



CAPITAL DE RISCO BASEADO NO RISCO DE SUBSCRIÇÃO

RELATÓRIO DE REAVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS CONSTANTES DOS ANEXOS I A III DA RESOLUÇÃO CNSP Nº 321/2015

RELATÓRIO FINAL

Superintendência de Seguros Privados – SUSEP
Diretoria de Supervisão de Solvência – DISOL
Coordenação Geral de Monitoramento Prudencial – CGMOP
Coordenação de Monitoramento de Riscos – CORIS

Setembro / 2017

Apresentação

Este relatório final representa, basicamente, a atualização do relatório inicial publicado em janeiro de 2017, após discussão do processo de reavaliação nele proposto no âmbito do Grupo de Trabalho constituído pela Portaria SUSEP 6.802/2017, com representantes da Susep e das associações e federações representativas do mercado supervisionado afetado.

Isto posto, este relatório tem como objetivo apresentar o processo de reavaliação dos parâmetros constantes dos Anexos I a III da Resolução CNSP Nº 321/2015, com as alterações implementadas na proposta inicial advindas dos debates travados no âmbito do Grupo de Trabalho constituído para tal fim. Tais parâmetros dizem respeito às tabelas com os fatores e matrizes de correlação utilizados no cálculo do Capital de Risco baseado no Risco de Subscrição (CRsubs), mais especificamente das parcelas relativas ao risco de emissão/precificação (R.emi.danos, no Anexo I) e ao risco de provisão de sinistro (R.prov.danos, no Anexo II), ambas referentes às operações definidas no artigo 39 do citado normativo.

A reavaliação de parâmetros em questão se faz necessária de forma que o CRsubs a ser calculado reflita o estado mais atual das referidas operações, com base em dados mais recentes. A última reavaliação destes parâmetros ocorreu no final de 2007.

Cabe também dizer que este processo de revisão traz consigo algumas mudanças, em relação à revisão anterior, a saber: (i) Na parcela R.emi.danos é proposta a eliminação da abertura por região de operação, o que torna seu cálculo similar ao da parcela R.prov.danos, com fórmula, tabela de fatores e matriz de correlação considerando apenas as 17 classes de negócio definidas; e (ii) foram introduzidas algumas pequenas mudanças na metodologia de cálculo dos parâmetros e na forma de totalização dos dados utilizados as quais serão melhor descritas ao longo deste relatório.

Os relatórios inicial e final do processo de reavaliação, as atas das reuniões do Grupo de Trabalho, assim como outros documentos pertinentes serão disponibilizados no site da Susep, em página específica acerca deste processo de reavaliação. Dessa forma, a Susep mantém a sua política de tornar seus processos, atos e diretrizes transparentes tanto para o mercado que supervisiona quanto para o público em geral.

1. Introdução

No início de 2008 entraram em vigor as Resoluções CNSP Nº 155/2006 (posteriormente substituída pela Resolução CNSP Nº 178/2007) e 158/2006, que instituíram os requerimentos de capital baseados em risco, em substituição aos requerimentos anteriores, que não seguiam este conceito. Assim, foi estabelecido o Capital Mínimo Requerido (CMR), formado por um Capital Base e por um Capital Adicional, este atualmente denominado Capital de Risco (CR).

O Capital Base veio estabelecer um valor mínimo de capital em função das regiões em que o ente supervisionado resolvesse atuar. Já o Capital de Risco era o que efetivamente instituíra, nos mercados supervisionados pela Susep, o requerimento de capital tomando-se como base o perfil de risco suportado pelas operações do ente supervisionado.

O Capital de Risco, por sua vez, foi definido como a composição de parcelas baseadas nos riscos de Mercado (CRmerc), de Crédito (CRcred), Operacional (CROper) e de Subscrição (CRsubs). Entretanto, naquele primeiro momento, foi regulamentada somente uma parte da parcela do Capital de Risco baseado no Risco de Subscrição, referente às operações de danos e vida em grupo – em outras palavras, para as operações de seguro de curto prazo e baseadas em regime de repartição.

A definição deste novo marco regulatório em relação aos requerimentos de capital veio como resposta a um movimento internacional observado nas últimas décadas, de se avançar para requerimentos de capital que fossem mais sensíveis ao portfólio de risco assumido pela companhia, em substituição a requerimentos de capital mais simplistas, que somente consideravam o volume geral de suas operações. Assim, deu-se início às formas de requerimento de capital chamadas de *Risk Based Capital*, ou capital baseado em risco. Os pioneiros foram os EUA e Canadá, ao iniciarem em 1992 a adoção dos seus sistemas de capital baseado em risco (*Risk Based Capital – RBC*)

Na Europa, a partir dos anos 2000, iniciou-se um processo de consolidação das normas relativas à solvência de seguradoras, o que incluía os requerimentos de capital regulatório, iniciando-se assim a discussão para determinação de um requerimento de capital baseado em risco comum para a Comunidade Europeia. Este projeto foi denominado Solvência II.

Muito do projeto Solvência II, em especial o que tange aos requerimentos de capital, foi influenciado pelo relatório do *Insurer Solvency Assessment Working Party* (em tradução nossa, Grupo de Trabalho sobre Avaliação de Solvência de Sociedades Seguradoras) da *International Actuarial Association*, IAA (IAA, 2004). A formação deste grupo – e o conseqüente relatório – teve como motivação consulta realizada à IAA em 2002 pela *International Association of Insurance Supervisors*, IAIS. No relatório, foram propostas diretrizes básicas para a avaliação de solvência de sociedades seguradoras. Entre os pontos abordados, foram levantados os principais grupos de riscos suportados pelas sociedades seguradoras em suas operações: Riscos de Subscrição, Riscos de Mercado, Riscos de Crédito e Riscos Operacionais. Os últimos três dizem respeito aos riscos já anteriormente levantados no projeto Basileia II, relativo ao sistema bancário, sendo os riscos de mercado e crédito associados mais aos ativos das companhias. O grupo dos riscos de subscrição foi, então, introduzido no conjunto, sendo este específico da atividade de seguros e de previdência (aqui no Brasil, também nos planos de capitalização), e

mais associado ao passivo das companhias. Foi ainda salientado no relatório do grupo de trabalho da IAA a existência de interdependência entre os diferentes grupos de risco.

Outro ponto abordado no relatório da IAA foi o grau de complexidade dos requerimentos de capital baseados em risco. Foram reconhecidas no relatório do grupo de trabalho da IAA duas abordagens possíveis para a determinação dos requerimentos de capital: a abordagem padrão (*standard approach*) e a abordagem avançada (*advanced approach*). Na abordagem padrão, o capital regulatório é estabelecido através de formulações definidas pelo regulador de seguros. De forma geral, são definidas fórmulas para cada um dos grupos de risco, ou subgrupo destes, contendo fatores (que representam medidas de mercado) que são aplicados a unidades de exposição, ou seja, dados relacionados à operação das companhias. Os valores determinados para grupos ou subgrupos de riscos são, então, agregados de forma que a dependência entre eles seja respeitada, de forma a considerar o benefício trazido pela diversificação. Já a abordagem avançada traduz-se em requerimentos de capital determinados com base em modelos internos, desenvolvidos pelas companhias com esta finalidade e validados pelo supervisor de seguros. Dessa forma, trata-se de uma abordagem que leva em consideração as características específicas da companhia, em oposição à abordagem padrão, que leva em consideração medidas de mercado.

Segundo o relatório do grupo de trabalho da IAA, a abordagem avançada seria aplicável a companhias com maior habilidade técnica e com efetivos programas de gerenciamento de riscos. Já a abordagem padrão, estruturada pelo regulador de seguros, seria para aplicação geral no mercado, determinando o requerimento de capital baseado em risco das companhias que não possuem os requisitos para determiná-lo através de modelos específicos. A abordagem padrão seria a evolução das formulações anteriores de requerimento de capital historicamente estabelecidas pelos reguladores, que não consideravam o perfil de risco das companhias.

Aqui no Brasil, optou-se por iniciar o estabelecimento dos requerimentos de capital baseado em risco seguindo-se a abordagem padrão, considerada mais adequada ao estágio de desenvolvimento do mercado à época. Ainda, optou-se também por começar pelo risco de subscrição, tendo em vista que este foi considerado o de maior impacto, o que foi confirmado pelas respostas dos entes supervisionados aos primeiros Questionários de Risco, instituídos em 2004.

Dessa forma, após um processo que envolveu discussões realizadas no âmbito de Comissão Técnica formada por membros da Susep e representantes do mercado, foi publicada, com início de vigência para 2008, a Resolução CNSP Nº 158/2006 estabelecendo uma fórmula padrão para a determinação do CRsubs relativo às operações de seguro de curto prazo e baseadas em regime de repartição. Na verdade, a fórmula era a junção de duas: uma relativa ao risco de provisão de sinistro, e a outra relativa ao risco de emissão/precificação. Em ambas, fatores representando medidas do risco associado a cada segmento de mercado eram aplicados a medidas de exposição do ente supervisionado nestes mesmos segmentos de mercado, e os valores obtidos para cada segmento de mercado eram então agregados considerando a correlação entre os segmentos de mercado para o risco em questão. No risco de emissão/precificação, os segmentos de mercado eram as 51 combinações entre as 3 regiões de operação e as 17 classes de negócio então definidas; já no risco de provisão de sinistro, os segmentos de mercado eram

dados diretamente pelas 17 classes de negócio. Por fim, estas duas fórmulas eram agregadas considerando haver correlação zero entre os riscos de emissão/precificação e o risco de provisão de sinistro, devido à falta de dados para que fosse feito um estudo confiável para a correlação entre estes riscos.

