

# REVISTA BRASILEIRA DE ATUÁRIA

Ano I  
Número 1  
2017

IAA, Conexão  
Internacional  
das Associações  
Atuariais



## A REVOLUÇÃO DO BIG DATA

Os profissionais da atuária e o desafio de entender um instrumento para o mundo atual



A **Trilha de Atuária** visa suprir a demanda dos profissionais que queiram adquirir visão geral e abrangente da Previdência Complementar Fechada na área Atuarial, trazendo desde conceitos básicos sobre a Matemática Financeira, até módulos avançados com Enfoque Estratégico e de Gestão.



**DESCOMPLICANDO A MATEMÁTICA FINANCEIRA  
PARA AS EFPC - COM HP12C**  
I – FUNDAMENTOS



**FUNDAMENTOS ATUARIAIS EM  
PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR**  
I – FUNDAMENTOS

TAMBÉM  
NA OPÇÃO  
ON-LINE



**DESENHO, FINANCIAMENTO E AVALIAÇÃO  
DE PLANOS DE BENEFÍCIOS**  
II – CONCEITOS E HABILIDADES



**ESTRATÉGIAS PREVIDENCIAIS**  
III – ESTRATÉGIA E GESTÃO



**GESTÃO DO RISCO ATUARIAL: FORMAS DE  
CONTROLAR E MITIGAR**  
III – ESTRATÉGIA E GESTÃO

**Confira esses e outros cursos em:**



[www.uniabrapp.org.br](http://www.uniabrapp.org.br)



[facebook.com/uniabrapp](https://facebook.com/uniabrapp)

**UniAbrapp**

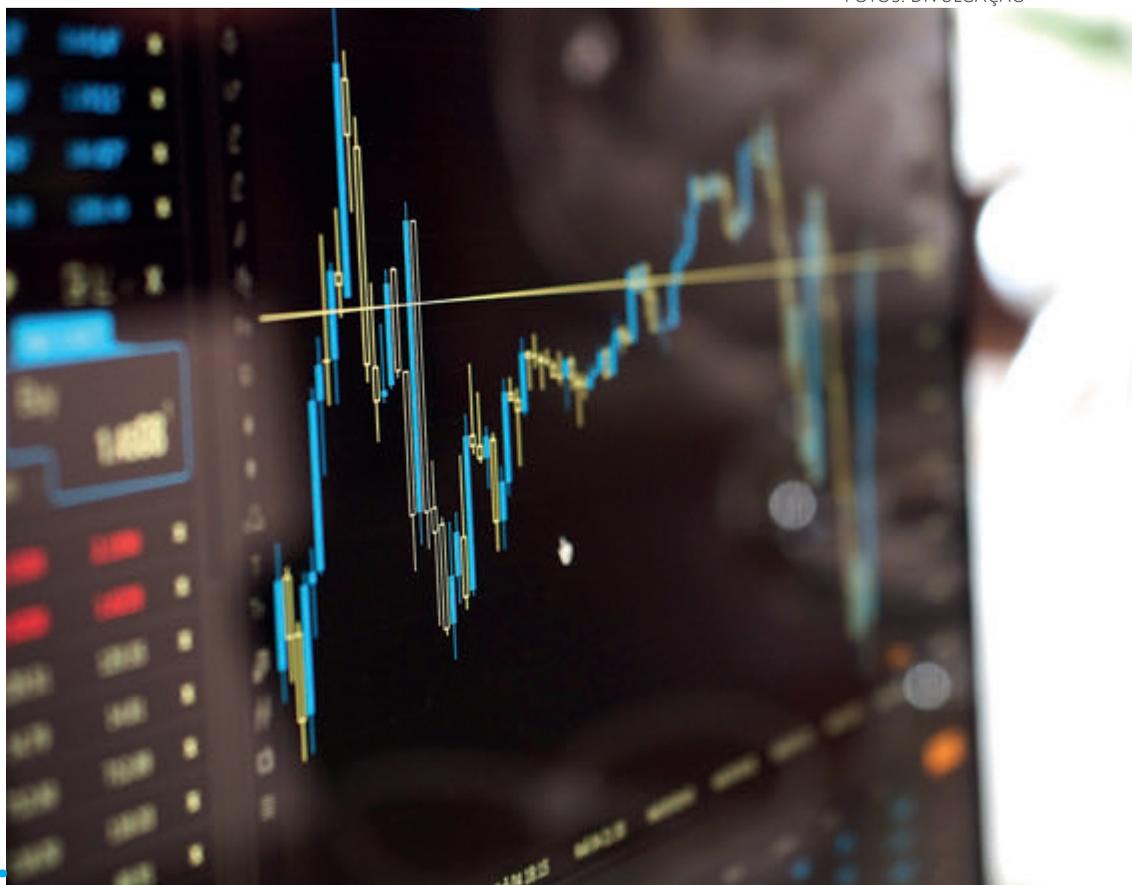
*É diferente!*

# Índice

FOTOS: DIVULGAÇÃO

## 36

O Big Data, sua relevância para o trabalho dos atuários e o quanto este instrumento pode ser útil para ações empresariais são o tema da matéria de capa



*O Big Data, sua relevância para o trabalho dos atuários e o quanto este instrumento pode ser útil para ações empresariais são o tema da matéria de capa*

*Nas próximas páginas, você acompanha o primeiro informativo do Instituto Brasileiro de Atuária neste formato – já que o anterior foi publicado em 1941, ainda no Governo do presidente Getúlio Vargas, antes mesmo da fundação do IBA, em 1944.*

*Em mais de 70 anos de história, muita coisa mudou no IBA. Com exceção da essência do Instituto, que é promover o fomento das Ciências Atuariais.*

*A Revista Brasileira de Atuária representa a materialização deste trabalho. Um veículo com perfil amplo, com espaço para artigos científicos, bem como matérias de relevância e artigos opinativos de reconhecidas personalidades do mercado atuarial.*

Expediente.....	4
Editorial .....	5
Os Novos Paradigmas para o Mercado de Previdência Complementar Fechada.....	6
Os Desafios do Atuário do Setor de Seguros .....	18
A Responsabilidade Previdenciária nos RPPS.....	22
IAA, Conexão Internacional das Associações Atuariais.....	28
A Nova Revolução com o Big Data.....	36
Artigos Científicos.....	49
Simulador capital: uma interface gráfica para análise de solvência atuarial e projeção de requerimento de capital.....	50
Extra Coverage <i>Necessário</i> A regulatory impact assessment on Brazilian individual health plans.....	76

# Expediente

## Diretoria

### **PRESIDENTE – EM EXERCÍCIO (\*)**

Luciana da Silva Bastos - MIBA 1064

### **VICE-PRESIDENTE – EM EXERCÍCIO (\*)**

José Roberto Santos Montello - MIBA 426

### **DIRETOR DE SEGUROS, CAPITALIZAÇÃO, PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR ABERTA**

*Titular*

Eder G. Aguiar de Oliveira MIBA 630

*Suplente*

Leticia de Oliveira Doherty - MIBA 950

### **DIRETOR DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR FECHADA**

*Titular*

José Roberto Santos Montello - MIBA 426

*Suplente*

Natasha Ayres - MIBA 930

### **DIRETOR DE SAÚDE**

*Titular*

Heitor Rigueira - MIBA 380

*Suplente*

Marcos Barretto - MIBA 1202

### **DIRETOR SECRETÁRIO**

*Titular*

Fabio Garrido Leal Martins – MIBA 1243

*Suplente*

Rafael Marconi Rodrigues - MIBA 1779

### **DIRETOR TESOUREIRO**

*Titular*

Raphael Bosco Teixeira Montello - MIBA 2031

*Suplente*

Wilma Gomes Torres - MIBA 539

### **DIRETOR DE PUBLICAÇÃO**

*Titular*

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

*Suplente*

Paulo Roberto da Rosa (GURI) - MIBA 747

---

### **JORNALISTA RESPONSÁVEL**

André Carvalho - MTb 20.250

### **PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

Lionel Mota

### **REVISÃO**

Carla Peixoto - MTb 21.072

---

(\*) Em função do Presidente Flávio Vieira Machado da Cunha Castro estar licenciado temporariamente da Presidência, Luciana Bastos assumiu a Presidência e José Roberto Santos Montello - Diretor de Previdência Complementar Fechada foi indicado para assumir a Vice-Presidência, enquanto durar o período de licença do Presidente do IBA.

---

### **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](http://www.atuarios.org.br)

**E-mail:** [iba@atuarios.org.br](mailto:iba@atuarios.org.br)

**Mídias Sociais:** YouTube e LinkedIn - IBA - Instituto Brasileiro de Atuária

---

**TIRAGEM:** 2.000 exemplares

---



## Tempo de mudanças

A ideia da Revista Brasileira de Atuária tem sido amadurecida no IBA ao longo de várias gestões nestes últimos 10 anos. A primeira vez de um trabalho novo é sempre recheado de dúvidas e expectativas. E o lançamento da primeira publicação na nossa área não poderia ser diferente.

Muitas ideias foram discutidas e amadurecidas até chegarmos neste formato que você, leitor, poderá conhecer nas próximas páginas. Uma revista acadêmica ou de mercado? Os artigos seriam exclusivamente de atuários? Teríamos anunciantes? Enfim, uma série de questões foram decididas pela Comissão de Comunicação do IBA, formada por quatro diretores, contando com uma assessoria jornalística e algumas sugestões dadas por mim.

Tenho certeza de que este é um marco para o IBA, além de diversas ações que estão sendo realizadas ao longo dos últimos anos, tais como: oferecimento de cursos com foco em educação continuada e transmissão simultânea online; publicação de pronunciamentos técnicos através do CPA e o novo site do Instituto.

Ressalto ainda a realização do congresso com periodicidade bianual (o próximo será no segundo semestre de 2018 no Rio de Janeiro); reforma da sede; maior proximidade das universidades: reconhecimento pela Society of Actuaries (SOA) e pela Casualty Actuarial Society (CAS) para os atuários brasileiros serem dispensados de algumas provas conforme critérios específicos; criação do prêmio Ricardo Frischtak (cujo artigo vencedor de 2016 encontra-se publicado aqui); dentre outras ações em benefício dos associados do IBA.

Desejo uma ótima leitura e que o primeiro número deste periódico desperte o interesse dos colegas de profissão para o desenvolvimento das Ciências Atuariais nas próximas publicações!

“

*Tenho certeza de que este é um marco para o IBA, além de diversas ações que estão sendo realizadas ao longo dos últimos anos, tais como: oferecimento de cursos com foco em educação continuada e transmissão simultânea online; publicação de pronunciamentos técnicos através do CPA e o novo site do Instituto.*

”

**Luciana Bastos**  
*Presidente em exercício do IBA*



# OS NOVOS PARADIGMAS PARA O MERCADO DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR FECHADA

A reforma da Previdência, as mudanças na relação trabalhista e as limitações dos atuais modelos de planos de aposentadoria impõem a necessidade de criação de novos padrões



**EVANDRO LUIS DE OLIVEIRA**

ATUÁRIO E HEAD  
DA ÁREA DE  
PREVIDÊNCIA DA  
WILLIS TOWERS  
WATSON NO BRASIL

Quando os primeiros planos de aposentadoria surgiram, no início do século passado, eles foram constituídos como uma maneira de atração e retenção de funcionários pelas empresas. Os valores de benefícios estavam vinculados ao tempo de permanência na empresa e variavam de 1% a 2,5% por ano de serviço trabalhado na organização.

Este modelo permitia que uma pessoa que ficasse 30 anos na empresa se aposentasse com um benefício por volta de 70% do seu salário. Naquela época não existiam benefícios

providos por programas assistenciais governamentais.

É importante perceber que o modelo de previdência não foi construído pensando na necessidade dos indivíduos, e sim na capacidade financeira das organizações, buscando oferecer uma aposentadoria para as pessoas que, via de regra, saíam das empresas desamparadas de programas assistenciais públicos.

Na década de 1970, surgiram os primeiros planos de previdência complementar no Brasil, oferecidos por empresas privadas, nos moldes dos planos de aposentadoria no exterior. A princípio, o benefício era equivalente a 100% do salário do trabalhador, limitado até três tetos do INSS, ou seja, um tanto alto comparado à prática de mercado internacional.

No decorrer do tempo, com a redução do valor do Teto de Benefícios do INSS, o nível de reposição passou para 70% do salário e, posteriormente, de maneira a considerar a acumulação de recursos no FGTS, para 60% do salário – incluindo o benefício teórico da Previdência Social.



Com o passar dos anos, principalmente em função da adoção das regras impostas pelo FAS87 nos Estados Unidos e pelo IAS19 na Europa, as empresas passaram a trocar os planos de Benefício Definido por planos de Contribuição Definida. Essa estratégia acarretará, no futuro, a extinção dos planos de Benefício Definido.

A aplicação das regras contábeis requeridas tanto pelo FAS87, quanto pelo IAS19, gera impactos econômicos significativos para as empresas, muitas vezes trazendo volatilidade excessiva nos números e eventualmente comprometendo os resultados apresentados em suas Demonstrações Financeiras.

Hoje, devido a uma pressão por redução de custos nas empresas, o nível de reposição almejado pelos novos planos de Contribuições Definidas é da ordem de 50% do salário antes da aposentadoria, já considerando o INSS.

Se considerarmos o cenário econômico atual com o modelo

do plano de contribuição definida praticado, aliado à forma com que o brasileiro se relaciona com o planejamento para a aposentadoria, existe uma grande probabilidade de o benefício não propiciar níveis adequados de renda aos participantes, por alguns motivos:

Muitos participantes acreditam que os benefícios oferecidos pelos planos de previdência serão suficientes para que eles possam se aposentar com patamares de renda compatíveis com suas necessidades;

A maioria dos indivíduos que possui um plano de previdência complementar enxergam os recursos acumulados apenas como um saldo de conta, um patrimônio, e não como renda mensal para a fase pós-laboral;

A educação financeira e previdenciária ainda não é incorporada totalmente na nossa cultura, prejudicando o planejamento do indivíduo em relação a seus projetos futuros e no nível de renda necessário para realizar tais objetivos;

As contribuições são realizadas

com base na disponibilidade atual de recursos e não na necessidade do indivíduo após a aposentadoria. Se houver algum desvio de rota durante a acumulação e no pagamento das rendas, por exemplo, raramente o impacto no rendimento futuro é analisado e, conseqüentemente, os objetivos são comprometidos;

As contribuições básicas são limitadas a percentuais determinados pela regra de cada plano e, devido a diversos fatores na vida laborativa, podem não ser suficientes para atingir a renda mensal futura desejada. Em contrapartida, não é dada a devida importância às outras formas de contribuições permitidas nas regras dos planos, tanto pelos fundos de pensão, quanto pelos participantes;

Os investimentos dos recursos são realizados com o objetivo de maximizar a rentabilidade, ajustando a tolerância ao risco financeiro do indivíduo e não ao nível de risco de obter ou não determinada renda na aposentadoria.

É preciso repensar a previdência complementar. Propor novas soluções que levem em consideração as características e necessidades de cada indivíduo e a possibilidade de autogerenciamento atrelada à educação financeira e previdenciária contínua.

Nas próximas linhas deste artigo, relato o cenário da previdência complementar no país e proponho a adoção de novas medidas que irão render bons frutos para o mercado.

Esta é uma releitura do artigo, escrito por mim, para a revista Harvard Business Review Brasil, de

agosto de 2014. Uma oportunidade de ampliar a discussão sobre os atuais planos de previdência complementar e possibilidades para o futuro.

## **CENÁRIO DOS PLANOS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR NO BRASIL**

Uma recente pesquisa realizada pela Willis Towers Watson com 88 empresas, mostrou que 76% oferecem plano de aposentadoria para os funcionários. Destes planos, 95% funcionam na modalidade de contribuição definida/variável e apenas 5% são de benefício definido.

Os planos no formato de contribuição definida têm sua construção com base em um determinado nível de reposição de renda na aposentadoria, no qual empresa (com percentual médio de match em 110% sobre a contribuição do funcionário) e empregado (com percentual médio de contribuição de 6,5% do salário) contribuem para a acumulação do benefício.

Estes planos normalmente possibilitam que os participantes realizem contribuições adicionais para aumentar sua renda na aposentadoria, o que poucos fazem por desconhecerem o valor necessário dessa renda futura.

O participante pode acompanhar o valor do seu ativo financeiro, porém não tem a visão de quanto este ativo representa do patamar de renda almejado na aposentadoria.

A questão é que, quando estes planos foram construídos, na década de 80, utilizavam hipóteses baseadas nas expectativas de retorno financeiro vigentes na época. Atualmente, o



*Oferecer perfis de investimentos para os participantes é dividir a responsabilidade do risco. O problema é que grande parte dos indivíduos são avessos a tomar decisão, não analisam os prós e os contras, e acabam optando por alternativas que não necessariamente irão contribuir para a maximização da sua renda na aposentadoria.*



cenário econômico é diferente, porém os desenhos destes planos não foram revistos para se adequarem a esta nova realidade. Assim, mesmo aqueles participantes que contribuem com o valor máximo permitido pelas regras, podem não alcançar os patamares projetados.

Quando se fala da forma de pagamento do benefício, o assunto fica ainda mais complexo. A renda oferecida pelos planos atuais de previdência complementar fechado é calculada pelo formato de contribuição definida, que não necessariamente atende às necessidades de fluxo de caixa dos indivíduos.

## **INVESTIMENTOS**

A gestão dos ativos investidos busca maximizar o crescimento do capital. Os PGBLs, por exemplo, oferecem perfis de investimento e limitam a 3 ou 4 portfólios que se diferem na concentração de investimentos em renda variável.

Alguns planos de contribuição

definida disponibilizam diferentes perfis de investimentos para os participantes, mas ainda não é regra no mercado. Ainda assim, são poucas as opções de perfis e não há, na maioria dos casos, diversificação de classes de ativos, oferecendo limites entre renda fixa (grande parte) e renda variável.

Oferecer perfis de investimentos para os participantes é dividir a responsabilidade do risco. O problema é que grande parte dos indivíduos são avessos a tomar decisão, não analisam os prós e os contras, e acabam optando por alternativas que não necessariamente irão contribuir para a maximização da sua renda na aposentadoria. Mesmo tratando-se de um investimento de longo prazo, os participantes apresentam baixa atração pelos perfis com mais ricos.

Ainda existem planos que trazem o formato “**Perfil Ciclo de Vida**”, que apesar de ainda ser pouco utilizado pelas entidades fechadas de previdência complementar, vem se tornando uma tendência no médio prazo. Esta alternativa diminui a exposição em renda variável ao longo dos anos, de forma que na proximidade da aposentadoria, os recursos estejam investidos apenas em títulos de renda fixa, o que na realidade brasileira, pode ser um contrassenso.

A idade típica de aposentadoria no Brasil é próxima aos 55 anos, bastante inferior às idades tipicamente verificadas em países mais desenvolvidos. No Brasil as rendas são pagas no formato CD, onde eventuais perdas nos investimentos podem ser

recuperadas nos próximos anos.

Neste contexto, sair totalmente do risco da renda variável nas idades iniciais de aposentadoria (55 anos) pode comprometer a longevidade da renda oferecida pelo plano. A situação seria diferente caso as pessoas se aposentassem aos 65 anos e convertessem seu saldo de conta em uma renda vitalícia, situação onde perdas financeiras próximas da idade da aposentadoria não seriam recuperadas.

### UMA ESTRATÉGIA DE INVESTIMENTO COM FOCO NA RENDA

A estratégia de imunização das rendas vitalícias com base em títulos do governo é amplamente realizada no Brasil.

A expansão desta alternativa para os planos de contribuição definida encontra sua maior barreira no hábito do brasileiro de resgatar seus recursos o mais rápido possível. Esta realidade obriga que os títulos de longo prazo sejam marcados a valor de mercado, o que pode trazer uma volatilidade acima da desejada para estes benefícios.

Esta seria a solução ideal para oferecer rendas constantes para os aposentados, uma vez que estes títulos já são indexados pela inflação e apresentam boa rentabilidade a um risco baixo quando comparado a outras modalidades de investimentos.

### INVESTIMENTO COM FOCO NO NÍVEL DE RENDA

Apesar das limitações, o conceito de uma estratégia de investimento com foco no nível de renda é totalmente pertinente.

Outra necessidade é a de ajustar a métrica para o risco, que ao invés de ser medido pela volatilidade do investimento passa a ser mensurado pela volatilidade da renda na aposentadoria. **De outra forma, é necessário levar em conta a probabilidade de sua renda ser menor do que você estima receber ou de não ser suficiente.** Além disso, este risco precisa respeitar diferentes patamares de necessidade; o risco de não ter recursos para uma alimentação adequada ou para medicamentos de uso continuado é totalmente diferente do risco de não ter dinheiro para uma viagem de final de ano.

Para cada patamar de risco é preciso uma estratégia financeira diferente, tendo como balizadores a volatilidade daquela renda e sua perenidade.

### DIÁLOGO SOBRE PREVIDÊNCIA

De fato, não temos uma educação financeira e previdenciária totalmente efetiva e inserida no nosso cotidiano. Apesar de crescente, os números de fundos de pensão que desenvolvem programas voltados para conscientizar seus participantes ainda são baixos.

O diálogo sobre previdência está em um estágio cujo objetivo é familiarizar os participantes com o funcionamento dos planos, como as regras de tributação, regras de contribuição, riscos de mercado e ações, benefícios oferecidos e institutos obrigatórios no desligamento.

Essas informações são importantes, mas **nosso desafio é estimular os participantes a planejar a aposentadoria, pensando em quanto**

**precisarão ter de renda mensal**, além da necessidade de se informar, cada vez mais, sobre a situação econômica do país e o impacto deste fator no acúmulo de sua reserva individual

Quando há registros de rentabilidade abaixo da inflação, por exemplo, a maioria das pessoas não entende a razão disso e, geralmente, pontuam uma má administração do plano por parte da entidade, por exemplo. Fica evidente que não têm conhecimento do cenário econômico e não tiveram um programa de educação financeira adequado.

Outro exemplo de uma comunicação não efetiva é sobre a oferta de alternativas de investimentos. A conversa fica atrelada apenas ao risco, se limitando ao percentual de renda fixa e renda variável, que já é suficiente para o silêncio. Perguntas como *“Qual valor será necessário para minha aposentadoria?”* e *“Com quais fatores eu preciso me preocupar para conseguir a renda desejada?”* devem ser respondidas pelos participantes para que tenham condições da escolha correta de um perfil.

A abertura econômica permitiu a oferta de facilidades de compra, incentivando ainda mais o imediatismo, e este fator compete diretamente com a previdência. O indivíduo não consegue enxergar a real importância da previdência e em uma primeira oportunidade deixa de lado a acumulação de reservas e o planejamento para a aposentadoria.

O diálogo sobre previdência deve ser bidirecional: **além de informar, deve educar, transformar e escutar** o participante.

Cabe aos fundos de pensão alinhar

estes quatro princípios, mantendo a objetividade e simplicidade em suas comunicações, tendo em mente determinados indicadores que colaboram para uma melhor efetividade:

#### **\* SEGMENTAÇÃO DO PÚBLICO**

Saber com quem você quer falar é o primeiro passo. Identificar as principais características dos participantes é fundamental. Endereçar esta comunicação para as diferentes gerações que convivem no ambiente organizacional também é preciso. O apelo para aqueles que acabam de aderir ao plano de previdência não pode ser o mesmo para aqueles que estão a cinco anos de se aposentar, por exemplo.

Ao conhecer o participante, é possível saber o nível de conhecimento que o indivíduo possui e quais canais de comunicação ele consome, fatores que fazem a diferença para melhor alcance da mensagem transmitida.

Neste contexto, é preciso analisar a vivência de cada grupo de indivíduos e estabelecer estratégias de comunicação e discursos diferenciados.

#### **\* INFORMAÇÃO QUE REALMENTE IMPORTA**

Tomar decisão é algo difícil no cenário de previdência e a falta de conhecimento colabora ainda mais para a inércia. Por outro lado, transmitir uma enxurrada de regras, números e conceitos pode não ser o melhor caminho a seguir. É preciso fazer uma reflexão e analisar quais informações devem ser disponibilizadas ao participante no seu momento de tomada de decisão.

