráfico 1 - População e Usuários de Internet x Ataques Cibernéticos (Brasil)

Salvo o pico de ataques ocorridos no ano de 2014, é evidente o desfecho da quantidade de ataques em redes brasileiras de internet quanto a quantidade de usuários da internet. Ou seja, independente da análise no escopo empresarial, a quantidade de acessos - mais usuários igual a mais acessos à internet - e ataques está relacionado ao número de usuários de internet e o que pode justificar o aumento no número desses usuários é a diminuição nos custos para acesso à rede internet, dada a implementa-

9 Os hackers estão se concentrando mais em obter acesso a contas privilegiadas e senhas de e-mail, explorando vulnerabilidades humanas, explorando diretamente identidades confiáveis. Mais do que nunca, é fundamental para as empresas mitigar esses riscos através da implementação de tecnologias e processos corretos para evitar ataques desavisados e acesso a dados confidenciais, aponta pesquisa realizada por Thycotic. (Ver Thycotic, 2019)

10 Dados de World Internet Users and 2019 Population Stats. (Ver World Internet Stats, 2019)

ção de políticas públicas voltadas ao fomento da inclusão digital no nosso país.

Em relação ao total de acessos, a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) informa mensalmente a quantidade existente no Brasil relativos aos principais serviços de telecomunicações. Os dados apresentados a seguir referem-se aos acessos do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM) relacionado a Banda Larga, ou seja, um tipo de conexão à rede que permite que um computador fique conectado à Internet por longos períodos e com baixa frequência de alteração de endereço IP¹¹ e os dados de acessos de Serviço Móvel Pessoal (SMP) possibilitando o acesso sem fio, de longa distância, por meio de rede de telefonia móvel, especialmente 3G e 4G.



Gráfico 2 - Quantidade de Acessos

O crescimento absoluto no número de acessos SCM e SMP (2,8 e 0,4 respectivamente) é um indicativo da massificação do uso da internet e inclusão digital corroborando à ideia de políticas públicas voltadas ao fomento da inclusão digital. Acredita-se que o desenvolvimento da economia permita a popularização de contratações de pacotes combos, que contemplam ofertas conjuntas de vários serviços de telecomunicações, como banda larga, WiFi, TV por Assinatura e telefonia móvel.

Ainda na conjectura das motivações de *hackers* quanto as atividades de ataques cibernéticos, cabe avaliar se essas motivações decorrem da associação ao momento econômico do país. Conforme gráfico abaixo, observa-se certa relação quanto à taxa de desemprego e o número de ataques cibernético no Brasil.

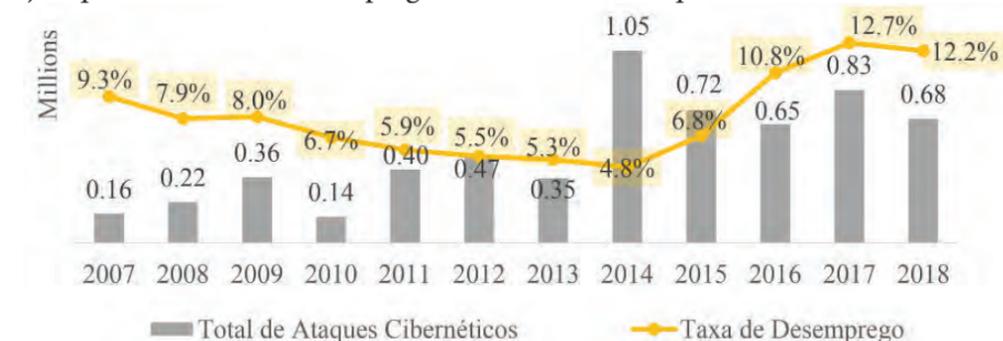


Gráfico 3 - Ataques Cibernéticos (Brasil) x Taxa de Desemprego

11 Ver definição na seção 2.2 Definição de Ataques Cibernéticos.

Atualmente a demanda por informação e conhecimento se configura estratégica para quaisquer pessoas ou instituições e o acesso à internet facilita e viabiliza o meio a estas, tanto que o setor de telecomunicações no Brasil responde por cerca de 5% do PIB tamanha importância dessas informações para o desenvolvimento da economia do país. Algumas pesquisas¹² indicam que para cada 10% de aumento no uso de tecnologias e comunicação há um aumento de aproximadamente 1,3% do PIB de um país. Apesar do constante crescimento na proporção de usuários de internet no Brasil – que já ultrapassa a metade da população – ainda é visível que existem desigualdades regionais e sociais que inviabilizam o acesso à internet afetando assim uma parcela significativa da população. O que pode caracterizar o aumento do número de ataques quanto a taxa de desemprego no país.

6. Resultados

O caminho tradicional da estatística é procurar por um modelo estável e que descreva o fenômeno estudado, assim foram confeccionados histogramas para descrever a frequência de quantidade de variáveis e a frequência de critérios adotados nos estudos. O valor da mediana do número de variáveis selecionadas foi usado como parâmetro para dividir os dados em dois grupos para verificar se havia associação entre usar mais ou menos variáveis e o tipo de seleção para cada variável. Uma análise de correlação de Pearson foi executada para verificar se havia relação entre o número de variáveis selecionadas e o número de ocorrência dos ataques.

Para a seleção das variáveis explicativas do modelo é fundamental verificar as significâncias de cada variável adicionada a estes, para que ele seja o mais parcimonioso contendo somente variáveis significantes. Existe uma variedade de procedimentos e critérios para a seleção das amostras de variáveis a serem incorporadas, embora nenhum deles sejam consistentes e nem sempre métodos diferentes chegam ao mesmo resultado. Desta forma apliquei alguns métodos descritos em Nelder e Wedderburn (1972).

Por fim, após testes e comparações para a seleção das variáveis considerei os resultados estatísticos e análises conceituais de cada variável. A Tabela 5 fornece um resumo da amostra de dados dos riscos cibernéticos e as estatísticas das variáveis selecionadas entre as diversas estudadas para a estruturação da modelagem.

Tabela 5: Estatística Descritiva das Variáveis Utilizadas nos Modelos
Dados do Período de 2007 a 2018

| Categorias | Média | Erro Padrão | Mínimo | 1º Quartil | 2º Quartil | 3º Quartil | Variância | Máximo |
|---|---------|-------------|---------|------------|------------|------------|-----------|---------|
| Ataques Cibernéticos (G.Invasão = af/worm + aw/web + dos + invasão) | | | | | | | | |
| G.I | 10.5 | 1.6 | 1.13 | 44.9 | 5.68 | 11.7 | 4,0 | 216. |
| Invasão | 89 | 80 | 0 | 99 | 1 | 32 | 6E+08 | 885 |
| Tot | 502. | 81. | 142. | 255. | 432. | 710. | 8,0 | 1.04 |
| al | 415 | 919 | 844 | 127 | 772 | 801 | 5E+10 | 7.031 |
| Custos de Arquivo/Informação Perdidas ou Roubadas (em R\$) | | | | | | | | |
| c/ | 196, | 22, | 116, | 161, | 200, | 240, | 3.1 | 260, |
| arquivo | 5 | 9 | 0 | 5 | 0 | 8 | 59,5 | 0 |
| Tot | | | | | | | | |
| al | 4,01 | 0,3 | 2,65 | 3,36 | 4,13 | 4,74 | 0,6 | 4,80 |
| (milhões de R\$) | | 3 | | | | | 5 | |
| Quantidade de Acessos | | | | | | | | |
| SC | 18.7 | 65 | 5.12 | 11.1 | 19.9 | 25.5 | 6.2 | 31.2 |
| M/BL | 89.051 | 6.147 | 3.963 | 26.088 | 64.113 | 17.834 | 0E+13 | 75.093 |
| SM | 218. | 4.6 | 100. | 174. | 237. | 261. | 3,0 | 284. |
| P/loT | 124.004 | 00.425 | 717.141 | 369.341 | 790.165 | 372.270 | 5E+15 | 174.248 |
| Empregados | | | | | | | | |
| Sal | 568. | 92. | - | 357. | 655. | 774. | 1,0 | 1.07 |
| do de | 339 | 755 | 10.224 | 894 | 389 | 052 | 3E+11 | 4.848 |
| Empregos | | | | | | | | |
| Produto Interno Bruto - PIB (em %) | | | | | | | | |
| Vari | 3,5% | 2,2 | - | - | 1,5% | 5,5% | 0,6 | 25,4 |
| ação | | % | 4,6% | 1,1% | | | % | % |

Fonte: Elaborado pelo autor

6.1 Frequência de Sinistros

Para a composição do modelo, foram selecionadas variáveis independentes disponíveis para todas e quaisquer empresas e que são de fácil acesso sendo possíveis de serem divulgadas, variáveis estas que foram abordadas e comentadas na seção Dados. Observando os dados em relação aos sinistros ocorridos (Tabela 1), adotou-se critérios para a composição de grupos de riscos, que são:

Invasão, que inclui os sinistros Aw/web, Af/worm, DoS e Invasão pois estes são os sinistros que caracterizam ataques bem-sucedidos aos dispositivos conectados à internet.

Tentativas e Notificações, incluindo os riscos Fraude, Scan e Outros, estes são os riscos em que *hackers* exploram meios susceptíveis a ataques. Não menos importantes, mas suas ocorrências ainda são passíveis de mitigação.

Devido a estes motivos, o presente trabalho teve como foco o grupo de sinistros denominado aqui, de *Invasão*. (G. Invasão, Tabela 5)

Para a modelagem precisa-se inferir qual é distribuição de probabilidade melhor se ajusta às observações do grupo de risco *Invasão*. Para isso, testou-se a hipótese de que dada as observações para a ocorrência de sinistros, a distribuição de probabilidade que melhor explica satisfatoriamente a sua ocorrência, foi a distribuição de Poisson.

12 Estudos realizados através do Panorama das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Brasil – Plano Estratégico da Anatel. (ver Anatel, 2018)

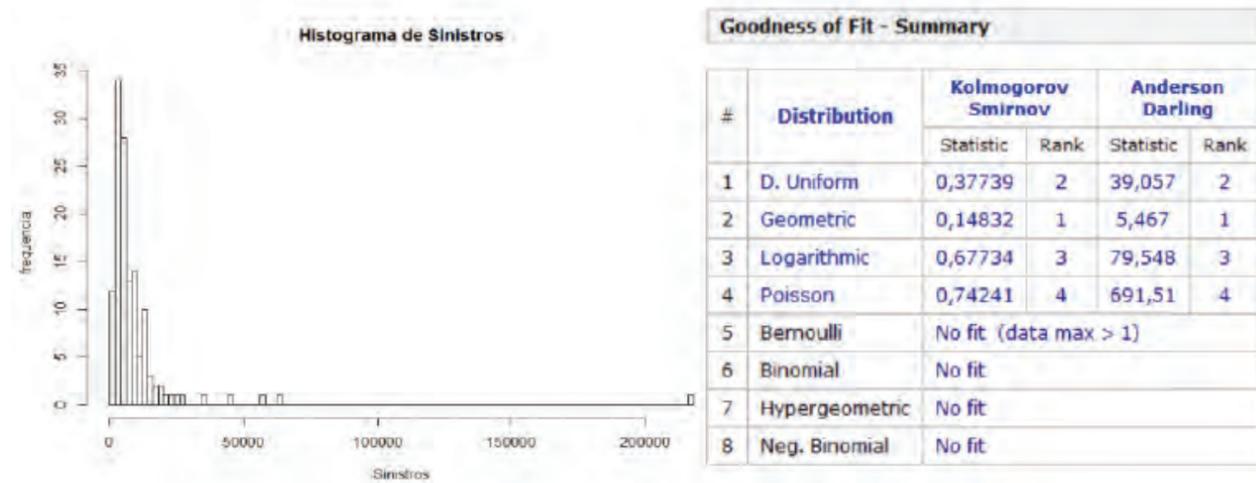


Gráfico 4 - Histograma Ocorrência de Sinistros

Com esta definição é possível determinar o primeiro modelo que irá prever a ocorrência de sinistros. Vale lembrar que o objetivo da criação dos modelos é encontrar um modelo simples e que represente o melhor possível a realidade. Para a definição dos modelos fora utilizado a ferramenta R que possui funções para esta estimação, função essa representada abaixo:

$$glm(resposta \sim explicação + offset(log(variável)), family = poisson(link = log))$$

Com a finalidade de avaliar o tipo de cobertura no contrato de sinistro, para cada tipo de dispositivo ligado à internet, separou-se em dois grupos considerando-os da seguinte forma: BL que são os dispositivos conectados à uma rede de Banda Larga e o IoT que são os dispositivos conectados à uma rede móvel (WiFi, 3G, 4G, radiofrequência e outras redes móveis), ou seja todos *gadgets* com acesso à internet estão sendo considerados para âmbito deste estudo. Outra observação a ser pontuada é que o cálculo de modelagem fora pensado e adaptado como um produto unicamente empresarial assim utilizou-se a variável *offset* que, sucintamente, representa a exposição ao risco por parte das empresas em concomitância às atividades econômicas do país considerando diferentes períodos temporais.

Após as verificações necessárias, o modelo que mostrou melhor adequação foi o modelo 2 (Tabela 6), Modelagem com distribuição Poisson e Offset, salvo validações de adequabilidade que não apresentaram de fato a representatividade deste modelo, a análise em conjunto aos testes aplicados, resultaram na escolha do modelo 2. Através de uma primeira análise observa-se que os erros padrões que indicam o nível de incerteza em relação às estimativas são relativamente pequenos neste modelo e além disto observa-se que as variáveis são estatisticamente significativas considerando um nível de significância de 5%, geralmente considerado o nível mínimo aceito.

Para compararmos os diferentes modelos adotados foram analisados os desvios para cada um destes. O desvio é definido como uma medida de distância

entre o modelo e os dados analisados, assim, através da função *anova*, obteve-se os seguintes resultados dos desvios para cada modelo:

Tabela 6: Análise da Tabela de Desvios

```
> anova(modelobli, modelobli2, modelobli3, modelobli4, test = "Chisq")
```

Analysis of Deviance Table

Model 1: sinistro ~ tempo + pib + empreg + acesbl
 Model 2: sinistro ~ tempo + pib + empreg + offset(log(acesbl))
 Model 3: sinistro ~ tempo + pib + empreg + log(acesbl)
 Model 4: sinistro ~ tempo + pib + empreg + offset(log(acesbl))

| | Resid. Df | Resid. Dev | Df | Deviance | Pr(>Chi) |
|---|-----------|------------|----|----------|---------------|
| 1 | 127 | 1.424.912 | | | |
| 2 | 140 | 1.473.122 | -1 | -48.211 | < 2.2e-16 *** |
| 3 | 139 | 1.424.912 | 1 | 48.211 | < 2.2e-16 *** |
| 4 | 140 | 1.473.122 | -1 | -48.211 | < 2.2e-16 *** |

Fonte: Elaborado pelo autor

Para os modelos 3 e 4 aplicou-se a distribuição da quasipoisson para averiguar se esta descreveria bem a evolução da variável resposta pois a imposição da quasipoisson serve para avaliar possíveis dispersões sobre o modelo tais quais, *overdispersion* ou *underdispersion*, contudo verificou-se que os resíduos permanecem iguais para a distribuição Poisson com função de ligação canônica, ou seja, pode-se desconsiderar a ocorrência de sobredispersões.