Ainda, antes de entrar em vigor em 2008, a fórmula padrão do CRsubs teve seus parâmetros reavaliados no final de 2007, com a publicação da Circular SUSEP Nº 355/2007.

Posteriormente, nas atualizações normativas que se seguiram, a fórmula original foi efetivamente segmentada, com a parcela relativa ao risco de emissão/precificação das operações de seguro de curto prazo e baseadas em regime de repartição sendo então denominada R.emi.danos e a parcela relativa ao risco de provisão de sinistro dessas mesmas operações sendo então denominada R.prov.danos. Outras parcelas foram adicionadas ao CRsubs, relativas a riscos associados às operações de vida e previdência e sob regime de capitalização, e hoje a fórmula padrão do CRsubs para sociedades seguradoras conta então com 7 parcelas.

Ainda, na sequência, o projeto foi completado, com o estabelecimento paulatino das fórmulas padrão para as demais componentes do Capital de Risco, inicialmente estabelecidas na Resolução CNSP Nº 155/2006.

Por fim, foi ainda aberta a possibilidade de requerimentos de Capital de Risco definidos por abordagem avançada, sendo o cálculo realizado através de Metodologias Próprias, desenvolvidas pelo ente supervisionado e encaminhadas à Susep para validação e autorização de uso. Entretanto, cabe ressaltar que tais metodologias devem abranger todas as parcelas do Capital de Risco e, ainda, que até o momento foram estabelecidos somente os requisitos mínimos para tais metodologias, não tendo sido criadas regulamentações específicas sobre os processos de submissão e validação, refletindo os princípios estabelecidos pela IAIS. Nesse contexto, ainda não há ente supervisionado cujo requerimento de capital seja determinado por tal abordagem.

Agora, chega o momento de se iniciar o processo de revisão dos parâmetros das fórmulas padrão, na medida que os mesmos representem medidas de mercado e devem refletir as alterações por ele sofridas ao longo do tempo. E iniciamos esse processo pela revisão dos parâmetros das fórmulas das parcelas R.emi.danos e R.prov.danos do CRsubs, que, por terem sido as primeiras a serem definidas, encontram-se mais defasadas.

Assim, o restante deste relatório terá como objeto a descrição do processo dessa reavaliação de parâmetros, assim como apresentar os seus resultados e o impacto do mesmo no mercado supervisionado.

2. Dados

Um dos principais objetivos desta reavaliação de parâmetros é fazer com que os mesmos reflitam uma posição de mercado mais atual, através do uso de dados mais recentes. A reavaliação de parâmetros anterior foi realizada considerando a data base de 31/12/2006.

Nesta reavaliação, considera-se a data base de 31/12/2014. Assim, os dados utilizados na reavaliação foram coletados considerando o período até esta data.

Foram considerados dados das seguintes fontes:

a. Dados do Formulário de Informações Periódicas – FIP, informados mensalmente pelas sociedades seguradoras, devidamente criticados e validados pelas áreas responsáveis na Susep.

b. Dados dos Quadros Estatísticos 270, 322 e 376, de estatísticas de movimento de sinistros, informados mensalmente pelas sociedades seguradoras, devidamente criticados e validados pelas áreas responsáveis na Susep.

c. Dados dos Quadros Estatísticos 272, 324 e 378, de estatísticas de movimento de prêmios, informados mensalmente pelas sociedades seguradoras, devidamente criticados e validados pelas áreas responsáveis na Susep.

d. Dados macroeconômicos:

- Séries históricas do IPCA e da SELIC, obtidas através da página do IPEA na internet.

- Expectativa futura para a SELIC, obtida através da página do Banco Central na internet.

Os dados relativos às operações das companhias foram trabalhados para refletir os processos de cisão, fusão, incorporação e transferências de carteira ocorridos, refletindo a posição na data base desta reavaliação de parâmetros, mas respeitando o momento em que os processos foram realizados. Assim, seja uma carteira de seguros que na data base da reavaliação, 31/12/2014, é pertencente à empresa A, mas que em algum momento dentro do período cujos dados foram considerados nesta reavaliação, anterior à data base, tenha sofrido transferência ou sido incorporada, tendo pertencido até então à empresa B; para fins desta reavaliação, todo o histórico de operações desta carteira será considerado na empresa A.

Especialmente em relação aos Quadros Estatísticos, foram realizadas algumas críticas em relação às informações prestadas através dos mesmos, que ensejaram contatos tanto com a área da Susep responsável por seu monitoramento, quanto com algumas companhias, para que as mesmas confirmassem ou corrigissem as informações prestadas.

3. Metodologia do processo de reavaliação

A metodologia de reavaliação descrita neste relatório seguiu a mesma estrutura geral da última reavaliação de parâmetros realizada em 2007, que, por sua vez, foi basicamente a mesma feita na avaliação original. Entretanto, algumas mudanças foram implementadas e serão descritas mais à frente no relatório.

3.1. Conceito de capital

No sentido mais geral, o capital representa o excesso de ativos de uma empresa sobre seus passivos. Contudo, há diferentes noções de quanto deveria ser esse montante. O importante é que a exigência de um capital regulatório, como ferramenta de regulação de mercado, fornece um parâmetro que visa a garantir uma situação de solvência das seguradoras.

Com relação às incertezas na operação de uma seguradora, tanto as companhias quanto os supervisores têm que reconhecer a função do capital como o “colchão” primário para absorver choques ou perdas não previstas. Um nível suficiente de capital é ponto crítico para que um segurador cumpra suas obrigações com os segurados e possíveis credores.

Um dos princípios da *International Association of Insurance Supervisors* (IAIS) propõe que “a autoridade reguladora estabelece requisitos de adequação de capital para fins de solvência de forma que as seguradoras possam absorver perdas significativas não previstas e para proporcionar graus de intervenção de supervisão” (PBS 17).

Sob essa ótica, o capital serve como proteção a segurados ao reduzir a probabilidade de insolvência devida a perdas não esperadas, incluindo declínio no valor dos ativos e/ou aumento no valor das obrigações da instituição, e ao reduzir a magnitude das perdas aos segurados, caso a companhia seguradora torne-se insolvente.

Neste contexto, existem muitas razões relacionadas à necessidade de capital por parte das seguradoras. A capacidade de pagamento dos sinistros é de importância primordial tanto para o detentor da apólice quanto para a entidade reguladora. Outras razões incluem o desejo de pagar dividendos mesmo durante o período de baixa lucratividade e ter potencial para investir em outros projetos ou expandir os ramos de atuação. Do ponto de vista da entidade reguladora, a manutenção de margens de solvência apropriadas à condução dos negócios é a principal preocupação. Para o segurador, a capacidade de pagamento do sinistro está relacionada à disponibilidade de ativos com relação às exigibilidades e isto não depende apenas da adequação das provisões técnicas, mas também do faturamento do segurador, do capital e das reservas disponíveis.

Nesta linha, os requerimentos de capital devem refletir as margens existentes, positivas ou negativas, na mensuração dos ativos e passivos. Como este montante está sujeito a variabilidades, não há garantia absoluta de solvência associada a esta mensuração. O capital requerido é, portanto, uma noção probabilística e está relacionado a vários diferentes graus de probabilidades críticas que podem ser consideradas necessárias.

Uma seguradora não precisa saber apenas se o total de suas provisões é adequado, ela precisa ter certeza sobre a disponibilidade de suas provisões quando forem requeridas. Assim, há a necessidade de observar a situação da empresa dinamicamente e não apenas em uma base estática. Dentro do ambiente de negócio das seguradoras, para que a solvência seja garantida é preciso reter provisões adequadas e investir prudentemente, limitando a concentração de sua exposição ou transferindo riscos para outros agentes de mercados, através de mecanismos como resseguro e cosseguro, caso necessário.

Conforme exposto, a meta do supervisor ao exigir níveis mínimos de capital será sempre salvaguardar segurados de perdas inesperadas e promover a segurança, solidez, e, por conseguinte, a confiança do sistema segurador, sem inibir a competição de mercado. Esse será o princípio no qual a Susep balizará este trabalho.

3.2. Risco de Subscrição

Conforme a orientação 16.7.1 dos Princípios Básicos de Seguro da IAIS (IAIS, 2011), chama-se risco de subscrição àquele risco específico de seguro oriundo da subscrição de contratos de seguro.

Por sua vez, o já citado relatório do grupo de trabalho da IAA (IAA, 2004), na sua seção 5.24, afirma que os riscos que compõem a categoria dos riscos de subscrição são aqueles relacionados com os “perigos” cobertos pelas diferentes linhas/coberturas de seguro (incêndio, morte, etc.), assim como os relacionados aos processos específicos associados à condução do negócio de seguros; no relatório, foi apresentada uma lista de diferentes riscos genéricos, que se aplicariam a todas (ou quase todas) as sociedades seguradoras.

Já o Projeto Solvência II europeu, conforme exposto em CEIOPS (2009), a Diretiva 2009/138/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de novembro de 2009, define o risco de subscrição como “o risco de perda, ou de evolução desfavorável do valor dos elementos do passivo decorrentes da atividade seguradora, devido a uma fixação de preços inadequada e a pressupostos de provisionamento incorretos”.

Aqui no Brasil, a Resolução CNSP Nº 321/2015 define o risco de subscrição como sendo a “possibilidade de ocorrência de perdas que contrariem as expectativas da supervisionada, associadas, diretamente ou indiretamente, às bases técnicas utilizadas para cálculo de prêmios, contribuições, quotas e provisões técnicas”.