## \* TECNOLOGIA

A tecnologia deve ser utilizada a nosso favor. Alinhar a comunicação com ferramentas de simples utilização – como simuladores e vídeos – ajudam a criar e manter o interesse do participante em questões outrora complexas e distantes.

## REFLEXÃO SOBRE O ENVOLVIMENTO DO INDIVÍDUO

Após considerar o cenário da previdência complementar, as questões culturais e comportamentais e o patamar que se encontra a educação financeira e previdenciária no Brasil, é evidente que é esperar demais que os participantes de planos de aposentadoria planejem ativamente a construção de sua fonte de renda sustentável para o momento que deixarem de trabalhar.

A reflexão que venho defendendo e trabalhando para a previdência complementar no país é um modelo de plano autoajustável que, de forma pró-ativa, interaja com o participante ajustando os níveis de contribuição, a alocação de investimentos e forma de pagamento das rendas mensais de maneira a maximizar o patamar de renda almejado por todo o período de vida do indivíduo.

A ideia é um modelo de **plano de contribuição definida com renda monitorada**. Uma solução compatível com a evolução das relações trabalhistas, que auxilia o indivíduo a determinar o valor de sua aposentadoria, baseado em patamares de padrão de vida compatíveis com seus níveis de consumo projetados.

Mas tudo isso precisa ser feito



*Quando há registros de rentabilidade abaixo da inflação, por exemplo, a maioria das pessoas não entende a razão disso e, geralmente, pontuam uma má administração do plano por parte da entidade, por exemplo.*



de forma dinâmica, seguindo a evolução da vida do participante. O padrão de vida e os hábitos de consumo se alteram muito entre o momento que começamos a trabalhar e a data que nos aposentamos. Além do desenvolvimento da educação financeira e previdenciária contínua, a comunicação de simples compreensão e a utilização de sistemas inteligentes se fazem necessárias para facilitar esta relação.

O desenvolvimento de carreira e da forma de trabalho, bem como a evolução salarial e as decisões que tomamos ao longo da vida, tais como filhos, casamentos, divórcios, condições de saúde e nosso ciclo de convívio social determinam nossa necessidade de gastos e, conseqüentemente, a necessidade de renda na aposentadoria.

Ao longo desse percurso, certamente, uma das preocupações que não está na cabeça dos indivíduos é como rebalancear suas contribuições e alocação de investimentos para obter uma renda de aposentadoria adequada. É muito comum que os executivos brasileiros comecem a se

preocupar em entender seu plano de aposentadoria próximo dos 50 anos de idade, o que pode ser muito tarde.

Aqueles indivíduos que em algum momento dedicaram tempo para planejar sua aposentadoria, determinaram uma contribuição para o plano de previdência e um perfil de investimento e, provavelmente, não revalidaram as premissas frente à evolução de suas necessidades.

Se tomarmos por base que os desenhos de planos almejam reposição de renda de 50% a 60% na aposentadoria, na melhor das hipóteses, este indivíduo que diligentemente aderiu a um plano de aposentadoria, está fadado a cortar seus gastos pela metade quando se aposentar. Parece-me que este não é o objetivo de alguém que lutou a vida toda para obter um determinado padrão sócio econômico.

Uma característica técnica dos planos de contribuição definida que passa despercebida aos indivíduos é que este plano vai acumular reservas equivalentes ao padrão de remuneração médio do período em que a poupança foi realizada.

Imagine um participante que realiza contribuições de “X%” de sua remuneração bruta recebendo uma contribuição de mesmo valor de seu empregador. No momento da aposentadoria este indivíduo terá efetuado contribuições sobre diferentes patamares de remuneração, do momento em que era “*Trainee*” até o patamar de remuneração que alcançou antes de se aposentar.

Esta característica dos planos CD torna estes modelos adequados para aqueles empregados que não

tiveram grandes evoluções salariais ao longo da carreira. Para os indivíduos que evoluíram significativamente na organização, as reservas que irão se acumular na aposentadoria não guardarão a mesma relação de 50% ou 60% com seu salário na aposentadoria. Esse fato se agrava quando as evoluções mais relevantes ocorrem nos últimos 10 anos da carreira.

O modelo captura estas evoluções conjunturais de forma automática e ajusta as contribuições do participante de forma a manter alta a probabilidade de atingir a renda esperada na aposentadoria. Quando a mudança é estrutural (numa mudança significativa de patamar de renda por exemplo) o modelo, de forma proativa, indica que o planejamento em curso não está adequado e sugere uma nova estratégia.

Neste modelo, o primeiro passo é conhecer suas necessidades de renda na aposentadoria para, então, determinar o patamar de contribuições requeridas e a exposição aos riscos de investimentos compatível com a maximização da renda na aposentadoria.

No modelo, sugiro três diferentes níveis de renda no momento de aposentadoria, os quais apelidei de **“Renda para manutenção da dignidade”**, **“Renda para**



**propiciar conforto” e de “Renda para a manutenção do padrão de vida”.**

Estes níveis de renda precisam ser ajustados para a realidade na aposentadoria em que alguns gastos deixarão de existir (como, por exemplo, de alimentação fora de casa, vestuário, custos de deslocamento e reciclagem profissional) e outros passarão a fazer parte do orçamento familiar (em que, certamente, o custo com o plano de saúde poderá consumir toda esta redução de gastos).

Devem ser considerados nesta equação que os filhos têm demorado mais para sair de casa e que os investimentos necessários em educação para entrar de forma competitiva no mercado de trabalho são crescentes.

Será que pensar em níveis de reposição de renda na aposentadoria na ordem de 60% de seu último salário será suficiente? Certamente no início da fase de aposentadoria não, mas talvez quando você tiver superado os 70 anos de idade este percentual passe a fazer sentido.

Voltando ao assunto das rendas, cada uma delas requer uma estratégia diferente de acumulação e investimento dos recursos financeiros, conforme apresento a seguir:

### **CATEGORIA 1 - RENDA PARA APOSENTADORIA COM DIGNIDADE**

Este é o patamar de renda que devemos assegurar que estará disponível por todo o período de aposentadoria.

Nela encontram-se as despesas básicas com alimentação, vestuário, moradia e saúde. Não falamos aqui das indulgências, apenas do básico como o arroz com feijão, sua moradia principal e um plano de saúde padrão enfermaria. É algo que, caso falte, você precisará de ajuda de amigos, familiares ou de programas de assistência do governo.



Os investimentos desta categoria devem ser aqueles que tragam a menor volatilidade possível na renda e que mantenham a existência destes recursos por período superior à sua expectativa de vida. Lembre-se que, num plano de contribuição definida, se você viver mais que a expectativa de vida média, o custo adicional será seu.

## **CATEGORIA 2 – RENDA PARA APOSENTADORIA COM CONFORTO**

Aqui é o espaço para os itens de conforto aos quais nos acostumamos. Opções para uma alimentação saudável, um plano de saúde com padrão de acomodação melhor, lazer e vestuário mais elaborado.

Os investimentos aqui podem apresentar um nível de risco maior de forma a maximizar a probabilidade de alcançarmos e mantermos este patamar. A decisão por maiores contribuições também pode ser vista como algo opcional, uma vez que temos que decidir entre consumir agora ou guardar recursos financeiros para consumir na aposentadoria. Ou seja, o ajuste nas contribuições não é “mandatório” e sim recomendável. A decisão do participante passa por diminuir um pouco o padrão de vida atual para garantir um patamar de conforto mínimo no momento da aposentadoria.

## **CATEGORIA 3 – RENDA PARA MANUTENÇÃO DO PADRÃO DE VIDA**

Finalmente chegamos no sonho de consumo, manter a forma

como vivemos após deixarmos de trabalhar. Neste patamar de renda incluímos os gastos com viagens, restaurantes, troca do carro e a manutenção da casa da praia, por exemplo.

O ajuste do nível de contribuição para alcançar este objetivo concorrerá com as decisões relacionados ao padrão de vida familiar, em que viagens, presentes e artigos de luxo pode ser a fonte de recursos para a acumulação destas reservas para a aposentadoria.

O risco ajustado desses investimentos tem característica própria, uma vez que a volatilidade dessa renda na aposentadoria não compromete os níveis de conforto do participante, e podem contribuir para que a probabilidade de atingir este patamar de renda seja maior.

Como pode-se perceber, a engenharia financeira e atuarial por trás deste modelo é sofisticada, mas a interface com o participante pode ser extremamente simples e intuitiva. O participante precisa deter um patamar mínimo de conhecimento do funcionamento de um plano de aposentadoria para compreender as recomendações de ação que irá receber.

Neste modelo, que pode ser a base para a criação da nova geração de planos de contribuição definida, o maior desafio não é operacional, mas sim de construir na população uma consciência previdenciária. Sem esta consciência, nem mesmo o sistema mais intuitivo de gestão de recursos para aposentadoria trará os resultados esperados.

## IMPLICAÇÕES PARA INVESTIDORES E REGULAMENTADORES

O arcabouço regulatório do sistema de previdência no Brasil também precisará evoluir para que esta nova geração de planos de contribuições definidas se torne realidade.

Muitas destas ideias são de implementação imediata, porém, características como adesão instantânea aos planos de aposentadoria e ajustes automáticos no nível de contribuição precisam ser adaptados em nossa legislação. Atualmente, o participante precisa autorizar formalmente cada um destes movimentos, o que pode atrapalhar a eficiência do sistema e dificultar o atendimento dos seus objetivos no futuro.

Movimentos pré-autorizados podem ser o caminho intermediário entre a realidade atual e o mundo ideal onde os ajustes mínimos são realizados automaticamente de forma a preservar os objetivos do participante.

No âmbito dos investimentos, o grande desafio está relacionado à disponibilidade de títulos privados e governamentais com prazo de vencimento compatível com as necessidades de investimentos das reservas de aposentadoria, diminuindo a volatilidade das rendas no curto prazo.

Certamente, a consolidação da nossa economia irá propiciar a emissão destes papéis, que encontrarão nos fundos de pensão e seguradoras mercado ativo.

Esta também é condição básica

“

*O ajuste do nível de contribuição para alcançar este objetivo concorrerá com as decisões relacionados ao padrão de vida familiar, em que viagens, presentes e artigos de luxo pode ser a fonte de recursos para a acumulação destas reservas para a aposentadoria*

”

para o desenvolvimento do mercado de anuidades vitalícias no Brasil. Esta opção não se tornará realidade em nosso país enquanto as seguradoras não tiverem opções financeiras adequadas para a elaboração de produtos com um bom equilíbrio entre preço para o participante e risco para a seguradora.

### POR FIM...

A criação do plano de aposentadoria com contribuições, investimentos e benefício mensal autoajustável ao nível de renda necessário do participante – considerando as características individuais – pode ser o caminho para melhorar os níveis adequados de renda durante a fase da aposentadoria.

A condução e o monitoramento propiciados por esta nova solução irão proporcionar aos indivíduos condições de conhecer com antecedência suas necessidades, definir onde querem chegar e proativamente ajustar a rota para atingir seus objetivos.



# Fernanda Chaves

ATUÁRIA, MESTRE EM ESTATÍSTICA (UFRJ), DOUTORA EM ATUÁRIA  
(CITY UNIVERSITY, LONDRES/INGLATERRA)

## Os Desafios do Atuário do Setor de Seguros

**N**este primeiro número da **Revista Brasileira de Atuária**, gostaria de abordar dois temas que têm regido a profissão atuarial e que deverão permanecer na agenda por muito tempo: o crescimento tanto da complexidade dos afazeres, quanto da responsabilidade assumida pela profissão. A influência destes fatores elevou nossa atividade a um novo patamar, que só tende a crescer.

No setor de seguros –aquele supervisionado pela Susep, quais sejam: seguros de bens e pessoas, previdência privada aberta, capitalização e resseguros – basta ler a resolução CNSP nº 321/2015 para se ter uma ideia deste aumento. Do ponto de vista de complexidade, são tantas siglas, tecnicidades, números, que mesmo aqueles familiarizados com as exigências regulatórias atuais podem se perder de vez em quando. E se não for o bastante, complete sua leitura com a **Circular Susep nº 517/2015** ou os documentos emitidos pelo IBA.

A criação pelo governo das figuras de auditor atuarial e de gestor de risco são exemplos de um maior leque de responsabilidades que a profissão alcançou. O Comitê de Pronunciamentos Atuariais (CPA), fundado pelo IBA, congrega o trabalho de mais de 100 atuários, que, mesmo sobrecarregados em suas empresas, trabalham de forma voluntária para criarem referências sólidas para que a auditoria atuarial seja feita de forma adequada.

Olhando mais de perto o novo papel do gestor de risco,

vide a definição de “Gestão de riscos” na **Circular Susep nº 517/2015**: “atividades coordenadas para identificar, avaliar, mensurar, tratar e monitorar os riscos de uma organização, tendo por base a adequada compreensão dos tipos de risco, de suas características e interdependências, das fontes de riscos e de seu potencial impacto sobre o negócio”.

Ou seja, mesmo não sendo explícito que este gestor deverá ser atuário, esta atividade é inerente à nossa formação. Uma referência à definição mais sucinta da revista **BeAnActuary** diz: “O atuário é um profissional da área de negócios que lida com a mensuração e o gerenciamento de riscos”.

Sem dúvida, essas novas figuras (auditor atuarial e gestor de riscos) ainda estão em processo de amadurecimento. Tanto os atuários quanto o governo trabalham juntos para que tais papéis sejam cumpridos com sucesso, de forma a serem reconhecidos como modelo de atuação da profissão. Essas novidades criam mais oportunidade de emprego no setor de seguros, já que o número de seguradoras vem diminuindo, com o setor cada vez mais concentrado, reduzindo os postos de trabalho tradicionais dos atuários.

Áreas tradicionais de atuação viveram suas pequenas revoluções nos últimos tempos. Um grande feito, que contou com a participação ativa da UFRJ e do saudoso MIBA Ricardo Frischtak, foi a criação das tábuas atuariais BR-EMS, tanto de mortalidade quanto de sobrevivência, sendo as primeiras tábuas oriundas da experiência da população segurada pelas empresas de previdências privadas abertas brasileiras.

Iniciado em 2010, este projeto prevê a atualização das probabilidades encontradas de forma periódica e com isso a discussão sobre *improvement*, ainda um tabu na relação entre atuários e governo, deverá ser retomada.

Se ao longo do tempo o atuário passou a ter voz ativa nas definições das taxas de desconto, atualmente somos cada vez mais protagonistas no próprio cálculo, não somente da mais simples taxa, mas agora, curva de desconto.

Esta complexidade é fruto do caminho natural de obter

“

*A globalização é o pano de fundo de muitas destas influências que aumentaram a complexidade e a responsabilidade da nossa profissão. Estas foram inspiradas por associações internacionais como o IFRS, mas talvez a mais significativa esteja relacionada aos reguladores: a Internacional Association of Insurer Supervisor (IAIS) alterou profundamente a visão do governo brasileiro de como o setor deve ser regulado.*

”

# Fernanda Chaves

o valor de mercado dos passivos – parte do balanço já de nossa responsabilidade antiga – mas que agora deve ter a característica de ser “livre de risco”. O grande impulsor desta mudança foi a adoção do Teste de Adequação de Passivos (TAP), necessidade estabelecida pelo *International Financial Reporting Standards* (IFRS).

A globalização é o pano de fundo de muitas destas influências que aumentaram a complexidade e a responsabilidade da nossa profissão. Estas foram inspiradas por associações internacionais como o IFRS, mas talvez a mais significativa esteja relacionada aos reguladores: a *Internacional Association of Insurer Supervisor* (IAIS) alterou profundamente a visão do governo brasileiro de como o setor deve ser regulado.

Um exemplo clássico é o cálculo do capital baseado em risco que assumiu um papel mundial a partir da implementação do regime Solvência II na Europa. Tais alterações no valor do capital regulatório caminham para que no futuro, cada empresa, através de seus atuários, calcule seu próprio valor exigido. Nada mais complexo ou com mais responsabilidade poderia ter sido imaginado há alguns anos atrás, um caminho sem volta para a autorregulação onde o atuário tem um papel protagonista.

No entanto, apesar de toda alteração, o governo brasileiro ainda tem um papel controlador quando se refere a algumas das nossas atividades, caminho oposto àquele da autorregulação. Se este controle é importante para novos desafios, de forma a solidificar os níveis de exigência do regulador, em outras situações parece ser exagerado.

Por exemplo, as metodologias de cálculo de provisões são ainda muito questionadas, muitas vezes por motivos não importantes. Nestes casos o atuário passa a ter um trabalho triplo: de fazer o cálculo, enviar os dados num formato específico para o governo refazê-lo e justificar suas escolhas.

A globalização também nos influencia do ponto de vista tecnológico, aumentando o leque das ferramentas técnicas

disponíveis. E neste caso todos os nossos *stakeholders* são afetados: consumidores, seguradoras e governo.

Como um exemplo desta mudança, destacamos a nova forma de precificação – a ciência de encontrar um preço justo ao risco, mas que caiba no bolso do segurado (através da análise de sua função de utilidade). Este exercício, que nunca foi simples, agora pode ter a ajuda dos dados de redes sociais, aumentando a eficiência do prêmio encontrado.

Um outro exemplo seria a definição do custo de cobrir riscos de ataques cibernéticos ou do seguro de automóveis autônomos ou compartilhados. O desafio para o atuário vem tanto do ponto de vista de novas ferramentas quanto de novos riscos, sendo os *Insurtech* protagonistas deste movimento. Muitas novidades deverão ser adicionadas ao nosso dia-a-dia!

Além das influências globais, no Brasil ainda passamos por uma crise econômico-política, situação que se acreditou ter sido superada no passado, que não permite um trabalho com cenários longos com um mínimo de tranquilidade. Certamente isso traz um desafio ainda maior para qualquer previsão, algo que fazemos em nossos afazeres diários como precificação, cálculo de provisão ou capitais. Neste caso, a complexidade não necessariamente aumenta do ponto de vista de metodologia, mas sim na demanda de uma maior habilidade dos atuários em ajudar a gestão das empresas a decidirem o melhor caminho a ser tomado.

E por fim, na educação continuada, minha eterna bandeira. Apesar de o IBA ter participado ativamente na oferta de cursos de curta duração, ainda existe a lacuna de programas de médio e longo prazo, como especialização ou mestrado, para auxiliar os profissionais em tempos de tantas novidades.

Complexidade e responsabilidade são melhor assumidas quando se tem uma base sólida de formação sobre os afazeres que batem à nossa porta. O difícil será encontrar na agenda espaço para estudar, já que as demandas à profissão não param de chegar.



# A RESPONSABILIDADE PREVIDENCIÁRIA NOS RPPS



**FRANCISCO  
HUMBERTO  
SIMÕES MAGRO**

Com a promulgação da Constituição Federal (CF), em 5 de outubro de 1988, o sistema previdenciário brasileiro está organizado por três grandes regimes:

a) O Regime Geral de Previdência Social (RGPS) destinado aos trabalhadores do setor privado e empregados públicos regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e gerido pela União com fundamento no art. 201 da CF;

b) Os Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) destinados aos servidores públicos da União, dos

Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e aos militares da União e geridos pelos respectivos governos com fundamento no **art. 40 e 142 da CF**; e,

c) Previdência Complementar destinada a todas as pessoas, optativa, e gerida por fundos de pensão abertos ou fechados com fundamento no **art. 202 da CF**.

Em 2008, o Ministério da Previdência Social, editou a **Portaria nº 403** estabelecendo as normas aplicáveis às avaliações e reavaliações atuariais dos Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) da União, do Distrito Federal, dos Estados e dos Municípios, com a inclusão de parâmetros para a segregação de massas. O conteúdo abordado na portaria é extenso, regrando o que se pode fazer, com a definição de parâmetros mínimos e máximos, mas não especifica o como fazer.

Com a edição da **Proposta da Emenda Constitucional (PEC) nº 287 e nº 287-A**, as quais procuram alterar os **artigos 37, 40, 109, 149, 167, 195, 201 e 203** da Constituição, visando normatizar sobre a seguridade social e estabelecer regras de transição,

inserir o § 23 ao artigo 40 da Constituição, com a seguinte redação:

*§ 23. Lei complementar disporá sobre as regras gerais de organização e funcionamento do regime de previdência de que trata este artigo e estabelecerá:*

*I - Normas gerais de responsabilidade na gestão previdenciária, modelo de financiamento, arrecadação, gestão de recursos, benefícios, fiscalização pela União e controle externo e social; e*

*II - Requisitos para a sua instituição e extinção, a serem avaliados em estudo de viabilidade administrativa, financeira e atuarial, vedada a instituição de novo regime de previdência sem o atendimento desses requisitos, situação na qual será aplicado o regime geral de previdência social aos servidores do respectivo ente federativo.*

No que concerne ao inciso I, do § 23, acima transcrito determina que Lei Complementar estabelecerá responsabilidade previdenciária junto aos RPPS.

A garantia da sustentabilidade dos RPPS passa por duas componentes que não podem ser ignoradas: **Gestão de Excelência** e uma **Reprogramação**, por parte da Secretaria de Previdência. A Gestão de Excelência exige de seus atores um livre trânsito pelos saberes das Ciências Atuariais, Ciências Contábeis, Gestão Previdenciária, Ciências Jurídicas e Ciências Econômicas, especificamente na área dos Investimentos. O caráter multidisciplinar dos RPPS conduz a possíveis soluções, que não são imediatas. Estas passam por caminhos alternativos a serem escolhidos

entre as várias possibilidades com a anuência dos atores.

Nesse sentido, o Instituto Brasileiro de Atuária (IBA), na gestão 2017/18 nomeia uma das Diretoras para coordenar o Comitê Técnico de Previdência Pública (CTPP) que começa imediatamente os trabalhos. Este grupo está constituído pelos seguintes MIBAS:

- Wilma Gomes Torres, MIBA 539, Coordenadora designada pela Diretoria do IBA;
- Benedito Leite Sobrinho, MIBA 1.289, representante da SPPS;
- Francisco Humberto Simões Magro, MIBA 494, Coordenador da Comissão dos Regimes Próprios de Previdência Social do IBA;
- Aline Rocha Gonçalves, MIBA 1.584;
- Ricardo Cicarelli de Melo, MIBA 1.306;
- André Sablewski Grau, MIBA 2.372.

O CTPP entende que a **Portaria nº 403/08** tem um caráter geral e que os RPPS, em nome da responsabilidade previdenciária e da transparência, precisam de normas que definam com clareza o **como fazer** as avaliações e reavaliações atuariais, para evitar a opacidade desses documentos. Acredita-se ainda, que a edição de documentos definindo regras técnicas para a elaboração das avaliações e reavaliações atuariais possa contribuir para:

Auxiliar os atuários na elaboração de seus laudos;

Os Auditores da Secretaria de Previdência e dos Tribunais de Conta dos Estados;

Os Órgãos e Poderes do Ente Federado analisarem os resultados;

Os Gestores dos RPPS promoverem uma gestão previdenciária de excelência;



Que os servidores responsáveis pela controladoria dos Entes Federados tenham instrumentos para uma análise mais eficaz;

Os segurados do RPPS tenham ciência de como está o equilíbrio financeiro e atuarial preconizado no **art. 40** da Constituição Federal; e,

A população que contribui para os entes federados por meio dos impostos ter maior clareza em relação à aplicação das receitas.

O CTPP constata a necessidade da elaboração das seguintes CPAS:

Metodologias para o Equacionamento de Déficits Atuariais;

Definição de regras para a segregação de massas quanto à implantação, revisão e migração de segurados do plano financeiro para o previdenciário;

Definição das hipóteses atuariais com a determinação de parâmetros máximos e mínimos;

Definição de testes de aderência para as hipóteses atuariais a serem usados em função do tamanho do RPPS e periodicidade de execução dos testes;

Definição dos métodos de financiamento atuarial, como e quando aplicá-los;

Elementos mínimos que devem ter uma Nota Técnica Atuarial;

Elementos mínimos que devem ter uma Avaliação e uma Reavaliação Atuarial;

Elementos mínimos para a Base Cadastral;

Definição dos percentuais para o COMPEV a receber e a pagar;

Critérios para a construção dos fluxos atuariais;



Avaliação dos ganhos e perdas atuariais anualmente em função dos valores projetados e dos efetivamente ocorridos.