Tabela 7: Modelagem com distribuição Poisson e Offset (BL)

| Coeficientes | Estimativa | Erro Padrão | z valor | Pr(> z) |
|--------------|------------|-------------|---------|------------|
| (Intercepto) | -6,091 | 0,0246 | 247,5 | <2e-16 *** |
| tempo | 0,00489 | 0,0000 | 150,9 | <2e-16 *** |
| pib | -0,01569 | 0,0001 | 86,72 | <2e-16 *** |
| empreg | 2,897e-07 | 0,0000 | 33,20 | <2e-16 *** |

Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos agora verificar os resíduos, estes têm de apresentar uma distribuição Normal, pois caso contrário significa que alguma análise muito importante não está sendo considerada e existe algum efeito claramente modificando e muito o modelo. Se os resíduos apresentarem distribuição Normal, com média 0, quer dizer que o erro para o modelo é igual para mais quanto para menos.

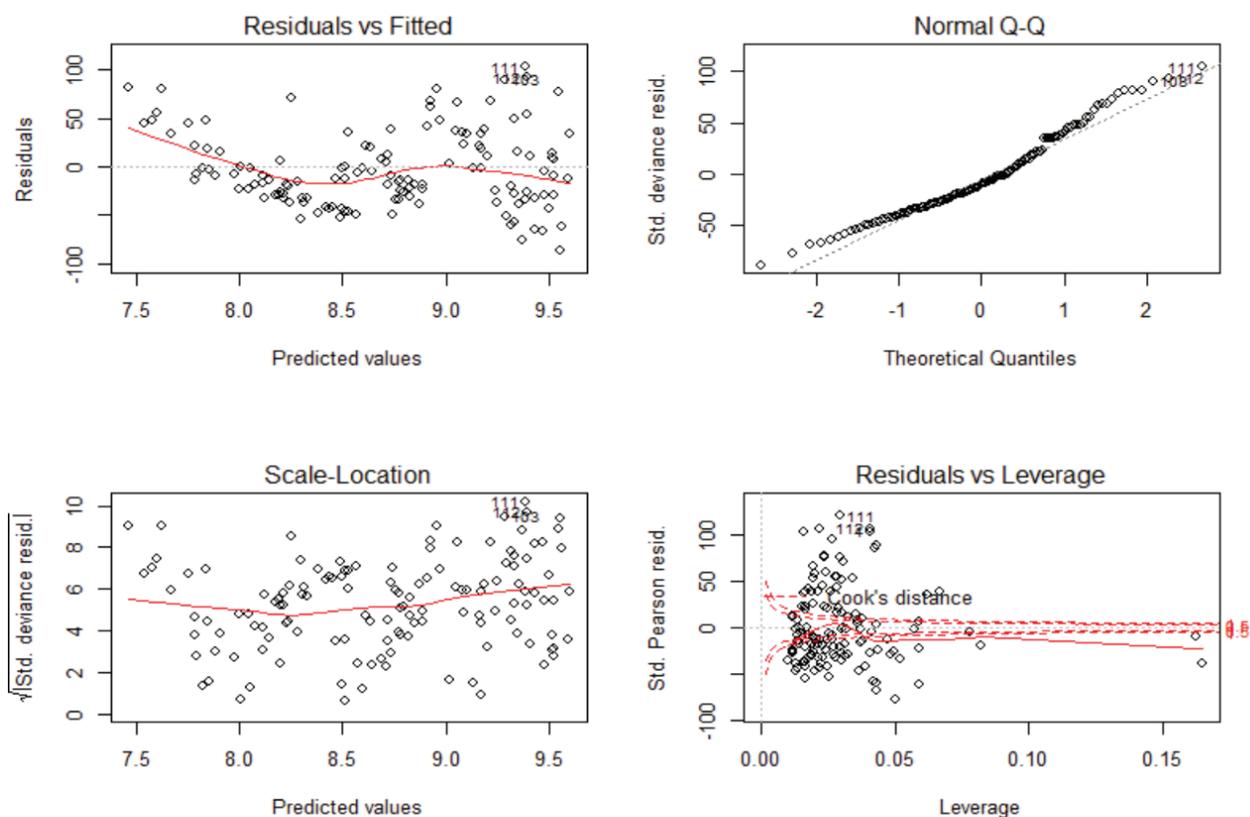


Gráfico 5 – Análises dos Resíduos

Tabela 8: Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk

| | W (Teste SW) | p-value |
|---------|-----------------|----------|
| data: | 0,96514 | 0,001733 |
| residuo | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, embora não observemos perfeita aderência à distribuição Normal, pode-se considerar, através de todos os testes realizados, que os resíduos para o modelo selecionado satisfazem o objetivo, logo, para este produto de dispositivos conectados à Banda Larga será de fato empregada a frequência que ocorre no modelo 2 (Tabela 7).

Para a definição do produto e modelagem dos dispositivos IoT que para este estudo estão sendo considerados como àqueles dispositivos conectados à uma rede móvel, realiza-se a análise utilizando das mesmas premissas na modelagem do produto de Banda Larga. Novamente observou-se que os erros padrões são pequenos neste modelo e além disto as variáveis são estatisticamente significativas considerando um nível de significância de 5%.

Desta forma chega-se ao seguinte modelo:

Tabela 9: Modelagem com Distribuição Poisson e Offset (IoT)

| Coeficientes | Estimativa | Erro Padrão | z valor | Pr(> z) |
|--------------|------------|-------------|---------|------------|
| (Intercepto) | -8,362 | 0,0246 | -339,3 | <2e-16 *** |
| tempo | 0,01183 | 0,0000 | 361,5 | <2e-16 *** |
| pib | -0,02109 | 0,0001 | -116,4 | <2e-16 *** |
| empreg | 2.960e-07 | 0,0000 | 33,88 | <2e-16 *** |

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste modelo os resíduos tendem a uma distribuição Normal, logo para este produto de dispositivos conectados à rede Móvel será empregada a frequência que ocorre também através da distribuição de Poisson com uso da *offset* quantidade de acessos. Assim temos - considerando todas as variáveis analisadas no modelo - a existência de uma ordem de grandeza de riscos de acordo com a quantidade e tipo de acesso à internet. Observa-se uma frequência superior de sinistros para os *gadgets* com acesso a rede Banda Larga apresentando uma diferença de 0,21 p.p comparados aos equipamentos com acessos através da rede Móvel. Para e , respectivamente.

6.2 Severidade

Agora será definido um modelo para previsão de custo médio dos sinistros. Esta variável é diferente da variável estudada anteriormente pois possui natureza contínua. Devido à falta de um histórico mais extenso de informações de custos, serão testadas para a severidade de sinistros algumas distribuições de probabilidade de valores contínuos e maiores que zero, dado que para modelar valores contábeis estes terão de apresentar valores positivos.

Para os valores de sinistros temos também classificações de custeio diferentes, conforme a ocorrência do tipo de riscos e abrangência desses sinistros (Tabela 4). É importante notar que os custos apresentados neste estudo não são hipotéticos, estes levantamentos foram feitos através de pesquisas em empresas Brasileiras organizada pela IBM Security e o Instituto Ponemon, os custos são baseados em estimativas fornecidas ao Instituto pelas empresas entrevistadas, conforme citado na seção Dados. A distribuição dos valores para o custeio total de cada sinistro pode ser identificada através do histograma abaixo.

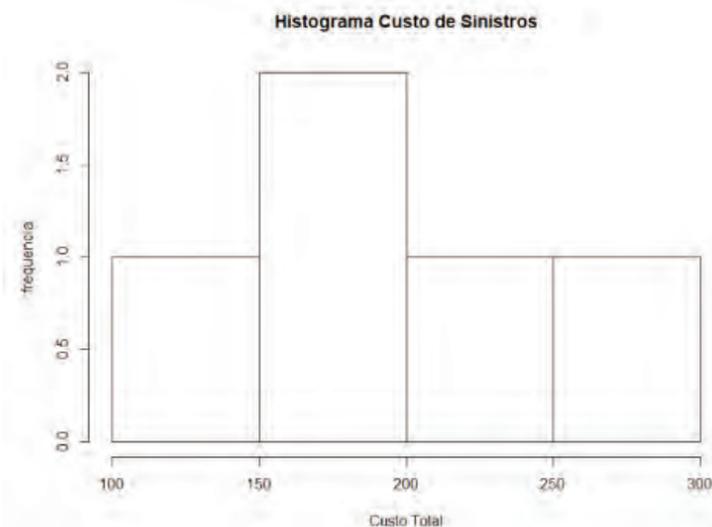


Gráfico 6 – Histograma do Custo Total de Sinistros

Dado o gráfico do montante de sinistros, será definido qual distribuição de probabilidade, melhor se ajusta aos dados. Embora o gráfico da severidade aparentemente apresentar uma distribuição Normal, será avaliado a adequabilidade da severidade de sinistro a duas distribuições específicas que são: a Distribuição Gamma e a Distribuição Inversa Gaussiana, pois a distribuição Gamma geralmente é usada para modelar valores de dados assimétricos à direita e maiores que zero já a distribuição Inversa Gaussiana tende ao infinito a partir de valores acima de zero, assim, ela se torna mais parecida com uma Distribuição Gaussiana apresentando propriedades análogas à Normal.

6.2.1 Definição da Distribuição de Probabilidade dos dados de Severidade

Conforme dito anteriormente, a Distribuição Gamma é uma distribuição contínua, definida por seus parâmetros de forma e escala, assim, para validar a melhor distribuição a ser aplicada no custo de sinistros, utilizou-se o método da máxima verossimilhança para obter os estimadores para cada distribuição de probabilidade pré-definidas.

Baseado nos resultados obtidos pelos dados - dentre os valores dos parâmetros - definir-se-á qual distribuição que melhor explica os dados observados com maior possibilidade de ter gerado tais informações. Assim as equações de verossimilhança definidas a estimar os parâmetros para cada distribuição são:

Distribuição Gamma

$$f(x|\mu, \nu) = \frac{1}{\Gamma(\nu)} \left(\frac{\nu x}{\mu}\right)^\nu \exp\left(-\frac{\nu x}{\mu}\right) \frac{1}{\Gamma(x)}$$

A equação de verossimilhança para estimar μ e ν da distribuição gamma foi obtida através da função:

$$\frac{\partial \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n; \mu, \nu)}{\partial \nu} = \sum (v - 1) \ln x - \ln(\Gamma(v)) - \frac{xv}{\mu} - \ln x - v \ln \mu + v \ln v = \left\{ \frac{x\theta - a(\theta)}{\phi} \right\} + (v - 1) \ln x - \ln(\Gamma(v)) + v \ln v$$

Para $\theta = -\frac{1}{\mu}, a(\theta) = -\ln(-\theta)$ e $\phi = \frac{1}{\nu}$,

Distribuição Inversa Gaussiana

$$f(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2x^3}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2(\mu\sigma)^2x}\right)$$

A equação de verossimilhança para estimar μ e σ^2 da distribuição inversa gaussiana foi definida através da função abaixo:

$$\frac{\partial \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n; \mu, \sigma^2)}{\partial \sigma^2} = -\frac{\ln(2\pi y^3)}{2} - \ln \sigma - \frac{1}{2x} \left(\frac{x - \mu}{\mu\sigma}\right)^2 = -\frac{x}{2\mu^2\sigma^2} + \frac{1}{\mu\sigma^2} - \frac{1}{2x\sigma^2} - \frac{\ln(2\pi x^3)}{2} - \ln \sigma = -\left\{ \frac{x\theta - a(\theta)}{\phi} \right\} + \text{termos envolvendo apenas } x \text{ e } \sigma^2$$

Onde $\theta = -\frac{1}{2\mu^2}, a(\theta) = -\sqrt{-2\theta} \text{ e } \phi = \sigma^2$

Após a estimação dos parâmetros para cada distribuição, podemos comparativamente analisar os gráficos com a densidade ajustada de cada distribuição sobrepondo ao histograma da severidade.

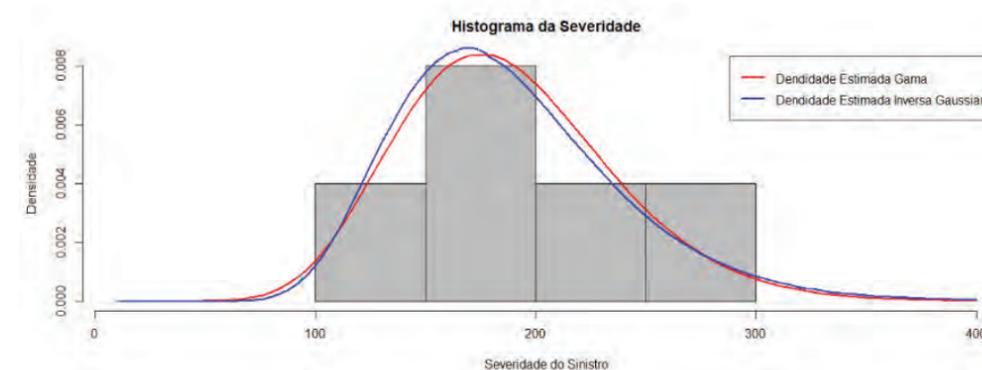


Gráfico 7- Histograma da Severidade x Densidades Estimadas

Grande parte dos problemas que encontramos em estatística são tratados através de hipóteses de que os dados são retirados de uma população com uma distribuição de probabilidade específica, assim para ratificar o que observa-se no gráfico 4, através do teste Kolmogorov-Smirnov (KS), foi considerada a hipótese de que a distribuição mais aderente aos dados é aquela que apresentar o melhor resultado no teste KS.

Este teste quantifica a distância entre a função de distribuição empírica da amostra e a função distribuição acumulada da distribuição de referência, ou seja, observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados, no caso a Normal, e a função de distribuição empírica dos dados com base em critérios e nível de significância.

Tabela 10: Teste de Kolmogorov-Smirnov

| Distribuição | D (Teste KS) | p-value |
|-------------------|----------------|-----------|
| Gamma | 1 | < 2.2e-16 |
| Inversa Gaussiana | 0.9985 | 1,24E-11 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Dada a dificuldade na determinação do tipo de distribuição para a severidade devido à pouca quantidade de dados históricos, fora abordada outra metodologia (reamostragem) para a comparação final do melhor ajuste da distribuição aos dados.