Em relação às operações de seguro de curto prazo e baseadas em regime de repartição, as quais se refere esta reavaliação de parâmetros, a Susep considerou, para fins de modelagem, a segregação dos riscos de subscrição em duas componentes: o **risco de provisão de sinistro** e o **risco de emissão/precificação**. Basicamente, o primeiro é relativo aos sinistros já ocorridos, enquanto o segundo, é relativo aos sinistros a ocorrer.

Assim, o risco de provisão de sinistro diz respeito à variação do valor presente dos fluxos futuros de pagamentos referentes a sinistros ocorridos até a data base de avaliação, cujo valor esperado seria equivalente às provisões de sinistros ocorridos. Tal variação é devida tanto às incertezas

associadas às provisões de IBNR e/ou IBNER, quanto à incerteza em relação à provisão de sinistros a liquidar (PSL), já que tanto a frequência quanto a severidade dos pagamentos futuros relativos aos sinistros ocorridos e já conhecidos podem (e certamente vão) variar, em maior ou menor grau, em relação aos valores estimados quando do conhecimento da ocorrência dos sinistros. Podemos ainda dizer que, na modelagem que será aqui proposta, na medição da variação do valor presente dos fluxos de pagamentos estaria também embutido o efeito de eventuais alterações no nível geral de tais fluxos.

Já o risco de emissão/precificação diz respeito à variação do resultado de subscrição ao longo do horizonte de tempo considerado, a partir da data base de avaliação. Como resultado de subscrição, entenda-se o resultado entre o montante de sinistros ocorridos mais despesas administrativas e operacionais, menos o prêmio ganho e receitas operacionais, todos relativos ao período dado pelo horizonte de tempo, a partir da data base de avaliação. São consideradas aqui tanto apólices emitidas até a data base quanto novos negócios subscritos ao longo do horizonte de tempo considerado. Dessa forma, o risco de emissão/precificação relaciona-se com as chamadas provisões de prêmios.

3.3. Abordagem padrão adotada pela Susep

Como já abordado na introdução a este relatório, a Susep optou por iniciar o estabelecimento dos requerimentos de capital baseado em risco através de uma abordagem padrão, onde o requerimento de capital baseado em risco é determinado com base em fórmulas, que em linhas gerais, envolvem fatores – representando medidas gerais de mercado – aplicados a medidas de exposição específicas do ente supervisionado, determinando os requerimentos de capital deste, referentes a cada grupo de risco, que depois são agregados considerando matrizes de correlação, estas refletindo a interdependência observada entre os grupos de risco.

Neste relatório, então, são descritos os processos e metodologias considerados na reavaliação dos fatores e matrizes de correlação que compõem as fórmulas padrão que definem as parcelas R.emi.danos e R.prov.danos da fórmula padrão para cálculo do Capital de Risco baseado no Risco de Subscrição.

Cabe ressaltar que a parcela R.emi.danos sofrerá alteração na sua fórmula, que atualmente possui 51 segmentos de mercado (fruto da combinação de 3 regiões de atuação e 17 classes de negócio) e, com a proposta de eliminação da abertura por região, passará a ter somente 17. Dessa forma, sua fórmula padrão, que baseia-se atualmente em 51 fatores a serem aplicados aos respectivos 51 valores de prêmio retido, sendo os valores resultantes agregados por uma matriz de correlação de dimensão 51 x 51, ficará semelhante à fórmula padrão que determina a parcela R.prov.danos.

3.4. Medida de risco

O grande agente catalisador das discussões sobre modelos de regulação baseado em risco foi o setor bancário. O valor que tem servido de parâmetro para a maioria dos bancos centrais tomarem alguma ação (intervenção, direção fiscal, liquidação, etc.) em relação a um

supervisionado é conhecido por “Value at Risk” (VaR). O VaR é uma tentativa de fornecer um número simples que resume o total de risco de um portfólio financeiro.

Segundo Hull (2002), quando se pensa na medida de VaR, o seguinte enunciado é posto: “Estamos α por cento certos que não perderemos mais do que V reais nos próximos N dias”.

Seja o VaR uma função de dois parâmetros: N, o horizonte de tempo; e α , o nível de confiança. O VaR representa, então, o nível de perda através dos N dias que estamos $100 \times \alpha\%$ certos de que não excederemos. Em geral, o VaR corresponde ao $(100 - 100 \times \alpha)$ -ésimo percentil da distribuição de mudança do valor da carteira através dos próximos N dias.

Entretanto, conforme destacado em vários trabalhos, o VaR é uma medida de risco que possui algumas características que não o qualificam como uma medida de risco coerente (para mais detalhes sobre medidas de risco coerentes, ver Artzner, 1999). Assim, seguindo inclusive recomendações do relatório da IAA (IAA, 2004), optou-se pelo uso do Tail VaR (TVaR) na modelagem para determinação dos fatores das fórmulas padrão objeto deste relatório.

No relatório da IAA (IAA, 2004), o TVaR é definido como “o quantil VaR mais a média dos excessos em relação a este quantil”; assim, o TVaR está diretamente relacionado ao VaR.

Os gráficos a seguir ajudam a ilustrar os conceitos expostos.

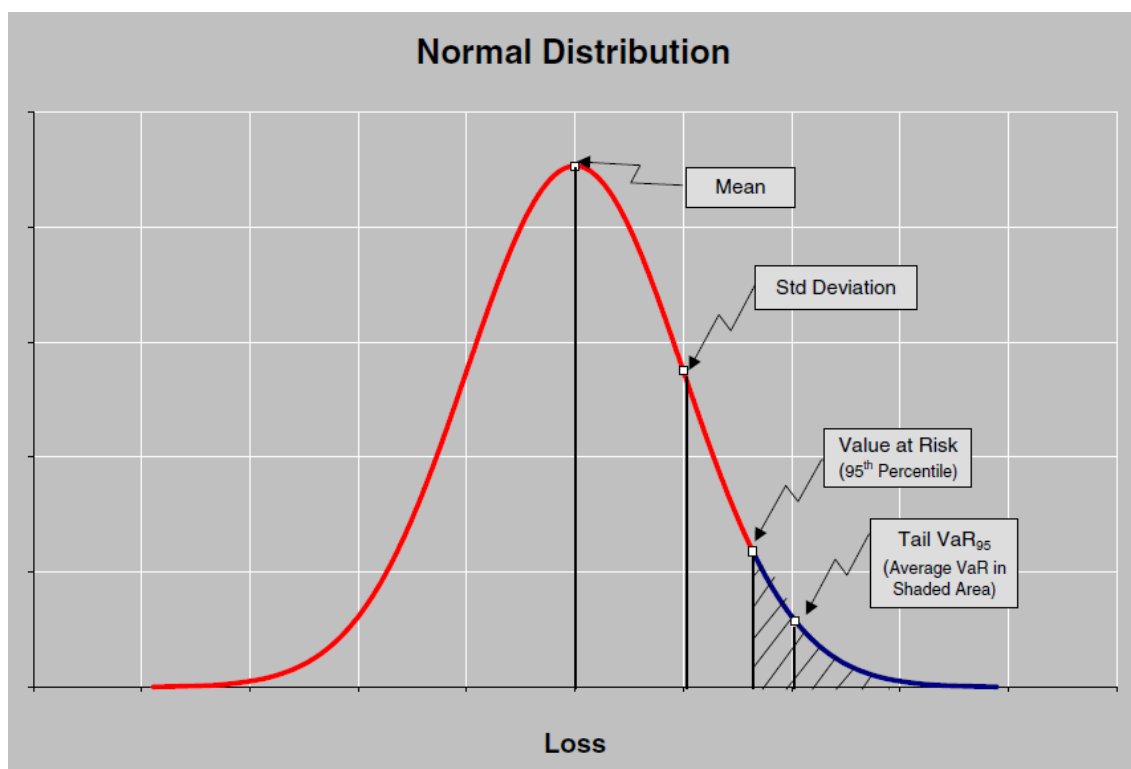


Figura: Distribuição de perda com distribuição simétrica.

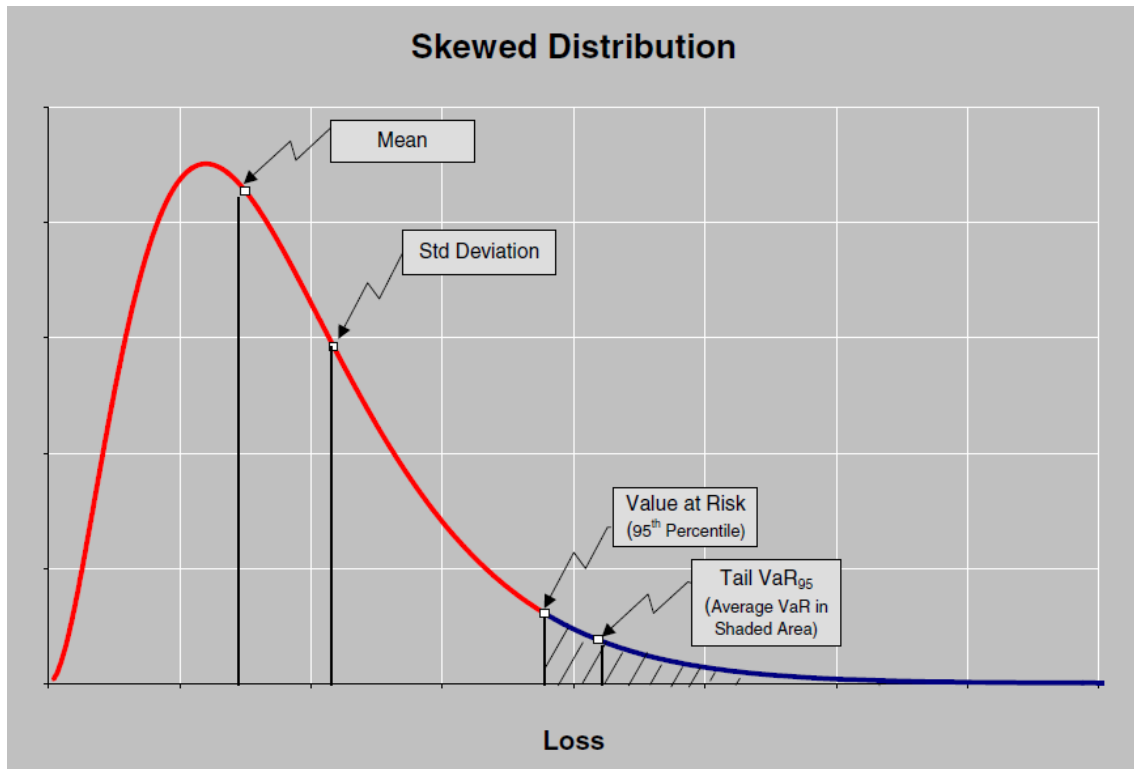


Figura: Distribuição de perda com distribuição assimétrica.