O Comitê de Pronunciamentos Atuariais (CPA) tem a sua composição, distribuição por áreas e objetivo definido pelos seus artigos 2º, 3º e 4º da Resolução nº 04/2013 do IBA, os quais se transcrevem, em benefício da clareza:

*Art. 2º O CPA terá sede no Rio de Janeiro e será composto pelos seguintes membros:*

*I- Presidente e Vice-Presidente do IBA;*

*II- Três Diretores que compõem a Diretoria Técnica do IBA;*

*III- Cinco MIBAs indicados pela Diretoria do IBA, sendo preferencialmente os coordenadores dos Comitês Técnicos.*

*Art. 3º No âmbito do CPA serão criados cinco Comitês Técnicos subdivididos da seguinte forma:*

*- Comitê Técnico de Seguros, Previdência Complementar Aberta, Capitalização e Resseguro;*

*- Comitê Técnico de Saúde;*

*- Comitê Técnico de Previdência Complementar Fechada;*

*- Comitê Técnico de Previdência Pública;*

*- Comitê Técnico Geral.*

*§ 1º Cada Comitê Técnico será composto por até dez membros com a seguinte representação mínima:*

*I - Um representante da Superintendência de Seguros Privados – SUSEP, do Ministério da Fazenda, no Comitê Técnico de Seguros, Previdência Complementar Aberta, Capitalização e Resseguro;*

*II - Um representante da Agência*

Nacional de Saúde – ANS, do Ministério da Saúde, no Comitê Técnico de Saúde;

III - Um representante da Superintendência Nacional de Previdência Complementar – PREVIC, do Ministério da Previdência Social, no Comitê Técnico de Previdência Complementar Fechada;

IV - Um representante da Secretaria de Políticas da Previdência Social – SPPS, do Ministério da Previdência Social, no Comitê Técnico de Previdência Pública;

V- Representantes de mercado para cada um dos órgãos de governo citados nos itens I, II, III e IV.

**Art. 4º** O CPA tem por objetivo o preparo e a emissão de Pronunciamentos Técnicos sobre procedimentos de Atuária e a divulgação de informações dessa natureza, para permitir a emissão de normas pelas entidades reguladoras brasileiras, visando à centralização e uniformização do seu processo de produção.

A avaliação Atuarial é um estudo técnico desenvolvido pelo atuário, baseado nas características biométricas, demográficas e econômicas da população analisada, com o objetivo principal de estabelecer, de forma suficiente e adequada, os recursos necessários para a garantia dos pagamentos dos benefícios previstos pelo plano. Face ao trabalho sofisticado que os atuários produzem, na condição de assessores, consultores ou que estejam vinculados aos RPPS dos Entes Federados, os seus resultados geram impactos por uma a duas gerações. Nesse sentido, o CTPP está ciente do trabalho a ser elaborado e espera a colaboração dos demais MIBAS, com experiência junto aos RPPS dos Entes Federados, visando a definição da responsabilidade previdenciária, bem como contribuir para uma gestão de excelência dos RPPS.

---

**Francisco Humberto Simões Magro:**

Bacharel em Ciências Atuariais pela UFRGS;

Mestre e Doutor em Ciências Geodésicas pela UFPR;

Professor Titular aposentado pela UFRGS;

Diretor Técnico da empresa CSM – Consultoria Atuarial;

Consultor em Valores Mobiliários com registro na CVM;

Membro do Instituto Brasileiro de Atuária;

Coordenador da Comissão de RPPS do IBA na gestão 2017-2018;

Membro do CTPP do IBA na gestão 2017-2018;

Membro do Grupo de Trabalho da Secretaria de Previdência, nomeado pela Portaria nº 11 de 28/09/2017 para colaborar na avaliação das normas relativas aos procedimentos de gestão atuarial aplicáveis aos regimes próprios de previdência social - RPPS dos servidores públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e elaborar propostas para o seu aperfeiçoamento.



**TOTAL SALES BY REGION**

West  
South  
North  
East  
Total

REGION SALES

1 236 345,0	Copper
1 896 354,0	Steel
2 569 345,0	Gold
1 893 543,0	Silver
7 595 587,0	Platinum

TOTAL SALES

# IAA, CONEXÃO INTERNACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES ATUARIAS



O Instituto Brasileiro de Atuária congrega os profissionais do segmento em nosso país. Mas assim como aqui, outras nações contam com suas instituições para debater temas relacionados à Ciência Atuarial nas suas respectivas realidades. Elas, no entanto, estão conectadas a uma grande rede chamada International Actuarial Association (IAA).

Esta organização mundial de associações atuarias, cuja logomarca é um globo terrestre, tem como objetivo principal representar a profissão atuarial e promover o seu

papel, reputação e reconhecimento no domínio internacional. Além disso, promove profissionalismo, desenvolve padrões de educação e incentiva a pesquisa, com o envolvimento ativo de seus membros, associações e seções, a fim de atender às necessidades da comunidade.

Conforme explica o diretor do IBA, Marcos Barretto (MIBA 1202), o Instituto Brasileiro de Atuária tem posição destacada neste contexto, com direito a três votos na assembleia da IAA. Isso graças à quantidade de atuários qualificados no Brasil. “Temos atuários participando de seções e comitês e certamente podemos conquistar mais espaço para atuários brasileiros na IAA”, explica Barretto, **Chair da subseção do Advice and Assistance** para a América Latina e nomeado pela IAA como delegado na sessão Atuários sem Fronteiras.

A IAA é composta por membros plenos com direito a voto, membros associados e outras categorias de membros que não votam e que podem ser definidas em seu estatuto ou no regulamento interno. O

Conselho é o órgão máximo e dele deriva o Comitê Executivo, que opera as diretrizes criadas. “É muito importante mostrar a estrutura da IAA para os brasileiros. A Associação nada mais é que o nosso IBA em uma dimensão global; desta forma os atuários de nosso país são parte desta comunidade atuarial”, enfatiza Barretto.

“No ano que vem, teremos o Congresso Internacional de Atuários, o ICA 2018, em Berlim. Será uma oportunidade para os atuários Brasileiros participarem de todas as

seções e verem o funcionamento da IAA. Convido a todos a conhecer mais sobre o evento acessando [www.ica2018.com](http://www.ica2018.com)”, informa.

**O Conselho da IAA deve ser integrado por:**

- Um delegado nomeado por cada membro pleno;
- Um delegado nomeado por cada seção;
- Todos os diretores *ex-officio*, sem direito de voto, exceto o presidente que deve ter o direito a voto de seleção em caso de empate; e
- Todos os presidentes de comitês *ex-officio*, sem direito de voto.

## International Actuaries Association em números

# 1895

ANO DE FUNDAÇÃO DA IAA

# 103 ANOS

TEMPO QUE LEVOU PARA QUE A INSTITUIÇÃO PASSASSE PELA SUA GRANDE REFORMA, QUANDO GANHOU NOVA CONSTITUIÇÃO EM 1998

# 100 MIL

QUANTIDADE DE ATUÁRIOS REPRESENTADOS PELA IAA

# 110

PAÍSES QUE SÃO REPRESENTADOS NA IAA

# 7

AS SEÇÕES DA INTERNATIONAL: ASTIN, AFIR/ERM, IACA, IAAHS, PBSS, AWB E LIFE:

# Seções e suas áreas de atuação

Fundada em 1895 e reformada 103 anos depois com uma nova constituição, a IAA representa aproximadamente 100 mil atuários em 110 países. Conta com sete seções: ASTIN, AFIR/ERM, IACA, IAAHS, PBSS, AWB e LIFE:

## **ASTIN**

A seção ASTIN aborda os seguros não-vida e foi fundada em 1957. No entanto, o alcance de seus trabalhos foi ampliado recentemente para incluir seguro de saúde. A ASTIN publica o Boletim ASTIN, um periódico científico referenciado de renome internacional, duas vezes por ano, e organiza colóquios anuais.

## **AFIR / ERM**

A seção AFIR / ERM trata dos riscos financeiros sob um prisma atuarial e foi fundada em 1988. Tem como objetivo principal a promoção de pesquisa atuarial nesse segmento e reúne seus membros anualmente em colóquios.

## **IACA**

A Associação Internacional de Consultores Atuariais, tradução da sigla que dá nome à seção, foi fundada em 1968, independente da IAA, para facilitar a troca internacional de pontos de vista entre os atuários consultores. Foi admitida como uma seção da IAA em 1999.

## **IAAHS**

A seção de saúde da associação atuarial internacional (IAAHS) foi fundada em 2003 para fornecer uma perspectiva internacional sobre

práticas atuariais de saúde, seguro de saúde público e privado e questões de política de saúde.

## **PBSS**

A seção de previdência da IAA aborda, conjuntamente, os segmentos privado e social. Foi fundada em 2003 para servir atuários em todo o mundo que tenham interesses pessoais, profissionais, educacionais ou de pesquisa em proteção social e as questões de política comercial, social e pública relativas ao provisionamento de aposentadorias, pensões e outros benefícios.

## **AWB**

O grupo Atuários sem Fronteira (Actuaries Without Borders) também foi fundado em 2003 para atender a situações específicas de países que precisam de habilidades atuariais, funcionando com recursos financeiros e com atuários voluntários, na busca pelo atendimento dessas necessidades.

## **LIFE**

A Seção LIFE tem como objetivo promover e facilitar trocas de opiniões, experiências, pesquisas, informações práticas internacionais entre atuários envolvidos em questões de seguro de vida.

# “O IBA é um membro pleno da IAA, com direito a voto na comunidade atuarial mundial, podendo participar das decisões, seções, eventos e congressos”

De forma direta e simples, Marcos Barretto esclarece algumas dúvidas sobre a IAA e o que ela, de fato, promove em termos de representatividade para a Atuária de forma mundial

## Em que a IAA pode contribuir para o atuário brasileiro?

**Marcos Barretto** – A International Actuarial Association (IAA) é a associação mundial de associações atuariais, com várias seções de interesse especial para atuários individuais. Fundada em 1895, foi reformada 103 anos depois com uma nova constituição. A IAA existe para incentivar o desenvolvimento da profissão Atuarial em nível global, reconhecida como tecnicamente competente e profissionalmente confiável, assegurando o interesse público das manifestações e cálculos atuariais.

## Em que a organização pode contribuir para o atuário brasileiro que vai trabalhar em outros lugares do mundo, como nos Estados Unidos e na Europa? Existem regras próprias?

**Marcos Barretto** – A IAA pode ser um lugar de contato e network entre atuários do mundo todo.

## Muitos ainda não sabem, o IBA é membro da IAA. O que isso representa para o ente brasileiro e seus associados?

**Marcos Barretto** – Na visão da IAA, a profissão atuarial é reconhecida mundialmente como uma importante peça na tomada de decisões e processos dentro do setor de serviços financeiros, na área de proteção social e na gestão do risco, contribuindo para o bem-estar da sociedade como um todo. Assim, de forma global, a IAA referenda as associações locais. Para o atuário brasileiro é uma honra ser associado do IBA, já que o Instituto é um membro pleno da IAA, com direito a voto na comunidade atuarial mundial, podendo participar das decisões, seções, eventos e congressos.

## A IAA teve alguma recente intervenção representativa para a atuária?

**Marcos Barretto** – Em setembro último, estive em Chicago (EUA) participando da reunião semestral dos grupos e do comitê da IAA, onde tive a oportunidade de receber as mais novas informações do presidente da Associação, Tom Terry. Ele posicionou a comunidade atuarial internacional

das realizações do trabalho da IAA em cada um dos objetivos estratégicos.

Mencionou o relacionamento com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o fato de nós agora contribuirmos para os documentos dessa Organização. Terry também destacou: nosso trabalho com o International Accounting Standards Board (IASB), especificamente em relação à implantação do IFRS 17; a nomeação de nossos Comitê de Contabilidade de Seguros (IAC) e o presidente, William Hines, como observador de Grupo de Recursos de Transição IFRS 17 do IASB; a colaboração contínua com a IAIS International Association of Insurance Supervisors em diversos projetos, as atividades de nossos grupos de trabalho; e o Memorando de Entendimento (MoU) com o Associação Atuarial da Europa (AAE), que foi aprovada pelo Comitê Executivo.

**O que a IAA tem feito para diminuir esta distância entre os membros dos diversos países no mundo? E mais especificamente no Brasil? Há alguma política e/ou ação concreta para tal?**

**Marcos Barretto** – A IAA tem muito a fazer pelos atuários em países menos favorecidos. Por isso mantém uma seção denominada Atuários sem Fronteiras (AWB), que tem o objetivo de promover o bem público no mundo, concentrando-



VANOR CORREIA

**MARCOS  
BARRETTO**

se em países que não possuem os recursos atuariais necessários para criar mercados produtivos, sustentáveis e estáveis de seguros e outras medidas de mitigação de riscos e os meios para desenvolver a profissão atuarial, em particular, no apoio de um objetivo estratégico da IAA para apoiar o desenvolvimento, organização e promoção da profissão atuarial em áreas do mundo em que não está presente ou não está totalmente desenvolvido. O AWB realizará sua missão e atividades de acordo com a direção estratégica e em coordenação com o Comitê de Assessoria e Assistência (A&A).

**A IAA possui mais de um século de história, existem alguns capítulos de relevância neste período? Poderia contar?**

**Marcos Barretto** – Existem vários capítulos da história da IAA e com



*Nos primeiros anos, o fundo foi utilizado para apoiar a educação atuarial de indivíduos em países que queriam treinar para se tornarem atuários, incluindo algumas bolsas que eram fornecidas em conjunto com empresas atuariais, como Bacon & Woodrow no Reino Unido e Milliman no Estados Unidos.*



muita relevância para a Ciência Atuarial. Eu escolhi aquele liderado por um colega Chris Daykin (Chief Executive, IAA Fund, 2005/2016, March 2017), que dedicou muitos esforços para a globalização da IAA.

Na reunião de setembro de 1990 do Conselho da IAA em Bruxelas (Bélgica), uma proposta foi feita por Roger Corley em nome do Instituto de Atuários (Londres/Inglaterra) para estabelecer um fundo de apoio ao desenvolvimento da profissão na Europa Central e Oriental.

Após uma discussão mais aprofundada na Reunião do Conselho de setembro de 1991, o Fundo Internacional de Promoção e Educação (IPEF) foi estabelecido por decisão unânime do Conselho e discussões detalhadas foram realizadas em outubro e novembro do mesmo ano, com o objetivo de criar um mandato totalmente internacional, em vez de um simplesmente restrito à Europa Central e Oriental, não obstante a inspiração original para a Fundo.

A intenção era que as ações do Fundo deveriam ser catalisadas

no apoio ao desenvolvimento de educação atuarial e formação de associações atuariais profissionais em novos países onde a profissão não estava presente. Também se prevê que os recursos modestos do Fundo seriam usados para obter suporte adicional de outras fontes, como entidades comerciais e órgãos internacionais.

Nos primeiros anos, o fundo foi utilizado para apoiar a educação atuarial de indivíduos em países que queriam treinar para se tornarem atuários, incluindo algumas bolsas que eram fornecidas em conjunto com empresas atuariais, como Bacon & Woodrow no Reino Unido e Milliman no Estados Unidos. Foi também prestada assistência à Escola de Verão Atuarial de Varsóvia, que tinha sido estabelecida no ano de 1990 e utilizou atuários voluntários.

Uma lista completa das reuniões do Fundo IAA está no site da IAA. Estima-se que as pessoas interessadas de aproximadamente 75 países em desenvolvimento participaram de uma ou mais dessas reuniões e cerca de 450 bolsas foram concedidas, geralmente para cobrir hospedagem e viagens.

O formato era diferente em certa medida, de acordo com as necessidades dos beneficiados, mas geralmente incluía materiais para atuários, o processo de criação de um corpo profissional atuarial e educação de atuários. Em alguns casos, um dia inteiro de curso de profissionalismo era oferecido ou sessões técnicas específicas como curso de reservas ou precificação. Os custos da reunião em si foram geralmente atendidos por

patrocinadores locais, juntamente com uma pequena taxa de inscrição paga pelos participantes que não receberam uma bolsa.

O que começou como uma iniciativa bastante modesta da antiga IAA, que não estava acostumada a abraçar novos projetos com muita frequência, floresceu em uma valiosa ferramenta para incentivar e apoiar a desenvolvimento da profissão em muitos países em todo o mundo. O fundo está agora esgotado, mas o trabalho não está concluído. Felizmente, uma soma significativa do superávit da ICA 2014 em Washington (DC) foi designado para o Comitê de Assessoria e Assistência para usar para continuar atividades similares no futuro.

### **A International Actuarial Association passou por uma mudança em 1998. O que isso representou?**

**Marcos Barretto** – O ano de 1998 ficará na história como um ponto de virada para a profissão atuarial e um passo importante na preparação da profissão para os desafios do milênio que viria. Por ocasião do **26º Congresso Internacional de Atuários** realizado em Birmingham (Inglaterra), de 7 a 12 de junho daquele ano, a Assembleia Geral da IAA se constituiu como uma associação de acordo com o Direito Suíço com uma Secretaria em Ottawa (Canadá).

A IAA é a continuação do **Comité Permanent de Congrès de Atuadores**, criado em 1895 como uma associação de indivíduos, que foi renomeado pela IAA em 1968. No âmbito da reorganização da IAA, em junho de 1998, o **Fórum**

### **Internacional de Associações**

**Atuariais (IFAA)**, que foi formada como uma seção da IAA em 10 de setembro de 1995, foi dissolvida.

A governança e a estrutura do IFAA foram assim incorporadas na IAA reorganizada para atender às crescentes necessidades da profissão atuarial à medida que ela se expande em uma economia global.

A reestruturação criou um quadro único, mais forte e unificado para assegurar a unidade de direção e uma coordenação eficiente em relação a questões de natureza mundial. As principais responsabilidades da IAA estão agora nas mãos das associações atuariais, que reúnem os atuários em seus respectivos países e é o vínculo entre os atuários e as associações atuariais em todo o mundo. A IAA é a organização internacional única dedicada à pesquisa, educação e desenvolvimento da profissão e das associações atuariais.

### **O IBA obteve um recente ganho de representatividade na IAA. O que foi e o que isso representa para o IBA?**

**Marcos Barretto** – O IBA é representado na IAA através de sua presidente em exercício, Luciana Bastos, a qual tem direito, pela quantidade de atuários qualificados no IBA, a três votos na assembleia. Também temos atuários participando de seções e comitês e certamente podemos conquistar mais espaço para atuários brasileiros na IAA. Eu sou **Chair da subseção do Advice and Assistance** para a América Latina também sou nomeado pela IAA como delegado na sessão Atuários sem Fronteiras.



A Nova Revolução com o  
**BIG DATA**



O Big Data já é uma realidade. A cada momento geramos e fornecemos incontáveis informações que traçam um perfil de preferências e práticas. Um indicativo de quem somos. Verdadeiro manancial de dados disponíveis e que estavam sendo desperdiçados. Agora não mais. Os profissionais da atuária passaram a entender a relevância e o quanto este instrumento pode ser vital para novas possibilidades. Sim, agora entendem que têm de estar inseridos nesta equação.

**B**ig Data é o termo utilizado para descrever um grande volume de dados, provenientes de diversas fontes, estruturados ou não-estruturados, que servem para gerar maior precisão nas análises, levando a tomadas de decisões com mais confiança. O que traz maior eficiência operacional, redução de risco e redução de custos. Entretanto, o diferencial deste recurso não é a quantidade de dados ofertados, mas o que pode ser feito com eles. Isso é o que realmente importa.

O valor principal deste recurso não vem dos dados em sua forma bruta, mas do conceito primitivo a ele, o **Analytics**, que aplica processamento e análise destes dados e os insights, produtos e serviços que surgem desta análise.

As mudanças radicais nas tecnologias de produção de dados, conhecidas como **Internet of Things (IoT)** e de armazenagem, gerenciamento e disponibilidade do Big Data devem ser acompanhadas, de forma semelhante, por mudanças dramáticas na forma como os dados suportam decisões e geram inovação em produtos e serviços.

As informações que compõem o Big Data podem ser extraídas dos dados internos da própria empresa – a fonte primária destes. Estas também podem ser provenientes dos sistemas transacionais e dispositivos conectados, que possuem muitas e ricas variáveis, extraídas através de **ETL** (Extração, Transformação e Carga em lote), **Web Service** (para chamadas em Tempo Real) e **Streaming** (quando a geração de dados é muito intensa) provenientes de sensores em máquinas,

dispositivos conectados e as transações dos sistemas operacionais.

Outras fontes são dados públicos, de notícias da internet, de sites abertos (que possibilitem captura de informações), de fontes privadas – mas que possibilitem acordos com Bureaus de Informações.

## **APLICABILIDADE PARA O ATUÁRIO**

Podemos citar várias aplicações para o Big Data, dentro e fora do mundo do atuário, que pode aplicar seus conhecimentos para auxiliar os processos relacionados à identificação de clientes com melhores perfis. Com isso, focar esforços na atração do cliente, simultaneamente traçar estratégias de cancelamentos de outros, garantindo e aumentando receitas e melhores retornos sobre investimentos de ações de marketing.

Também é possível aplicar estratégias de prevenção e detecção de fraudes, abusos e desperdícios, garantindo a lucratividade e o cálculo mais justo para os clientes honestos. Monitora-se o comportamento dos clientes nas mídias sociais, por exemplo, através de dispositivos conectados que geram informações de localização.

No ramo de saúde, existem formas de identificar pacientes que tem propensão a desenvolver alguma doença crônica, agindo em sua prevenção, ao invés de altos gastos de tratamentos.

Outro caminho é garantir a solvência da empresa através de cálculos corretos que permitam ajustes em casos de situações adversas, através de análises de fontes

## Um conceito baseado em muitos V's

Embora o termo Big Data seja relativamente novo, o ato de recolher e armazenar grandes quantidades de informações para eventual análise de dados é bem antigo. O conceito ganhou força no início dos anos 2000, quando um analista famoso deste setor, Doug Laney, articulou a definição de Big Data como os três V's, mas outros foram sendo agregados ao conceito:

### **VOLUME**

Organizações coletam dados de uma grande variedade de fontes, incluindo transações comerciais, redes sociais e informações de sensores ou dados transmitidos de máquina a máquina. No passado, armazenar tamanha quantidade de informações era um problema – mas novas tecnologias (como o Hadoop) têm aliviado a carga.

### **VELOCIDADE**

Os dados fluem em uma velocidade sem precedentes e devem ser tratados em tempo hábil. Tags de RFID, sensores, celulares e contadores inteligentes estão impulsionando a necessidade de lidar com imensas quantidades de dados em tempo real, ou quase real.

### **VARIEDADE**

Os dados são gerados em todos os tipos de formatos – dados estruturados, dados numéricos em bancos de dados tradicionais, documentos de texto não estruturados, e-mail, vídeo, áudio, dados de cotações da bolsa e transações financeiras.

### **VARIABILIDADE**

Além da velocidade e variedade de dados cada vez maiores, os fluxos de informações

podem ser altamente inconsistentes com picos periódicos. Existe algo em tendência nas redes sociais? Diariamente, picos de dados sazonais ou picos gerados com base em eventos podem ser um desafio de gerenciar. Ainda mais quando falamos de dados não estruturados.

### **VERACIDADE**

Recentes casos comprovaram uma nova forma de se influenciar mercados e comportamentos, as notícias falsas. Portanto é muito importante analisar a veracidade das informações e utilizar pontos de controle para medir o quanto estes dados são relevantes e o quanto impactam nas análises.

### **VALOR**

O mais importante de todos os conceitos anteriores. Se não for possível gerar valor ao negócio ou à sociedade e nada vale os esforços em trabalhar com o conceito de Big Data.