Tabela 11: Testes de Aderência para o Tipo de Distribuição através de Reamostragem

Goodness of Fit - Summary

| # | Distribution | Kolmogorov Smirnov | | Anderson Darling | | Chi-Squared | |
|----|---------------|--------------------|------|------------------|------|-------------|------|
| | | Statistic | Rank | Statistic | Rank | Statistic | Rank |
| 1 | Error | 0,15707 | 1 | 0,18873 | 4 | N/A | |
| 58 | Uniform | 0,15716 | 2 | 0,18884 | 5 | N/A | |
| 30 | Johnson SB | 0,16523 | 3 | 0,20367 | 8 | N/A | |
| 19 | Gamma | 0,19554 | 9 | 0,19811 | 6 | N/A | |
| 28 | Inv. Gaussian | 0,20388 | 12 | 0,21968 | 11 | N/A | |

Fonte: Elaborado pelo autor

A distribuição utilizada para a avaliação da severidade será a distribuição Gamma conforme os critérios avaliados, à maneira, a modelagem estatística através desta distribuição apresenta como função de ligação canônica a função inversa $1/\mu$, isto é, $1/\mu = X\beta$. Porém, como os parâmetros β são difíceis de interpretar usando a ligação inversa, utiliza-se a ligação log, $\log(\mu_i) = X\beta$

Considere as covariáveis e a ligação log, temos: $\log(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}$

Para a definição desta glm considerou-se o acesso via Banda Larga como definição do peso ao modelo, ou seja, usados para indicar que diferentes observações têm diferentes dispersões com os valores em pesos sendo inversamente proporcionais às dispersões ou equivalente, assim a quantidade de acessos em rede Banda Larga eleva ou diminui o custo do sinistro na comparação com as demais variáveis aplicadas ao modelo. Utilizando-se das mesmas métricas e estudos aplicou-se a modelagem para o produto de contratos de seguro de aparelhos com acesso a rede móvel, IoT. Desta forma obtemos a seguinte composição

de modelagem, após aplicação das análises:

Tabela 12: Modelagem para Severidade com Distribuição Gamma (BL)

| Coeficientes | Estimativa | Erro Padrão | t valor | Pr(> t) |
|--------------|------------|-------------|---------|----------|
| (Intercepto) | 1,2170 | 8,5380 | 0,1 | 0,8997 |
| tempo | 0,14080 | 0,0324 | 4,3 | 0,0491 * |
| pib | 0,02552 | 0,0594 | 0,4 | 0,7091 |
| empreg | 0,00000 | 0,0000 | 0,8 | 0,5182 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 13: Modelagem para Severidade com Distribuição Gamma (IoT)

| Coeficientes | Estimativa | Erro Padrão | t valor | Pr(> t) |
|--------------|------------|-------------|---------|----------|
| (Intercepto) | -0,19100 | 9,2130 | 0,0 | 0,9853 |
| tempo | 0,14590 | 0,0355 | 4,1 | 0,0543 . |
| pib | 0,03528 | 0,0641 | 0,6 | 0,6375 |
| empreg | -0,00000 | 0,0000 | -0,8 | 0,4854 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste capítulo desenvolveu-se as avaliações necessárias para a adequabilidade às características basilares para os ajustes pelo método proposto, GLM, onde foi possível definir modelos que visam prever valores médios para novas observações das variáveis, identificar a combinação de valores dos preditores que otimizam em conjunto, um ou mais valores embutidos relacionando a média da variável resposta à combinação linear das variáveis explicativas. Assim espera-se boa aproximação à realidade brasileira quanto aos incidentes ocorridos através da rede internet definidos pelas funções de frequência e severidade, respectivamente abaixo.

Logo, os parâmetros que modelam a frequência para o grupo de risco Invasão que são os sinistros que caracterizam ataques bem-sucedidos via modalidade de acesso, podem ser definidas pelas funções:

Acesso via Banda Larga:

$$\lambda = e^{(-6,091 + 4,89e-03*Tempo - 1,569e-02*PIB + 2,897e-07*Empregados)}$$

Acesso via IoT:

$$\lambda = e^{(-8,362 + 1,183e-02*Tempo - 2,109e-02*PIB + 2,96e-07*Empregados)}$$

Os custos de sinistros avaliam os montantes gastos em atividades para a descoberta e a resposta imediata à violação de dados, tais como a notificação de vítimas e honorários legais, como forense e investigações e aquelas realizadas após a descoberta. Para o custo *per capita* de sinistros, através da parametrização *a priori* foram considerados variáveis que visam explicar essas questões que podem influenciar o custo final dos sinistros, após as avaliações para a adequa-

bilidade do método, temos a seguinte função de severidade:

Acesso via Banda Larga:

$$E[x] = e^{(1,217 + 1,408e-01*Tempo + 2,552e-02*PIB - 4,517e-07*Empregados)}$$

Acesso via IoT:

$$E[x] = e^{(-1,910e-01 + 1,459e-01*Tempo + 3,528e-02*PIB - 5,434e-07*Empregados)}$$

Definido o valor médio esperado para os dados observados, será abordado no próximo capítulo a associação quanto a escolha das variáveis definidas como variáveis explicativas para os modelos glm relacionadas às atividades econômicas do país para o aumento ou diminuição das atividades maliciosas de *hackers*.

O custo esperado dos sinistros é conhecido como Prêmio Puro (ou prêmio de risco puro). Para estimar esse valor, que tem por objetivo cobrir o Risco Médio ($E[S]$). Temos:

$$P = E[S]$$

Onde, S representa a variável aleatória “valor total das indenizações ocorridas em uma carteira de seguros” em um determinado tempo.

$$P = E[S] = \lambda * E[x]$$

Para, λ = média da frequência de sinistros e $E[x]$ = média do montante de sinistros

Onde:

$$\lambda = e^{(-8,362 + 1,183e-02*Tempo - 2,109e-02*PIB + 2,96e-07*Empregados)}$$

$$E[x] = e^{(-1,910e-01 + 1,459e-01*Tempo + 3,528e-02*PIB - 5,434e-07*Empregados)}$$

Estimando as médias para as métricas estipulados no Ano de 2019, temos:

$$\lambda = e^{(-8,362 + 1,183e-02*12 - 2,109e-02*1,71\% + 2,96e-07*464.274)}$$

$$\lambda = 0,03\%$$

$$E[x] = e^{(-1,910e-01 + 1,459e-01*12 + 3,528e-02*1,71\% - 5,434e-07*464.724)}$$

$$E[x] = 0,83$$

Logo, para uma frequência média de 0,03% de ocorrências de sinistros temos o custo médio para a cobertura em um período de 12 meses para os dispositivos IoT ligados à internet, ao total de (Supondo um total de 229.109.454 em acessos via IoT – offset):

$$P = E[S] = 229.109.454 * 0,0003 * 0,83$$

$$E[S] = 57.048,25$$

Para critérios de precificação do seguro cibernético, caberá avaliar os diferentes perfis de exposição ao risco por parte de cada empresa, dentre outros quesitos, como por exemplo:

- Para determinar o valor do prêmio deve se levar em conta fatores como inflação, mudanças do tipo de negócios da empresa;
- Deve-se considerar a margem de resultado operacional;
- Avaliar os canais de distribuição, os segmentos de mercado da empresa para diferenciar produtos e serviços a serem prestados; e
- Dentre outros.

Em um contexto geral percebe-se diversas oportunidades potenciais decorrentes da crescente demanda por segurança cibernética dado que cada vez mais as empresas ampliam suas atividades para a internet, sejam essas atividades como comércio eletrônico, pós-venda, recrutamento e seleção, marketing, transações bancárias, transações governamentais, pagamento de impostos, entre outra gama enorme de atividades. Todos esses e outros quesitos devem ser levados em consideração no momento em que o Atuário definir a precificação do seguro cibernético. No exemplo deste estudo apresentou-se o custo médio para um dispositivo conectado à internet, independentemente de suas políticas de segurança para a mitigação dos riscos cibernéticos, ou seja, para critério da precificação seria possível, por exemplo, aplicar desconto caso este dispositivo apresente a utilização de métodos de mitigação e segurança como antivírus, *firewalls* entre outros, o contrário também se aplica, caso os dispositivos não utilize de meios de segurança faz-se possível aplicar um agravamento ao preço final no produto de seguro.

Por fim, tratar as infinitas variáveis constitui-se em desafio central para os próximos anos na determinação da modelagem estatística para os riscos cibernéticos tal qual para as métricas de precificação deste seguro trata-se de um grande desafio dada as dificuldades geográficas, legislação, dificuldades penais, extensão do risco e outros, contudo, conforme quis demonstrar neste estudo, faz-se possível a gestão deste risco iminente.

7. Considerações finais

Modelar riscos cibernéticos requer um profundo entendimento dos fatores técnicos, econômicos e comportamentais que contribuem para a exposição de uma organização. Os ataques cibernéticos geralmente não são atos de mero acaso, os cibercriminosos agem conforme às tentativas de uma empresa de mitigar seu risco e exposição intensificando seus esforços em resposta a essas tratativas. Embora existam protocolos padrão para proteção de informações de uma empresa contra os *hackers*, muitos grupos têm sofisticadas estratégias de ataque para contornar essas proteções e aumentar seus esforços e recursos, especialmente em alvos atraentes.

É difícil antever os incidentes pois a causa ou a intenção de porque uma empresa específica pode ser vítima de um ataque cibernético não são exatamente claras. Os ataques podem ocorrer na tentativa de obter ganhos financeiros, pode ocorrer caso um *hacker* discorde de uma posição política por parte da empresa,

podem ser motivados por espionagem ou guerra cibernética. As razões para uma empresa tornar-se vítima de um ataque cibernético são extremamente variadas e dinâmicas, as respostas e as perdas resultantes não podem ser vinculadas a uma abordagem simples e estereotipada. Isso requer modelos de risco complexos que incluem um grande número de fatores motivacionais e as interações entre esses fatores, já que todos eles operam simultaneamente.

Às vezes, somente um *hacker* é capaz de invadir a rede de uma empresa, podendo afetar centenas ou milhares de outras empresas já que estas realizam a troca de tráfegos entre si. Isso pode causar o acúmulo de exposições ou ataques cibernéticos em cascata, resultando em grandes perdas em um único evento. As seguradoras estão procurando definir claramente onde sua exposição começa e termina para tomar decisões na definição de um modelo econômico tangível para efetivamente gerenciar os riscos cibernéticos.

As técnicas tradicionais de modelagem de risco – sozinhas – não são suficientemente capazes ou adequadas para planejar e proteger contra riscos cibernéticos. Antes de comprometer o capital do segurado é necessária uma compreensão efetiva do tipo de risco cibernético, avaliando as diversas ameaças possíveis e seus impactos, usando uma análise mais abrangente baseada em análises que sejam dinâmicas e que aproveitem ao máximo possível variadas fontes de dados técnicos e não técnicos para monitorar continuamente o risco cibernético de uma carteira de empresas. É preciso evoluir os estudos de uma maneira ágil de forma que integre análises detalhadas de dados e modelagem econômica sofisticada fornecendo assim uma base robusta para a tomada de decisões confiáveis sobre probabilidade, impacto, severidade e acumulação.

Referências

AGENCIA NACIONAL DE TELECOMUNICACOES

Disponível em: < <http://www.anatel.gov.br/dados/>>

Acesso em: 02 de Mai. de 2018

BIENER C., MARTIN Eling, JAN Hendrik Wirfs. Insurability of Cyber Risk: An Empirical Analysis. Working papers on Risk Management and Insurance, no. 151 – January 2015

CERT.BR – Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR

Disponível em: < <https://www.cert.br/stats/incidentes/>>

Acesso em: 25 de Abr. de 2019

CGI.BR

Disponível em: < <https://cgi.br/lei-do-marco-civil-da-internet-no-brasil/>>

Acesso em: 21 de Set. de 2018

ELING, M. e SCHNELL, W. What do we know about cyber risk and cyber risk insurance? Journal of Risk Finance. 2016.

JONG, PIET DE “Generalized Linear Models for Insurance Data”. In: JONG, PIET DE; & GILLIAN, Z. HELLER. The Edinburgh Building, Cambridge CB28RU, UK, p. 64, 2008

JUS.COM.BR

Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/24406/lei-carolina-dieckmann-e-a-definicao-de-crimes-virtuais>>

Acesso em: 19 de Set. de 2018

LEMOS, Ronaldo. O marco civil como símbolo do desejo de inovação no Brasil. In: LEITE,

George Salomão; LEMOS Ronaldo. Marco civil da internet. Parte 1. São Paulo: Atlas. 2014,p.3-11.

MAOCHAO, Xu e LEI HUA, Asa. Cybersecurity Insurance: Modeling and Pricing. Society of Actuaries (SOA), 2017.

NELDER, J.A e WEDDERBURN, R. W.M. Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society, Vol.135, 1972

PONEMON INSTITUTE

Disponível em: < <https://www.ponemon.org/library>>

Acesso em: 30 de Abr. de 2019

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS

Disponível em: < <http://dados.gov.br/>>

Acesso em: 20 de Jul. de 2018

PRESIDENCIA DA REPUBLICA - Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/L12965.htm>

Acesso em: 19 de Set. de 2018

PRESIDENCIA DA REPUBLICA - Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm>

Acesso em: 19 de Mai. de 2019

PROGRAMA DE DISSEMINACAO DE ESTATISTICAS DO TRABALHO

Disponível em: < <http://pdet.mte.gov.br/aceso-online-as-bases-de-dados/>>

Acesso em: 14 de Jun. de 2018

SYMANTEC - RELATÓRIO SOBRE AMEAÇAS À SEGURANÇA NA INTERNET. ISTR 2019

Disponível em: < <https://www.symantec.com/pt/br/security-center/threat-report>>.

Acesso em: 30 de Mai. de 2019

TIC PROVEDORES 2017– Pesquisa sobre o Setor de Provedimento de Serviços de Internet no Brasil – São Paulo 2019

Disponível em: < https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_provedores_2017_livro_eletronico.pdf>

Acesso em: 17 de Jun. de 2019

THYCOTIC

Disponível em: < <https://thycotic.com/>>

Acesso em: 13 de Fev. de 2019

WIKIPEDIA

Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Marco_Civil_da_Internet>

Acesso em: 19 de Jan. de 2019

WIKIPEDIA

Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_Carolina_Dieckmann>

Acesso em: 19 de Jan. de 2018

WORLD INTERNET STATS

Disponível em: < <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>>

Acesso em: 30 de Mai. de 2019

Brenda de Borba Trajano



RELAÇÃO DE FATORES CONTINGENCIAIS COM A GESTÃO DE RISCOS CORPORATIVOS EM FUNDOS DE PENSÃO BRASILEIROS

1 INTRODUÇÃO

Desde sua origem no Brasil, com a Lei nº 6.435 de 1977, a Previdência Complementar possui um papel social e econômico de grande importância no sistema previdenciário brasileiro (BRASIL, 1977; PEREIRA; BULLERJAHN, 2015; DINIZ; MAIA; TOMEI, 2017). Parte desse sistema, os Fundos de Pensão são instituições sem fins lucrativos responsáveis por garantir a estabilidade financeira de milhões de participantes e dependentes, por meio do pagamento de benefícios complementares ao Regime Geral de Previdência, como aposentadorias e pensões (PEREIRA; BULLERJAHN, 2015; MADUREIRA; MÉXAS; DRUMOND, 2016).

Por tamanha responsabilidade, os Fundos de Pensão, também denominados de Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC), devem possuir uma gestão eficaz, a fim de fazer frente às obrigações de pagamento de benefícios em um horizonte de longo prazo, de forma justa e sustentável (DINIZ; MAIA; TOMEI, 2017). Nesse sentido, as atividades de Gestão de Riscos Corporativos visam contribuir para o atingimento dos objetivos estratégicos da instituição, bem como o alcance de sua longevidade, composta por processos contínuos desenhados para identificar, avaliar e responder a eventos indesejados (INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA - IBGC, 2017).

Os Fundos de Pensão possuem particularidades em suas atividades, não existentes em outros tipos de organizações (LIMA *et al.*, 2015). Suas atividades e particularidades determinam a variedade de riscos aos quais estão expostas. Para atingir seu objetivo, estas entidades buscam o equilíbrio entre o valor presente do fluxo de obrigações previdenciárias, e o valor do patrimônio de cobertura constituído para cobertura destas obrigações, denominado equilíbrio econômico-financeiro e atuarial (SOUZA *et al.*, 2016). O equilíbrio técnico é o registro do excedente ou da insuficiência patrimonial em relação aos compro-

missos do plano de benefícios, sendo considerado para aferição da solvência destas entidades (BRASIL, 2009).

A atividade fim de uma EFPC é estabelecida com base em riscos atuariais, que devem ser continuamente mensurados e acompanhados (HAINAUT, 2014; GOES, 2008). Por conta disso, é necessária a adoção de métodos eficazes para a Gestão de Riscos, capazes de prevenir a perda financeira ou econômica da organização quando da ocorrência de eventos indesejados, uma vez que todas as atividades desempenhadas por uma organização envolvem risco (COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION – COSO, 2007; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO, 2009).