3.5. Estrutura geral da metodologia de reavaliação

Como já dito, a metodologia de reavaliação descrita neste relatório segue a mesma estrutura geral da última reavaliação de parâmetros realizada em 2007, assim como da avaliação original. A seguir, faremos uma descrição desta estrutura geral.

O primeiro passo consiste em determinar agrupamentos das empresas a serem consideradas, os quais chamaremos de clusters; as empresas com massa de dados suficiente para a aplicação dos modelos serão mantidas separadas, enquanto as demais serão agrupadas em processo que considera a afinidade de operações.

O segundo passo consiste em determinar, para cada cluster, e para cada classe de negócio com massa suficiente em cada cluster, a necessidade de capital para o risco de provisão de sinistro através da medida de risco TVaR. Será ainda determinada a necessidade de capital total de cada cluster para o risco em questão (consideradas somente as classes de negócio com massa suficiente em cada cluster). Este passo será executado para cada um dos dois níveis de confiança a serem considerados na determinação dos TVaR: 97,5% para obtenção dos fatores padrão e 95% para obtenção dos fatores reduzidos.

O terceiro passo é equivalente ao segundo, mas agora para o risco de emissão/precificação.

O quarto passo consiste em determinar a necessidade de capital geral de cada cluster, de forma agregada, ou seja, sem distinção entre risco de emissão/precificação e risco de provisão de

sinistro. Assim como o segundo e terceiro passos, é executado para os dois níveis de confiança, de 97,5% e 95%.

O quinto passo consiste no cálculo das matrizes de correlação para agregação dos requerimentos de capital relativos a cada classe de negócio, matrizes estas constantes das fórmulas padrão, sendo uma relativa ao risco de emissão/precificação e outra relativa ao risco de provisão de sinistro.

O sexto e último passo consiste no cálculo dos fatores, constantes das fórmulas padrão, através de um processo de otimização. Neste processo, os fatores são calculados de tal forma que seja mínimo o erro entre as necessidades de capital calculadas através do TVaR (segundo a quarto passos) e os seus correspondentes calculados através das fórmulas padrão.

Nos segundo, terceiro, quarto e sexto passos, as classes de negócio 5, 6, 7, 11, 12, 15, 16 e 17 foram consideradas de forma agrupada, como se formassem uma única classe, de forma a permitir maior consistência nos cálculos realizados. Com isso, foram determinados no sexto passo fatores para esta classe aglutinadora, sendo depois replicados para as classes em questão.

Na sequência do relatório, serão descritas as metodologias, premissas e processos considerados em cada um dos passos acima descritos.

Cabe ressaltar que, embora a avaliação e reavaliação de parâmetros anteriormente realizadas tenham seguido os mesmos passos acima listados, nesta reavaliação os processos internos de cada passo sofreram algumas alterações, visando adaptação à realidade atual. Estas alterações são descritas ao longo deste relatório.

3.6. Agrupamento de empresas para formação dos clusters

Com o intuito de tornar a análise do capital de risco de subscrição das seguradoras mais uniforme e eficiente, algumas companhias foram agregadas em grupos (clusters), enquanto outras foram mantidas separadas. Considerando-se a afinidade de operações, são formados clusters (agrupamentos de empresas) com maior massa de dados em determinadas classes de negócio, permitindo uma melhor análise da necessidade de capital.

Para avaliação e formação dos clusters, foi considerado o montante de prêmio retido pelas companhias nos 12 meses anteriores à data base da reavaliação, 31/12/2014.

Como resultado deste processo, obtivemos os 14 clusters listados na tabela a seguir.

Cluster	Empresas (Código FIP)
1	05118
2	05312
3	05321
4	05631
5	05886
6	06238
7	06785
8	06866
9	01414, 01431, 01490, 01571, 01627, 01775, 01970, 02020, 02062, 02101, 02143, 02437, 02461, 02798, 02933, 02950, 03069, 03328, 03671, 03727, 04359, 04669, 04928, 04952, 05053, 05193, 05274, 05436, 05533, 05690, 05754, 05819, 05843, 05908, 05941, 05991, 06106, 06122, 06131, 06211, 06335, 06467, 06513, 06530, 06564, 06602, 06653, 06751, 06793, 06921, 06947, 06998, 08737
10	01007, 02801, 02895, 04251, 05002, 05045, 05096, 05282, 05444, 05665, 06017, 06033, 06084, 06173, 06220, 06688, 06831, 06912, 08141, 09938
11	05355, 06181, 06572
12	03182, 05177, 05185, 06190
13	05011, 05495, 05720,
14	05070, 05142, 06351, 06548

Em relação à formação dos clusters, temos que:

- Os clusters 1 a 8 são formados pelas empresas cuja participação no mercado, considerado o montante de prêmio retido, foi superior a 4%.
- Os clusters 9 e 10 são formados pelas empresas com participação inferior à 1%, onde o cluster 9 agrega as empresas com atuação exclusiva nas classes de negócio 13 e 14, enquanto o cluster 10 agrega as demais empresas.
- Os clusters 11 a 14 são formados pelas empresas com participação entre 1% e 4%, tendo sido determinados com base em técnicas estatísticas de análise de clusters, que consideraram a participação das classes de negócio, com base no montante de prêmio retido, em cada empresa; assim, empresas com operações similares (participações similares das classes de negócio na operação total) foram agrupadas.

Ressalta-se que algumas empresas não foram consideradas, por não terem operado nos ramos ou produtos a que se referem as parcelas R.emi.danos e/ou R.prov.danos ao longo do período de operações considerado nesta reavaliação, ou por terem ficado sem dados relativos ao período citado após os ajustes realizados nos mesmos para refletir os processos de cisão, fusão, incorporação e transferências de carteira ocorridos.

3.7. Modelo para cálculo da necessidade de capital para o risco de provisão de sinistro

Considerado um cluster (grupo de empresas), será descrito aqui o modelo utilizado para o cálculo da necessidade de capital para fazer frente ao risco de provisão de sinistro, tanto o valor relativo a cada classe de negócio com massa suficiente nesse cluster quanto o valor total do cluster. O modelo segue o disposto em Altieri (2014).

Esse processo é repetido para todos os clusters.

Objetivos do modelo

O objetivo inicial aqui é determinar uma distribuição para o valor presente dos fluxos futuros de pagamentos relativos a sinistros ocorridos, que doravante para facilitar chamaremos de PERDA, cujo valor esperado é equivalente às provisões de sinistros ocorridos a serem formadas pela companhia (cluster). A necessidade de capital será determinada com base no TVaR dessa distribuição, sendo estabelecida como o excesso desta medida de risco (em função da volatilidade da distribuição) em relação ao valor esperado, funcionando assim como um “colchão” destinado a absorver os naturais desvios do montante de pagamentos efetivamente realizados em relação aos valores provisionados, fruto da natureza aleatória da PERDA.

Triângulo de Run-off

Para a determinação da distribuição desejada, utilizaremos como base o triângulo de *run-off*. Para uma dada classe de negócio $c = 1, \dots, C$, podemos estabelecer a seguinte descrição para o triângulo de *run-off* com os montantes de pagamentos relativos a sinistros ocorridos:

Tabela: Triângulo de *run-off* com os montantes de pagamentos relativos a sinistros ocorridos

Período de ocorrência (i)	Prazo de desenvolvimento (j)						
	1	2	3	...	P-2	P-1	P
1	$m_{c,1,1}$	$m_{c,1,2}$	$m_{c,1,3}$	...	$m_{c,1,P-2}$	$m_{c,1,P-1}$	$m_{c,1,P}$
2	$m_{c,2,1}$	$m_{c,2,2}$	$m_{c,2,3}$	...	$m_{c,2,P-2}$	$m_{c,2,P-1}$	
3	$m_{c,3,1}$	$m_{c,3,2}$	$m_{c,3,3}$	...	$m_{c,3,P-2}$		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			
P-2	$m_{c,P-2,1}$	$m_{c,P-2,2}$	$m_{c,P-2,3}$				
P-1	$m_{c,P-1,1}$	$m_{c,P-1,2}$					
P	$m_{c,P,1}$						

Por prazo de desenvolvimento, entende-se o número de períodos até o pagamento, onde 1 representa pagamento ocorrido no mesmo período da ocorrência, 2 no período seguinte, e assim por diante.

Com os dados observados de pagamentos estruturados na forma do triângulo de *run-off*, o objetivo passa a ser inferir sobre os valores de pagamentos futuros referentes aos sinistros já ocorridos, ou seja, sobre os valores abaixo do triângulo. Estes valores serão representados pelas variáveis aleatórias $M_{c,i,j}$ dispostas na tabela a seguir.