### **COMPLEXIDADE**

Os dados de hoje vêm de várias fontes, o que torna difícil estabelecer uma relação, corresponder, limpar e transformar dados entre diferentes sistemas. No entanto, para que seus dados não saiam rapidamente de controle, é necessário correlacionar relações, hierarquias e as várias ligações entre os dados.

externas, como notícias de catástrofes, por exemplo.

Outras aplicações incluem os chamados **BOTS**, robôs sistêmicos que conseguem analisar os dados de entrada e reagir automaticamente. Os **Wearables**, que são

dispositivos vestíveis, como os relógios que avaliam constantemente nossa saúde, abrem possibilidades da oferta de recomendações médicas para manter o paciente saudável. Até os próprios carros autônomos, que conseguirão dirigir por nós.

# “Questões relacionadas ao Big Data ainda são pouco utilizadas no mercado de seguros em geral”



**William Ribeiro Lacerda**  
(MIBA e gerente do Laboratório de Produtos e Pesquisas da Bradesco Auto/RE).

*Autor do artigo “Precificação de Seguro de Automóvel Baseado no Comportamento do Condutor através de Dados de Telemetria. Uma Aplicação ao Mercado Brasileiro” que alcançou a terceira colocação do Prêmio Ricardo Frischtak 2016 e utilizou os conceitos do Big Data para fundamentar sua monografia*

“No momento em que escrevi o artigo, estava trabalhando com modelos de preço para seguro de automóvel e buscando novas variáveis, diferentes das tradicionais de perfil do segurado e do veículo, que pudessem nos ajudar a melhorar a assertividade desses modelos. Além disso, também estava observando o mercado de seguros de automóvel internacional onde existe uma tendência de novos modelos de negócio baseados no uso do veículo e no comportamento do condutor ao volante.

A partir daí comecei a estudar os dados que possuía de veículos rastreados, pois estas informações pareciam muito ricas para diferenciação de risco culminando assim com uma precificação mais assertiva. Porém, o grande desafio que surgiu neste momento foi o tratamento e o processamento dos dados a fim de que estes se tornassem informações com valor para fins de precificação.

Nesse momento, aprofundi-me no tema Big Data. Comecei a ter mais contato com todo esse ambiente a fim de viabilizar a construção de informações de valor a partir dos dados coletados de automóveis rastreados que poderiam nos ajudar a precificar o risco de maneira mais assertiva.

Sem dúvida as questões relacionadas ao Big Data ainda são pouco utilizadas no mercado de seguros em geral. Apesar de alguns *players* já terem percebido o valor que essas informações têm para o seu negócio, e que a tendência é que tenhamos a cada dia mais que lidar com esse grande volume de informações que estão e ainda passarão a estar disponíveis, a indústria de seguros como um todo ainda não deu esse passo.

Além disso, outro fator ofensor para implementar soluções de Big Data em uma companhia de seguros é que se faz necessário um investimento que pode ser alto em função dos custos de armazenagem e processamento dessas informações”.

# “O Big Data tornou-se inevitável. Não temos como voltar atrás”

As possibilidades que este recurso oferece para os profissionais da atuária só demonstra o quanto ele tem alcançado o status de imprescindível. Na visão do especialista em Seguros e Líder da Prática de Prevenção à Fraudes, Abusos, Desperdícios e Crimes Financeiros para a América Latina do SAS, Ricardo Saponara, este é um processo em constante expansão e de muitas possibilidades positivas.



**RICARDO SAPONARA**  
(MIBA 1450)

## Qual a relevância deste instrumento de forma geral e para o atuário?

**Ricardo Saponara** – Atualmente ouvimos muito falar de uma nova profissão, o “**Cientista de Dados**”. É ele quem analisa o Big Data para identificar informações relevantes para os assuntos em que o negócio está preocupado. O atuário, na minha visão, é o precursor dessa

nova profissão, pois sempre tivemos que analisar os dados disponíveis para identificar as correlações com os sinistros e como melhor utilizar estes dados no cálculo dos prêmios, utilizando técnicas matemáticas e estatísticas, além de contarmos com conhecimentos de estruturação e impactos financeiros, facilitando a análise de retorno sobre diversos tipos de investimentos e riscos.

“

*O Big Data e todos os seus outros conceitos relacionados a dados fazem parte da chamada **4ª Revolução Industrial**, que diz que os dados e as informações são o novo **ouro** das empresas. Vários estudos econômicos identificam ser esta a nova **máquina a vapor**, e as empresas que mais demorarem a se adaptar, sofrerão as consequências da falta de competitividade neste novo mundo.*

”

#### Em que ele pode contribuir para o trabalho do profissional de atuária?

**Ricardo Saponara** - A adoção do conceito de Big Data aumenta a disponibilidade de informações que o atuário poderá testar nas suas análises. As empresas que adotam esta estratégia só têm a ganhar através de melhores avaliações de risco, melhor precificação, identificação de casos propensos a fraudes, identificação de clientes que tem propensão a cancelar a apólice, dentre outros. Alguns exemplos seriam: saber o relacionamento dos segurados e terceiros; entender se existe alguma notícia ruim na internet sobre o potencial segurado no momento da cotação e ajustar o prêmio, ou no momento o do sinistro saber que o segurado ou terceiro que sofreu uma perda total, estava tentando vender o carro há algum tempo, mas sem sucesso.

Além disso, o processo interno dentro das corporações fica mais claro. Até pouco tempo atrás a questão da disponibilidade de dados era um



desafio entre a TI e o atuário, pois quando a primeira perguntava quais dados eram necessários, o segundo respondia **Todos**. Por mais necessário que fosse, era um grande desafio para TI conseguir disponibilizar os dados à equipe atuarial, porém, hoje em dia, o Big Data consolida as capacidades tecnológicas de armazenamento com alta disponibilidade para que esse entrave possa ser resolvido.

#### Qual o estágio evolutivo deste recurso no Brasil? E no mundo?

**Ricardo Saponara** - Apesar do foco que está sendo dado a este



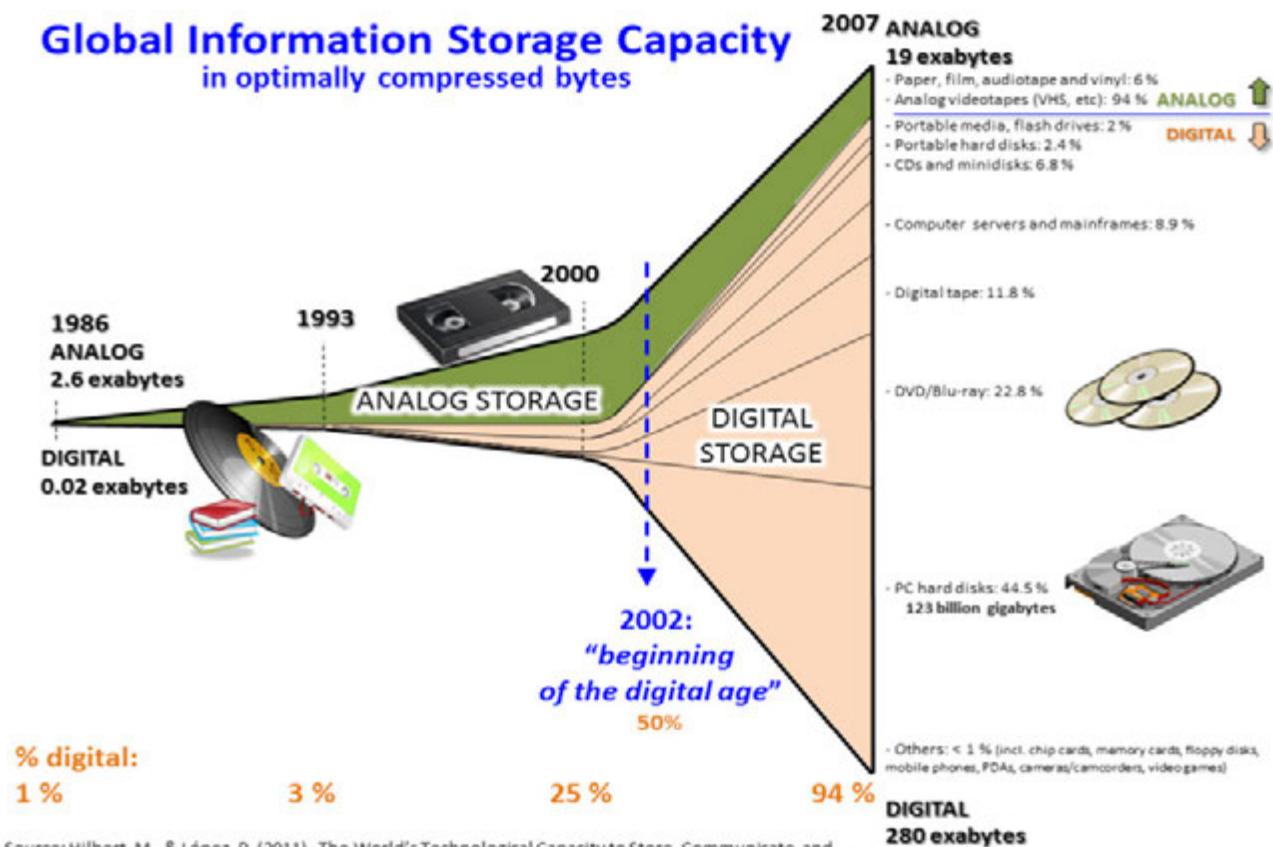
tema, o Brasil ainda engatinha na adoção deste conceito. Mas temos um ambiente muito promissor. Várias Fintechs e Insurtechs se baseiam em Big Data e Analytics para inovar e causar a tão chamada disrupção nos mercados tradicionais. Gostaria de ver mais empresas brasileiras atuando neste mercado, com uma amplitude internacional. Países mais desenvolvidos já possuem maior adoção destes conceitos no cotidiano das instituições e novas empresas totalmente baseadas nessas tecnologias.

O Big Data e todos os seus outros conceitos relacionados a dados fazem parte da chamada **4ª Revolução Industrial**, que diz que os dados e as informações são o novo **ouro** das empresas. Vários estudos econômicos identificam ser esta a nova **máquina a vapor**, e as empresas que mais demorarem a se adaptar, sofrerão as consequências da falta de competitividade neste novo mundo.

#### Qual o “tamanho” do Big Data?

**Ricardo Saponara** - Isso é uma questão muito relativa. Vai depender muito do que cada instituição esteja

## Global Information Storage Capacity in optimally compressed bytes



Source: Hilbert, M., & López, P. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*, 332(6025), 60–65. <http://www.martinhilbert.net/WorldInfoCapacity.html>

preparada para analisar. Para algumas empresas, talvez 1Gb já possa ser classificada como Big Data, para outras, mais preparadas, talvez suportem volumes de centenas de Terabites. O importante é realmente conseguir capturar o máximo de dados relevantes que possam explicar o tema analisado.

Com a evolução das capacidades de armazenamento e processamento e o conseqüentemente “barateamento” destas tecnologias, diminui-se cada vez mais a preocupação quanto à quantidade de dados, pois já se percebe o seu valor para o negócio.

### Como fazer para “navegar” e não “naufragar” em tamanha quantidade de informações?

**Ricardo Saponara** - Capacitação é a chave! Uma onda de dados está

vindo e é preciso saber nadar para não se afogar neles. Temas relevantes de estudos para capacitar os atuários são os relativos à utilização de Analytics, pois o nosso papel é o de extrair o máximo valor destes dados.

Já para os profissionais de tecnologia, é crucial conhecer sobre as formas de captura, armazenamento, disponibilização e gerenciamento destes dados. Obviamente quanto mais conhecimento para ambos, melhor, mas cuidado para que as tarefas não sejam trocadas.

### A ascensão deste recurso vai mudar o perfil do profissional da atuária? Como ele passaria a ser?

**Ricardo Saponara** - No último encontro nacional de atuários, a

atuária Cristina Mano abordou brilhantemente este tema sobre a evolução dos tipos de atuários, refletida na matéria publicada pela CNSeg:

“O primeiro perfil de atuário foi lançado no século 17, com métodos determinísticos para precificar o seguro de vida. 250 anos depois rotularam o atuário tipo 2, que atendia às necessidades do segmento de seguros gerais com métodos probabilísticos. 60 anos depois, em 1980, foi a vez de catalogar o atuário 3, definido pelo uso de processos estocásticos na avaliação de risco financeiro. O quarto tipo de atuário surgiu no início do século 21, com o ERM, avaliando todos os riscos que afetam uma organização. O quinto é o atuário da segunda década do século XXI, aquele caracterizado por utilizar big data ou data science. ‘A pergunta que se já se faz é: o que o atuário do tipo 6 vai fazer? É bom que todos pensem nisso, pois o tempo maximiza as mudanças e não podemos deixar passar uma oportunidade tão grandiosa de valorizar o atuário como o verdadeiro cientista dos dados’, finalizou a consultora”. *CNseg em 20 de setembro de 2017. (<http://cnseg.org.br/fenasaude/servicos-apoio/noticias/atuario-o-cientista-de-dados.html>)*.

Concordo plenamente com a Cristina neste aspecto. É nosso papel irmos atrás dos conhecimentos que nos deem capacidade de evolução.

### Quais as áreas empresariais que mais têm investido no Big Data?

**Ricardo Saponara** - Com certeza as Fintechs e Insurtechs. Elas têm

menos paradigmas internos a serem vencidos e já nascem com esse conceito em seu **core**.

### Como fazer para que este seja um instrumento e não apenas torne o atuário refém deste recurso?

**Ricardo Saponara** - A evolução tecnológica é inevitável e nos trará benefícios claros. Mas não vejo como não nos tornarmos reféns. Nos tornamos reféns quando a tecnologia nos traz benefícios e nós os percebemos. Hoje somos todos reféns dos celulares e dos computadores. Só deixaremos de ser refém desta tecnologia, quando for substituída por uma que nos traga mais benefícios.

### Quais seriam os maiores utilizadores e os mais prejudicados?

**Ricardo Saponara** - Creio que os maiores utilizadores, do ponto de vista de construir soluções sob a plataforma, definitivamente são as *startups* e as empresas que estão criando e utilizando este conceito em sua estratégia. Porém, existe a ótica dos clientes utilizadores ou consumidores desta tecnologia, assim, os desenvolvedores precisam desenvolver soluções que visem o benefício para o consumidor.

Os mais prejudicados serão as empresas e os profissionais que serão substituídos pelas funcionalidades que esta tecnologia traz. Os BOTS estão substituindo atendentes de *call center* em atendimento via chat, diretamente no site. Como normalmente as perguntas vindas através deste canal seguem, em sua maioria, alguns scripts pré-definidos, as questões mais fáceis podem ser automaticamente

respondidas pelos BOTS, derivando para um analista humano somente quando não conseguir responder automaticamente e ser continuamente treinado, analisando as respostas dadas pelos humanos para reduzir cada vez mais sua atuação.

Esta evolução de automatização é um ciclo em nossa economia sempre que há uma revolução industrial. Seja bruscamente ou vagarosamente, mudanças neste sentido sempre ocorrem. Não vemos mais acendedores de lâmpões, telefonistas, ascensoristas e mais recentemente percebemos ameaças para os caixas de bancos, que devido à ampla utilização dos APPs, vêm sendo cada vez menos demandados. Porém outras profissões serão criadas, como o anteriormente mencionado cientista de dados, o designer de impressora 3D, designer de realidade virtual e realidade aumentada.

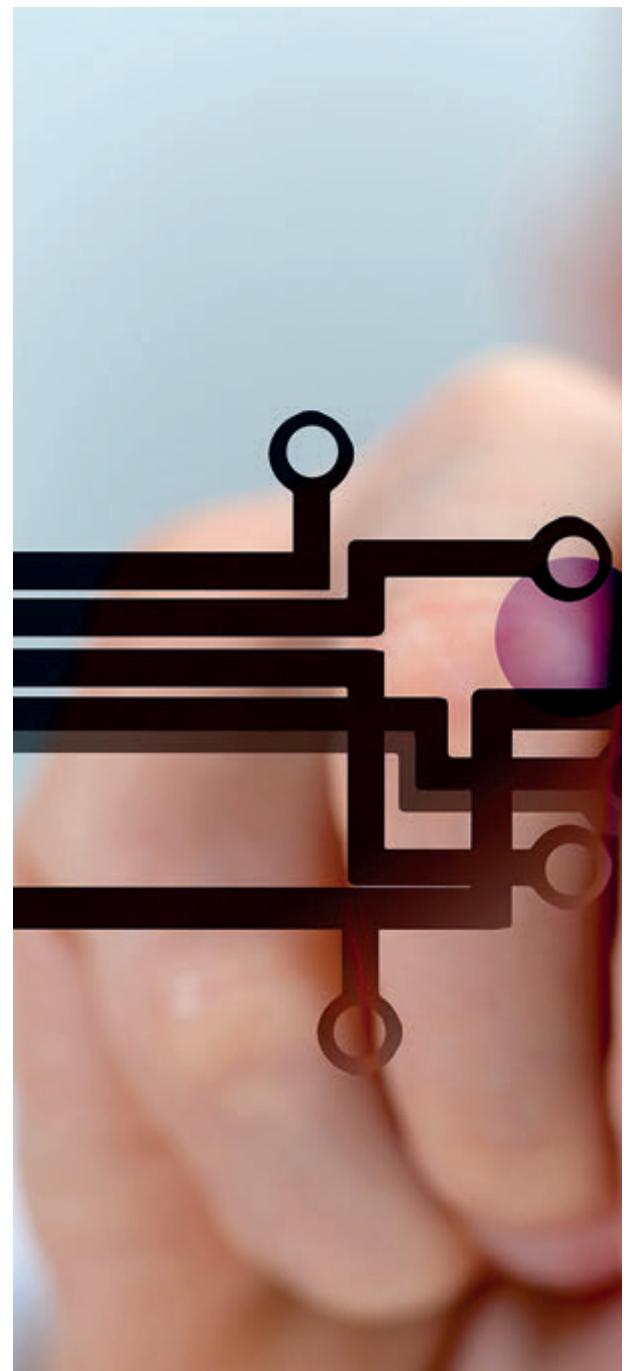
**Como ficaria a questão da privacidade, já que, em tese, cada pessoa torna-se um imenso manancial de informações que muitas vezes deveriam restringir-se a consumo interno? Qual seria o debate ético sobre este recurso?**

**Ricardo Saponara** - Creio que tudo estará atrelado ao **trade-off** exposição x benefício. Os clientes que quiserem usufruir de uma determinada facilidade em troca de seus dados, poderão concordar, assinando os contratos on-line (que normalmente não lemos...). Os dados serão a nova moeda de troca. Utilizar os dados privados, sem o devido consentimento, será encarado como roubo, uma vez que trataremos nossos dados como

moedas. Ainda existem vários debates sobre as responsabilidades das escolhas autônomas, como de quem seria a responsabilidade por acidentes de carros autônomos? Mas como toda evolução, conseguiremos resolver estes impasses.

**Você teria alguns números para exemplificar a imensidão do Big Data?**

**Ricardo Saponara** - Gosto muito dessa imagem (*pág. 44*), por mais que seja



antiga nos dá uma ideia de como evoluímos. Ela reflete o crescimento do volume de dados digitais versus analógicos. Acredito que atualmente, 10 anos depois deste relatório, estejamos próximo de 99% de dados digitais.

### Como o Big Data pode auxiliar na precificação dos seguros?

**Ricardo Saponara** - Com certeza nossa indústria sofrerá uma grande mudança. Da forma

de comercialização à prestação do serviço teremos o Big Data agindo. Imagine se, ao precificar um seguro odontológico, tivermos acesso sobre o tempo de aleitamento materno que este indivíduo teve, então conseguiríamos prêmios mais precisos com a real necessidade de utilização de tratamento. A mesma lógica será aplicada na precificação de seguros. Os volumes de dados serão muito maiores e estarão mais latentes.

A maior mudança que vislumbro



para este setor será a redução do período da cobertura. Apólices mais pontuais serão contratadas a partir de aplicativos, ao invés das tradicionais apólices anuais. Imagine os seguros de automóveis planejados para um ambiente de carros compartilhados e utilização privada pontual. Os **Milleniuns** (jovens nascidos em meados da década de 90) já não se preocupam com a posse de bens como o carro. Assim a utilização esporádica e sob medida terá uma demanda muito maior no futuro. Imagino algo como uma contratação de um seguro por um final de semana, contratada pelo celular, onde você dirá onde vai, por qual caminho, quanto tempo ficará, quantas pessoas estarão no veículo. E conseqüentemente o prêmio será calculado para este perfil e necessidade.

Além disso, todo o trajeto e comportamento ao volante serão monitorados e taxas adicionais poderão ser cobradas caso o motorista se comporte de forma arriscada ao volante, ou se não cumprir o contratado. O atuário deverá conseguir planejar e estruturar a automaticidade dessa lógica para ser aplicada em tempo real.

Um ponto muito importante é que as seguradoras deverão ser mais proativas na gestão de riscos e informar ao segurado que se ele continuar a se comportar dessa forma, terá uma cobrança de prêmio adicional.

### **O Big Data alcançou o status de inevitável?**

**Ricardo Saponara** - Acredito que sim. Não temos como voltar

atrás. Os benefícios e facilidades que estas tecnologias nos trazem já fizeram seus adeptos. Atualmente não vemos mais guias de mapas de ruas urbanas em formato de livro, todos nós já acostumamos com os aplicativos de navegação como o Waze. Este aplicativo é um ótimo exemplo da grande vantagem que o Big Data pode nos trazer. Agora pense na complexidade das trocas de informações sobre o posicionamento georreferenciado, para saber a localização, velocidade, cruzar a informação do limite de velocidade da via, avisando caso o motorista esteja acima, da interação entre os usuários que reportam acidentes e obras em vias. Os consumidores já se acostumaram com estas novas facilidades e não serão convencidos a voltar a usar o mapa de ruas dos livros.

### **Alguma outra questão que gostaria de acrescentar?**

**Ricardo Saponara** - Gostaria de falar rapidamente sobre o SAS e como ajudamos as empresas a atingir a maturidade analítica na utilização dos conceitos apresentados acima. Somos líderes de quadrante em várias pesquisas de mercado que nos destacam por Analytics, e aplicações em Big Data. Contem conosco quando precisarem desenvolver estratégias para obter mais valor de seus dados. Foi uma honra ter sido convidado para responder esta entrevista e espero poder contribuir na evolução dos meus colegas atuários em seu desenvolvimento pessoal e profissional.

# Artigos Científicos

**Simulador capital: uma interface gráfica para análise de solvência atuarial e projeção de requerimento de capital**

Reinaldo Marques

**Extra Coverage *Necessário*  
A regulatory impact assessment  
on Brazilian individual  
health plans**

Daniela R. Furtado de Mendonça

*(in memoriam)*

**Reinaldo  
Marques**  
Mestre em Atuária  
pela PUC-RJ)



## SIMULADOR CAPITAL: UMA INTERFACE GRÁFICA PARA ANÁLISE DE SOLVÊNCIA ATUARIAL E PROJEÇÃO DE REQUERIMENTO DE CAPITAL

**RESUMO** A análise de solvência e modelagem de capital são duas das principais tarefas no processo de gestão atuarial no setor de seguros. No mercado atuarial, as entidades reguladoras exigem um capital mínimo requerido que as companhias de seguros devem manter para operar. Dado essa relevância para quantificação de capital requerido, esse trabalho tem como objetivo apresentar uma interface gráfica para projeção de requerimento de capital e análise de solvência, bem como descrever toda a fundamentação teórica utilizada. A fundamentação teórica desse trabalho está baseada nos seguintes ingredientes: recomendações do mercado europeu para implementação do regime de Solvência II; estrutura de dependência de riscos via cópulas; simulação de cenários probabilísticos com métodos de Monte Carlo; dinâmica de juros/desconto de fluxos atuariais definida pela ETTJ-IPCA; e uso da linguagem Shiny para o desenvolvimento central na criação da interface. Ferramentas tecnológicas no setor atuarial tem um papel fundamental em auxiliar os gestores no mercado de seguros, para atuar de modo ativo e em tempo real as respostas aos diversos cenários internos e externos no qual as seguradoras estão inseridas.