No âmbito dos Fundos de Pensão, a Gestão de Riscos é pauta das discussões atuais do segmento. Desde 2010, o órgão fiscalizador destas entidades, a Superintendência Nacional de Previdência Complementar (PREVIC) tem divulgado guias de melhores práticas, ressaltando o papel fundamental da Gestão de Riscos para a solidez das operações destas organizações e apresentando o formato de sua Supervisão Baseada em Riscos (PREVIC, 2010). Em 2017, com a publicação da Portaria nº 536, estabeleceu sua Política de Gestão de Riscos e o Comitê de Gestão de Riscos e Controles Internos, fortalecendo a notoriedade do tema no segmento de previdência complementar fechada (PREVIC, 2017).

De forma geral, a Gestão de Riscos Corporativos tem sido tema recorrente na agenda das organizações, na qual a tomada de decisão baseada nos riscos existentes sempre foi importante no cotidiano dos negócios (WU; OLSON; DOLGUI, 2015; OLIVA, 2016). Com isso, a mensuração do nível de maturidade da Gestão de Riscos é uma importante ferramenta para que a organização planeje suas ações para alcançar uma Gestão de Riscos eficaz (IBGC, 2017). Assim, a maturidade da Gestão de Riscos torna-se foco de diversos estudos atuais, tais como Farrell e Gallagher (2015), Oliva (2016) e Callahan e Soileau (2017) e Machado *et al.* (2017).

Segundo os achados de Gordon, Loeb e Tseng (2009), o desempenho da Gestão de Riscos Corporativos depende da combinação de fatores contingenciais, de incerteza ambiental, concorrência, tamanho da organização, complexidade da organização e monitoramento do conselho. Os fatores contingenciais se originam da Teoria da Contingência, ou Teoria Contingencial (DONALDSON, 2001).

A Teoria Contingencial, de acordo com Donaldson (2001), assume que as organizações são sistemas abertos de contínuas mudanças, influenciadas por fatores internos e externos. Para a Teoria Contingencial, a eficácia organizacional resulta do ajustamento entre diversas características da organização, denominadas de fatores ou variáveis contingenciais, tais como ambiente, estratégia, estrutura, tamanho e tecnologia (THOMPSON; BATES, 1957; OTLEY, 1980; DONALDSON, 2001).

Buscando embasamento nas definições e modelos conceituais existentes na literatura acadêmica quanto à Gestão de Riscos Corporativos, bem como quanto às atividades inerentes à gestão de EFPC, procura-se solucionar a problemática no âmbito da Gestão de Riscos Corporativos presente nos Fundos de Pensão do país.

Assim, a partir do exposto, utilizando-se como teoria de base a Teoria Contingencial, sob a ótica dos profissionais de Controladoria, Contabilidade e Gestão das entidades e com base no índice de solvência, formula-se a seguinte questão que norteia a pesquisa: Qual a relação de fatores Contingenciais com a Gestão de Riscos Corporativos praticada pelos Fundos de Pensão brasileiros?

Os Fundos de Pensão possuem significativa representatividade na economia do país. O patrimônio destas organizações equivale a 12,6% do Produto Interno Bruto do Brasil, somando um montante na ordem de R\$ 844 bilhões, que caracteriza sua relevância na economia brasileira (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR, 2018).

Dada a relevância do segmento na economia, aliada a importância de seu papel de segurança social (CADONI; MELIS; TRUDDA, 2017) e ao contexto atual do país, os estudos voltados à Previdência Complementar tornam-se tempestivos em virtude da proposta em curso de alteração da Reforma da Previdência (MADUREIRA; MÉXAS; DRUMOND, 2016). Uma reforma previdenciária afeta diretamente EFPC, tanto pela alteração no valor de suas obrigações futuras, quanto pela possibilidade de novos ingressantes em seus planos de benefícios (LAVINAS; ARAÚJO, 2017).

Faz-se oportuno analisar a influência de fatores contingenciais em Gestão de Riscos nos Fundos de Pensão, em convergência ao sugerido por Callahan e Soileau (2017), sobre o desenvolvimento de estudos com potencial aprimoramento dos processos de Gestão de Riscos, sob a ótica de observa-se benefícios de longo prazo que estejam associados à adoção e à maturidade da Gestão de Riscos Corporativos.

Ademais, a pesquisa justifica-se pelas dificuldades existentes acerca da temática, em especial no que tange entidades sem fins lucrativos, e, especificamente, EFPC. Conforme Tavares, Pacheco e Pires (2016), a complexidade do processo de Gestão de Riscos, assim como a falta de conhecimento sobre o tema em empresas, são os principais empecilhos deste processo na estratégia das instituições. Baxter *et al.* (2013), apontam a dificuldade existente em pesquisar sistemas de controle de gestão devido as dificuldades de mensuração dos riscos, mas ainda assim, evidenciam que o desempenho e o valor da empresa são aprimorados por controles que integram a Gestão de Riscos em todos os níveis da organização.

Por fim, a contribuição teórica provém, em um âmbito mais abrangente, da compreensão mais detalhada da Gestão de Riscos Corporativos e da forma como as organizações integram a Gestão de Riscos na configuração de sua estratégia, conforme sugerido por Paape e Speklé (2012) e Farrell e Gallagher (2015), aumentando o conhecimento quanto às implicações dos níveis mais altos de maturidade da Gestão de Riscos Corporativos em entidades que não visam lucro do setor previdenciário.

A presente pesquisa, no que tange os fatores contingenciais, delimita-se aos seguintes: ambiente, estrutura, estratégia, tamanho e tecnologia; conforme Chenhall (2003) e Silva (2013), visto que não há consenso na literatura acerca de fatores contingenciais das organizações.

Outro limite encontra-se na coleta de dados realizada a partir das respostas obtidas dos profissionais de Controladoria, Contabilidade e Gestão atuantes nos

Fundos de Pensão do país, captando a percepção dos respondentes, visto que não há dados disponíveis publicamente, como relatórios padronizados, quanto a Gestão de Riscos dos Fundos de Pensão do país.

Por fim, o escopo desta pesquisa, no que tange a mensuração do desempenho dos Fundos de Pensão, delimita-se ao equilíbrio técnico e respectivo índice de solvência. Assim, as análises que se referem ao desempenho, estão voltadas particularmente para a modalidade de Benefício Definido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Entidades fechadas de previdência complementar

As Entidades Fechadas de Previdência Complementar, ou Fundos de Pensão, são instituições financeiras que investem os recursos acumulados durante o período de contribuição para fornecer aos trabalhadores os benefícios de aposentadoria e pensão, que exercem, dessa forma, uma função institucional de segurança social (CADONI; MELIS; TRUDDA, 2017). Associada a estas organizações, a profissão atuarial encontra-se presente nos cálculos de financiamento de planos de benefícios e no momento do pagamento das contribuições e rendas (HAINAUT, 2014).

No Brasil, os Fundos de Pensão fazem parte do Regime de Previdência Complementar, que é facultativo e compõe o atual sistema previdenciário em conjunto com outros dois segmentos: Regime Geral de Previdência Social (RGPS) e Regimes Próprios de Previdência dos Servidores Públicos (RPPS) e Regime de Previdência Complementar (CAETANO, 2014; MADUREIRA; MÉXAS; DRUMOND, 2016).

As Entidades Fechadas de Previdência Complementar são instituições sem fins lucrativos, constituídas em conformidade ao disposto na Lei Complementar nº 109, de 29 de maio de 2001, com o objetivo único de administrar planos de benefícios de caráter previdenciário para grupos específicos de trabalhadores, vinculados a empregadores (denominado Patrocinador), ou a entidades de classe (denominado Instituidor) (BRASIL, 2001).

Os planos de benefícios visam atender às necessidades dos participantes, por meio de um conjunto de regras, direitos e obrigações, concedendo, em principal, benefícios de Aposentadoria Normal, Aposentadoria por invalidez e Pensão por Morte (TRAJANO *et al.*, 2018). Há três modalidades de planos de benefícios: plano de Benefício Definido (no qual o benefício é previamente definido), plano de Contribuição Definida (no qual o benefício varia de acordo com o nível de contribuição) e plano de Contribuição Variável (que combina fatores das duas outras modalidades) (CAETANO, 2014; TRAJANO *et al.*, 2018).

Para atingir seu objetivo de pagamento de benefícios ao longo do tempo, uma EFPC busca a manutenção do equilíbrio entre o valor presente do fluxo de obrigações previdenciárias, e o valor do patrimônio de cobertura constituído para cobertura destas obrigações por meio da arrecadação de contribuições, conhecido como equilíbrio econômico-financeiro e atuarial (SOUZA *et al.*, 2016).

Neste íterim, os planos passíveis a insolvência, denominada de déficit, são

aqueles que possuem em seu rol de benefícios algum que seja estabelecido com característica de Benefício Definido, pois neste caso há a garantia de benefício vitalício em nível previamente definido, mesmo que as reservas financeiras não sejam suficientes para sua cobertura (COELHO; CAMARGOS, 2012).

Segundo dispõe a Lei Complementar nº 109 de 2001, os planos de benefícios administrados por Fundos de Pensão devem atender padrões mínimos determinados pela PREVIC, para que seja assegurada a transparência, a solvência, a liquidez e o equilíbrio econômico-financeiro e atuarial (BRASIL, 2001).

O equilíbrio técnico, item que compõe a planificação contábil dos Fundos de Pensão, é o registro do excedente ou da insuficiência patrimonial em relação aos compromissos do plano de benefícios, sendo considerado para aferição da solvência destas entidades (BRASIL, 2009). A Resolução CNPC nº 30 de 2018 ratifica, ainda, que a EFPC deve acompanhar continuamente o equilíbrio entre os compromissos previdenciários assumidos e os respectivos recursos garantidores, evoluindo as provisões matemáticas nos períodos entre avaliações atuariais (BRASIL, 2018).

2.2 Gestão de riscos corporativos

no âmbito da Ciência Atuarial, ciência que se destina à análise, mensuração e administração de riscos, a palavra risco equivale à possibilidade de realização de evento aleatório, incerto e independente da vontade humana (VILANOVA, 1960). Assim, risco pode ser entendido como uma opção, a partir das ações que se ousa tomar, que dependem do grau de liberdade de opção do indivíduo ou da organização (BERNSTEIN, 1997).

As organizações enfrentam diversas formas de riscos em suas operações. A tomada de decisão dos gestores com base nos riscos da organização sempre foi importante na vida cotidiana do mundo dos negócios (WU; OLSON; DOLGUI, 2015). A Gestão de Riscos Corporativos ganhou cada vez mais destaque nas instituições do mundo inteiro, fornecendo às organizações estratégias, sistemas de identificação, avaliação e gestão de riscos, alinhados ao nível de incerteza que cada instituição aceita assumir (COSO, 2007; ARNOLD *et al.*, 2015).

Em Gestão de Riscos Corporativos, as organizações gerenciam seus riscos, identificando, analisando e, em seguida, avaliando se o risco deve ser modificado ou tratado a fim de atender aos seus critérios de mitigação dos riscos existentes (ISO, 2009). Ao longo deste processo, as organizações comunicam e consultam as partes interessadas, monitorando e analisando criticamente os riscos e os controles que os modificam (ISO, 2009).

A Gestão de Riscos Corporativos, conhecida internacionalmente pela nomenclatura *Enterprise Risk Management (ERM)*, é o estudo pelo qual as organizações monitoram, analisam e controlam todos os seus riscos, objetivando identificar possíveis correlações para poder aperfeiçoar seu comportamento frente aos riscos existentes em seu contexto (BERRY-STOLZLE; XU, 2018). É um sistema intrínseco a estratégia da organização, com processos contínuos desenhados para identificar, avaliar, monitorar e responder a eventos que possam afetar os objetivos da organização (IBGC, 2017).

Nesse sentido, a Gestão de Riscos fornece subsídios para a administração de riscos, além de integrar o processo de geração e manutenção de valor da empresa (COSO, 2007). Ela é constituída de componentes inter-relacionados que integram o modo de gerência da organização, possibilitando a segurança em relação à realização dos objetivos organizacionais (COSO, 2007).

Os Fundos de Pensão estão expostos a diversos tipos de riscos. A *International Organisation Of Pension Supervisors - IOPS* (2011) determina 11 categorias de risco: Mercado, Crédito, Solvência, Liquidez, Incompatibilidade do Ativo e Passivo, Atuarial, Governança, Estratégico, Operacional, Legal e Integridade.

As modalidades dos planos diferem em riscos assumidos e em formato dos benefícios concedidos (HAINAUT, 2014). Em Contribuição Definida, o risco financeiro é suportado pelos participantes e os benefícios dependem diretamente do desempenho dos investimentos; ao passo que, para Benefício Definido, o risco é suportado pela empresa patrocinadora do Fundo de Pensão (HAINAUT, 2014).

A atividade fim de Fundos de Pensão é estabelecida com base em riscos atuariais, que devem ser devidamente mensurados e acompanhados, como o risco de invalidez, de morte, de composição da família média, de sobrevivência, entre outros dos planos de benefícios administrados (GOES, 2008). O impacto e a probabilidade associada aos riscos são diferentes para cada Fundo de Pensão, por serem o reflexo de sua realidade e contexto particular.

A supervisão dos Fundos de Pensão pode ocorrer por uma abordagem tradicional, ou baseada em riscos, cujo foco principal está nos eventos futuros que possam afetar os princípios de governança corporativa da entidade (GOES, 2008). Segundo Brunner, Hinz e Rocha (2008), elementos como padrões de solvência baseados em risco, sistemas de pontuação de riscos e disciplina baseada no mercado e em terceiros estão entre os principais elementos para a supervisão baseada em risco em Fundos de Pensão.

A literatura apresenta estudos recentes relacionados ao tema. Dentre eles, Sievänen, Rita e Scholtens (2017) investigaram como os Fundos de Pensão fazem a compensação entre o desenvolvimento sustentável e o desempenho financeiro. Seu estudo aponta que quando incorporada a responsabilidade social na estratégia, se consegue combinar foco de responsabilidade social e foco financeiro. O referido estudo indica, ainda, que a responsabilidade social gera melhoria na Gestão de Riscos da organização.

O estudo de Baxter *et al.* (2013), por sua vez, apontou a dificuldade existente em pesquisar sistemas de controle de gestão devido as dificuldades de mensuração dos riscos. Ainda assim, os resultados dos referidos autores revelam que o desempenho e o valor da empresa são aprimorados por controles de alta qualidade que integram a gestão de riscos em todos os níveis da organização, melhorando a supervisão quanto ao comportamento dos gestores sobre a gestão dos riscos e alinhando esse comportamento com a direção estratégica da instituição.

O estudo de Arnold *et al.* (2015) objetivou testar a teoria do impacto da Gestão de Riscos Corporativos em dois aspectos do desempenho organizacional: a flexibilidade estratégica e o desempenho da cadeia de suprimentos. Seus resultados mostram que uma abordagem estratégica ampla para a Gestão de Riscos aumenta a flexibilidade e fortalece a relação entre flexibilidade e desempenho, sendo que a integração aprimorada de TI é o mecanismo pelo qual a Gestão de

Riscos Corporativos fortalece a flexibilidade e, por sua vez, o desempenho.

A mensuração do nível de maturidade da Gestão de Riscos Corporativos é uma ferramenta importante para que a organização tenha a possibilidade de se planejar, identificando em que estágio está e em qual deseja chegar, bem como observando quais ações precisam ser tomadas para o alcance do estágio almejado de Gestão de Riscos (IBGC, 2017).