Tabela: Valores de pagamentos futuros referentes aos sinistros já ocorridos

Período de ocorrência (i)	Prazo de desenvolvimento (j)					
	1	2	3	P-2	P-1	P
1						
2						$M_{c,2,P}$
3					$M_{c,3,P-1}$	$M_{c,3,P}$
⋮			⋮	⋮	⋮	⋮
P-2			⋮	$M_{c,P-2,P-2}$	$M_{c,P-2,P-1}$	$M_{c,P-2,P}$
P-1			$M_{c,P-1,3}$	⋮	$M_{c,P-1,P-2}$	$M_{c,P-1,P}$
P		$M_{c,P,2}$	$M_{c,P,3}$	⋮	$M_{c,P,P-2}$	$M_{c,P,P}$

Trabalharemos aqui com o período i em trimestres. O objetivo é termos uma segmentação dos dados maior do que aquela que teríamos caso considerássemos os períodos em anos, mas ao mesmo tempo mantendo massa de dados mais satisfatória nas células do triângulo do que se trabalhássemos com períodos em meses, em especial para classes de negócios não massificadas.

Ainda, trabalhamos nesta reavaliação com P=12 trimestres. Assim, levando em conta a data base da reavaliação, 31/12/2014, consideramos na elaboração do triângulo de *run-off* os sinistros ocorridos entre o primeiro trimestre de 2012 e o quarto trimestre de 2014.

Por fim, ressalta-se que os montantes de pagamentos observados $m_{c,i,j}$ estão convertidos em unidades de IPCA, dividindo-se os valores monetários observados pelo índice de IPCA do período em que ocorreu o pagamento (dez 93 = 100). Assim, as variáveis aleatórias $M_{c,i,j}$ também estão em unidades de IPCA.

Simulação de valores para a PERDA

Nosso objetivo será o de, via processo de simulação, gerar S possíveis observações do triângulo inferior para cada classe de negócio, permitindo com isso gerar S possíveis observações para a PERDA e, conseqüentemente, a obtenção de uma distribuição não paramétrica para a PERDA. Para tanto, consideraremos as seguintes relações:

$$(1) \quad FP_{s,c,k} = \sum_{i+j=k+P+1} M_{s,c,i,j}$$

$$(2) \quad PERDA_{s,c} = \sum_{k=1}^{P-1} FP_{s,c,k} * d_k$$

$$(3) \quad PERDA_s = \sum_{c=1}^C PERDA_{s,c}$$

Onde:

$s = 1, \dots, S$ Simulação. Indica cada uma das S simulações do triângulo inferior.

$c = 1, \dots, C$	Classe de negócio. Indica cada uma das C classes de negócio considerada para o cluster em questão.
$k = 1, \dots, P-1$	Período de pagamento. Representa o período, a partir da data base de avaliação, no qual é realizado o desembolso do fluxo de pagamento $FP_{s,c,k}$. Cada k está relacionado a uma diagonal do triângulo inferior.
$i = 2, \dots, P$	Período de ocorrência do sinistro.
$j = P-i+2, \dots, P$	Prazo de desenvolvimento.
$M_{s,c,i,j}$	Simulação de índice s da variável aleatória $M_{c,i,j}$, conforme anteriormente definida, componente do triângulo inferior.
$FP_{s,c,k}$	Fluxo simulado de pagamentos realizados no período k , relativo à classe de negócio c .
d_k	Fator de desconto relativo ao período k .
$PERDA_{s,c}$	Simulação de índice s da PERDA relativa à classe de negócio c , posicionada na data base.
$PERDA_s$	Simulação de índice s da PERDA total da companhia (cluster), posicionada na data base.

Nesta reavaliação, trabalhamos com $S=10.000$ simulações.

O diagrama a seguir descreve, de forma gráfica, o efeito das relações (1) e (2), para cada simulação s do triângulo inferior relativo a cada classe de negócio c .

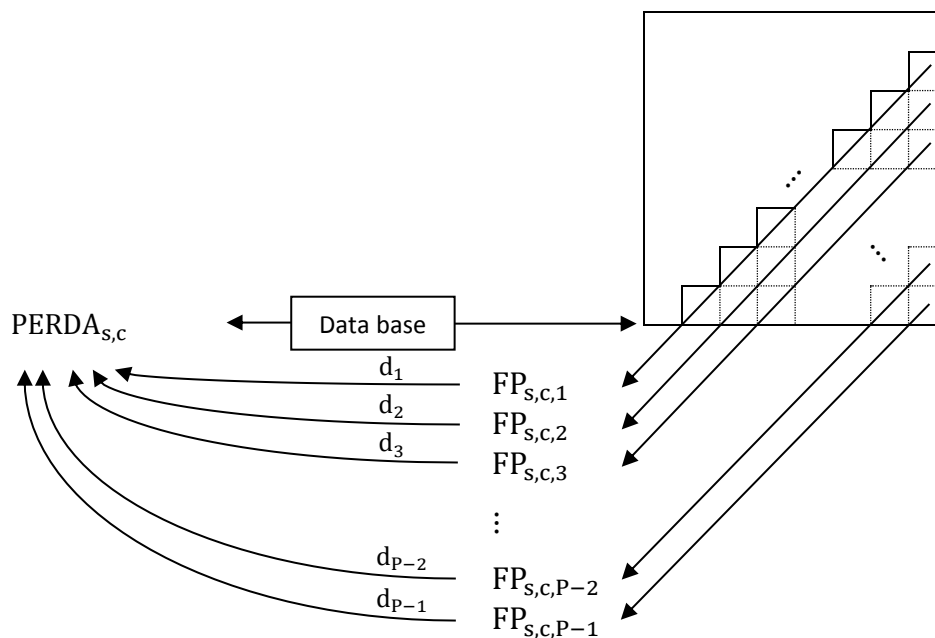


Figura: Diagrama com o processo de formação da PERDA

Ou seja, os valores das diagonais do triângulo inferior representam os montantes de pagamentos realizados no período k seguinte à data base. Assim, a soma dos valores das diagonais representa o fluxo total de pagamentos de sinistros realizados no mês k seguinte à

data base. Totalizando estes fluxos, descontados pelos respectivos fatores de desconto, chegamos ao valor simulado para a PERDA relativa à classe de negócio c.

Por fim, o valor simulado para a PERDA é multiplicado pelo índice de IPCA da data base da avaliação, de forma a convertê-lo em novamente em unidades monetárias.

Fator de desconto

Os fluxos de pagamentos futuros são descontados a valor presente considerando uma curva de desconto, vigente na data da avaliação, construída com base em uma estrutura a termo de taxas de juros (ETTJ) livre de riscos (de crédito e liquidez) definida para o cupom de IPCA. Os valores aqui utilizados foram definidos com base nas curvas de juros fornecidas no portal da Susep.

Distribuição para a PERDA e determinação da necessidade de capital

Com base nos S valores simulados para a PERDA, obtemos uma distribuição não paramétrica para esta variável. Para tanto, os valores são ordenados, e aquele cujo número de valores superiores representam $\alpha\%$ dos S valores simulados é considerado o VaR_α amostral. Por sua vez, o TVaR_α amostral é determinado como a média dos valores superiores ao VaR_α amostral.

A necessidade de capital é determinada, então, como a diferença entre o TVaR_α amostral e o valor esperado amostral da PERDA (calculado como a média de todos os S valores gerados), este fazendo as vezes da provisão de sinistros ocorridos. Calculada dessa forma, a necessidade de capital representa uma estimativa do valor adicional às provisões que a companhia (cluster) deve possuir de forma que, com uma confiança de $\alpha\%$, o valor a ser efetivamente realizado de pagamentos de sinistros não venha a ser superior ao valor provisionado mais o colchão determinado pelo valor da necessidade de capital.

Triângulo de run-off de números de pagamentos

De forma idêntica aos montantes de pagamentos, estabelecemos também, para cada classe de negócio, um triângulo de *run-off* com os números de pagamentos relativos a sinistros ocorridos. A motivação é que tais triângulos serão utilizados no modelo estocástico a ser estabelecido para as variáveis aleatórias $M_{c,i,j}$.

Tabela: Triângulo de *run-off* com os números de pagamentos relativos a sinistros ocorridos

Período de ocorrência (i)	Prazo de desenvolvimento (j)						
	1	2	3	...	P-2	P-1	P
1	$n_{c,1,1}$	$n_{c,1,2}$	$n_{c,1,3}$	...	$n_{c,1,P-2}$	$n_{c,1,P-1}$	$n_{c,1,P}$
2	$n_{c,2,1}$	$n_{c,2,2}$	$n_{c,2,3}$	...	$n_{c,2,P-2}$	$n_{c,2,P-1}$	
3	$n_{c,3,1}$	$n_{c,3,2}$	$n_{c,3,3}$	...	$n_{c,3,P-2}$		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			
P-2	$n_{c,P-2,1}$	$n_{c,P-2,2}$	$n_{c,P-2,3}$				
P-1	$n_{c,P-1,1}$	$n_{c,P-1,2}$					
P	$n_{c,P,1}$						

Da mesma forma temos, por classe de negócio, o triângulo inferior de números de pagamentos de sinistros:

Tabela: Números de pagamentos futuros referentes aos sinistros já ocorridos

Período de ocorrência (i)	Prazo de desenvolvimento (j)					
	1	2	3	P-2	P-1	P
1						
2						$N_{c,2,P}$
3					$N_{c,3,P-1}$	$N_{c,3,P}$
⋮			⋮	⋮	⋮	⋮
P-2			⋮	$N_{c,P-2,P-2}$	$N_{c,P-2,P-1}$	$N_{c,P-2,P}$
P-1			$N_{c,P-1,3}$	$N_{c,P-1,P-2}$	$N_{c,P-1,P-1}$	$N_{c,P-1,P}$
P		$N_{c,P,2}$	$N_{c,P,3}$	⋮	$N_{c,P,P-2}$	$N_{c,P,P}$

Modelos estocásticos ajustados para $M_{c,i,j}$ e $N_{c,i,j}$

De forma a possibilitar a simulação de S pares de triângulos inferiores para cada classe de negócio c, foi definida a seguinte modelagem estocástica para as variáveis $M_{c,i,j}$ e $N_{c,i,j}$.