**Palavras-chaves:** Capital Baseado em Risco. Cenários Estocásticos. Interface Gráfica. Riscos Dependentes. Simulação de Monte Carlo. Solvência II.

### 1 Introdução

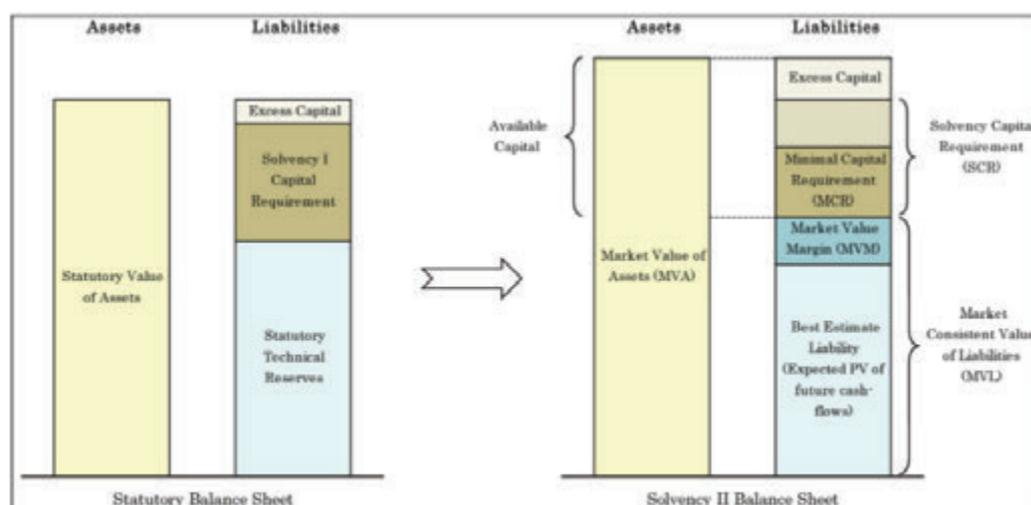
Na atividade de seguros, os requisitos de capital são extremamente importantes para assegurar o cumprimento das responsabilidades assumidas perante os segurados, reguladores e acionistas. Nesse sentido, quando há divergência entre opiniões referente a alocação de capital, um processo de análise atuarial cuidadosa das reais obrigações futuras das seguradoras torna-se essencial para a sustentabilidade do setor no longo prazo. Em tal situação, os acionistas preferem um menor nível de alocação de capital, posto que os mesmos não possuem preferência em caso de falência. Por outro lado, os credores tendem a preferir a maior alocação de capital, ou seja, um menor risco.

Em geral, a exigência de um capital mínimo pelos órgãos reguladores busca lidar com eventuais ineficiências no equilíbrio atuarial das seguradoras (CEA, 2006; CEIOPS, 2009; EDER et al., 2013; IERA, 2016). O projeto de Solvência I,

introduzido em 1973 nos ramos de danos elementares e em 1979 no ramo vida, consistia na observância de um montante de capital mínimo destinado à absorção de eventuais perdas, sendo o modelo de cálculo considerado simples e prático. Porém, as abordagens iniciais possuíam várias limitações quando se trata de modelagem quantitativa de riscos (CEIOPS, 2007; CHAN, 2008; McNEIL et al., 2005; KINRADE; WÜLLING, 2011; ALBLAS, 2014; SANDSTRÖM, 2016).

No início dos anos 2000, devido as várias limitações do Solvência I e frente ao aumento da complexidade dos serviços financeiros e ao crescimento acelerado do setor de seguros na Europa, foi lançado o projeto Solvência II, que veio como uma atualização das regras para o capital mínimo, visando aumentar a segurança do sistema. Desde então, Solvência II tornou-se o novo quadro de normas para as seguradoras e resseguradoras na Europa que torna mais rigorosas as exigências sobre o capital econômico requerido, a gestão de riscos e o padrão de relatórios das companhias de seguros (CEIOPS, 2007, 2009). Em resumo, a primeira fase foi considerada transitória e teve como principal enfoque o reforço das garantias existentes. A segunda fase estabelece uma revisão mais ampla da sustentabilidade atuarial e financeira das seguradoras (CEA, 2006; CEIOPS, 2008; EDER et al., 2013; ALBLAS, 2014; WÜTHRICH, 2015).

Portanto, Solvência II tem como principal objetivo garantir que as seguradoras terão um capital econômico suficiente para garantir sua solvência no mercado, e, portanto, manter o mercado de seguros com maior solidez (WÜTHRICH; MERZ, 2013). Com a implementação desta regulação, as entidades reguladoras internacionais desejam que o projeto de solvência impulse o desenvolvimento contínuo de práticas de gerenciamento de risco interno e externo, promovendo o aumento da competitividade do mercado de seguros.



**Figura 1** – Estrutura do balanço contábil para seguradoras sob o regime de Solvência II. Fonte: SCOR papers, Viosat, 2011.

Segundo a *Society of Actuaries* (SOA, 2004), o conceito de capital econômico no ramo de seguros pode ser definido como a suficiência de recursos para cobertura de potenciais perdas, dado um nível de tolerância de risco, por um horizonte de tempo (CARDOSO, 2008; McNEIL et al., 2008; GRANITO; DE ANGELS, 2015). E para ter certeza que as seguradoras irão manter o capital econômico suficiente, passam a cumprir a nova exigência no projeto de

Solvência II. Essa exigência é denominada de Capital de Solvência Requerido (SCR), que na prática significa a quantia que a companhia de seguro deve ter para cobrir todos os riscos que ela enfrenta (McNEIL et al., 2005; KINRADE; WÜLLING et al., 2011; CEIOPS, 2014)

A abordagem tradicional da posição patrimonial-financeira de uma seguradora é mostrada no lado esquerdo da Figura 1. Nesta visão tradicional, os ativos e passivos não são avaliados a mercado, mas sim pelo seu valor contábil. Já no arcabouço do Solvência II (lado direito da Figura 1), os passivos são avaliados pelas estimativas de fluxos de caixas futuros, ou seja, a valor de mercado, assim como os ativos. Além disso, no contexto do Solvência II há a consideração de capital mínimo requerido adicionado de capital adicional para potenciais oscilações nas estimativas dos passivos (VIOSSAT, 2011; WÜTHRICH; MERZ, 2013). Nota-se, portanto, que a abordagem Solvência II incorpora mais elementos de incerteza e estes, por sua vez, são utilizados para a atualização dos valores dos passivos (assim como ativos), a partir de uma revisão mais tempestiva e dinâmica das necessidades de capital de uma seguradora.

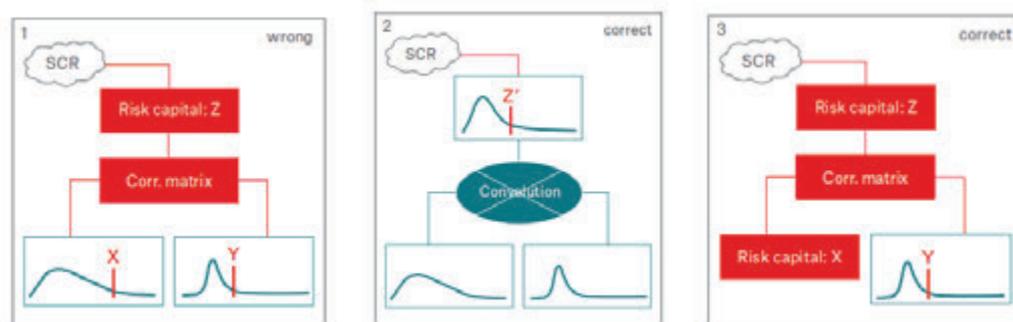
Segundo EIOPA (2010), o SCR deve corresponder ao *Value-at-Risk* do próprio fundo de uma seguradora ou resseguradora com um nível de confiança de 99,5% ao longo de um período de um ano. Assim, o *Value-at-Risk* torna-se a medida de risco assumida pelo projeto de Solvência II.

No Brasil, a resolução do Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP) e Circular pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) nº 321 de 15/07/2015 estabeleceu mais disciplina para as operacionalizações técnicas das seguradoras e resseguradoras, objetivando a solvência dessas empresas. Entre as mudanças nesta resolução estão os aspectos do cálculo do capital mínimo requerido, capital econômico e algumas metodologias de referência para tratar a solvência no mercado supervisionado pela SUSEP. Destaca-se algumas contribuições dessa circular para o setor de seguros:

- A manutenção e a implantação de um sistema de controles internos efetivos, trazendo melhores práticas e princípios de governança corporativa, de acordo com a definição de atividades de controle para todos os níveis de negócios;
- Normatização que enfatizam a avaliação contínua dos diversos tipos de riscos associados às atividades das seguradoras e resseguradoras;
- Estrutura de delegação de autoridade e de segregação de funções compatível com os níveis de riscos das operações e a complexidade dos negócios;
- Maior controle por partes de órgãos reguladores do setor no que diz respeito a solvência das empresas;
- Na hipótese de situação econômica adversa há um maior controle do plano de solvência por parte dos reguladores.
- Portanto, a iniciativa do CNSP trata-se de um esforço para simplificar a resolução do setor, trazendo regulações para os cálculos e gerenciamentos de seus modelos internos.

É importante salientar que não basta calcular o capital econômico destinado a cada linha de negócio, pois o risco da instituição deve ser levado em conta os riscos agregados (Figura 2), sendo que a metodologia de agregação é um desafio que tem motivado diversos pesquisadores e gerado diversos estudos, tais como Nelsen (1999), McNeil et al., (2005), Tang e Valdez (2006), Seth e Myers (2007), Cardoso (2008), Santos (2010), Melo (2008), Pereira e Pereira (2009) entre ou-

tros. E dentre as medidas de agregação de riscos, destaca-se a teoria de cópulas, que é objeto do presente estudo, que será abordada mais adiante.



**Figura 2** – Integração de riscos dependentes para modelos internos. Fonte: Partial Internal Models, Kuschel e Hartman, Munich RE, 2015.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma interface gráfica utilizando simulação de Monte Carlo para auxiliar a gestão atuarial na compreensão das seguintes questões: estrutura de dependências de riscos; mensuração e projeção do resultado técnico atuarial e do capital econômico (SCR); contribuição marginal para cada fator de risco; projeção do custo total dos riscos *Market Margin Value*.

O trabalho está estruturado da seguinte maneira. Na seção 2, há a apresentação de uma breve discussão do referencial teórico utilizado, como o modelo clássico de ruína para analisar a solvência da instituição, riscos dependentes utilizando a teoria de cópulas, teoria da credibilidade, medidas de risco e por último, a teoria para contratos de resseguros do tipo *stop-loss* com limite de sinistralidade. Na seção 3, será detalhada a metodologia e como está estruturada a interface gráfica. Já na seção 4, será apresentada as discussões e as considerações finais.

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Modelo clássico de ruína

As seguradoras estão em um mercado de incerteza, em que as mesmas agregam riscos enfrentados pelos indivíduos e/ou empresas, onde, em caso de uma perda financeira futura e incerta, as companhias de seguros cobrem parcialmente ou totalmente esta perda. Em troca dessa cobertura do risco financeiro, a seguradora recebe uma quantia do cliente, que é denominada de prêmio. Assim, a empresa é obrigada a honrar com seus compromissos caso algum evento venha a ocorrer (CHAVAS, 2004; BÜHLMANN, 2005; DENUIT et al., 2005; KASS et al., 2008).

Com o intuito de garantir a capacidade de pagamento dos eventos incertos e futuros, as seguradoras gerenciam um montante chamado de provisão técnica, em que a partir deste é possível extrair e efetuar o pagamento dos eventos ocorridos e que venham a ocorrer. O processo de garantias financeiras atuarial é estudado na teoria do risco clássica como um processo estocástico, onde se analisa como o capital das seguradoras se comporta ao longo do tempo (ALM, 2015; WÜTHRICH, 2015; YU; HUANG, 2015).

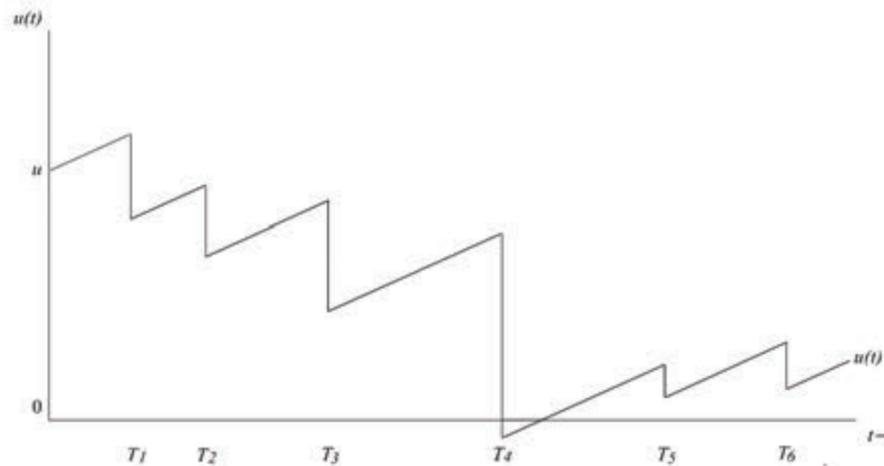
Assim, começando com um capital inicial de  $U_0$ , a reserva da empresa no tempo  $t$  é dada por

$$U(t) = U_0 + \pi(y) - \sum_{k=1}^{N(t)} X_k,$$

em que  $\pi(y)$  é o total de prêmios recebidos até o tempo  $t$  e  $\sum_{k=1}^{N(t)}$  representa os sinistros agregados pagos no tempo  $t$ . O modelo de risco clássico de *Cramér-Lundberg* assume que  $N(t)$  é um processo de Poisson com

- $N(t)_{t \geq 0}$  sendo um processo pontual homogêneo de Poisson com intensidade  $\lambda > 0$ ;
- $(X_k)_{k \in N}$  são variáveis aleatórias estritamente positivas e independente e identicamente distribuídas com média finita  $\mu = E[X_k]$ ; e
- $N(t)_{t \geq 0}$  e  $(X_k)_{k \in N}$  são independentes.

A ilustração deste processo é exemplificada na Figura (3).



**Figura 3** – Exemplificação do processo de ruína de uma seguradora com capital inicial  $u$ .

A Figura 3, ilustra um típico caminho percorrido pelo capital de uma empresa no tempo. As variáveis aleatórias  $T_1, T_2, \dots$  denotam os instantes em que os sinistros ocorreram. De acordo com a Figura (3), no tempo  $T_4$  o total de sinistros ocorridos  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4$  é maior do que o capital inicial  $U_0$  e o capital ganho neste intervalo. Dessa maneira, a reserva em  $U(T_4)$  é menor do que zero. Essa situação é denominada de ruína, e o primeiro momento em que isto ocorre é denotado por  $T$ . Assim, o tempo para ruína é definido como o primeiro tempo no processo onde o capital torna-se negativo, ou seja,

$$T = \inf(t : U(t) < 0).$$

Partindo deste pressuposto, outras quantidades podem se calculadas explicitamente, incluindo a probabilidade de ruína para um capital inicial  $c_0$ , representada por

$$\psi(c_0) = P[\inf_{t \geq 0} C_t < 0 \mid C_0 = c_0] = P_{c_0}[\inf_{t \geq 0} C_t < 0],$$

onde  $C_t$  é o capital no tempo  $t$  e a probabilidade de solvência é dada por  $1 - \psi(u)$ .

Por simplificação matemática, os sinistros agregados no modelo clássico de ruína são assumidos comumente como variáveis aleatórias *i.i.d.*, porém essa pressuposição torna-se bem restrita em aplicações práticas e é natural olhar para a fórmula explícita de  $\psi(u)$  e observar a dependências entre os riscos. Assim, é mais realístico considerar riscos dependentes (BÜHLMANN, 2005; DENUIT et al., 2006; KAAS et al., 2008).

A dependência entre os riscos existe em situações práticas. Por exemplo, o risco global das operações de uma seguradora pode ser influenciado por uma única catástrofe, como um terremoto, um furacão, uma tempestade ou uma epidemia. Outro exemplo seria o caso de uma seguradora de vida, onde as pessoas possuem características em comum, como uma família (pais e filhos) ou um grupo (empregados de uma corporação, membros de uma organização etc), onde a mortalidade pode ser dependente em um determinado evento. Existe uma vasta referência sobre a importância de modelar riscos com estrutura correta de dependência, dentre elas podemos citar: Embrechts et al., (1996), Dhaene e Goovaerts (1997), Junker e May (2005), Tang e Valdez (2006), Filipovic (2009), Pereira e Pereira (2009), Nguyen e Molinari (2011), e Nguyen et al., (2011).

## 2.2 Medidas e Modelos para Riscos Dependentes

O conceito de riscos dependentes está relacionado à ideia de conhecimento do comportamento de um risco associado ao conhecimento de um outro risco do qual é dependente. A utilização do coeficiente de correlação linear é uma ferramenta rudimentar, porém é uma maneira de descrever a dependência dos riscos em um único número (DHAENE; GOOVAERTS, 1997; DENUIT et al., 2005). Para duas variáveis aleatórias  $X$  e  $Y$  com variâncias finitas, o coeficiente de correlação linear de Pearson é definido por

$$\rho(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{Var}(X)\text{Var}(Y)}},$$

em que  $\rho(X, Y)$  é o coeficiente de correlação linear entre  $X$  e  $Y$ ,  $\text{Cov}(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$  é a covariância entre  $X$  e  $Y$  e  $\text{Var}(X)$  e  $\text{Var}(Y)$  são as variâncias finitas de  $X$  e  $Y$ .

O coeficiente de correlação linear de Pearson mensura somente a dependência estocástica entre duas variáveis aleatórias e assumem valores entre -1 e 1, i.e.,  $-1 \leq \rho(X, Y) \leq 1$ . No entanto, uma correlação perfeitamente positiva entre as variáveis aleatórias não necessariamente apresenta um coeficiente de correlação linear igual a 1, e uma correlação perfeitamente negativa entre as variáveis aleatórias não necessariamente apresenta um coeficiente de correlação linear igual a -1. E ainda, variáveis aleatórias que são fortemente dependentes podem apresentar coeficiente de correlação linear próximo de 0 (DENUIT et al., 2006)

Quando a covariância e, portanto, também o coeficiente de correlação linear for zero, isso mostra que as variáveis aleatórias são independentes. No entanto, se o coeficiente de correlação linear entre duas variáveis aleatórias for próximo de zero, pode, na verdade, existir uma alta correlação entre elas, pois a correlação linear é uma medida de dependência natural para riscos elipticamente distribuídos. Caso

as variáveis aleatórias não sejam distribuídas de forma elíptica, a correlação linear pode levar resultados errôneos. Um exemplo são os eventos de perdas extremas, que podem ser subestimado utilizando o coeficiente de correlação linear como uma medida de dependência entre os riscos (SZEGÖ, 2002).

Para a modelagem do número de sinistros há a necessidade da utilização de distribuições com variâncias infinitas para o qual o coeficiente de correlação de Pearson não está definido. Além disso, o coeficiente de correlação linear não é invariante para transformações não lineares das variáveis aleatórias e o mesmo não é uma medida de associação robusta, pois uma única observação pode ter uma grande influência em seu valor.

Visando suprir as limitações do coeficiente de correlação linear, serão apresentadas aqui duas outras medidas para analisar dependência entre riscos; o  $\rho$  de Spearman e o  $\tau$  de Kendall.

Os coeficientes  $\tau$  de Kendall e o  $\rho$  de Spearman são medidas de concordância que permitem evitar algumas das limitações do coeficiente de correlação linear, pois são medidas robustas e invariante quando o assunto é transformações estritamente crescentes das variáveis aleatórias.

**Definição:** Sejam  $(x_i, y_i)$  e  $(x_j, y_j)$  observações do vetor aleatório contínuo  $(X, Y)$ . Então  $(x_i, y_i)$  e  $(x_j, y_j)$  são concordantes se  $(x_i, x_j)(y_i, y_j) > 0$  e discordantes se  $(x_i, x_j)(y_i, y_j) < 0$ .

**Definição:** Dado um vetor aleatório  $(X, Y)^T$ , o  $\tau$  de Kendall é dado por  $\tau_k = P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) > 0] - P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) < 0]$ , em que  $(X_2, Y_2)^T$  é uma cópia independente de  $(X, Y)^T$ .

Já a segunda medida,  $\rho$  de Spearman é definido por:

**Definição:** Dado um vetor aleatório  $(X, T)^T$  o  $\rho$  de Spearman é dado por  $\rho_s(X, Y) = 3(P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_3) > 0] - P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_3) < 0])$ , em que  $(X, Y)^T$ ,  $(X_2, Y_2)^T$  e  $(X_3, Y_3)^T$  são cópias independentes.

Assim como o coeficiente de correlação linear de Pearson,  $\tau$  de Kendall e o  $\rho$  de Spearman, foi proposto por Sibuya (1960), Nelsen (1999) e Kolev et al., (2007) outra medida de dependência local entre variáveis, a medida de dependência de Sibuya. Sibuya (1960) propôs a função de dependência entre duas variáveis aleatórias contínuas, na qual relaciona a função de distribuição conjunta com suas funções de distribuição marginais.

**Definição:** Sejam  $X$  e  $Y$  variáveis aleatórias contínuas definidas em um espaço de probabilidade  $(\Omega, A, P)$ . Considere  $F(x, y) = P[X \leq x, Y \leq y]$  uma função de distribuição conjunta de  $X$  e  $Y$ , e  $F_1(x) = P[X \leq x]$  e  $F_2(y) = P[Y \leq y]$  suas respectivas distribuições marginais. Logo, a função de dependência de Sibuya,  $\Lambda = \Lambda(F_1(x), F_2(y))$ , é dada por

$$\Lambda(F_1(x), F_2(y)) = \frac{F(x, y)}{F_1(x)F_2(y)}, \forall (x, y) \in R^2,$$

onde  $F_1(x) > 0$  e  $F_2(y) > 0$ . Para  $F_1(x) = 0$  ou  $F_2(y) = 0$ , temos

que  $\Lambda(F_1(x), F_2(y))$  pode ser definido se o limite  $\lim_{F_1(x) \rightarrow 0} \frac{F(x, y)}{F_1(x)F_2(y)}$  ou  $\lim_{F_2(y) \rightarrow 0} \frac{F(x, y)}{F_1(x)F_2(y)}$  existir, respectivamente.

No entanto, tais coeficientes também não informam plenamente sobre as dependências entre os riscos, mas sim registram todas as informações em um único número.

### 2.2.1 Modelagem via Cópulas

Em contraste a todas as limitações supracitadas, cópulas fornece informação completa sobre a estrutura de dependência entre os riscos (NGUYEN; MOLINARI, 2011). Uma função de cópulas permite a separação da função conjunta em duas partes; uma que descreve a estrutura de dependência e a outra que descreve as distribuições marginais.

Assim, uma cópula é uma função de distribuição multivariada com marginais que possuem distribuição uniforme em  $[0,1]$  e foi definida por Sklar (1959):

$$C(u_1, \dots, u_n) = P(U_1 \leq u_1, \dots, U_n \leq u_n),$$

em que  $C(\cdot)$  é a cópula,  $(U_1, \dots, U_n)^T$  com  $U_i \sim U(0,1)$  para todo  $i=1, \dots, n$  como um vetor de variáveis aleatórias e  $(u_1, \dots, u_n)^T \in [0, 1]^n$  transformados em  $(U_1, \dots, U_n)^T$ .