O estudo de Oliva (2016), a partir da sua análise da Gestão de Riscos Corporativos na cadeia de suprimentos, apresentou uma proposta de modelo para uma análise de risco, bem como uma proposta de modelo para análise do nível de maturidade da Gestão de Riscos Corporativos.

Farrell e Gallagher (2015), por sua vez, analisaram as implicações da avaliação da maturidade da Gestão de Riscos Corporativos. Seus resultados indicam que as empresas que atingiram níveis maduros de Gestão de Riscos possuem seu valor mais alto. O estudo identificou, ainda, a importância do nível de envolvimento executivo e a cascata de cultura de Gestão de Riscos ao longo da organização.

Callahan e Soileau (2017) evidenciaram em seu estudo que empresas com níveis mais elevados de maturidade do processo de Gestão de Riscos Corporativos possuem um desempenho operacional mais alto do que seus concorrentes, considerando como métricas de desempenho os lucros obtidos. Nesse sentido, os resultados do estudo suportam a uma associação positiva significativa entre a maturidade da Gestão de Riscos e o desempenho operacional das organizações.

2.3 Teoria contingencial

A Teoria Contingencial assume que as organizações são sistemas abertos de modificações contínuas, que sofrem influência de fatores internos e externos, no qual a eficácia organizacional resulta do ajuste da organização conforme suas características e seu contexto (DONALDSON, 2001). Dessa forma, de acordo com Donaldson (2001), Teoria Contingencial possui enfoque nos problemas que se alteram conforme a situação da organização, assumindo que a empresa depende de circunstâncias que sofrem variações constantemente.

Assim, a Teoria Contingencial busca aspectos específicos de um sistema gerencial de acordo as circunstâncias da organização para adequar sua estrutura e seu comportamento, pois a eficácia da empresa depende da capacidade dela de se adaptar as mudanças externas e fatores internos (OTLEY, 1980; HALDMA; LAATS, 2002). A Teoria da Contingência relaciona as variações na estrutura organizacional com variações na situação da organização, denominadas contingências, conhecidas como fatores ou variáveis contingenciais (DONALDSON, 2001).

Os fatores contingenciais podem ser de origem interna ou externa. Os fatores internos estão sob algum controle da gestão, como a estratégia, a estrutura, a tecnologia (sistemas de informação), os processos, o tamanho e a cultura da empresa; enquanto fatores externos estão relacionados ao ambiente em que a organização está inserida, com a incerteza quanto às ações dos clientes, fornecedores, concorrentes e órgãos reguladores (GORDON; NARAYANAM, 1984;

GOVINDARAJAN, 1984).

Gordon, Loeb e Tseng (2009), analisaram a Gestão de Riscos Corporativos relacionada aos fatores contingenciais de uma organização. Os autores identificaram que a relação entre o desempenho da organização e a Gestão de Riscos Corporativos é dependente da combinação apropriada entre a Gestão de Riscos e 5 fatores contingenciais, de incerteza ambiental, concorrência, tamanho da organização, complexidade da organização e monitoramento do conselho.

Ademais, destaca-se o estudo de Silva (2013) que objetivou analisar, em uma empresa hospitalar, como a Gestão de Riscos Corporativos se inter-relaciona com os fatores contingenciais (estratégia, estrutura, tamanho, tecnologia e ambiente).

Para estudos voltados para a abrangência de Contabilidade Gerencial, o enfoque destina-se aos seguintes fatores contingenciais: ambiente, estratégia, estrutura, tamanho e tecnologia (CHENHALL, 2003).

1.1.1 Ambiente

O ambiente, interno e externo, equivale a soma de fatores físicos e sociais que estão influenciando diretamente o comportamento decisório dos gestores de uma organização (DUNCAN, 1972). O ambiente interno constitui-se de fatores físicos e sociais que se encontram dentro dos limites da organização; ao passo que o ambiente externo representa os fatores físicos e sociais além dos limites da organização (DUNCAN, 1972). Segundo Chenhall (2003), ressalta que o ambiente é um elemento central das pesquisas relacionadas à Teoria Contingencial. O referido autor destaca que os atributos específicos do ambiente (como economia, bem-estar dos colaboradores, concorrência global, entre outros) estão passando por mudanças constantes. O ambiente pode ser classificado em estático ou dinâmico, no qual o nível de incerteza, a complexidade e a rapidez de mudança impactam a organização, exigindo dela adaptação e reformulação de suas estratégias (DUNCAN, 1972).

1.1.2 Estratégia

A estratégia refere-se à forma na qual a organização se coloca no mercado em comparação à sua concorrência, de forma geral, as empresas procuram desenvolver alguma vantagem competitiva sobre os demais concorrentes do mercado (PORTER, 1994). Destaca-se a dualidade existente na definição de uma estratégia, entre o curto e o longo prazo, na qual a construção da estratégia requer atenção aos efeitos de longo prazo, enquanto o retorno da estratégia requer atenção aos retornos de curto prazo (GOVINDARAJAN; GUPTA, 1985). Com base na Teoria da Contingência, cada organização precisa escolher o sistema de controle mais adequado para si, considerando as características contingenciais do ambiente em que está inserida (JOKIPII, 2010).

2.1.1 Estrutura

A estrutura organizacional sob a ótica de Teoria Contingencial teve início com os trabalhos de Burns e Stalker (1961), direcionados ao desempenho organizacional. Para os autores, a estrutura organizacional pode ocorrer em dois formatos: a estrutura mecânica, adequada aos ambientes estáveis, de controle

centralizado; e orgânica, indicada as organizações de controle descentralizado e contínuas mudanças de tecnologia.

A estrutura organizacional diz respeito à distribuição formal de papéis e responsabilidades entre indivíduos e grupos da organização, buscando garantir que o fluxo de atividades seja realizado (CHENHALL, 2003). Os formatos de arranjos estruturais influenciam a eficiência do trabalho, a motivação dos colaboradores, os fluxos de informações e os sistemas de controle (CHENHALL, 2003).

Uma forma de mensurar a estrutura organizacional, utilizada na maioria das pesquisas no âmbito gerencial, é a centralização da autoridade, que representa a extensão da centralização do processo de tomada de decisão, no que se refere à gestão das unidades ou filiais (GOSSELIN, 2011; DALABONNA, 2014).

2.1.2 Tamanho

Quanto ao tamanho da organização, pode-se observá-lo pelo seu aspecto físico. Apesar de haver diversas formas de mensuração do tamanho de uma empresa, bem como diversos conceitos para ele, a maioria das variáveis consideradas como tamanho estão fortemente correlacionadas (THOMAS, 1991).

Os esforços organizacionais são impactados pelo tamanho da organização, de forma que quanto maior o tamanho, maior o esforço necessário para a realização dos objetivos da organização; o tamanho interfere ainda no tipo de controle da organização, uma vez que, quanto maior a empresa tende a haver a necessidade de um maior número de níveis hierárquicos para exercer a sua coordenação (CADEZ; GUILDING, 2008).

2.1.3 Tecnologia

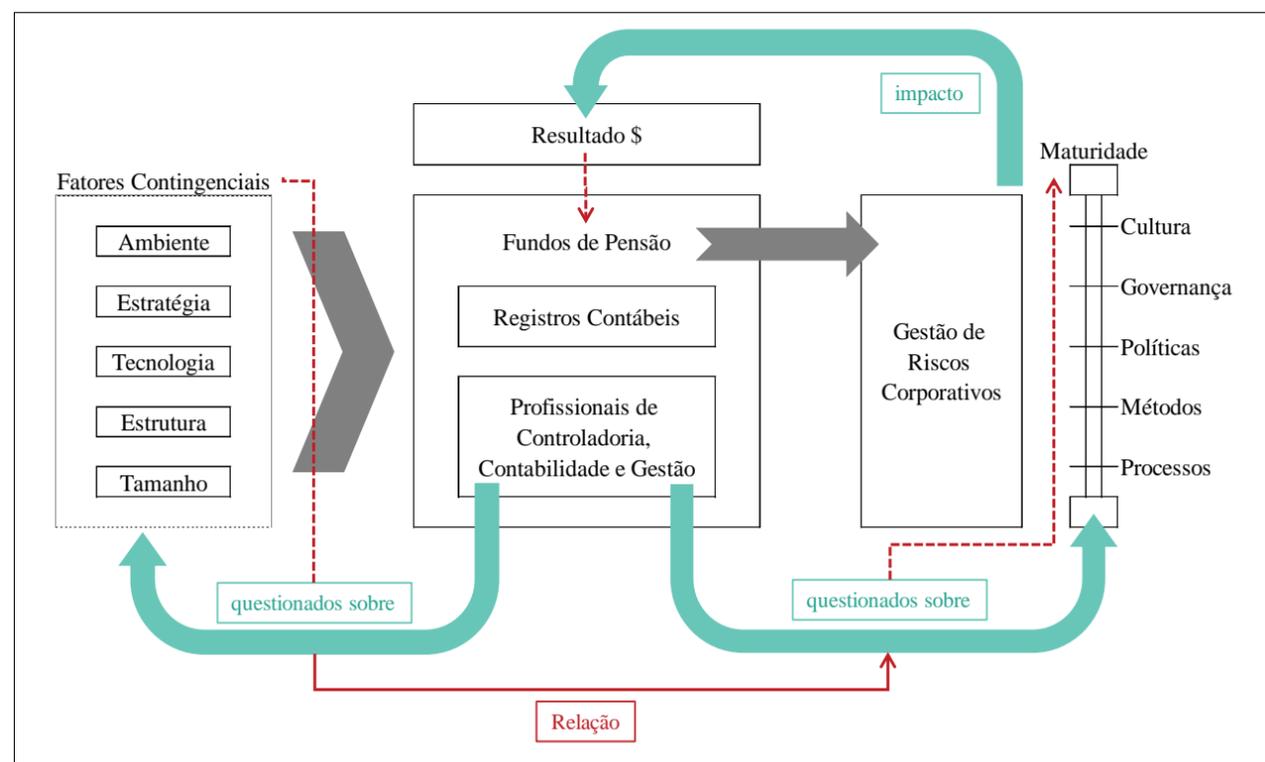
A tecnologia desempenha um papel importante na determinação da estrutura organizacional (LOBOS, 1976). A tecnologia se refere, de forma geral, ao modo como funcionam os processos e atividades da organização e incluem máquinas e equipamentos, materiais, pessoas, sistemas de dados (*softwares*) e conhecimento (educação, habilidades e treinamento dos funcionários) (DALABONNA, 2014).

A partir da descrição de fatores contingenciais, identifica-se a utilização destes (ambiente, estrutura, estratégia, tamanho e tecnologia) por parte das organizações para que elas se adaptem as mudanças em seu ambiente interno e externo, sendo que para cada circunstância, as tomadas de decisão variam conforme a necessidade (DALABONNA, 2014).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando alcançar o objetivo estabelecido, são apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa. A Figura 1 ilustra a estrutura da pesquisa.

Figura 1 – Desenho de pesquisa



Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

A pesquisa desenvolvida é classificada como quantitativa, quanto à abordagem do problema, por utilizar a quantificação e métodos estatísticos como ferramenta principal para a coleta e tratamento dos dados (RICHARDSON, 1999). Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva, por descrever atribuições e identificar as relações existentes em Gestão de Riscos e fatores contingenciais (GIL, 2011).

Para proceder à pesquisa, foi realizado um levantamento (RAUPP; BEUREN, 2014) em uma amostra dos profissionais de Controladoria, Contabilidade e Gestão atuantes em EFPC do Brasil, bem como foram coletados dados contábeis das entidades do segmento, disponibilizados pelo órgão fiscalizador do referido segmento.

A unidade de análise são os Fundos de Pensão brasileiros. Desta forma a população é finita, cuja quantidade de organizações cadastradas em junho/2018 na PREVIC totalizou 482, das quais se encontravam em funcionamento 289 instituições (PREVIC, 2018a). Buscou-se contato com todos os Fundos de pensão em funcionamento do país, para envio do instrumento de coleta. O contato foi realizado por e-mail, por meio do site institucional ou presencialmente. Ao total, foi possível proceder ao envio do questionário a 271 Fundos de Pensão, sendo que não foram localizados sites ou endereços eletrônicos de contato de domínio público das demais 18 entidades. Desta forma, a amostra foi estabelecida

por acessibilidade (MARTINS; THEÓPHILO, 2009). Destaca-se, ademais, que a adequabilidade da amostra efetivamente obtida nesta pesquisa foi averiguada quando se procedeu a análise dos dados coletados.

A coleta de dados ocorreu de junho/2018 a novembro/2018. O questionário da pesquisa foi encaminhado em versão digital (realizado por meio da plataforma *Google Forms*), aos endereços eletrônicos disponíveis, ou foi encaminhado pelo portal *Fale Conosco* disponível nos sites institucionais das organizações.

O questionário serviu como instrumento principal de coleta de dados da pesquisa. O instrumento proposto inicialmente com base no referencial teórico passou por processo de validação de conteúdo e de validação de critério (HAIR *et al.*, 2005). A validação de conteúdo foi realizada por de um profissional especialista, atuante na Gestão de Riscos de EFPC. O especialista em questão possui graduação em administração de empresas, mais de 25 anos de atuação no segmento, sendo 11 anos de atuação em Gestão de Riscos e afins para estas Entidades. Com o processo de validação de conteúdo, foram alteradas 13 questões.

A validação de critério do questionário foi realizada por dois professores doutores da área, e resultou na alteração de 20 questões. A versão final do referido instrumento contém o total de 53 questões, das quais 36 são estabelecidas em escala de Likert de 07 pontos (discordo totalmente, discordo muito, discordo pouco, indiferente, concordo pouco, concordo muito e concordo totalmente), adequada para levantamentos de dados sobre a percepção do respondente (HAIR *et al.*, 2010).

Além do questionário, a coleta de dados abrangeu também o acesso aos balancetes contábeis de 31 de dezembro de 2017 das Entidades Fechadas de Previdência Complementar, disponibilizados pela PREVIC, órgão fiscalizador do segmento, em seu site institucional. Após as análises descritivas, buscando agrupar em escores (fatores) as variáveis obtidas a partir do questionário aplicado, procedeu-se a análise fatorial exploratória, com a utilização do *software* estatístico IBM SPSS. A análise fatorial é uma análise estatística multivariada para identificação de grupos ou agrupamentos de determinadas variáveis (HAIR *et al.*, 2005; FIELD, 2011). A análise fatorial também foi utilizada no estudo de Oliva (2016), para identificação dos fatores explicativos da Gestão de Riscos Corporativos.

Para tanto, procedeu-se a análise fatorial pelo método de fatoração de Eixo Principal (*Principal Axis Factoring* – PAF), que possui enfoque na identificação dos constructos representados nas variáveis originais, adequado, portanto, para esta pesquisa (HAIR *et al.*, 2005; FIELD, 2011). Utilizou-se, ainda, o método de rotação *direct oblimin*, pois, dentre os métodos de rotação existentes, é somente neste método oblíquo que a correlação entre os fatores é permitida, e por conta disso, justifica-se a utilização deste método na pesquisa, visto que pretende-se analisar a correlação entre os fatores da análise fatorial (HAIR *et al.*, 2005; FIELD, 2011).

Para testar a confiabilidade dos construtos da pesquisa, procedeu-se a análise do coeficiente de Alpha de Cronbach. O coeficiente alfa de Cronbach é uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário aplicado, por meio da correlação entre respostas do questionário, apresentando uma correlação média entre as perguntas; assim o coeficiente *alpha* é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de um questionário, dado que os itens (questões) façam uso da mesma escala de medição (HAIR *et al.*, 2005; ZEMIACKI, 2015).