- Modelo para $M_{c,i,j}$:

$$\ln(M_{c,i,j}) \sim N\left(\ln^{(M)}\mu_{c,i,j}, \ln^{(M)}\sigma_c^2 | c, i, j, N_{c,i,j}\right)$$

$$E\left(\ln(M_{c,i,j})\right) = \ln^{(M)}\mu_{c,i,j} = \ln^{(M)}\beta_c + \ln^{(M)}\beta_{c,i} + \ln^{(M)}\beta_{c,j} + \ln^{(M)}\beta_c \cdot \ln(N_{c,i,j})$$

$$\ln^{(M)}\beta_{c,1} = 0 ; \ln^{(M)}\beta_{c,1} = 0$$

- Modelo para $N_{c,i,j}$:

$$N_{c,i,j} \sim \text{ODPoisson}\left(N\lambda_{c,i,j}, N\phi_c | c, i, j\right)$$

$$\ln\left(E(N_{c,i,j})\right) = \ln(N\lambda_{c,i,j}) = N\beta_c + N\beta_{c,i} + N\beta_{c,j}$$

$$N\beta_{c,1} = 0 ; N\beta_{c,1} = 0$$

Onde $\ln^{(M)}\mu_{c,i,j}$ e $N\lambda_{c,i,j}$ são os valores esperados de $\ln(M_{c,i,j})$ e $N_{c,i,j}$, respectivamente.

Pode-se dizer que o uso dos modelos estocásticos aqui propostos para os triângulos têm inspiração nas exposições realizadas na seção 10.3 de Kaas et al. (2008).

A diferença da distribuição de Poisson com sobredispersão, aqui considerada, para a Poisson tradicional, é que se admite variância proporcional ao valor esperado. A proporcionalidade é dada pelo parâmetro de dispersão ϕ (da forma geral da função de probabilidade de uma distribuição pertencente à família exponencial, caso da Poisson), permitindo que ele seja diferente de 1. Tal modelagem permite um melhor ajuste à variabilidade observada dos dados,

muitas vezes maior que aquela predita pela distribuição Poisson; este fato é chamado de sobredispersão (em língua inglesa, de overdispersion).

Em relação aos condicionamentos apresentados na formulação do modelo (${}_{1}^{\ln(M)}\beta_{c,1}$, ${}_{2}^{\ln(M)}\beta_{c,1}$, ${}_{1}^{N}\beta_{c,1}$ e ${}_{2}^{N}\beta_{c,1}$ iguais a zero), são necessários para evitar problemas de identificação (multicolinearidade), prejudicando a estimação (ver Remark 9.3.2 de Kaas et al., 2008; ver também seção 4.14 de Jong e Heller, 2008).

Processo de simulação

No processo de simulação, em especial visando à determinação da necessidade de capital total do cluster para o risco de provisão de sinistro, são geradas de forma simultânea as S simulações da PERDA relativas às classes de negócio consideradas para o cluster em questão. Para tanto, é utilizada a abordagem descrita em Altieri (2014), permitindo à simulação levar em conta a interdependência entre as classes de negócio.

3.8. Modelo para cálculo da necessidade de capital para o risco de emissão/precificação

Considerado um cluster (grupo de empresas), será descrito aqui o modelo utilizado para o cálculo da necessidade de capital para fazer frente ao risco de emissão/precificação.

Para obtenção do valor da necessidade de capital para fazer frente ao risco de emissão/precificação total do cluster, o modelo utilizado foi exatamente igual ao disposto abaixo e em Altieri (2014).

Já para a obtenção do valor da necessidade de capital relativa a cada classe de negócio, foi rodado o modelo como se o cluster possuísse somente a classe de negócio em questão. Nesse contexto, as séries de DA (despesas administrativas) e de ORDOP (outras receitas e despesas operacionais) consideradas foram somente a fração correspondente à classe de negócio em questão, após rateio com base na receita líquida.

Esse processo é repetido para todos os clusters.

Objetivos do modelo

O objetivo inicial aqui é determinarmos uma distribuição para o resultado de subscrição, a ser observado no período dado pelo horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base de avaliação, que doravante chamaremos de RS, dado por:

$$RS = (SO + DA) - (PG + ORDOP)$$

Onde:

SO Montante total a ser pago por sinistros cuja ocorrência se dá ao longo do período dado pelo horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base.

DA	Despesa administrativa observada ao longo do horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base.
PG	Prêmio ganho ao longo do horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base. Representa o prêmio cobrado para fazer frente aos riscos cobertos ao longo do período dado pelo horizonte de tempo.
ORDOP	Outras despesas e receitas operacionais, observado ao longo do horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base.

O RS é posicionado na data base de avaliação. Observar que, aqui, o RS está sendo avaliado pelo ângulo da situação negativa que se quer evitar. Assim, valores positivos do RS significam resultados adversos e os negativos, conseqüentemente, os favoráveis.

Podemos então tomar a necessidade de capital para fazer frente ao risco de emissão/precificação diretamente igual a uma medida de risco da distribuição de RS, dado um nível de confiança α considerado. Tomaremos como medida de risco o TVaR, pelos motivos já expostos anteriormente neste relatório. Ainda, devemos descontar da necessidade de capital o valor da média da distribuição de RS, caso esta seja positiva (desfavorável), visto que em tese tal montante deve ser coberto por provisão de insuficiência de prêmios/contribuições. Por outro lado, se a distribuição de RS situar-se amplamente dentro dos valores negativos (favoráveis) de forma que até o TVaR seja negativo, então tomaremos a necessidade de capital como zero.

Como horizonte de tempo, tomamos o período de 1 ano, pois, conforme estabelecido em IAA (2004), considera-se razoável a adoção de 1 ano como horizonte de tempo para fins de avaliação de solvência.

Simulação de valores para RS

Os dados relativos às variáveis consideradas na formulação do RS geralmente estão disponíveis em períodos menores que 1 ano. Ainda, as variáveis SO e PG podem ser observadas por classe de negócio. Assim, segmentando o horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base em K períodos iguais, tanto RS quanto as variáveis que o compõem podem ser redefinidas como:

$SO_{c,k}$	Montante total a ser pago por sinistros cuja ocorrência se dá ao longo do período k, relativo à classe de negócio c. É líquido da parcela a ser recuperada em resseguros e inclui parcelas a serem pagas referentes a riscos aceitos em retrocessão.
$PG_{c,k}$	Prêmio ganho ao longo do período k, relativo à classe de negócio c. Representa o prêmio cobrado para fazer frente aos riscos cobertos ao longo do período k, estes líquidos dos riscos cedidos em resseguro e incluindo os riscos aceitos em retrocessão. É líquido de cancelamentos. É, ainda, líquido de despesas comerciais.
DA_k	Despesa administrativa observada ao longo do período k.

$ORDOP_k$ $RO_k - DO_k$, denominada “outras despesas e receitas operacionais”, observada ao longo do período k.

RS_k Resultado de subscrição do período k.

Onde:

$c = 1, \dots, C$ Classe de negócio. Indica cada uma das C classes de negócio considerada para o cluster em questão.

$k = P+1, \dots, P+K$ Representa cada um dos K períodos futuros nos quais o horizonte de tempo de 1 ano a partir da data base de avaliação foi segmentado. P representa o último período de dados observados anterior à data base.

Assim, o objetivo de determinar uma distribuição para RS pode ser alcançado através da geração, via processo de simulação, de S possíveis observações de cada uma das variáveis que compõem a formulação do RS, em cada um destes K períodos futuros. Tais observações simuladas, aplicadas à reformulação da variável RS dada pelas relações apresentadas a seguir, nos permite obter S possíveis observações do RS, definindo uma distribuição não paramétrica para tal variável.

$$(1) \quad RS_{s,k} = \left(\sum_{c=1}^C SO_{s,c,k} + DA_{s,k} \right) - \left(\sum_{c=1}^C PG_{s,c,k} + ORDOP_{s,k} \right)$$

$$(2) \quad RS_s = \sum_{k=1}^K RS_{s,k} * d_k$$

Onde:

$s = 1, \dots, S$ Simulação. Indica cada uma das S simulações do valor referente ao período futuro k de cada uma das variáveis componentes da formulação de RS.

$c = 1, \dots, C$ Classe de negócio. Indica cada uma das C classes de negócio considerada para o cluster em questão.

$k = P+1, \dots, P+K$ Representa cada um dos K períodos futuros nos quais o horizonte de tempo de 1 ano foi segmentado.

$SO_{s,c,k}$ Simulação de índice s da variável aleatória $SO_{c,k}$.

$PG_{s,c,k}$ Simulação de índice s da variável aleatória $PG_{c,k}$.

$DA_{s,k}$ Simulação de índice s da variável aleatória DA_k .