O processo de modelagem do risco é separado em duas partes. A primeira delas é determinar as distribuições marginais para cada componente do risco. A segunda parte é determinar a estrutura de dependência entre os riscos através da função de cópulas. Para obter a função distribuição conjunta de  $n$  riscos  $X_i$  é necessário transformar cada variável aleatória em  $U_i$ , onde será distribuída uniformemente em  $[0,1]$ , usando a correspondente distribuição marginal  $F_i$ ,

$$U_i = F_i(X_i).$$

Em seguida, a função distribuição multivariada é obtida inserindo as variáveis aleatórias transformadas em uma função cópula, como representado a seguir

$$F(x_1, \dots, x_n) = C(u_1, \dots, u_n) = C(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)).$$

No caso de distribuições marginais contínuas e diferenciáveis, a função densidade conjunta de cópula é dada por

$$f(x_1, \dots, x_n) = f_1(x_1) * \dots * f_n(x_n) * c(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)),$$

em que  $f_i(x_i)$  é a respectiva densidade para a função distribuição  $F_i$  e

$$c(u_1, \dots, u_n) = \frac{\partial^n C(u_1, \dots, u_n)}{\partial u_1, \dots, \partial u_n}$$

é a densidade da cópula.

As famílias de cópulas mais utilizadas são: Cópulas Elípticas (cópulas Gaussiana e Student) e as Cópulas Arquimedianas (cópulas de Gumbel e Frank).

A equação (2) mostra a definição da cópula Gaussiana,

$$C_p^{Gau}(u_1, \dots, u_n) = \Phi_p^n(\Phi^{-1}(u_1), \dots, \Phi^{-1}(u_n)),$$

em que  $\Phi_p^n$  é a função de distribuição da normal padrão  $n$ -variada com matriz de correlação  $\rho$  e  $\Phi^{-1}$  é a função de distribuição inversa da distribuição univariada normal padrão. A dependência nas caudas das distribuições multivariadas com cópula gaussiana tende a zero (EMBRECHTS et al., 2002), o que mostra que as variáveis aleatórias da função de distribuição conjunta são quase independentes no caso de valores elevados. Riscos em seguros apresentam na literatura dependência fraca para valores mais baixos e forte dependência em valores altos. Portanto, analisando por essa perspectiva, a cópula Gaussiana não fornece um suporte adequado para a modelagem de riscos em seguros.

Por outro lado, a cópula Student não possui independência nas caudas de uma distribuição (TANG; VALDEZ, 2006). A equação (3) mostra como esta cópula está definida,

$$C_{(v,p)}^{Stu}(u_1, \dots, u_n) = t_{v,p}^n(t_{v,p}^{-1}(u_1), \dots, t_{v,p}^{-1}(u_n)),$$

em que  $v$  é o número de graus de liberdade,  $t_{v,p}^n$  a função de distribuição  $n$ -variada de Student com  $v$  graus de liberdade e matriz de correlação  $\rho$  e  $t_{v,p}^{-1}$  a inversa da função distribuição da distribuição Student univariada com  $v$  graus de liberdade.

Outra classe de cópulas é conhecida como cópulas arquimedianas, que podem ser escritas pela seguinte expressão

$$C(u_1, \dots, u_n) = \phi^{-1}(\phi(u_1) + \dots + \phi(u_n)),$$

para todo  $0 \leq u_1, \dots, u_n \leq 1$  e  $\phi$  é alguma função contínua (conhecida como gerador) satisfazendo

- 1)  $\phi(1)=0$ ;
- 2)  $\phi$  é extremamente decrescente e convexa;
- 3)  $\phi^{(-1)}$  é completamente monotônica  $[0, \infty]$ .

Entre  $n$ -cópulas da classe arquimediana está a de Gumbel. Da mesma forma que as cópulas Student, as cópulas de Gumbel lida com dependências na cauda, principalmente na parte superior da cauda. Por este motivo, ela é adequada para modelar eventos extremos (ZWIESLER, 2005). A equação (4) mostra a formula para cópulas de Gumbel,

$$C_{\beta}^{Gum}(u_1, \dots, u_n) = e^{-\left(\sum_{i=1}^n (-\ln(u_i))^{\beta}\right)^{\frac{1}{\beta}}},$$

em que  $\beta \geq 1$  é uma estrutura de parâmetros e  $\beta = 1$  leva a uma distribuição

multivariada de variáveis aleatórias independentes. Somente no caso da cópula de Gumbel é independente na cauda superior.

O segundo modelo de cópulas arquimedianas que será apresentado é a cópula de Frank. Este tipo de cópulas é completamente independente nas caudas (JUNKER; MAY, 2005; VENTER, 2002). A estrutura de dependência dada por uma cópula deste tipo é similar a uma representada por uma cópula normal apesar de a dependência na causa ser ainda mais baixa. A equação (5) mostra a definição da cópula de Frank,

$$C_{\beta}^{Fra}(u_1, \dots, u_n) = \frac{-1}{\beta} \ln \left( 1 + \frac{(e^{-\beta u_1} - 1) \dots (e^{-\beta u_n} - 1)}{(e^{-\beta} - 1)^{(n-1)}} \right),$$

em que  $\beta > 0$  é uma estrutura de parâmetros.

Latfi e Morettin (2008) observaram que a função de dependência de Sibuya  $\Lambda$  pode ser reescrita através de cópula. Portanto, reescrevendo a equação (1) utilizando cópula, os autores obtiveram

$$\Lambda(u, v) = \frac{C(u, v)}{C(u, v)}, \forall (u, v) \in (0, 1]^2,$$

em que  $C(u, v) = F(F_1^{-1}(u), F_2^{-1}(v))$ ,  $\forall (u, v) \in (0, 1]^2$ , onde  $F_1^{-1}(u) = \inf(x \in R : F_1(x) \geq u)$  e  $F_2^{-1}(v) = \inf(y \in R : F_2(y) \geq v)$  são as inversas generalizadas de  $F_1$  e  $F_2$ , respectivamente.

### 2.3 Medidas de risco

Há séculos, a principal função das seguradoras e resseguradoras tem sido a cobertura de riscos financeiros. Hoje, bancos e instituições financeiras enfrentam o mesmo desafio: assumir e gerir os riscos olhando para o mercado a procura dos riscos que podem ser cobertos ou desagregados. Quando ainda um risco não possui cobertura, uma medida cuidadosa que irá mostrar o risco para a companhia precisa ser construída (DENUIT et al., 2005; McNEIL et al., 2005).

**Definição:** Uma medida de risco é uma função  $\rho$  mapeando um risco  $L$  em um número real não-negativo  $\rho[L]$ , possivelmente infinito, representando o dinheiro extra que tem que ser adicionado a  $L$  para torná-lo adequado e seguro.

Assim, a medida de risco para uma variável aleatória  $L$  é matematicamente uma conexão funcional a um número real. Uma das possibilidades é um prêmio, o preço pago para a cobertura de um risco financeiro. Outra é a probabilidade de ruína para algum capital inicial dado, onde irá mensurar a probabilidade de uma instituição vir à falência em um futuro associando a um número real com a variável aleatória  $S$ , representando os sinistros anuais.

Artzner (1999) introduziu a ideia de medida de risco coerente. Em sua definição, uma medida de risco deverá satisfazer quatro axiomas, sendo elas, transitividade invariante, subaditividade, homogeneidade positiva e monotonicidade, onde,

- Transitividade invariante: Para todo risco  $L$  e todo número real  $\alpha$ , temos que  $\rho(L + \alpha) = \rho(L) - \alpha$ , onde o número real  $\alpha$  pode ser interpretado como o dinheiro adicionado a carteira.

- Subaditividade: Para todo  $L_1$  e  $L_2$ ,  $\rho(L_1 + L_2) \leq \rho(L_1) + \rho(L_2)$ .

Esta propriedade diz que a fusão das carteiras não aumenta o capital requerido.

- Homogeneidade Positiva: Para todo  $\lambda \geq 0$  e todo  $L$ ,  
 $\rho(\lambda L) = \lambda \rho(L)$ .

Esta propriedade pode ser interpretada como: quando dobrar a carteira, dobrará o risco. Esta propriedade é bastante simples e implica que  $\rho(0) = 0$ .

- Monotonicidade: Para todo  $L$  e  $Y$  com  $L \leq Y$ , terá que  
 $\rho(L) \geq \rho(Y)$ .

Este axioma é desejável e esperado, uma vez que mostra quando  $Y$  gera mais ou igual lucro do que  $L$ , o capital requerido para  $Y$  deverá ser inferior ou igual ao capital requerido para  $L$ .

No universo das seguradoras, que devem guardar uma quantia de capital para garantir o pagamento de perdas futuras e incertas, há várias medidas frequentemente utilizadas para quantificar o risco do capital e, algumas delas são: Capital Econômico (CE), Capital Ajustado ao Risco Esperado (CARE), *Value-at-Risk* (VaR), VaR baseado no Capital Econômico *Tail Value-at-Risk* (*Conditionaltail expectation e Conditional VaR*), que serão definidas a seguir (DENUIT et al., 2005; DENUIT et al., 2006; ALBLAS, 2014; EMBRECHTS; HOFERT, 2014).

**Definição:** O Capital Econômico é definido através uma medida de risco  $\rho$  como

$$CE[L] = \rho[L] - E[L],$$

onde  $L$  é a perda total da seguradora e  $E[L]$  é a perda esperada.

Vale destacar que a perda esperada não depende da estrutura de dependência da carteira, pois  $E[L] = \sum E[L_i]$ , onde  $L_i$  denota o total de perda gerada pela apólice  $i$  na carteira. Mas o capital econômico é fortemente dependente da composição atual da carteira quando uma nova apólice é incluída. Por exemplo, se a carteira de seguros já está bem diversificada e homogênea, o capital econômico não deve ser tão grande quanto no caso da inclusão de uma nova apólice na carteira em que a nova apólice seja correlacionada com as já existentes. Isso faz com que o cálculo do capital econômico torna-se mais complicado.

As carteiras de seguradoras são frequentemente analisadas por meio de uma medida de desempenho ajustada ao risco (DENUIT et al., 2005). Isso significa que margens de ganho e retornos devem ser calculados por meio de métodos que levem em consideração o apetite de risco assumido pela seguradora. Assim, seja  $R$  o lucro da empresa, isto é, a diferença entre o prêmio  $p$  e o total de sinistros  $S$ . Estabelecido  $\rho[L] \neq 0$ , o capital ajustado ao risco esperado (CARE) de uma carteira é definido como

$$CARE[R, \rho] = \frac{E[R]}{\rho[S]}.$$

Na prática, o objetivo das seguradoras é maximizar o CARE. A terceira medida de risco adotada neste trabalho e frequentemente utilizada na prática é Value-at-Risk (Valor em risco - VaR) com um determinado nível de confiança  $q$  com  $0 < q < 1$ , no qual representa a perda máxima com probabilidade  $q$ . Também é comumente definida como medida de risco quantil. Alguns exemplos práticos da medida  $VaR$  são:

- Para evitar a insolvência, o capital econômico disponível tem por objetivo cobrir as despesas inesperadas a um alto grau de confiança. Este nível de confiança, que irá ajudar na cobertura das perdas incertas e futuras, é definido por leis, onde essa porcentagem de cobertura gira em torno de 99,9% e 99,97%;
- Em uma carteira de riscos que seguem um processo de riscos de Poisson composto, o capital inicial é calculado correspondente a uma probabilidade de ruína fixa  $\hat{O}$ . Isto é calculado considerando o cálculo do VaR que maximiza a perda agregada  $L$  com nível de confiança  $1 - \hat{O}$ ;
- E encontrar quanto de prêmio deverá ser pago em um contrato para ter 60% de certeza de que não haverá perda.

Tem-se que a definição do  $VaR$  é dada da seguinte maneira:

**Definição:** Para um risco  $L$ , o *Value-at-Risk* ( $VaR$ ) em um nível de confiança  $p$  é definido como

$$VaR[L; p] = F_L^{-1}(p) = \inf\{l : F_L(l) \geq p\}.$$

Dessa maneira, o  $VaR$  é apenas a inversa da função distribuição acumulada de  $L$  calculada em  $p$ . Em finanças,  $VaR_p(L)$  é a menor quantia de capital que, se acrescentada a  $L$  e investida no ativo livre de risco, mantém a probabilidade de perda abaixo do nível  $p$ . Logo, o  $VaR$  é uma das maneiras mais utilizadas na prática para a mensuração do risco de uma instituição financeira.

Como citado anteriormente, uma das formas mais comum de quantificar o risco do capital é utilizando o  $VaR$ . Com efeito, se  $S_N$  denota os sinistros agregados de uma carteira em um determinado período e  $P$  representa o prêmio total (ou provisão) da mesma carteira,  $VaR[L; p] - P$ , pode representar o menor “capital adicional” necessário de modo que a seguradora se torne tecnicamente insolvente com uma pequena probabilidade. Portanto, na literatura atuarial, uma outra medida de risco para requerimento de capital é definida capital econômico. Para um nível de probabilidade  $p$ , capital econômico adicional no instante  $t$  é definido como

$$CE[S_N; p] = VaR[S_N; p] - E[S_N].$$

Por exemplo, se o nível de confiança está definido em  $p = 99,98\%$ , o capital econômico de risco  $CE[S_N; p]$  será, em média, suficiente para cobrir as perdas inesperadas em 9.998 de 10.000 cenários realizados.

Porém, um  $VaR$  pré-determinado ao nível  $p$  não fornece nenhuma informação sobre a densidade da calda superior da função de distribuição. Na prática, os órgãos reguladores não se preocupam somente com a frequência da negligência, mas também com a gravidade da negligência. Já os acionistas e dirigentes estão preocupados com a pergunta “quão ruim é o ruim?” quando querem avaliar os

riscos em suas mãos de uma forma consistente. Para tal análise, muitas vezes outra medida de risco, definida como *tailvalue-at-risk* (*TVaR*) é utilizada:

**Definição:** Dado um risco  $X$  e um nível de probabilidade  $p$ , seu *TVaR* é denotado por  $TVaR[X;p]$ , onde

Assim,  $TVaR[X;p]$  pode ser visto como a média dos *VaR*'s de  $X$ , a partir de  $p$ .

Dentro da classe *TVaR* há duas medidas de risco comumente utilizadas, o *conditional tail expectation* e o *conditional VaR* (SZEGÖ, 2002; DENUIT et al., 2005; McNEIL et al., 2005). O *conditional tail expectation* (*CTE*) representa a perda esperada condicional dado que a perda ultrapasse o seu *VaR*, ou seja,

$$CTE[X; p] = E[X | X > VaR[X; p]].$$

Assim, o *CTE* nada mais é do que a transcrição matemática do conceito da “perda média dos piores 100(1-p)% dos casos”. Definindo por  $c = VaR[X; p]$  um limiar crítico de perda correspondendo a algum nível de confiança  $p$ ,  $CTE[X; p]$  fornece uma proteção contra o valor médio das perdas que excedam o limiar crítico  $c$ .

Uma alternativa ao *CTE* é o *conditional VaR* (ou *CVaR*). O *CVaR* é o valor esperado das perdas superiores ao *VaR*:

$$CVaR[X; p] = E[X - VaR[X; p] | X > VaR[X; p]] = CTE[X; p] - VaR[X; p],$$

onde *CTE* é o *conditional tail expectation*.

#### 2.4 Stop-loss com limite de sinistralidade

O contrato de *Stop-loss* com limite de sinistralidade é uma modalidade de contrato de resseguro. O resseguro é um dos principais instrumentos de transferência de risco da seguradora, colaborando com a homogeneização dos seus riscos.

Neste contrato, a seguradora assume os sinistros até um limite máximo de sinistralidade, sendo, por exemplo, de 70% ou 80%, escolhidos pela seguradora de modo que a seguradora não apresente prejuízo na sua operação (FERREIRA, 2007; KAAS et al., 2008).

Assim,

$S \leq K\pi \rightarrow$  não há recuperação;

$S > K\pi \rightarrow$  a seguradora recupera  $S - K\pi$ , em que  $K$  é o limite de sinistralidade;  $S$  a variável aleatória “valor total dos sinistros em 1 ano” e  $\pi$  o prêmio comercial da carteira em 1 ano.

Considerando  $R$  a variável aleatória que representa o volume de recuperação por

contrato *Stop Loss* com limite de sinistralidade e dado que  $\pi = \frac{P}{1-\alpha}$ , sendo  $\alpha$  o

carregamento para despesas, e que o limite de sinistralidade é igual a  $K$ , temos que:

$$R = \begin{cases} 0, & S \leq K \frac{P}{1-\alpha} \\ S - \frac{KP}{1-\alpha}, & S > K \frac{P}{1-\alpha}. \end{cases}$$

Dessa maneira, podemos definir  $E[R]$  como

$$\begin{aligned} E[R] &= \int_{\frac{KP}{1-\alpha}}^{\infty} \left(x \frac{KP}{1-\alpha}\right) f_s(x) dx \\ &= \int_0^{\infty} \left(x \frac{KP}{1-\alpha}\right) f_s(x) dx - \int_0^{\frac{KP}{1-\alpha}} \left(x \frac{KP}{1-\alpha}\right) f_s(x) dx \\ &= E[S] - \frac{KP}{1-\alpha} - \int_0^{\frac{KP}{1-\alpha}} \left(x \frac{KP}{1-\alpha}\right) f_s(x) dx \end{aligned}$$

Assim, é possível determinar a distribuição de  $R$  e, assim, calcular o prêmio de resseguro. Se utilizarmos o princípio do valor esperado, o prêmio do resseguro será:

$$E[R](1 + \theta).$$

## 2.5 Teoria da credibilidade

Muitas vezes as seguradoras precisam definir um prêmio para um grupo de contratos de seguros onde há algumas experiências sobre o grupo, mas muito mais em um grupo maior de contratos que são mais ou menos relacionados. Então, o problema das seguradoras é a criação de um sistema onde há a classificação de experiência para determinar o prêmio dos próximos anos, levando em conta não somente a experiência individual com o grupo, mas também a experiência coletiva (BÜHLMANN; GISLER, 2005; CARDOSO, 2008)

Segundo Kaas et al. (2008), há duas medidas extremas que podem ser tomadas. A primeira é utilizar o mesmo prêmio para todos, estimado pela média  $\bar{X}$  dos dados. Isso faz sentido se a carteira de seguros é homogênea, o que significa que todos os indivíduos têm riscos e reivindicações idênticas. Mas se isso não for o caso, os “bons” riscos irão levar os negócios para outra situação, deixando a seguradora com riscos “ruins”. O outro método é cobrar como prêmio do grupo  $j$  a média de sinistros do grupo  $X_j$ . Este método é justificado se a carteira for heterogênea, mas eles podem ser aplicados se as experiências de sinistros em cada grupo forem grande o suficiente. Assim, um prêmio utilizado considerando os dois extremos é dado por

$$z_j \bar{X}_j + (1 - z_j) \bar{X},$$

em que  $z_j$  representa o fator que expressa a credibilidade do indivíduo  $j$ . Os métodos clássicos para calcular  $z$  são o modelo de Bühlmann, modelo Bühlmann-Straub e a abordagem bayesiana. A equação (6) representa o prêmio de credibilidade (BÜHLMANN, 2005; BÜHLMANN; GISLER, 2005). Este prêmio utiliza a experiência individual e a coletiva, pois a carteira é, em geral, nem completamente homogênea e nem completamente heterogênea. Portanto, os riscos no grupo  $j$  possuem características em comum com os riscos de outros grupos e também possuem propriedades únicas do grupo interno.

Dentro da *teoria da credibilidade da flutuação limitada* é utilizada a credibilidade completa onde  $\alpha_j = 1$  se a experiência é suficientemente grande.

Isso significa que a probabilidade de ter, pelo menos, um certo erro relativo da média individual não excede um determinado limite.

## 2.6 Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais transforma o conjunto de variáveis correlacionadas  $X = [x_1, x_2, \dots, x_p]$  em um conjunto de variáveis não correlacionadas  $Y = [y_1, y_2, \dots, y_p]$  em que  $y_i$  (*i-ésimo* componente principal) é uma combinação linear das variáveis em X. Assim, os componentes principais (CP's) são obtidos em ordem decrescente de importância, ou seja,  $y_1$  implica o máximo possível da variância total,  $y_2$  o máximo da variância restante e assim por diante.

Os CP's obtidos a partir da matriz de dados são influenciados pelas variáveis com maior variância, sendo pouco úteis quando há grande discrepância entre as variâncias. Por isso, obtendo os CP's a partir da matriz R de correlação é uma solução e teríamos o  $y_j$  CP, em que

$$y_j = a_{j1}Z_1 + \dots + a_{jp}Z_p,$$

onde  $a_{ji}$  é o peso da combinação linear, em que  $a_{ji}$  é o desvio padrão da variável  $x_i$ .

Assim, aplicada ao contexto de risco, onde X denota a matriz de classes de riscos, pode-se obter os componentes principais Y e analisar a variância total de X que é explicada pelos CP's, assim como a contribuição marginal de cada risco na variação total através da magnitude dos *loadings* de cada componente. Dado que a variância total de cada componente principal é determinada pelo seu correspondente autovalor, então a proporção da variação total de X explicada pelo *m-ésimo* componente principal, é dada por  $\lambda_m / \sum \lambda_i$ . Contudo, a soma dos autovalores é k, ou seja, o número de variáveis do sistema, assim, a proporção da variação total, explicada conjuntamente pelos *componentes* principais, é dada por

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i / k.$$

Utilizar-se-ia neste trabalho a metodologia de análise dos *loadings* de cada componente principal, assim extraindo a informação de qual(is) grupo(s) de risco(s) está vindo a maior variabilidade total dos riscos agregados. Portanto, ACP será utilizada neste trabalho para analisar a proporção da variabilidade explicada do risco total da seguradora através dos riscos separados, dando a noção da contribuição marginal de cada risco individualmente sobre a matriz total de risco.

## 3 Descrição do Simulator Capital

O Simulator Capital é uma interface gráfica baseado essencialmente nos métodos de simulação probabilística de Monte Carlo. Dessa forma, cada cenário gerado assume uma probabilidade de ocorrência na qual fundamentalmente a aleatoriedade está estruturada no valor dos sinistros para cada classe de

risco. Seguindo as propostas apresentadas recentemente na literatura do ramo de danos (GISLER, 2009; ALM, 2015; WÜTHRICH, 2015), a dinâmica do resultado técnico atuarial agregado no tempo  $t$  pode ser definido por

$$RTA_t = RTA_{t-1} + PT_t - [(S_t - L^* PT_t) I_{\{S_t > L^* PT_t\}} + S_t^* I_{\{S_t \leq L^* PT_t\}} + R_t + Adm_t],$$

onde  $RTA_0$  é capital inicial disponível,  $PT_t$  é o prêmio total recolhido no período corrente e  $S_t = \sum_{j=1}^n X_j$ , sendo  $X_j$  o valor do sinistro total para a classe de risco  $j$ . O limite de sinistralidade para a operação de resseguros é dado por  $L$ , a composição total do eventos ocorridos nos períodos anteriores, mas pagos no tempo  $t$ , é representado por  $R_t$  e  $Adm_t$  é o custo associado na liquidação/administração dos sinistros ocorridos no tempo  $t$ .