Quanto à adequabilidade do tamanho amostral para a Análise Fatorial, foi

realizado o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). A medida KMO varia entre 0 e 1, sendo mais adequada a amostra quanto mais próxima de 1 for a medida. Amostras que geram medidas de KMO superiores a 0,7 podem ser consideradas adequadas para a análise de fatores (FIELD, 2011). Assim, a análise multivariada foi realizada de acordo com as seguintes etapas: análise preliminar dos dados, extração e rotação de fatores, escores de fatores, e análise de confiabilidade do instrumento e adequação da amostra (FIELD, 2011; ZEMIACKI, 2015).

Para relacionar os Fatores Contingenciais com a Gestão de Riscos Corporativos, aplicou-se o teste de correlação de Pearson. O coeficiente de correlação de Pearson mede o grau de correlação entre duas ou mais variáveis (FIELD, 2011). Para tanto, utiliza-se a variável logaritmo do ativo total (logAtivo) para mensuração do fator tamanho (CHENHALL, 2003), a variável de número de níveis hierárquicos para o fator estrutura (NiveisHierarquia) (DALLABONA, 2014), e os escores resultantes da análise fatorial (FatorEstrategia, FatorAmbiente e FatorTI) para os fatores estratégia, ambiente e tecnologia. O coeficiente de correlação de Pearson também foi utilizado para analisar a associação entre Gestão de Riscos Corporativos e demais variáveis nos estudos de Gordon, Loeb e Tseng (2009), Farrell e Gallagher (2015) e Callahan e Soileau (2017).

Por fim, para avaliar a influência da Gestão de Riscos Corporativos no índice de solvência em EFPC, utilizou-se regressão linear, pelo modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (GUJARATI, 2000). Para tanto, considerou-se variável explicativa o Fator de Gestão de Riscos aferido por meio da análise fatorial (FatorRisco), e variável dependente o índice de solvência dos Fundos de Pensão (IndSolvencia). Modelos de regressão linear também foram utilizados por Baxter *et al.* (2013), Farrell e Gallagher (2015), Mohammed e Knapkova (2016) e Callahan e Soileau (2017), para análise de causa e efeito da Gestão de Riscos Corporativos com variáveis de desempenho financeiro.

As análises de correlação e modelagem por regressão linear foram realizadas utilizando o *software* econométrico Gretl. Para rejeição ou não rejeição das hipóteses nulas dos testes aplicados na presente pesquisa, foi assumido o nível de significância de 5%. Para a pesquisa, o denominado índice de solvência equivale a razão entre o equilíbrio técnico (conta contábil 2.3.1.2) dos planos da EFPC e suas provisões matemáticas de Benefício Definido (contas contábeis 2.3.1.1.01.02.00, 2.3.1.1.02.02.00 e 2.3.1.1.02.03.00) (BRASIL, 2009; PREVIC, 2018b). O equilíbrio técnico (conta contábil 2.3.1.2), por sua vez, é a diferença entre o patrimônio de cobertura e as provisões matemáticas dos planos (BRASIL, 2009; PREVIC, 2018b).

4 ANÁLISE DE DADOS

4.1 Características do grupo

A aplicação dos questionários da pesquisa obteve 116 respondentes, sendo até 5 respondentes de uma mesma entidade, resultando em uma amostra de 78 EFPC, que representa 27% das organizações em funcionamento no país. A idade média do grupo de profissionais de Controladoria, Contabilidade e Gestão equivale a 45 anos, sendo 54% do sexo masculino e 46% do sexo feminino. O

tempo médio de empresa dos respondentes é de 11,7 anos. A Tabela 1 apresenta o grau de escolaridade dos respondentes e o setor da EFPC em que trabalham.

Tabela 1 – Setor e escolaridade dos respondentes

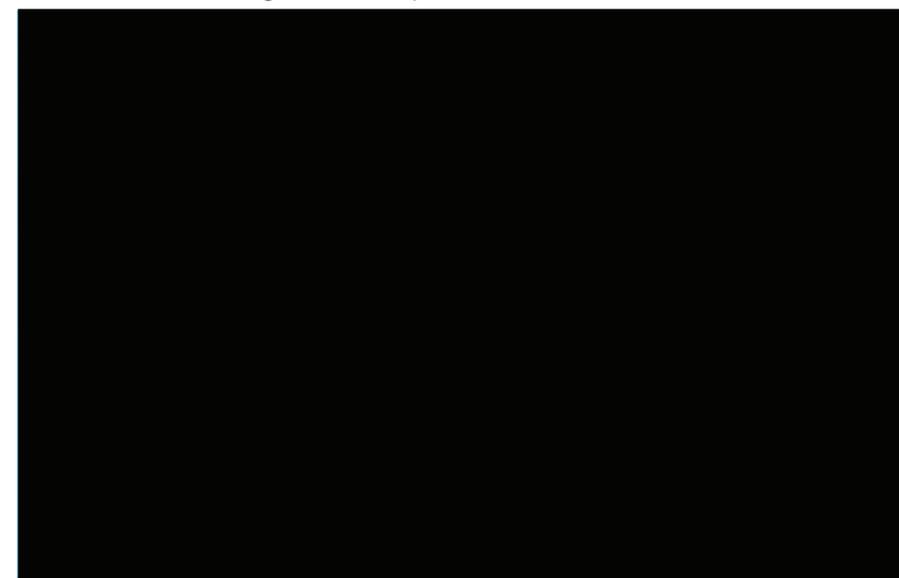
| Setor em que trabalha na organização | Grau de Escolaridade | | |
|--|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| | Ensino Superior Completo | Pós-graduação Incompleta | Pós-graduação Completa |
| Conselho Deliberativo | 0 | 0 | 2 |
| Conselho Fiscal | 2 | 0 | 7 |
| Diretoria Executiva | 2 | 1 | 8 |
| Setor de Controladoria e Contabilidade | 19 | 7 | 46 |
| Setor de Controles Internos e Compliance | 1 | 1 | 0 |
| Setor de Gestão de Benefícios | 0 | 1 | 3 |
| Setor de Gestão de Investimentos | 0 | 0 | 1 |
| Setor de Gestão de Riscos | 0 | 0 | 6 |
| Setor de Relações Humanas | 0 | 0 | 1 |
| Setor Financeiro e Administrativo | 3 | 0 | 2 |
| Outros | 0 | 0 | 3 |
| Total | 27 | 10 | 79 |

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

Identificou-se que dentre os respondentes 62,1% trabalham no setor de Controladoria e Contabilidade da organização. Além disso, observou-se que os respondentes que possuem pós-graduação concluída e trabalham no setor de Controladoria e Contabilidade da organização representam 39,7% do total.

Dentre as entidades objeto de análise, 42 possuem patrocinador público, (54% da amostra). Os demais 36 Fundos de Pensão (46% da amostra), são patrocinados por organizações privadas. Observa-se que 61,5% dos Fundos de Pensão possuem um ativo total em dezembro de 2017 de R\$ 100.000.000 a R\$ 2.000.000.000. O somatório dos ativos das entidades analisadas resulta em R\$ 284.084.571.004. A distribuição das entidades por regiões geográficas de atuação é apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Regiões de Atuação dos Fundos de Pensão da amostra



Fonte: elaborado a partir dos dados da pesquisa (2019).

Das 78 entidades, 13 possuem 2 regiões de atuação, 10 possuem 3 regiões de atuação, 9 possuem 4 regiões de atuação e 7 atuam em todas as regiões do país. A maior concentração de Fundos de Pensão encontra-se na região Sudeste, representando 34,2% do total.

4.2 Análise das variáveis

Inicialmente, buscando atestar a confiabilidade do instrumento construído e aplicado na coleta de dados da pesquisa, observou-se o coeficiente de Alfa de Cronbach. A Tabela 3 apresenta as estatísticas do teste de confiabilidade.

| Estatísticas de confiabilidade | | | | | | |
|--------------------------------|---|-------------|------------|-----------|---------------|------------|
| Alfa de Cronbach | Alfa de Cronbach com base em itens padronizados | | | | | N de itens |
| 0,973 | 0,973 | | | | | 37 |
| Estatísticas de item de resumo | | | | | | |
| | Média | Mínimo | Máximo | Intervalo | Máximo Mínimo | Variância |
| Covariâncias entre itens | 1 | - | 2,54 | 2,58 | - | 0,25 |
| Correlações entre itens | ,12 | 0,047 | 0,91 | 0,94 | 54,482 | 5 |
| | ,496 | 0,023 | 9 | 2 | 39,667 | 0,04 |
| Estatísticas de escala | | | | | | |
| Média | Variância | Erro Desvio | N de itens | | | |
| 187,612 | 1575,248 | 39,6894 | 37 | | | |

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

Para que o instrumento seja considerado confiável, indica-se um coeficiente superior a 0,700. Pode-se observar que o coeficiente de Alfa de Cronbach resultou em 0,973, evidenciando a confiabilidade do questionário aplicado nesta pesquisa.

Com o objetivo de aferir as variáveis a partir do questionário elaborado, procedeu-se a análise fatorial. Para atestar a adequação do modelo de análise fatorial, foi realizado o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Além disso, procedeu-se o teste de esfericidade de Bartlett, para testar a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população. A Tabela 4 exibe os resultados dos testes realizados.

| | |
|--|---------------------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem | 0,930 |
| Teste de esfericidade de Bartlett | Aprox. Qui-quadrado |
| | 4857,785 |
| | Graus de Liberdade |
| | 630 |
| | Significância |
| | 0,000 |

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

Observa-se por meio do teste KMO que o tamanho da amostra é adequado ao modelo, com medida de 0,930, acima do parâmetro de 0,700. Em complemento, o teste de esfericidade de Bartlett resulta em p-valor de 0,000, indicando que não há evidências de que a matriz de correlações seja matriz identidade. Com isso, contata-se que a realização da análise fatorial é apropriada.

Destaca-se a variância total explicada pelo modelo, equivalente a 72,42%. Cabe, ainda, observar a relevância do Fator 1, que explica 54,33% da variância

total. Para a análise fatorial, utilizou-se o método de extração de fatoração de Eixo Principal (*Principal Axis Factoring - PAF*), e o método de rotação Oblimin com Normalização de Kaiser. A Tabela 5 apresenta a matriz de padrão.

Tabela 4 – Matriz de padrão

| Questão | Fator | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Papel do CF na Governança da Gestão de Riscos Detalhado | 0,954 | -0,053 | -0,188 | -0,079 | -0,031 |
| Papel do CD na Governança da Gestão de Riscos Detalhado | 0,909 | -0,027 | -0,129 | -0,081 | -0,117 |
| Políticas de Gestão de Riscos Claramente Descritas | 0,908 | -0,027 | -0,036 | 0,090 | 0,001 |
| Processo de Gestão de Riscos Devidamente Implantado | 0,908 | -0,040 | 0,051 | 0,073 | 0,109 |
| Identificação das Categorias de Risco Realizada | 0,846 | -0,049 | -0,010 | 0,170 | -0,084 |
| Ações de Divulgação de Gestão de Riscos Atingem Diferentes Públicos | 0,823 | 0,084 | -0,026 | -0,079 | -0,063 |
| Ciclos de Gestão de Riscos Realizados Sistemáticamente | 0,817 | -0,016 | 0,065 | 0,062 | 0,019 |
| Práticas de Gestão de Riscos Incorporadas ao Dia-a-dia | 0,801 | 0,116 | 0,062 | -0,116 | 0,010 |
| Práticas de Gestão de Riscos Alinhadas as Demais Práticas de Controle | 0,793 | 0,148 | 0,098 | 0,000 | 0,058 |
| Critérios para Incorporação da Gestão de Riscos nos Processos Decisórios Definidos | 0,791 | 0,034 | 0,104 | 0,096 | -0,054 |
| Técnicas de Mensuração Eficazes para a Avaliação dos Riscos | 0,784 | -0,081 | 0,145 | 0,208 | -0,052 |
| Diretrizes para Tomada de Decisão sobre Risco Implantadas | 0,775 | -0,109 | 0,216 | 0,159 | -0,062 |
| Sistemas de Gestão de Riscos Atendem Integralmente | 0,770 | -0,155 | 0,239 | 0,171 | -0,071 |
| Órgãos de Governança Monitoram Sistemáticamente Práticas de Gestão de Riscos | 0,770 | 0,092 | -0,014 | 0,034 | 0,055 |
| Entendimento dos Empregados da Gestão de Riscos Avaliado | 0,743 | 0,151 | 0,015 | -0,300 | -0,058 |
| Gestão de Riscos alinhada as Estratégias da EFPC | 0,739 | 0,193 | 0,080 | 0,057 | 0,107 |
| Estrutura Organizacional para Gestão de Riscos Definida | 0,738 | 0,204 | 0,062 | 0,007 | 0,117 |
| Normas Internas de Gestão de Riscos Claramente Divulgadas aos Colaboradores | 0,702 | 0,080 | 0,071 | 0,017 | -0,073 |
| Objetivos e Metas da Gestão de Riscos Definidos | 0,680 | 0,134 | 0,160 | 0,110 | 0,040 |
| Processos da EFPC Devidamente Mapeados | 0,621 | 0,170 | 0,122 | 0,015 | 0,038 |
| Estratégias da Gestão dos Riscos Estabelecidas | 0,595 | 0,128 | 0,249 | 0,145 | 0,030 |
| Elaboração de Planos de Ação para Cumprimento das Estratégias | 0,051 | 0,762 | 0,133 | -0,018 | -0,081 |
| Medição do Cumprimento das Estratégias | 0,031 | 0,745 | 0,018 | 0,038 | 0,009 |
| Planejamento Estratégico Devidamente Definido | 0,033 | 0,741 | 0,083 | -0,045 | 0,052 |
| Melhoria Contínua dos Produtos e Serviços | 0,152 | 0,712 | 0,029 | 0,101 | 0,098 |
| Pioneira em Novidades no Segmento | -0,069 | 0,617 | -0,077 | 0,122 | -0,271 |
| Expansão da Gama de Produtos | 0,091 | 0,591 | -0,065 | 0,007 | -0,144 |
| Opera Eficiente Produtos no Mercado Atual | 0,077 | 0,484 | 0,158 | 0,230 | 0,086 |
| Sistemas de Informação Atendem Necessidade para que se Destinam | 0,026 | -0,006 | 0,956 | -0,019 | -0,012 |
| Sistemas de Informação são Atualizados | 0,104 | -0,013 | 0,904 | -0,083 | -0,042 |
| Utilização Apropriada de Tecnologias para Atividades | -0,023 | 0,134 | 0,725 | 0,018 | -0,071 |
| Ambiente Externo Econômico Dinâmico | 0,121 | 0,103 | -0,060 | 0,858 | 0,034 |
| Ambiente Externo Político Dinâmico | -0,012 | 0,094 | -0,023 | 0,855 | -0,046 |
| Alterações nas Legislações Dinâmicas | 0,158 | 0,056 | 0,225 | 0,257 | -0,119 |
| Perfil Fornecedores Estático | 0,088 | -0,032 | -0,092 | -0,035 | 0,813 |
| Perfil Participantes Estático | -0,203 | -0,082 | -0,016 | 0,040 | 0,699 |

**Método de Extração: fatoração de Eixo Principal.
Método de Rotação: Oblimin com Normalização de Kaiser.**

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

O resultado da análise consolidou 5 fatores ao total, em aprimoramento a estrutura prevista no questionário que apresentou 4 tópicos. O agrupamento das questões que compõe os fatores vai ao encontro as diretrizes expostas pelo referencial teórico considerado para formulação do questionário (DUNCAN, 1972; PORTER, 1994; DONALDSON, 2001; AZEVEDO; COSTA, 2010; IOPS, 2011; SILVA, 2013; DALLABONA, 2014; IBGC, 2017), de forma que não houve redução de questões e todas fazem parte de um determinado fator.