$ORDOP_{s,k}$ Simulação de índice s da variável aleatória $ORDOP_k$.

d_k	Fator de desconto relativo ao período k . São os mesmos valores considerados no modelo para a determinação da necessidade de capital para fazer frente ao risco de provisão.
$RS_{s,k}$	Simulação de índice s do resultado de subscrição do cluster relativo ao período k .
RS_s	Simulação de índice s do resultado de subscrição do cluster, referente ao horizonte de tempo de 1 ano, posicionado na data base.

Além das variáveis aleatórias $SO_{c,k}$, $PG_{c,k}$, DA_k e $ORDOP_k$, também serão simuladas S observações, para cada um dos K períodos futuros, referentes às variáveis $NSO_{c,k}$ e $NE_{c,k}$, definidas como:

$NSO_{c,k}$	Número de pagamentos relativos a sinistros cuja ocorrência se dá ao longo do período k , relativo à classe de negócio c .
$NE_{c,k}$	Número de expostos ao longo do período k , relativo à classe de negócio c . O número de expostos é dado pela soma das exposições individuais ao risco, cujo conceito pode ser encontrado no Apêndice 1 de Ferreira (2005).

As variáveis $NSO_{c,k}$ e $NE_{c,k}$ são necessárias pois serão consideradas no processo de simulação das variáveis que compõem o RS . Assim, também teremos:

$NSO_{s,c,k}$	Simulação de índice s da variável aleatória $NSO_{c,k}$.
$NE_{s,c,k}$	Simulação de índice s da variável aleatória $NE_{c,k}$.

Fixado um período futuro k , cada valor simulado de índice s do vetor aleatório $(NSO_{1,k}, \dots, NSO_{C,k}, PG_{1,k}, \dots, PG_{C,k}, SO_{1,k}, \dots, SO_{C,k}, NE_{1,k}, \dots, NE_{C,k}, DA_k, ORDOP_k)$ deverá respeitar as dependências existentes entre as variáveis aleatórias componentes do vetor, o que acaba por também considerar a dependência entre as diferentes classes de negócio. Tal processo de simulação, que dependerá ainda dos modelos estocásticos a serem ajustados às séries de valores observados de tais variáveis relativos a períodos anteriores à data base de avaliação, segue o processo descrito em Altieri (2014).

Assim como no modelo para cálculo da necessidade de capital para o risco de provisão de sinistro, trabalhamos com $S=10.000$ simulações.

Distribuição para RS e determinação da necessidade de capital

Da mesma forma que realizado para a PERDA no modelo para determinação da necessidade de capital para fazer frente ao risco de provisão de sinistro, aqui obtemos uma distribuição não paramétrica para a variável RS com base nos S valores simulados. Para tanto, os valores são ordenados, e aquele cujo número de valores superiores representam $\alpha\%$ dos S valores simulados é considerado o VaR_α amostral. Por sua vez, o $TVaR_\alpha$ amostral é determinado como a média dos valores superiores ao VaR_α amostral.

A necessidade de capital é determinada, então, como o $TVaR_\alpha$ amostral da distribuição não paramétrica obtida para o RS, descontando-se o valor a média amostral, caso positiva (desfavorável). Caso o $TVaR_\alpha$ amostral seja negativo, a necessidade de capital será zero.

Séries de dados

De forma a permitir a simulação de observações das variáveis aleatórias que compõem a formulação do RS, serão ajustados modelos estocásticos a tais variáveis. E para que possamos estimar os parâmetros de tais modelos, faremos uso de séries de valores observados nos períodos anteriores à data base.

Assim, temos as séries de valores observados da_i e $ordop_i$, onde $i = 1, \dots, P$ representa o período anterior à data base ao qual a informação diz respeito. Da mesma forma, mas agora para cada classe de negócio $c = 1, \dots, C$, temos as séries de valores observados $pg_{i,c}$. Ajustando modelos estocásticos a tais séries, podemos então inferir sobre os respectivos valores futuros, referentes aos períodos $k = P+1, \dots, P+K$ que compõem o horizonte de tempo de 1 ano considerado. Tais valores são representados pelas variáveis DA_k , $ORDOP_k$ e $PG_{k,c}$.

Em relação à variável SO, considerando as colocações realizadas acerca dos triângulos relativos aos montantes de pagamentos relativos a sinistros ocorridos, podemos considerar, para cada classe de negócio $c = 1, \dots, C$, o valor $\widehat{SO}_{c,i}$, onde $i = 1, \dots, P$ representa o período anterior à data base ao qual a informação diz respeito, como dado pela soma dos valores que formam a linha i da seguinte tabela, considerada no modelo para a determinação da necessidade de capital para fazer frente ao risco de provisão de sinistro:

Tabela: Montantes de pagamentos referentes aos sinistros já ocorridos

Período de ocorrência (i)	Prazo de desenvolvimento (j)						
	1	2	3	...	P-2	P-1	P
1	$m_{c,1,1}$	$m_{c,1,2}$	$m_{c,1,3}$	...	$m_{c,1,P-2}$	$m_{c,1,P-1}$	$m_{c,1,P}$
2	$m_{c,2,1}$	$m_{c,2,2}$	$m_{c,2,3}$	...	$m_{c,2,P-2}$	$m_{c,2,P-1}$	$\widehat{M}_{c,2,P}$
3	$m_{c,3,1}$	$m_{c,3,2}$	$m_{c,3,3}$	...	$m_{c,3,P-2}$	$\widehat{M}_{c,3,P-1}$	$\widehat{M}_{c,3,P}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P-2	$m_{c,P-2,1}$	$m_{c,P-2,2}$	$m_{c,P-2,3}$	...	$\widehat{M}_{c,P-2,P-2}$	$\widehat{M}_{c,P-2,P-1}$	$\widehat{M}_{c,P-2,P}$
P-1	$m_{c,P-1,1}$	$m_{c,P-1,2}$	$\widehat{M}_{c,P-1,3}$	...	$\widehat{M}_{c,P-1,P-2}$	$\widehat{M}_{c,P-1,P-1}$	$\widehat{M}_{c,P-1,P}$
P	$m_{c,P,1}$	$\widehat{M}_{c,P,2}$	$\widehat{M}_{c,P,3}$	...	$\widehat{M}_{c,P,P-2}$	$\widehat{M}_{c,P,P-1}$	$\widehat{M}_{c,P,P}$

Onde $\widehat{M}_{c,i,j}$ é a estimativa (previsão) obtida com base nos dados do triângulo de run-off e na modelagem estocástica definida para $M_{c,i,j}$.

Dessa forma, $\widehat{SO}_{c,i}$, com $i = 1, \dots, P$ representando um período anterior à data base, diferentemente das demais variáveis contidas na formulação de RS, é composta tanto por valores já observados como também por estimativas (previsões) de valores não observados, representando o montante total a ser pago por sinistros cuja ocorrência se deu no período i . De forma similar às demais variáveis contidas na formulação de RS, ajustando modelo estocástico

às séries $\widehat{SO}_{c,i}$, com $i = 1, \dots, P$, podemos inferir sobre os valores futuros $SO_{c,k}$, referentes aos períodos $k = P+1, \dots, P+K$ que compõem o horizonte de tempo de 1 ano considerado.

Para cada classe de negócio $c = 1, \dots, C$, definiremos $\widehat{NSO}_{c,i}$ de forma similar à $\widehat{SO}_{c,i}$, com base na tabela:

Tabela: Números de pagamentos referentes aos sinistros já ocorridos

Período de ocorrência (i)	Prazo de desenvolvimento (j)						
	1	2	3	...	P-2	P-1	P
1	$n_{c,1,1}$	$n_{c,1,2}$	$n_{c,1,3}$	...	$n_{c,1,P-2}$	$n_{c,1,P-1}$	$n_{c,1,P}$
2	$n_{c,2,1}$	$n_{c,2,2}$	$n_{c,2,3}$	...	$n_{c,2,P-2}$	$n_{c,2,P-1}$	$\widehat{N}_{c,2,P}$
3	$n_{c,3,1}$	$n_{c,3,2}$	$n_{c,3,3}$	...	$n_{c,1,P-2}$	$\widehat{N}_{c,3,P-1}$	$\widehat{N}_{c,3,P}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P-2	$n_{c,P-2,1}$	$n_{c,P-2,2}$	$n_{c,P-2,3}$	...	$\widehat{N}_{c,P-2,P-2}$	$\widehat{N}_{c,P-2,P-1}$	$\widehat{N}_{c,P-2,P}$
P-1	$n_{c,P-1,1}$	$n_{c,P-1,2}$	$\widehat{N}_{c,P-1,3}$	...	$\widehat{N}_{c,P-1,P-2}$	$\widehat{N}_{c,P-1,P-1}$	$\widehat{N}_{c,P-1,P}$
P	$n_{c,P,1}$	$\widehat{N}_{c,P,2}$	$\widehat{N}_{c,P,3}$	...	$\widehat{N}_{c,P,P-2}$	$\widehat{N}_{c,P,P-1}$	$\widehat{N}_{c,P,P}$

Ajustando modelo estocástico às séries $\widehat{NSO}_{c,i}$, com $i = 1, \dots, P$, podemos inferir sobre os valores futuros $NSO_{c,k}$, com $k = P+1, \dots, P+K$.

Temos, ainda, para cada classe de negócio $c = 1, \dots, C$, a série de valores observados $ne_{c,i}$, com $i = 1, \dots, P$, e ajustando modelo estocástico à série de valores observados podemos inferir sobre os respectivos valores futuros $NE_{c,k}$, com $k = P+1, \dots, P+K$.