Na Figura 4 é apresentado de forma simples as principais etapas do simulador. Cada etapa é executada internamente e automática de forma que o usuário concentre apenas nos *inputs* do sistema. Com isso, de forma relativamente rápida, os valores de entradas podem ser modificados e avaliados seus impactos nos três objetivos centrais da plataforma: (i) análise de solvência; (ii) projeção do capital baseado em risco; (iii) contribuição marginal de cada classe de risco. Dentre os ingredientes fundamentais e algumas considerações importantes sobre a interface gráfica, destacam-se:

- Histórico de receita (prêmios) e despesa (sinistros ocorridos) da seguradora, são usados como base para a projeção de cenários estocásticos;
- No regime de Solvência II, com finalidade de trazer o capital regulatório a um valor justo de mercado, para cada classe de risco  $j$  calcula-se o Market Value Margin

$$MVM_j = CdC \sum_t \frac{CR_{t,j}}{(1+r_t)^{t+1}}$$

onde  $CdC$  é o custo de capital (ENGSNER, 20115; VIOSSAT, 2011; ROBERT, 2013; MERZ; WÜTHRICH, 2014) da seguradora (Supervisão Europeia recomenda 6%),  $CR_{t,j}$  é o requerimento de capital classe de risco  $j$  no tempo  $t$ , e  $r_t$  é a taxa livre de risco sendo representada por um *título zero copum* com duração  $t$  períodos. Na interface o custo de capital é um parâmetro de entrada variando 0,15%;

- Para computar estimativas correntes dos valores descontados foi utilizado a Estrutura a Termo das Taxas de Juros Estimada de *copum zero* disponibilizada pela ANBIMA da data 01/08/2016. O modelo para a curva de juros adotado pela ANBIMA é dado por:

$$r_t(\tau) = \beta_{1,t} + \beta_{2,t} \left( \frac{1 - e^{-\lambda_{1,t}\tau}}{\lambda_{1,t}} \right) + \beta_{3,t} \left( \frac{1 - e^{-\lambda_{1,t}\tau}}{\lambda_{1,t}} - e^{-\lambda_{1,t}\tau} \right) + \beta_{4,t} \left( \frac{1 - e^{-\lambda_{2,t}\tau}}{\lambda_{2,t}} - e^{-\lambda_{2,t}\tau} \right),$$

- onde o vetor de parâmetros  $\theta = (\beta_{1,t}, \beta_{2,t}, \beta_{3,t}, \beta_{4,t}, \lambda_{1,t}, \lambda_{2,t})$  da ETTJ-IPCA estimada pela ANBIMA extraída a partir da taxa média de compra e venda de NTN-B é dado por  $\hat{\theta} = (0,06, 0,0004, 0,0235, -0,0304, 0,3423, 0,1668)$ ;
- A estimação dos parâmetros da cópula Gaussiana, Frank ou Gumbel foi obtida por máxima verossimilhança com auxílio da biblioteca R-copula;
- Cada cenário no SIMULADOR CAPITAL corresponde uma realização de Monte Carlo já considerando a dependência entre cada classe de risco e evolução da reserva de capital acumulado do período anterior;

- Por efeito de simplificações na metodologia de simulação, *Run-off risk* representa uma porcentagem dos riscos que ocorrem no passado, mas são efetivados como despesa no período corrente;
- No cálculo da projeção de capital e custo total de cada classe de risco é utilizado todos os cenários simulados;
- O fator de credibilidade é utilizado como fator de ponderação no cálculo do prêmio agregado para cada classe de risco, na qual um peso será alocado na média praticada pelo mercado;
- Embora não há consenso na fórmula de cálculo do custo na qual uma seguradora possui ao manter capital requerido, neste trabalho o custo total do risco para cada período é dado por

$$CTR_t = E[S_t] + CdC \times (E[S_t] - VaR(S_t; p)) + PT_t;$$

- A interface gráfica foi desenvolvida conjugando funcionalidades da linguagem R com o pacote Shiny.

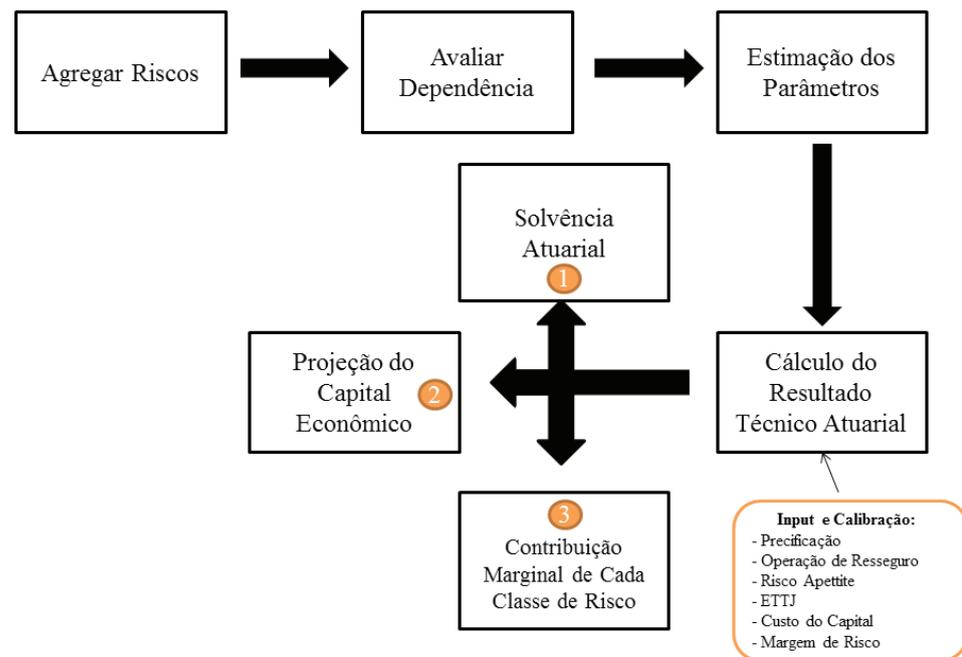


Figura 4 – Etapas do Simulator Capital para análise de solvência, mensuração de capital e contribuição marginal de cada classe de risco.

### 3.1 Um exemplo com dados reais

A base de dados, sinistros e prêmios, utilizada neste trabalho para demonstração da metodologia e da plataforma é disponibilizada na *homepage* da SUSEP e da Escola Nacional de Seguros. Embora, as informações representem o mercado agregado brasileiro, o objetivo é reproduzir a rotina no processo de gestão atuarial para a análise de solvência de uma seguradora.

Originalmente, a base de dados continha 10 variáveis que representavam o sinistro retido de cada ramo, na qual cada um será tratado como um tipo de risco, sendo eles: automobilístico, vida, saúde, incêndio, acidentes pessoais, transportes, diversos, habitação, DPVAT e riscos diversos. Sendo que, seguindo

a definição da Superintendência de Seguros Privados, o sinistro retido (SR) representa o volume de sinistros ocorridos de responsabilidade da seguradora, num certo período de análise. Em virtude do objetivo proposto neste trabalho será criada uma nova variável denominada diversos que incluirá a soma de diversos, habitação, DPVAT e riscos diversos.

Portanto, a base de dados usada como ilustração está dividida em sete classes de riscos: auto, saúde, incêndio, acidentes pessoais, transportes e diversos. A Tabela (1) apresenta as estatísticas descritivas dos sinistros retidos de cada classe de risco de vários anos acumulados no setor de seguros no Brasil. Como foi dito anteriormente, embora a base de dados não representa nenhuma companhia de seguros, as informações fornecem um alto valor ilustrativo para demonstrar a aplicabilidade e uso do SIMULADOR CAPITAL.

Tabela 1 – Estatística descritiva do valor dos sinistros por classe de risco (R\$ milhões)

Classe de Risco/ Estatística	Mediana	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Auto	2622,8	4985,8	164,5	12957,7	4435,5
Vida	1308,2	1961,4	226,6	4873,2	1486,8
Saúde	4691,0	4607,9	0,1	9933,3	4063,1
Incêndio	602,4	635,6	5,1	2708,0	509,1
Acidentes Pessoais	262,7	250,8	26,3	594,8	147,6
Transportes	479,3	440,2	62,0	925,9	225,9
Diversos	3146,8	3232,8	474,6	11434,8	2261,2

A estrutura de dependência entre as classes de riscos está apresentada na Figura 5. Embora em algumas classes podemos observar uma forte dependência linear, outras a estrutura de dependência é bem mais complexa. Nesse sentido, simular os riscos utilizando cópulas podemos usufruir do fato que dependência não-linear também poderá ser capturada facilmente. O Simulator Capital tem opção de projetar os valores de sinistro utilizando três tipos de cópulas tradicionais e automaticamente estimar os seus parâmetros via máxima verossimilhança.

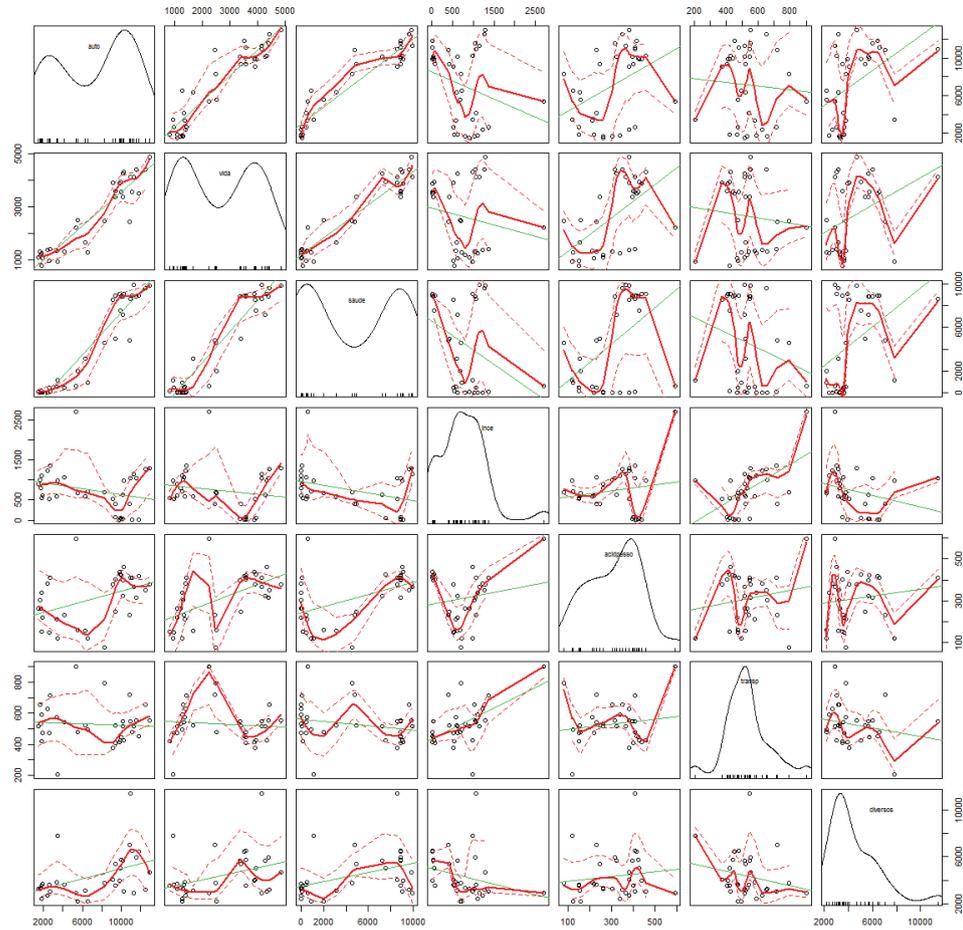


Figura 5 – Estrutura de dependência entre as classes de riscos.

A Figura 6 demonstra a estrutura a termo de taxa *de juros zero cupom* construída em 01/08/2016 pela Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais. Pela figura observa-se que as taxas de juros pós-fixadas estão com tendência de queda. Ainda na Figura 6, o gráfico no segundo painele está associado ao ranking do fator de variação explicada por cada classe de riscos utilizando-se da técnica de componentes principais. No intuito de eliminar a influência da escala, a análise de componentes principais foi realizada com os dados padronizados.

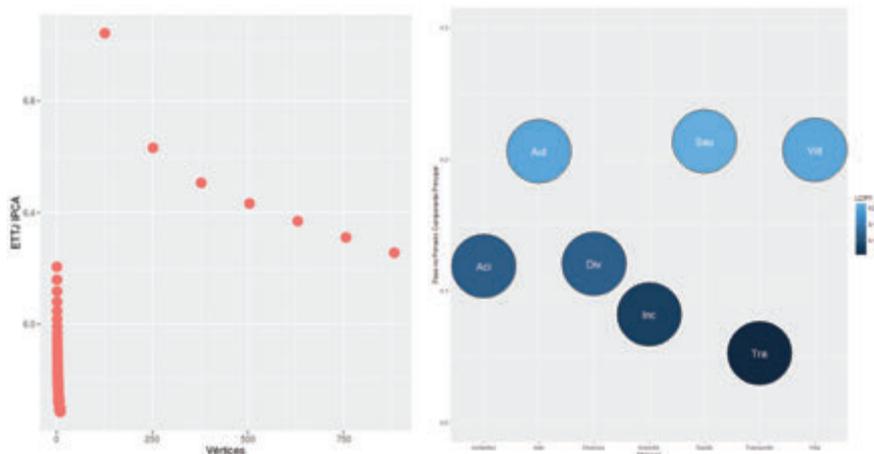
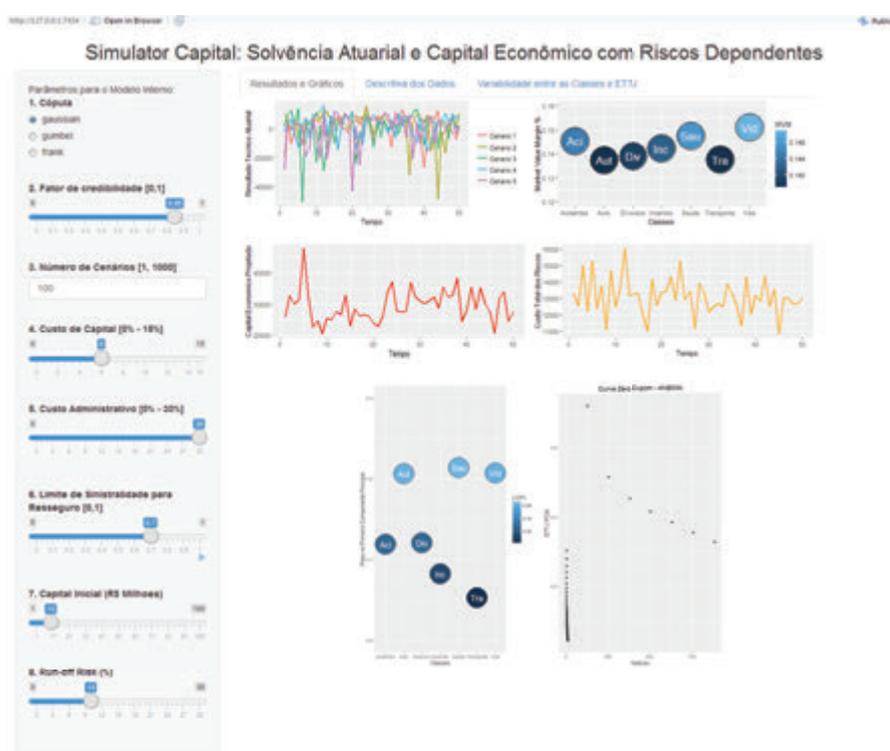


Figura 6 - Estrutura a Termo da Taxa de Juros (ETTJ) IPCA, zero cupom ANBIMA (esquerda) e variabilidade explicada por cada classe de risco (direita)

Por último, na Figura 7 está apresentada a janela principal do SIMULATOR CAPITAL. A figura apresenta várias saídas gráficas considerando os dados analisados e fixando os diversos parâmetros de *inputs* na interface gráfica. A primeira saída gráfica, por exemplo, disponibiliza o resultado técnico atuarial projetado para 50 períodos de cinco cenários simulados. Já nos primeiros períodos projetados observa-se a maior severidade (alto resultado negativo). No entanto, ao observar o capital econômico projetado (valor médio para todos cenários) ao longo do tempo, é também indicado nos períodos iniciais que a seguradora deveria ter esse capital adicional para honrar seus compromissos (primeiro gráfico na segunda linha do painel). Na demonstração realizada, na Figura (7) pode ser observadas outras saídas gráficas que auxiliam a análise de solvência de forma dinâmica, visto que os parâmetros podem ser alterados com facilidade e novos resultados são mostrados quase instantaneamente no painel principal.



**Figura 7** - Página inicial da interface gráfica SIMULATOR CAPITAL com os seguintes outputs: Resultado Técnico Atuarial; Relative Market Value Margim; Capital Econômico Projetado; Custo Total dos Riscos; Variabilidade por classe de Risco; ETTJ

#### 4 Considerações finais

O cenário atual, seja nacional ou global, é marcado por um elevado nível de volatilidade e instabilidade na ocorrência dos sinistros e nos mercados financeiros. Diante da alta complexidade do mercado atuarial, uma melhor análise da capacidade das seguradoras em honrar seus compromissos é essencial. Neste contexto, uma exigência cada vez mais rigorosa de capital baseado em risco torna a possibilidade de consolidar o mercado de seguros cada mais sustentável ao longo prazo e preparado para oferecer novos produtos à sociedade. Para tanto, este trabalho apresentou fundamentação teórica concisa de alguns métodos relevantes no cálculo de requerimento de capital e análise de solvência. Além

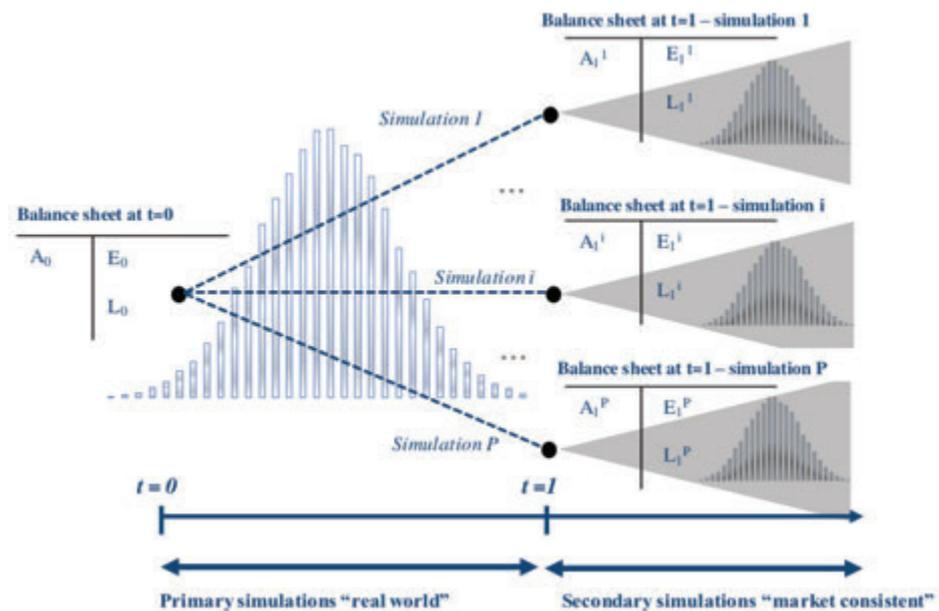
disso, é apresentada uma interface gráfica, denominada Simulator Capital, para uma melhor visualização e análise no processo de gestão quantitativa de riscos.

Portanto, a plataforma gráfica apresentada nesse trabalho, no âmbito das melhores práticas de gestão atuarial, fornece aos gestores no setor de seguros as seguintes possibilidades:

- Mensuração e visualização de capital mínimo projetado;
- Geração de cenários estocásticos;
- Avaliação do resultado técnico atuarial para riscos agregados e dependentes;
- Análise de sensibilidade de parâmetros de entrada;
- Análise de stress conjugada à operação de resseguro e *run-off risk*;
- Auxílio nos testes de adequação e avaliação de passivos;
- Informações relevantes para órgãos de supervisão e acionistas ao longo do período de análise.

Uma grande vantagem de usar um modelo interno para a solvência atuarial via simulação de Monte Carlo é controlar de uma forma explícita as várias entradas, porém respeitando a natureza estocástica do problema. Outra vantagem inerente do SIMULATOR CAPITAL é a possibilidade de gerar cenários com riscos catastróficos, ou seja, situação onde temos uma alta sinistralidade conjuntamente nas classes de risco. Por último, destaca-se também a possibilidade de obter, após a geração de um número razoável de cenários, medidas de incerteza para as quantidades projetadas. Assim, facilmente pode ser obtido intervalos de confiança, para as projeções apresentadas nos gráficos.

Outras funcionalidades poderão ser incluídas na simulação, como por exemplo, as flutuações dos valores de mercados ativos garantidores. Uma abordagem sugerida para introduzir uma abordagem de mercado dinâmica e consistente é sugerida em Devineau e Loisel (2009), como demonstra a Figura 8.



**Figura 8** – Ilustração da proposta de Devineau e Loisel (2009) para incorporar uma simulação dinâmica do valor de mercado dos ativos sob o regime de Solvência II.

Enfim, espera-se que a plataforma desenvolvida neste trabalho, seja um protótipo relevante para o surgimento de ferramentas tecnológicas de auxílio no processo de gestão atuarial das atividades nas seguradoras frente as novas necessidades de alocação e avaliação de capital de risco.

---

\* Possui graduação em Ciências Atuariais pela Universidade Federal de Minas Gerais (2006), mestrado em Atuária pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2009). É candidato ao título de PhD pelo Departamento de Atuária e Estatística da Universitet i Oslo, Noruega e Research Fellow no Statistics for Innovation Center. Membro do Instituto Brasileiro de Atuária, MIBA 2004, estagiou na Acser e Plurall Consultoria Atuarial, atuou na forma de cooperação técnico-científica com o IAPUC/ Puc-Rio, LE-ADD/ UERJ, Petrobras, Ministério da Saúde, Linear-Options-USA, Statkraft Energy e Norwegian Computing Center. Tem experiência em análise de dados com ênfase em Atuária, atuando principalmente nos seguintes temas: métodos quantitativos na análise de risco financeiro e atuarial, teoria e modelagem atuarial, resseguros, análise de Solvência Atuarial e Requerimento de Capital, métodos computacionais em atuária e inovação em seguros, previdência e saúde suplementar. Foi pesquisador visitante no Centre for Health Equity Studies, Stockholm University/ Karolinska Institutet. Realizou visita de curta duração no Departamento de Atuária

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALBLAS, W. Solvency II SCR based on Expected Shortfall. Master's Thesis in Actuarial Science and Mathematical Finance in University of Amsterdam, 2014.
- ALM, J. A simulation model for calculating solvency capital requirements for non-life insurance risk. *Scandinavian Actuarial Journal*, v. 2015, n. 2, p.107-123, 2015.
- ARTZNER, P. et al. Coherent Measures of Risk, *Mathematical Finance*, 9, 203-228, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIROS E DE CAPITAIS (ANBIMA). Disponível em: <<http://portal.anbima.com.br/Pages/home.aspx>>. Acesso em: 01 de ago. de 2016.
- BUHLMANN, H. *Mathematical Methods in Risk Theory*. New York: Springer, 2005.
- BUHMANN, H.; GISLER A. *A Course in Credibility Theory and Its Applications*. New York: Springer, 2005.
- CARDOSO, P. A. Uma Metodologia para Estimação do Capital Econômico: Incorporação de Dependência Entre Risco Via Cópulas. Dissertação de Mestrado em Ciências Atuariais da PUC-RIO, 2008.
- CEIOPS. Advice to the European Commission in the framework of the Solvency II project on pillar I issues—further advice, 2007.
- CEIOPS. Advice to the European Commission on the Principle of Proportionality in the Solvency II Framework Directive proposal, CEIOPS-DOC-24/08, 2008.
- CEIOPS. Advice for level 2 implementing measures on Solvency II: Technical provisions – lines of business, on the basis of which (re)insurance obligations are to be segmented, 2009.
- CEIOPS. Solvency II Calibration Paper, 2014.
- CHAN, J.A. The Globalization of Finance and its Implications for Financial stability: An Overview of the Issues. *International Journal of Banking, Accounting, and Finance*, Vol. 1, No. 1, pp. 3–29, 2008.
- CHAVAS, J.P. *Risk Analysis in Theory and Practice*. New York: Academic, 2004.
- CEA - COMITE EUROPEEN DES ASSURANCES. CEA Preliminary Feedback on QIS2, ECO 6279, 2006.
- DENUIT, M. et al. *Actuarial theory for dependent risks*. Wiley, 2005.
- DENUIT, M. et al. Risk measurement with equivalent utility principles. *Statistics and Decisions* 24, 1–25, 2006.