Assim, todas as questões direcionadas previamente para a Gestão de Riscos Corporativos, quando da análise fatorial compuseram o Fator 1, todas questões voltadas à estratégia, compuseram o Fator 2 e todas questões de Tecnologia da Informação, compuseram o Fator 3.

Em particular, as questões relacionadas ao ambiente em que a entidade está inserida, resultaram em 2 fatores, o Fator 4, denominado Fator Ambiente e o fator 5, relativo ao perfil de participantes e fornecedores. Portanto, a análise fatorial originou os seguintes fatores: Fator 1: Fator Risco; Fator 2: Fator Estratégia; Fator 3: Fator TI; Fator 4: Fator Ambiente; e Fator 5: Fator Perfil.

Responderam ao questionário da presente pesquisa até 5 profissionais de uma mesma instituição. Assim, para agrupar as variáveis por EFPC, foi utilizada a média por Fundo de Pensão de cada fator (score) resultante da análise fatorial, visto que foi observada a convergência das medidas de tendência central dos dados por entidade.

4.3 FATORES CONTINGENCIAIS e Gestão de riscos corporativos

Para analisar a relação entre os Fatores Contingenciais a variável Gestão de Riscos Corporativos, aplicou-se o teste de Correlação de Pearson. A Tabela 6 apresenta os resultados do teste.

Tabela 5 – Resultado Total do Coeficiente de Correlação de Pearson
Coeficientes de correlação, usando todas as observações 1 - 78
5% valor crítico (bicaudal) = 0,2227 para n = 78

| | FatorRisco | FatorEstrategia | FatorTI | FatorAmbiente | NiveisHierarquia | LogAtivo |
|------------------|------------|-----------------|---------|---------------|------------------|----------|
| FatorRisco | 1 | 0,5414 | 0,5339 | 0,3693 | -0,0544 | 0,0634 |
| FatorEstrategia | | 1 | 0,4302 | 0,4114 | 0,0208 | 0,0769 |
| FatorTI | | | 1 | 0,3876 | -0,1837 | 0,0951 |
| FatorAmbiente | | | | 1 | -0,0043 | 0,0981 |
| NiveisHierarquia | | | | | 1 | 0,381 |
| LogAtivo | | | | | | 1 |

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

O resultado do teste apresenta p-valor de 0,2227, que implica em não rejeição da hipótese nula de que o coeficiente de correlação seja igual a zero, quando analisada a correlação conjunta das variáveis. A Tabela 7 apresenta os resultados da correlação de cada um de Fatores Contingenciais com a Gestão de Riscos.

Tabela 6 – Resultados Individuais do Coeficiente de Correlação de Pearson

| Coeficiente de Correlação | De acordo com a hipótese nula de não correlação |
|--|---|
| corr(FatorRisco, FatorEstrategia) = 0,54143079 | t(76) = 5,61417, com p-valor bicaudal 0,0000 |
| corr(FatorRisco, FatorAmbiente) = 0,36932182 | t(76) = 3,46462, com p-valor bicaudal 0,0009 |
| corr(FatorRisco, FatorTI) = 0,53390007 | t(76) = 5,50464, com p-valor bicaudal 0,0000 |
| corr(FatorRisco, NiveisHierarquia) = -0,05436335 | t(76) = -0,474631, com p-valor bicaudal 0,6364 |
| corr(FatorRisco, LogAtivo) = 0,06337696 | t(76) = 0,55362, com p-valor bicaudal 0,5815 |

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

Os resultados individuais do teste apresentam p-valor acima de 0,05 para as variáveis LogAtivo e NiveisHierarquia, que representam os fatores contingenciais tamanho e estrutura da organização. O p-valor acima de 0,05 implica em não rejeição da hipótese nula de que o coeficiente de correlação seja igual a zero entre estes fatores contingenciais e a Gestão de Riscos Corporativos.

Dessa forma, pela amostra do presente estudo, não houve evidências de correlação linear estatisticamente significativa entre os fatores contingenciais tamanho e estrutura da organização e sua Gestão de Riscos Corporativos.

Por outro lado, para as variáveis FatorEstrategia e FatorAmbiente e FatorTI, que representam, respectivamente, os fatores contingenciais estratégia da organização, ambiente e tecnologia, o teste de correlação de Pearson apresentou p-valor abaixo de 0,05, que resulta na rejeição da hipótese nula do teste. Assim, com a rejeição da hipótese de correlação igual a zero, há evidências da relação existente entre a Gestão de Riscos Corporativos e os fatores estratégia, ambiente e tecnologia, podendo-se observar que a relação existente é positiva para todos os casos.

Com isso, identifica-se que quanto mais consolidada a estratégia do Fundo de Pensão, tende-se a um maior desenvolvimento da sua Gestão de Riscos. A consolidação da estratégia aqui exposta abrange aspectos como definição de planejamento estratégico, acompanhamento e medição das metas, planos de ação para atingimento das metas, busca por melhoria contínua dos serviços, dentre outros.

Identifica-se, ainda, que quanto mais dinâmico o ambiente em que o Fundo de Pensão está inserido, seja ele econômico, político ou normativo, maior a tendência de desenvolvimento da Gestão de Riscos da organização. Observa-se, por fim, que quanto mais apropriadas as tecnologias para realização das atividades, bem como quanto mais os sistemas de informação da entidade atendem as suas necessidades, a Gestão de Riscos praticada pela organização tende a ser mais desenvolvida.

As evidências encontradas na presente pesquisa corroboram com os achados das pesquisas anteriores, realizadas por Gordon, Loeb e Tseng (2009), que observaram relação positiva entre incerteza ambiental e Gestão de Riscos, e por Arnold *et al.* (2015), que evidenciaram relação positiva entre tecnologia da informação e flexibilidade estratégica com Gestão de Riscos Corporativos.

4.4 Gestão de riscos corporativos e solvência

Para averiguar a influência da Gestão de Riscos Corporativos na solvência em EFPC, foi realizada regressão linear com a variável explicativa sendo a Gestão de Riscos e a variável dependente o Índice de Solvência, assumindo-se o nível de significância de 5%. Os resultados são apresentados na Tabela 8.

| Tabela 7 – Resultados do Modelo de Regressão Linear | | | | |
|--|-----------------------------|----------------------|----------|----------|
| Modelo 1: MQO, usando as observações 1-78 | | | | |
| Variável dependente: IndSolvencia | | | | |
| | Coefficiente | Erro Padrão | razão-t | p-valor |
| const | - | 0,01461 | -0,2361 | 0,8140 |
| FatorRisco | 0,00345141 0,03151 47 | 60 0,01591 22 | 1,981 | 0,0513 * |
| Estatísticas baseadas nos dados ponderados: | | | | |
| Média var. dependente | 0,002155 | D.P. var. dependente | 0,131380 | |
| Soma resid. quadrados | 1,263837 | E.P. da regressão | 0,128955 | |
| R-quadrado | 0,049079 | R-quadrado ajustado | 0,036567 | |
| F(1, 76) | 3,922534 | P-valor(F) | 0,051262 | |
| Log da verossimilhança | 50,10249 | Critério de Akaike | - | |
| Critério de Schwarz | 91,49156 | Quinn | 94,31811 | |
| Teste de não-linearidade (quadrados) - Hipótese nula: a relação é linear Estatística de teste: LM = 0,836428 com p-valor = P(Qui-quadrado(1) > 0,836428) = 0,360421 | | | | |
| Teste de White para a heteroscedasticidade - Hipótese nula: sem heteroscedasticidade Estatística de teste: LM = 1,20855 com p-valor = P(Qui-quadrado(2) > 1,20855) = 0,54647 | | | | |
| Teste de Breusch-Pagan para a heteroscedasticidade - Hipótese nula: sem heteroscedasticidade Estatística de teste: LM = 0,187658 com p-valor = P(Qui-quadrado(1) > 0,187658) = 0,664873 | | | | |
| Teste da normalidade dos resíduos - Hipótese nula: o erro tem distribuição Normal Estatística de teste: Qui-quadrado(2) = 43,409 com p-valor = 3,74843e-010 | | | | |

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa (2019).

Com base nos resultados do modelo, pode-se observar que há significância estatística da variável regressora FatorRisco na explicação da variável IndSolvencia. Dessa forma, pode-se constatar que a Gestão de Riscos Corporativos impacta de forma diretamente proporcional na solvência dos Fundos de Pensão.

Os achados desta pesquisa corroboram com os achados dos estudos realizados por Gordon, Loeb e Tseng (2009), Baxter *et al.* (2013), Farrell e Gallagher (2015), Mohammed e Knapkova (2016) e Callahan e Soileau (2017), que evidenciaram que a Gestão de Riscos Corporativos possui associação positiva com o desempenho financeiro das organizações.

Os resultados indicam um baixo poder de explicação do modelo. Este resultado encontra-se dentro do esperado, visto que outras variáveis também in-

fluenciam na solvência dos planos administrados pelos Fundos de Pensão que, por sua vez, não são foco da presente análise.

A principal distinção da presente pesquisa em relação às demais é que os estudos já mencionados analisam empresas com fins lucrativos, cuja unidade de medida do desempenho financeiro converge ao lucro ou valor da ação. Este estudo, por outro lado, observou o impacto da Gestão de Riscos Corporativos em organizações previdenciárias que não visam lucro, no qual a unidade de medida do desempenho financeiro é o índice de solvência.

O estudo de Gordon, Loeb e Tseng (2009), diferente desta pesquisa, considerou como desempenho o retorno por ação das empresas analisadas, e utilizou o método de correspondência de escore de propensão. Já o estudo de Baxter *et al.* (2013) observou a influência positiva dos determinantes da qualidade da Gestão de Riscos Corporativos no coeficiente de lucro das empresas analisadas.

O estudo de Farrell e Gallagher (2015) analisou as implicações da maturidade da Gestão de Riscos em relação ao valor da empresa medido pelo Q de Tobin, evidenciando que níveis mais maduros possuem valor mais alto. Mohammed e Knapkova (2016), também por meio de regressão, observaram a relação positiva existente entre Gestão de Riscos Corporativos e retorno sobre o patrimônio (ROE).

Já o estudo de Callahan e Soileau (2017), por sua vez, controlou efeitos como o da governança do conselho e a partir disso evidenciou que empresas com níveis mais altos de maturidade do processo de Gestão de Riscos Corporativos possuem um desempenho operacional mais alto do que seus pares do setor, utilizando lucro como medida de desempenho operacional.

Quanto aos pressupostos do modelo de Mínimos Quadrados Ordinários, foram realizados os testes de White e Breusch-Pagan para a heteroscedasticidade, que resultaram em não rejeição da hipótese nula de homoscedasticidade, atendendo a suposição de que as variâncias dos erros são constantes.

Para a normalidade dos resíduos, outro pressuposto do modelo, o teste realizado resultou em rejeição da hipótese nula, não atendendo a suposição de que os erros possuem distribuição Normal. A rejeição da hipótese de normalidade dos resíduos não implica em inviabilização do modelo. Ela implica, por sua vez, que há a possibilidade de que o modelo estabelecido possua viés.

Análises complementares foram realizadas em contraponto ao modelo proposto. Foram reprocessadas as análises excluindo-se os *outliers*, observações cujos resíduos foram maiores que 0,35 ou menores que -0,35. O resultado desse modelo alternativo (modelo 2) não mudou a significância da variável explicativa. Além disso, foi analisada a inclusão de variáveis de controle, tornando o modelo de regressão linear múltipla. Da mesma forma, o resultado desse modelo alternativo (modelo 3) não mudou a significância da variável explicativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve o objetivo de analisar a relação de fatores contingenciais com a Gestão de Riscos Corporativos dos Fundos de Pensão brasileiros, a partir do entendimento dos profissionais de Controladoria, Contabilidade e Gestão destas entidades e do índice de solvência destas organizações.

Para tanto, foi realizado um levantamento, com a construção e aplicação de questionário. O questionário, após validação, foi respondido pelos profissionais que atuam em EFPC. Também foram coletados os balancetes contábeis das entidades. Ao total, 116 profissionais responderam ao questionário, resultando na amostra de 78 EFPC, equivalente a 27% do total de entidades em funcionamento no Brasil.

Quanto aos testes realizados quanto à confiabilidade e adequação da amostra, o coeficiente de Alfa de Cronbach resultou em 0,973, evidenciando a confiabilidade do questionário aplicado nesta pesquisa. Além disso, o teste KMO indicou a adequação do tamanho da amostra ao modelo, com medida de 0,930, acima do parâmetro de 0,700. Em complemento, o teste de esfericidade de Bartlett apresentou p-valor de 0,000, indicando que a realização da análise fatorial é apropriada. Destaca-se, por fim, a variância total explicada pelo modelo de análise fatorial, equivalente a 72,42%, indicando que os fatores explicam uma adequada razão dos dados originais.

O resultado da análise consolidou 5 fatores ao total, em aprimoramento a estrutura prevista inicialmente no questionário. O agrupamento das questões que compõe os fatores vai ao encontro as diretrizes expostas pelo referencial teórico considerado para formulação do questionário (DUNCAN, 1972; PORTER, 1994; DONALDSON, 2001; AZEVEDO; COSTA, 2010; IOPS, 2011; SILVA, 2013; DALLABONA, 2014; IBGC, 2017).

Demonstrou-se, pela amostra analisada, que não há evidências de correlação entre os fatores contingenciais tamanho e estrutura de Fundos de Pensão e sua Gestão de Riscos Corporativos. Por outro lado, por meio do teste de correlação de Pearson, há evidências de relação positiva entre a Gestão de Riscos Corporativos e os fatores estratégia, ambiente e tecnologia.

Com isso, identifica-se que quanto mais consolidada a estratégia do Fundo de Pensão, tende-se a um maior desenvolvimento da sua Gestão de Riscos, bem como quanto mais dinâmico o ambiente em que o Fundo de Pensão está inserido, seja ele econômico, político ou normativo, maior a tendência de desenvolvimento da sua Gestão de Riscos. E, também, que quanto mais apropriadas as tecnologias para as atividades da EFPC, a Gestão de Riscos praticada pela organização tende a ser mais desenvolvida.

As evidências encontradas de relação entre Gestão de Riscos e o fator contingencial ambiente corroboram com os achados da pesquisa realizada por Gordon, Loeb e Tseng (2009). A relação entre os fatores contingenciais estratégia e tecnologia com a Gestão de Riscos Corporativos vão ao encontro dos resultados de Arnold et al. (2015), que evidenciaram relação positiva entre tecnologia da informação e flexibilidade estratégica com Gestão de Riscos Corporativos.

Com base nos resultados do modelo de regressão linear desta pesquisa, pôde-se observar que há significância estatística da variável regressora FatorRisco na explicação da variável IndSolvencia. Dessa forma, pode-se constatar que a Gestão de Riscos Corporativos impacta de forma diretamente proporcional na solvência dos Fundos de Pensão do país.

Cabe destacar que os achados desta pesquisa corroboram com os achados dos estudos realizados por Gordon, Loeb e Tseng (2009), Baxter *et al.* (2013), Farrell e Gallagher (2015) e Callahan e Soileau (2017), que evidenciaram que a

Gestão de Riscos Corporativos possui relação positiva com o desempenho financeiro da organização.

Assim, essa pesquisa contribui com o desenvolvimento da concepção teórica da Gestão de Riscos Corporativos. Primeiramente, contribui na construção teórica de Gestão de Riscos Corporativos no que tange organizações sem fins lucrativos, especificamente para entidades de caráter previdenciário, visto que os estudos desenvolvidos na área de Gestão de Riscos Corporativos têm se remetido, em sua grande maioria, somente a empresas que visam lucro.

Ademais, a presente pesquisa contribui com a formação de instrumento confiável para mensuração da Gestão de Riscos Corporativos por meio da percepção dos profissionais que atuam nas entidades, que pode ser periodicamente aplicado, a fim de acompanhar o desenvolvimento da Gestão de Riscos Corporativos individualmente por EFPC e conjuntamente de todo segmento de previdência complementar, que colabora para a redução da dificuldade apontada por Baxter et al. (2013). Da mesma forma, esta pesquisa contribui com a formação de instrumento para mensuração dos fatores contingenciais Estratégia, Ambiente e Tecnologia.

Esta pesquisa contribui, ainda, com a lacuna entre as esferas teórica e prática apontada por Tavares, Pacheco e Pires (2016), de forma a somar no conhecimento teórico sobre a temática o que, por sua vez, facilita o entendimento dos gestores e a implantação dos processos e estratégias de Gestão de Riscos nas organizações.

Com base no exposto, pode-se observar a implicação desta pesquisa no segmento de previdência complementar fechada. É pertinente a orientação do órgão fiscalizador de que as entidades adotem Gestão de Riscos Corporativos, e a tendência de que esta orientação se torne normatização no segmento, visto que a adoção de Gestão de Riscos Corporativos gera impacto direto na solvência dos planos de previdência dos Fundos de Pensão do país. Assim, EFPC que ainda não adote, deve iniciar a adoção de Gestão de Riscos Corporativos, e as demais devem buscar o aperfeiçoamento e melhoria contínua de suas práticas, políticas e métodos de Gestão de Riscos Corporativos.

Para futuras pesquisas, sugere-se a análise da evolução da variável Gestão de Riscos Corporativos no tempo, e sua relação com a evolução de fatores Contingenciais em EFPC do país, buscando perceber eventuais influências do fator temporal sobre as variáveis em análise. Sugere-se, por fim, estudos que analisem o desempenho de planos de Contribuição Definida, cujo risco é assumido pelos próprios participantes dos planos, de forma que seja mensurado o impacto da Gestão de Riscos Corporativos dos Fundos de Pensão no desempenho destes planos, e por consequência, no risco assumido por seus participantes ativos e inativos.

Referências

- ARNOLD, V. *et al.* Leveraging integrated information systems to enhance strategic flexibility and performance: The enabling role of Enterprise Risk Management. *International Journal of Accounting Information Systems*, Victoria, v. 19, p. 01-16, Dec. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR – ABRAPP. *Consolidado estatístico de junho 2018*. São Paulo, 2018.
- AZEVEDO, M. C.; COSTA, H. C. Métodos para avaliação da postura estratégica. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 01-18, abr./jun. 2001.
- BAXTER, R. *et al.* Enterprise Risk Management program quality: determinants, value relevance, and the financial crisis. *Contemporary Accounting Research*, Toronto, v. 30, p. 1264-1295, Apr. 2013.
- BERNSTEIN, P. L. *Desafio aos deuses: a fascinante história do risco*. 21. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.
- BERRY-STOLZLE, T. R.; XU, J. Enterprise risk management and the cost of capital. *The Journal of Risk and Insurance*, Malvern, v. 85, n. 1, p. 159-201, 2018.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. Conselho Nacional de Previdência Complementar. *Resolução nº 30, de 10 de outubro de 2018*. Dispõe sobre as condições e os procedimentos a serem observados pelas entidades fechadas de previdência complementar [...] plano de benefícios, e dá outras providências. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Previdência Social. Secretaria de Previdência Complementar. *Instrução MPS/SPC nº 34, de 24 de setembro de 2009*. Estabelece normas específicas para os procedimentos contábeis das entidades fechadas de previdência complementar, define a forma, o meio e a periodicidade de envio das demonstrações contábeis, e dá outras providências. Brasília, 2009.
- BRASIL. Presidência da República. *Lei nº 6.435, de 15 de julho de 1977*. Dispõe sobre as entidades de previdência privada. Brasília, 1977.
- BRASIL. Presidência da República. *Lei complementar nº 109, de 29 de maio de 2001*. Dispõe sobre o Regime de Previdência Complementar e dá outras providências. Brasília, 2001.
- BRUNNER, G.; HINZ, R.; ROCHA, R. Risk-based supervision of pension funds: a review of international experience and preliminary assessment of the first outcomes. *Policy Research Working Paper*, Washington, v. 4491, p. 1-38, Jan. 2008.
- BURNS, T.; STALKER, G. M. *The management of innovation*. London: Tavistock Publications Limited, 1961.
- CADEZ, S.; GUILDING, C. An exploratory investigation of an integrated contingency model of strategic Management Accounting. *Accounting, Organizations and Society*, [S.l.], v. 33, p. 836-863, 2008.
- CADONI, M.; MELIS, R.; TRUDDA, A. Pension funds rules: paradoxes in risk control. *Finance Research Letters*, [S.l.], v. 22, p. 20-29, 2017.
- CAETANO, M. A. Economias de escala e escopo na previdência complementar fechada brasileira. *Textos para discussão – IPEA*, Rio de Janeiro, v. 1954, p. 01-62, abr. 2014.
- CALLAHAN, C.; SOILEAU, J. Does enterprise risk management enhance operating performance? *Advances in Accounting*, New York, v. 37, p. 122-139, 2017.
- CHENHALL, R. H. Management control systems design within its organizational context: findings from contingency-based research and directions for the future. *Accounting, Organizations and Society*, [S.l.], v. 28, p. 127-168, 2003.
- COELHO, N. N. A.; CAMARGOS, M. A. Fundos de pensão no Brasil: uma análise de fatores determinantes para sua expansão na perspectiva dos seus gestores. *Organizações & Sociedade*, Salvador, v. 19, n. 61, p. 277-294, abr./jun. 2012.
- COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION - COSO. *Gerenciamento de riscos na empresa – estrutura integrada: sumário executivo e estrutura e gerenciamento de riscos na empresa*. [S. l.], 2007.
- DALABONNA, L. F. *Influência de variáveis contingenciais na relação do estilo de liderança à folga organizacional em indústrias têxteis de Santa Catarina*. 2014. 419 f. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis e Administração) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Federal Regional de Blumenau, Blumenau, 2014.
- DINIZ, E. D.; MAIA, V. M.; TOMEI, P. A. Medo de errar no ambiente de trabalho de um Fundo de Pensão. *Revista Pretexto*, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 26-49, jul./set. 2017.
- DONALDSON, L. *The contingency theory of organizations*. London: Sage, 2001.
- DUNCAN, R. D. Characteristics of organizational environments and perceived environmental uncertainty. *Administrative Science Quarterly*, Nova York, v. 17, v. 3, p. 313-327, Sept. 1972.
- FARRELL, M.; GALLAGHER, R. The valuation implications of enterprise risk management maturity. *The Journal of Risk and Insurance*, Malvern, v. 82, n. 3, p. 625-657, 2015.
- FIELD, A. *Descobrendo a estatística usando o SPSS*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- GOES, W. (coord.). *Avaliação de riscos: manual de boas práticas*. São Paulo: ABRAPP/ICSS/SINDAPP, 2008.

- GORDON, L. A.; LOEB, M. P.; TSENG, C. Enterprise risk management and firm performance: a contingency perspective. *Journal of Accounting and Public Policy*, Madrid, v. 28, p. 301-327, 2009.
- GORDON, L. A.; NARAYANAN, V. K. Management accounting systems, perceived environmental uncertainty and organization structure: an empirical investigation. *Accounting, Organizations and Society*, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 33-47, 1984.
- GOSSELIN, M. Contextual factors affecting the deployment of innovative performance measurement systems. *Journal of Applied Accounting*, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 260-277, 2011.
- GOVINDARAJAN, V. Appropriateness of accounting data in performance evaluation: an empirical examination of environmental uncertainty as an intervening variable. *Accounting, Organizations and Society*, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 125-135, 1984.
- GOVINDARAJAN, V.; GUPTA, A. K. Linking control systems to business unit strategy: impact on performance. *Accounting, Organizations and Society*, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 51-66, 1985.
- GUAN, Y.; LUI, D. The effect of regulations on pension risk shifting: evidence from the US and Europe. *Journal of Business Finance & Accounting*, London, v. 43, n5, p. 765-799, May/June 2016.
- GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.
- HAINAUT, D. Impulse control of pension fund contributions, in a regime switching economy. *European Journal of Operational Research*, Poznan, v. 239, p. 810-819, 2014.
- HAIR, J. F. *et al. Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HAIR, J. F. *et al. Fundamentos de pesquisa de marketing*. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- HALDMA, T.; LÄÄTS, K. Contingencies influencing the management accounting practices of Estonian manufacturing companies. *Management Accounting Research*, London, v. 13, p. 379-400, 2002.
- INTERNATIONAL ORGANISATION OF PENSION SUPERVISORS - IOPS. *OECD/IOPS Good practices for pension funds' risk management systems*. Paris, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA – IBGC. *Gerenciamento de riscos corporativos: evolução em governança e estratégia*. São Paulo: IBGC, 2017.
- ISO. International Organization for Standardization. *ISO 31000:2009*. Genebra, 2009.
- JOKIPII, A. Determinants and consequences of internal control in firms: a contingency theory based analysis. *Journal of Management and Governance*, Bologna, v. 14, n. 2, p. 115-144, 2010.
- LAVINAS, L.; ARAÚJO, E. Reforma da previdência e regime complementar. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 615-635, jul./set. 2017.
- LIMA, L. C. *et al.* Práticas de governança corporativa adotadas e divulgadas pelos fundos de pensão brasileiros. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, Florianópolis, v. 12, n. 27, p. 03-26, set./dez. 2015.
- LOBOS, J. Tecnologia e estrutura organizacional: Formulação de hipóteses para pesquisa comparativa. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 07-16, mar./abr. 1976.
- MACHADO, C. G. *et al.* Framing maturity based on sustainable operations management principles. *International Journal of Production Economics*, München, v. 190, p. 03-21, 2017.
- MADUREIRA, G. L. M.; MÉXAS, M. P.; DRUMOND, G. M. Análise da adesão à Previdência Privada como complemento à aposentadoria do trabalhador brasileiro. *Sustainable Business International Journal*, Niterói, v. 65, p. 01-27, set. 2016.
- MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MOHAMMED, H. K.; KNAPKOVA, A. The impact of total risk management on company's performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, [S.l.], v. 220, p. 271-277, May 2016.
- OLIVA, F. L. A maturity model for enterprise risk management. *International Journal of Production Economics*, München, v. 173, p. 66-79, Mar. 2016.
- OTLEY, D. T. The Contingency Theory of Management Accounting: achievement and prognosis. *Accounting, Organizations and Society*, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 413-428, 1980.
- PAAPE, L.; SPEKLÉ, R. F. The adoption and design of enterprise risk management practices: an empirical study. *European Accounting Review*, Brussels, v. 21, p. 533-564, 2012.
- PEREIRA, A. N.; BULLERJAHN, I. A participação dos investimentos em renda variável da Fundação Petrobras De Seguridade Social – Petros – não se alterou no cenário de queda de taxa de juros? *Revista Eletrônica Estácio Papirus*, São José, v. 2, n. 2, p. 202-224, jul./dez. 2015.
- PORTER, M. E. *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. In: BEUREN, I. M. (org.). *Como elaborar trabalhos monográficos em Contabilidade: teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014. p. 76-97.
- RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SIEVÄNEN, R.; RITA, H.; SCHOLTENS, B. European Pension Funds and Sustainable Development: Trade-Offs between Finance and Responsibility. *Business Strategy and the Environment*, Sydney, v. 26, n.7, p. 912-926, 2017.

- SILVA, M. Z. *Gerenciamento de riscos corporativos sob o enfoque da teoria contingencial: estudo de caso em uma organização hospitalar*. 2013. 285 f. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis e Administração) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Federal Regional de Blumenau, Blumenau, 2013.
- SOUZA, H. C. *et al.* Avaliação do impacto de alterações na marcação de papéis de Renda Fixa para um Fundo de Pensão mineiro. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 484-504, jan./jul. 2015.
- SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR - PREVIC. *Guia Previc: melhores práticas em fundos de pensão*. Brasília, 2010.
- SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR - PREVIC. *Portaria nº 536, de 19 de maio de 2017*. Dispõe sobre a Política de Gestão de Riscos da Superintendência Nacional de Previdência Complementar - Previc e a criação do Comitê de Gestão de Riscos e Controles Internos. Brasília, 2017.
- SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR - PREVIC. *Cadastro de entidades e planos (Cadprevic)*. Brasília, 2018a.
- SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR - PREVIC. *Instrução nº 11, de 3 de dezembro de 2018*. Altera a Instrução MPS/SPC nº 34, de 24 de setembro de 2009 e dá outras providências. Brasília, 2018b.
- TAVARES, F. O.; PACHECO, L.; PIRES, M. R. Gestão do Risco nas “PME de Excelência” Portuguesas. *Tourism & Management Studies*, Faro, v. 12, p. 135-144, 2016.
- THOMAS, A. P. Towards a contingency theory of enterprise financial reporting systems. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Bingley, v. 4, n. 4, p. 40-57, 1991.
- THOMPSON, J. D.; BATES, F. L. Technology, Organization, and Administration. *Administrative Science Quarterly*, New York, v. 2, n. 3, p. 325-343, 1957.
- TRAJANO, B. B. *et al.* Gestão Estratégica de Custos em uma Entidade Fechada de Previdência Complementar. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 62-77, abr./jun. 2018.
- VILANOVA, W. *Matemática atuarial*. São Paulo: Pioneira, 1960.
- WU, D.; OLSON, D. L.; DOLGUI, A. Decision making in enterprise risk management: a review and introduction to special issue. *Omega*, Philadelphia, v. 57, p. 1-4, 2015.
- ZEMIACKI, J. *Educação Financeira: uma metodologia de pesquisa amostral para aferição de indicadores em Fundos De Pensão*. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

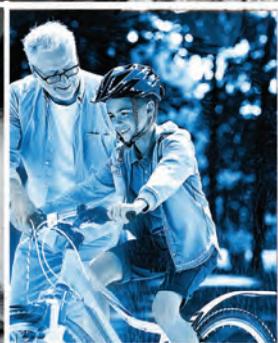


SAVE THE
DATE

26 e 27 de agosto de 2020
13º Congresso Brasileiro de Atuária
São Paulo | SP



www.atuarios.org.br



VIVER MAIS E MELHOR

**VIVA TRANQUILO HOJE
E DEIXE SEU
FUTURO COM A GENTE.**

**Conheça o nosso
Instituto de Longevidade:**

institutomongeralaegon.org

 0800 888 3223

 mongeralaegon.com.br

 /MongeralAegon

Acreditamos que todos devem ter essa oportunidade. Por isso, com soluções modernas, completas e flexíveis, buscamos atender às necessidades de proteção financeira das pessoas e estar ao seu lado ao longo de toda a vida como referência de credibilidade e solidez.

Afinal, somos a seguradora mais longeva do país, pioneira em previdência, e fazemos parte de um dos 10 maiores grupos de seguros e previdência do mundo.

MONGERAL AEGON
SEGUROS E PREVIDÊNCIA