- DEVINEAU, L.; LOISEL, S. Risk aggregation in Solvency II: How to converge the approaches of the internal models and those of the standard formula?. *Bulletin Français d'Actuariat*, v. 9, n. 18, p. 107-145, 2009.
- DHAENE, J.; GOOVAERTS, M. J. On the Dependency of Risks in the Individual Life Model. *Insurance: Mathematics & Economics*, 19: 243-253, 1997.
- EDER, A.; KEILER, S.; PICHL, H. Interest rate risk and the Swiss Solvency Test. Discussion Paper - Deutsche Bundesbank, 2013.
- EIOPA. Report on the Fifth Quantitative Impact Study (QLS5) for Solvency II. Disponível em: <<https://eiopa.europa.eu/Publications/Administrative/EIOPA-Regulation.pdf>>. Acesso em: 08 de ago. 2016.
- EMBRECHTS, P.; KLUPPELBERG, C.; MIKOSCH, T. *Modelling Extremal Events: For Insurance and Finance*. New York: Springer, 1996.
- EMBRECHTS, P.; McNEIL, A.; STRAUMAN, D. *Correlation and Dependence in Risk Management: Propriets and Pitfalls*, 2002.
- EMBRECHTS, P.; HOFERT M. Statistics and quantitative risk management for banking and insurance. *Annu. Rev. Stat. Appl.* 1:49, 2014.
- ENGSNER, H.; VERRALL, R. J. Stochastic claims reserving in general insurance. *Br. Actuar. J.* 8:443-518, 1997.
- FERREIRA, P. P. *Precificação: Credibilidade, Risco no Resseguro e Aplicações Diversas*, Rio de Janeiro: Funenseg, 2007.
- FILIPOVIC, D. Multi-level risk aggregation. *ASTIN Bulletin* 39, 565–575, 2009.
- FUNENSEG - Escola Nacional de Seguros. Disponível em: <<https://www.funenseg.org.br/>>. Acesso em: 12 de ago. 2016.
- GISLER, A. The Insurance Risk in the SST and in Solvency II: Modeling and Parameter Estimators. DAV Scientific Day, Berlin, 2009.
- GRANITO, I; DE ANGELIS, P. Capital allocation and risk appetite under Solvency II framework. *Preprint arXiv:1511.02934*, 2015.
- JUNKER, M.; MAY, A. Measurement of aggregate risk with copulas. *Econometrics Journal*, Vol. 8, No. 3, 2005.
- KAAS, R. et al. *Modern actuarial risk theory using R*. New York: Springer, 2008.
- KINRADE, N.; WÜLLING, W. Comparison of the Standard Formula for life insurers under the Swiss Solvency Teste and Solvency II. Milliman Research Report, 2011.

- KOLEV, N. V.; GONÇALVES, M; DIMITROV, B. Probabilistic Properties of Sibuya's Dependence Function. \textit{Preprint}, 2007.
- KUSCHEL, N.; HARTMANN, S. Partial Internal Models - Techniques for Integration into the Standard Formula. Munich Re, Germany, 2015.
- LATIF, S. A.; MORETTIN, P. A. Sibuya's Measure of Local Dependence. *Revista Estadística*, 2008.
- MCNEIL, A. J.; FREY, R.; EMBRECHTS, P. *Quantitative risk management. Concepts, techniques, tools*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.
- MCNEIL, A. J.; KIRCHNER, A.; KRETZSCHMAR, G. L. The case for fully integrated models of economic capital. Available at SSRN 1317251, 2008.
- MELO, E. F. L. Quatro Ensaio sobre o uso de Modelagem por Cópulas para Gestão de Riscos. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro., 111p, 2008.
- MERZ, M.; WÜTHRICH, M. V. Demand of insurance under the cost-of-capital premium calculation principle. *Risks*, v. 2, n. 2, p. 226-248, 2014.
- NELSEN, R. B. *An Introduction to Copulas*. Springer, New York, 1999.
- NGUYEN, T. et al. Risk aggregation by using copulas in internal models. *Journal of Mathematical Finance*, v. 1, n. 03, p. 50, 2011.
- NGUYEN, T.; MOLINARI, R. D. Risk Aggregation by Using Copulas in Internal Models. *Journal of Mathematical Finance*, 1, 50-57, 2011.
- PEREIRA, D. E.; PEREIRA, P. L. V. Cópulas - Uma alternativa para a estimação de modelos de riscos multivariados. Texto para Discussão, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2009.
- RESOLUÇÃO CNSP N 321, de 2015. Ministério da Fazenda - Conselho Nacional de Seguros Privados, 2015.
- ROBERT, C. Y. Market Value Margin calculations under the Cost of Capital approach within a Bayesian chain ladder framework. *Insurance: Mathematics and Economics*, v. 53, n. 1, p. 216-229, 2013.
- RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>, 2015.
- SANDSTRÖM, A. *Handbook of solvency for actuaries and risk managers: theory and practice*. CRC Press, 2016.

- SANTOS, R. P. S. Modelando Contágio Financeiro Através de Cópulas. Dissertação em Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2010.
- SETH.; MYERS. *Estimating VaR using Copula*. URA Final Report - Spring, 2007.
- SIBUYA, M. Bivariate extreme statistics. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 11, 195-210, 1960.
- SKLAR. M. Fonctions de Répartition à n Dimensions et Leurs Marges, Publications de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris, No. 8, pp. 229-231, 1959.
- SOCIETY OF ACTUARIES - SOA 2004 - Yearbook. Disponível em: <<https://www.soa.org/Files/Soa/2004-SOA-Yearbook.pdf>>. Acesso em: 07 de ago. 2016.
- SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PROVADOS (SUSEP). Disponível em: <<http://www.susep.gov.br/>>. Acesso em: 10. de ago. 2016.
- SZEGÖ, G. Measures of Risk. *Journal of Banking and Finance*, 26, 1253-1272, 2002.
- TANG, A.; VALDEZ, E. A. Economic Capital and the Aggregation of Risks using Copulas, 2006. Disponível em: <<http://www.ica2006.com/Papiers/282/282.pdf>>. Acesso em: 06 de ago. 2016.
- VENTER, G. G. Tails of Copulas. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, Vol. 89, No. 171, pp. 68-113, 2002.
- VIOSSAT, Y. Market Value Margin: Practical calculations under the Solvency II Cost of Capital Approach. *Scor Papers*, nº 18, 2011.
- WINSTON, C. et al. shiny: Web Application Framework for R. R package version 0.13.2. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=shiny>>, Acessado em: 30 de jul. de 2016.
- WÜTHRICH, M. V. From ruin theory to solvency in non-life insurance. *Scandinavian Actuarial Journal*, n. 6, p. 516-526, 2015.
- WÜTHRICH, M.; MERZ, M. *Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance*. New York: Springer, 2013.
- YU, W.; HUANG, Y. A Dependent Insurance Risk Model with Surrender and Investment under the Thinning Process. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.
- ZWIESLER, H. J. *Asset-Liability-Management*. Springer, Berlin, pp. 117-131, 2005.

*Daniela  
R. Furtado de  
Mendonça*  
in Memoriam



## **Extra Coverage *Necessário*** **A regulatory impact assessment on Brazilian individual health plans\***

The Brazilian Constitution states, “*Health is a right of all and the duty of the State.*” Thus, in order to meet the demands of the more than 200 million people in the country, the Brazilian government established a program called Sistema Único de Saúde (SUS) more than 25 years ago.

To operate this program, the State has set up a network of public, philanthropic, and private hospitals and clinics. In this system, the pay grade table SUS offers to its partners has a gap of up to 1,300 percent<sup>1</sup> when compared to the pay grade table of the market. Not only does this pay gap weaken the established partnerships among hospitals and clinics, but it also discourages new entrants into the system, which has led to a shortage of medical staff and patient beds.

For these reasons, the SUS has been unable to satisfy the tremendous demand for medical procedures, resulting in 25 percent<sup>2</sup> of the Brazilian population acquiring some kind of supplementary health plan, i.e., a plan that is a substitute for public health. Components of this system include the regulatory agency Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), companies that sell supplementary health products (health insurance and health plan companies), and members and providers (physicians, hospitals, laboratories, etc.).

Supplementary health products have existed in Brazil since the 1960s. However, delays in the formation of operational regulations caused the majority of health plans selling these products to operate without any consumer guarantee until 1998, when the first regulations came about. Since then, ANS has published more than 500 new rules, with the goal of making the market more professional and safer for the consumer.

Due to the new legislation, Brazilian supplementary health products no longer were permitted to establish limits of any kind—quantitative or financial—and ANS monitored all of the companies selling these supplemental products very closely to ensure cooperation. In addition, these companies were required to begin setting up certain reserves.

Forcing all of the companies that sell supplementary health products to conform to these rules caused severe decapitalization of the sector. Strong measures to compensate this decapitalization were taken. In the case of individual products, these regulations caused a massive extinction; although these products were

never the priority of these companies, they have dropped to the lowest market share since September 2005, at just 20 percent. Companies selling supplementary health plans are finding many difficulties in this line of business, which unlike the group health plans, is strongly regulated and monitored by ANS.

With respect to individual plans specifically, many legislative points must be assessed as factors that discourage their continuity in the market. Consider the following examples:

- The prohibition of the insurer's ability to terminate the contracts, which makes the products valid for an indefinite period (i.e., lifelong).
- The regulation of the annual rate increases is based on group plan experience.
- The prohibition of risk selection or underwriting on the basis of age or preexisting conditions at the time of enrollment.
- Frequent updates in the list of mandatory medical procedures that must be covered, which extends to all contracts established since 1999 that do not have a counterpart to the price reevaluation.

Moreover, these practices work poorly for the market because they do not always employ the basics of good actuarial practice. These plans often are considered to be a true market destabilizer, similar to what happened to the Brazilian individual life insurance market in the past, in which a similar model damaged many insurance companies financially.

For all of these reasons, the analysis of ANS data for individual plans indicates that the loss ratio of these products has increased steeply over the years. From here forward, we will examine some of the legal issues that affect the loss ratio for these supplemental products.

## VARIATION OF MEDICAL AND/OR HOSPITAL COSTS (VARIAÇÃO DE CUSTOS MÉDICOS E HOSPITALARES)

### ACRONYMS LIST

Acronym	Definition
AcANS	Accumulated ANS rates
AcIPCA	Accumulated IPCA rates
AcVCMH	Accumulated VCMH rates
ANS	Regulatory Health Agency
IBGE	Brazilian Institute of Geography and Statistics
IESS	Supplementary Health Research Institute
IPCA	Brazilian Inflation
PDR	Premium Deficiency Reserve
SUS	Brazilian Government health program
VCMH	Brazilian Medical Trend

The ANS has imposed rate increase restrictions on the individual market. For several years, the rate increase regulations—although higher than the Consumer Price Index (called IPCA or Brazilian Inflation)—did not increase fast enough to keep up with the Variação de Custos Médicos e Hospitalares (VCMH or Brazilian Medical Trend).

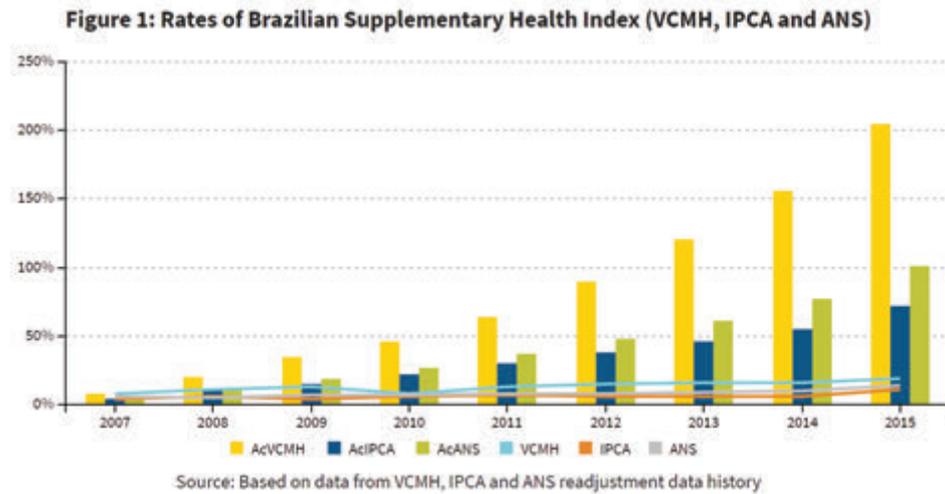


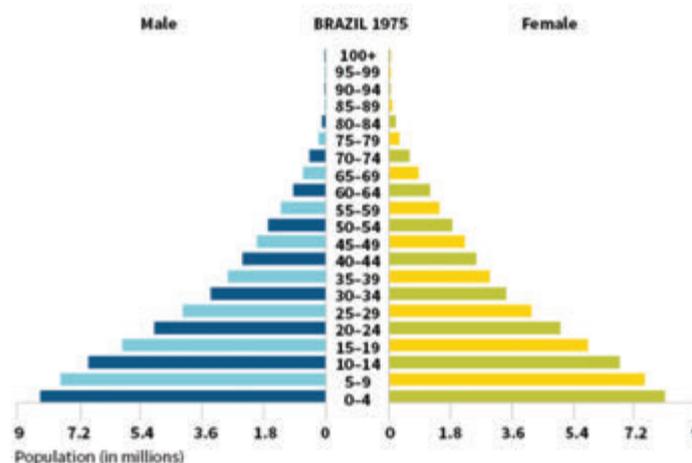
Figure 1 is a comparison chart showing the percentage rates of VCMH, IPCA and ANS adjustment, as well as their accumulation (AcVCMH, AcIPCA and AcANS) over the years.

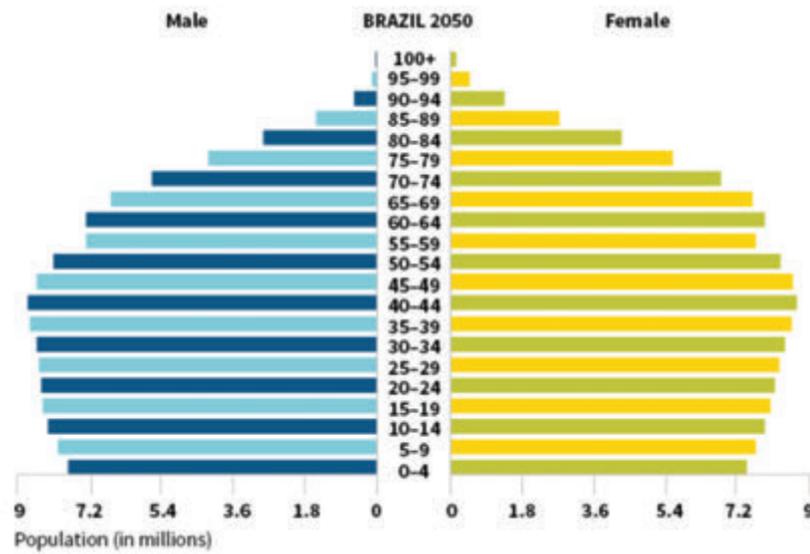
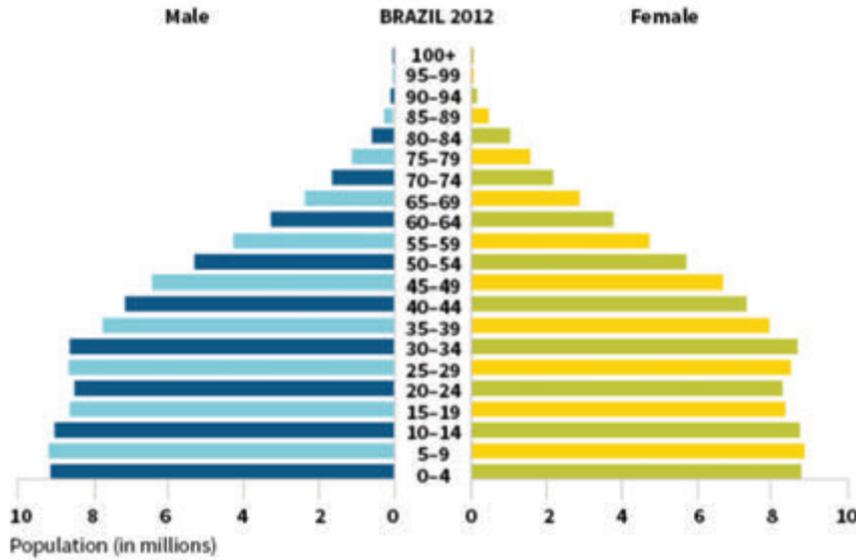
It should be noted that during a period of only nine years, if the VCMH is compared to the mandatory rate by the ANS, individual plans lost 50 percent of their value, which had a direct impact on the increased loss ratio.

### DEMOGRAPHIC AGING

In the last 30 years, Brazil has experienced a strong demographic transformation. Data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) indicates that in a maximum of 40 years, the Brazilian age pyramid will be older (similar to that of France at present). In other words, we expect a quick shift in the ages of our population, as can be seen in Figure 2.

Figure 2: Age Pyramid of the Brazilian Population Through the Years





Source: Brazilian Institute of Geography and Statistics

Aging, by itself, could be considered a big problem Brazilian health plan companies will need to face. However, the application of existing Brazilian rules will only exacerbate the issue.

According to the ANS regulations, health plans have limitations on how much the premiums are allowed to vary or increase by age within the 10 required age bands. Specifically, those companies must make sure the oldest age band's premium level does not exceed six times the first age band's premium, and that the percentage increase between the premiums of the seventh and the 10th age bands does not exceed the percentage increase between the first and the seventh age bands' premiums.

Consider **Figure 3** for an example of these limitations:

**FIGURE 3** EXAMPLE PREMIUM TABLE

Age Band	Premium (R\$)	%	Percentage Increase
0-18 years old	100,00		171%
19-23 years old	110,00	10%	
24-28 years old	126,50	15%	
29-33 years old	158,12	25%	
34-38 years old	173,93	10%	
39-43 years old	226,12	30%	
44-48 years old	271,34	20%	121%
49-53 years old	352,74	30%	
54-58 years old	451,51	28%	
59+ years old	600,00	33%	

If we take a careful look at Milliman's Brazil Health Cost Guidelines, we can verify the difference in cost between the first and the last age band is much more than six times, which is inconsistent with the ANS guidelines. To fill this gap, health plan companies had to charge more to their younger enrollees in order to reach greater values in the higher ranges.

### LIST OF PROCEDURES

In order to follow the technological developments in medicine, every two years the ANS determines a new list of appointments, exams and treatments with mandatory coverage in health plans. Since 1998, this list has represented the minimum coverage required for consumers according to the coverage of the signed contract (out-patient, inpatient or both).

It would be most actuarially appropriate if companies that sell supplementary health products could pass the extra cost to consumers. However, as seen earlier, the allowable increases are regulated by the ANS and have never been set high enough to cover costs of the new procedures.

### TECHNICAL RESERVES DEFICIENCY

ANS requires that these health plan companies set up only the incurred but not reported reserve, the unearned premium reserve, and the due and unpaid reserve; however, individual plans require more reserves than just these in order to stabilize the loss ratio over time. These include the contract reserve, the active life reserve and the premium deficiency reserve (PDR).

The contract reserve is established when some portion of the premium collected in a contract's early stages is intentionally designated to help pay for an-

anticipated higher claims costs in later stages, like in Brazil contracts.

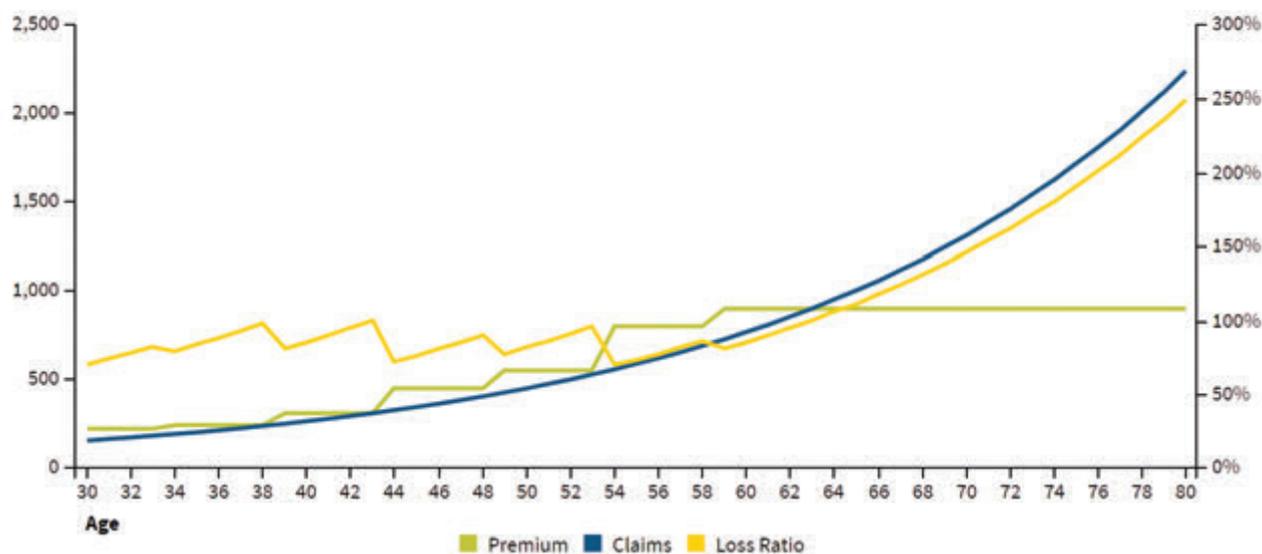
The active life reserve is the combination of contract reserves and unearned premium reserves; the latter already is mandatory in Brazil and represents premiums that have been collected and entered in the ledger, but actually are allocated to a period of time after the valuation date.

The PDR is set up when it is determined that future premiums are not sufficient to cover future claims payments and expenses. The distinction between the PDR and the contract reserve lies in the initial pricing intent. Contract reserves are established when the product is priced initially, with the knowledge that the incidence of premiums and claims will not match. A PDR is required when a gross premium valuation determines there is a contractual obligation to fund future losses, but the liability cannot be recognized by an experience adjustment to contract reserve entries because it has already been sold, leaving you in a bind.

Joining all of the rules together, we can create a simulation for an individual plan and its evolution through the years. We will assume an expected initial loss ratio of 70 percent for a 30-year-old, a claim cost increase of 1.5 percent for each additional year of age (e.g., a 31-year-old costs 1.5 percent more than a 30-year-old), and a readjustment gap of 4 percent per year (taking into account the list of new procedures every two years). The readjustment gap is essentially the difference between the real increase in costs (e.g., 10 percent), and what ANS will allow these premiums to increase by (e.g., 6 percent), which results in a gap between the real cost and the premium level (e.g., a readjustment gap of 4 percent).

Observing **Figure 4**, it is clear the detachment of the premium curve and the events curve begins at age 62, but the loss ratio already has reached alarming levels by age 38.

**Figure 4: Sample Individual Plan Evolution By Age**



Source: Author's own elaboration

To meet the financial needs wrought by these regulations, the health plan companies set the premium payment of the products so new entrants partially subsidize the older ones, which changes the underlying premium model to use cross-subsidization and premiums that do not align with costs.

Undercapitalized and discouraged, as well as lacking the needed reserves, the insurance companies in this market gradually are moving toward a more practical solution: stop selling individual plans in order to limit the damage generated by this portfolio. Because of this approach, many of the individual plan portfolios of health insurance companies are in decline.

In addition to these adverse conditions, which have been in place since 2005, the situation is getting worse today as Brazil experiences serious economic problems. With the collapse of the economy, unemployment rates consistently have set new records every month. Because these people have no backup plan, the government tries to remediate part of the problem by mandating that all employers keep their dismissed and retired employees in the portfolio for some time, since the employees help pay for the cost. However, this practice is tied directly to the increase in post-employment liabilities (International Accounting Standards), which causes dissatisfaction with the employers, in turn producing a negative impact on the group health plans.

We conclude that for the market to regain interest in individual plans and to wholly rebalance itself, it would require radical changes in legislation, including the requirement of the aforementioned reserves.

*\* Artigo publicado originalmente na revista *The Actuary*, da Society of Actuaries (SOA), em outubro de 2016*

#### Notes

1 Federal Medical Council Publications. Honorários na Tabela SUS. May 2015

2 Agência Nacional de Saúde Suplementar. Caderno de Informação. March 2016

**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).



# 12º Congresso Brasileiro de Atuária

Tema Central:  
O Atuário Frente à Era  
do Compartilhamento