Na modelagem estocástica a ser ajustada para NE, é proposto ser considerado um fator macroeconômico, mais especificamente, a taxa Selic. Assim, temos também a série de valores observados $selic_i$, com $i = 1, \dots, P$. Já os valores futuros $SELIC_k$, referentes aos períodos $k = P+1, \dots, P+K$ que compõem o horizonte de tempo de 1 ano considerado, ao invés de inferidos via modelos, podem ser baseados em projeções de mercado, ou valores efetivamente já observados caso já sejam conhecidos na data da efetiva execução dos cálculos.

Por fim, ressalta-se que todas as séries de valores observados aqui consideradas, quando relativas a valores monetários, foram convertidas em unidades de IPCA, dividindo-se pelo índice de IPCA do período (dez 93 = 100). Os valores de montante de pagamento foram convertidos conforme descrito no modelo para o risco de provisão de sinistro. Assim, os valores simulados também estarão em unidades de IPCA. Após a obtenção dos valores simulados de RS, estes são então convertidos novamente em unidades monetárias, multiplicando-os pelo índice de IPCA da data base da avaliação.

Dados trimestrais

Em geral, os dados das séries em questão estão disponíveis em periodicidade mensal. Entretanto, de forma a manter o padrão adotado no modelo para determinação da necessidade de capital para fazer frente ao risco de provisão de sinistro (necessário devido a forma de obtenção das séries $\widehat{NSO}_{c,i}$ e $\widehat{SO}_{c,i}$), os dados serão agrupados de forma a termos períodos

trimestrais. Consequentemente, teremos $K=4$ trimestres, formando então o horizonte de tempo de 1 ano adotado. Da mesma forma, trabalhamos com $P=12$ trimestres.

Modelos estocásticos ajustados para as séries que compõem RS

As modelagens estatísticas apresentadas a seguir, ajustadas para cada uma das séries de observações das variáveis que compõem RS, surgiram como fruto de várias tentativas com dados de algumas seguradoras, com o objetivo de encontrar modelos que se adequassem relativamente bem a carteiras de diferentes companhias. Foram inspiradas em algumas abordagens propostas em Kaas et al. (2008) e em Jong e Heller (2008).

Modelo estocástico ajustado para $NE_{c,i}$

$$\ln(NE_{c,i}) \sim N\left(\ln(NE)_{\mu_{c,i}}, \ln(NE)_{\sigma_{c,i}}^2\right)$$

$$\ln(NE)_{\mu_{c,i}} = \ln(NE)_1\beta_c + \ln(NE)_2\beta_c * i + \ln(NE)_3\beta_c * SELIC_i + \ln(NE)_4\beta_c * {}_1I_i + \ln(NE)_5\beta_c * {}_2I_i + \ln(NE)_6\beta_c * {}_3I_i$$

$${}_1I_i = \begin{cases} 1 & \text{se } i = P, P - 4, P - 8, \dots \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$${}_2I_i = \begin{cases} 1 & \text{se } i = P - 1, P - 5, P - 9, \dots \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$${}_3I_i = \begin{cases} 1 & \text{se } i = P - 2, P - 6, P - 10, \dots \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Não será definido o indicador ${}_4I_i$ para os demais trimestres de forma a evitar problemas de identificação (multicolinearidade) na estimação dos parâmetros (ver Remark 9.3.2 de Kaas et al., 2008; ver também seção 4.14 de Jong e Heller, 2008).

Na sequência, utilizando a metodologia de Box & Jenkins (1970), é ajustado um modelo ARIMA $(\ln(NE)_p, \ln(NE)_i, \ln(NE)_q)$ para os choques padronizados $\ln(NE)\delta_{c,i}$ da modelagem linear de $\ln(NE_{c,i})$, capturando efeitos de autocorrelação na série de cada classe de negócio c .

Modelo estocástico ajustado para $NSO_{c,i}$

$$NSO_{c,i} \sim \text{ODPoisson}(\text{NSO}\lambda_{c,i}, \text{NSO}\phi_c)$$

$$\ln(\text{NSO}\lambda_{c,i}) = \text{NSO}_1\beta_c + \text{NSO}_2\beta_c * i + \text{NSO}_3\beta_c * \ln(NE_{c,i})$$

Considerações acerca do uso da distribuição de Poisson com sobredispersão já foram realizadas quando tratamos da modelagem ajustada para $N_{c,i,j}$.

Modelo estocástico ajustado para $PG_{c,i}$

$$PG_{c,i} \sim \text{Gama}(\text{PGshape}_{c,i}, \text{PGrate}_{c,i})$$

$$\left(\frac{PG_{shape_{c,i}}}{PG_{rate_{c,i}}}\right)^{-1} = PG_1\beta_c + PG_2\beta_c * i + PG_3\beta_c * \ln(NE_{c,i})$$

Modelo estocástico ajustado para $SO_{c,i}$

$$SO_{c,i} \sim \text{Gama}(SO_{shape_{c,i}}, SO_{rate_{c,i}})$$

$$\left(\frac{SO_{shape_{c,i}}}{SO_{rate_{c,i}}}\right)^{-1} = SO_1\beta_c + SO_2\beta_c * i + SO_3\beta_c * NSO_{c,i} + SO_4\beta_c * PG_{c,i}$$

Modelo estocástico ajustado para DA_i

$$DA_i \sim N(DA_{\mu_i}, DA_{\sigma_i^2})$$

$$DA_{\mu_i} = DA_1\beta + DA_2\beta * \left(\sum_{c=1}^C PG_{c,i}\right) + DA_3\beta * \left(\sum_{c=1}^C SO_{c,i}\right)$$

Ainda, utilizando a metodologia de Box & Jenkins (1970), é ajustado um modelo ARIMA(DA_p, DA_i, DA_q) para os choques padronizados DA_{δ_i} da modelagem linear de DA_i , capturando efeitos de autocorrelação na série.

Modelo estocástico ajustado para $ORDOP_i$

$$ORDOP_i \sim N(ORDOP_{\mu_i}, ORDOP_{\sigma_i^2})$$

$$ORDOP_{\mu_i} = ORDOP_1\beta + ORDOP_2\beta * \left(\sum_{c=1}^C PG_{c,i}\right) + ORDOP_3\beta * \left(\sum_{c=1}^C SO_{c,i}\right)$$

Utilizando a metodologia de Box & Jenkins (1970), é ainda ajustado um modelo ARIMA($ORDOP_p, ORDOP_i, ORDOP_q$) para os choques padronizados $ORDOP_{\delta_i}$ da modelagem linear de $ORDOP_i$, capturando efeitos de autocorrelação na série.

Processo de simulação

Como já foi dito anteriormente, no processo de simulação, são geradas, para cada período futuro k, de forma simultânea as S simulações das variáveis que compõem o RS. Para tanto, é utilizada a abordagem descrita em Altieri (2014), permitindo à simulação levar em conta a interdependência entre tais variáveis, assim como entre as classes de negócio.

3.9. Cálculo da necessidade de capital geral

Para o cálculo da necessidade de capital geral de cada cluster, considerando de forma simultânea os riscos de provisão de sinistros e de emissão/precificação, é construída uma distribuição unificada, agregando as distribuições da PERDA e do RS totais do cluster, definidas nas seções anteriores, à qual denominaremos distribuição do Resultado Geral (RG).

Para tanto, é determinada uma distribuição não paramétrica do RG, com base em S valores gerados para a RG, onde cada um desses valores é determinado como uma combinação de um elemento simulado para a variável PERDA com um elemento simulado para a variável RS.

Mais especificamente, um valor simulado de RG é determinado como a soma de um valor simulado para a PERDA, com um valor simulado para o RS, ambos escolhidos aleatoriamente sem reposição. Ainda, antes da soma:

- É retirado do valor da PERDA a média dos S valores de PERDA gerados, de forma a retirar a parte coberta pelas provisões de sinistros ocorridos (avisados ou não).
- É retirado do valor de RS a média dos S valores de RS gerados, caso esta média seja positiva (desfavorável – ver penúltimo parágrafo da subseção **objetivos do modelo** na seção 3.8), de forma a retirar a parte coberta pelas provisões de insuficiência de prêmios/contribuições.

A necessidade de capital é, então, determinada pelo $TVaR_{\alpha}$ amostral da distribuição não paramétrica obtida para o RG.

3.10. Matrizes de correlação

As matrizes de correlação constantes do Anexo III da Resolução CNSP Nº 321/2015, utilizadas nas fórmulas padrão para agregação dos valores de capital calculados para cada classe de negócio, foram recalculadas seguindo conceitos próximos aos utilizados na última reavaliação.

Destaque para a matriz de correlação relativa ao risco de emissão/precificação, utilizada no cálculo da parcela R.emi.danos, que possuía dimensão 51x51 e agora passa a ter dimensão 17x17, igual à da matriz de correlação relativa ao risco de provisão de sinistro, devido à retirada da segmentação do risco de emissão/precificação por região de atuação.

Outra alteração em relação às matrizes calculadas na reavaliação de parâmetros anterior é que agora os elementos das matrizes não foram limitados em um valor mínimo, podendo assumir, inclusive, valores negativos. Por conservadorismo, anteriormente os elementos da matriz de correlação do risco de provisão de sinistro estavam limitados a, no mínimo, 0,5, enquanto os elementos da matriz de correlação do risco de emissão/precificação estavam limitados, no mínimo, a 0,1.

Matriz de correlação do risco de provisão de sinistro

A matriz de correlação relativa aos riscos de provisão foi calculada com base no montante observado de pagamentos de sinistros, realizados entre o quarto trimestre de 2013 e o segundo trimestre de 2016, relativos a sinistros ocorridos entre o quarto trimestre de 2010 e o terceiro trimestre de 2013. Tal montante representa uma realização da variável PERDA descrita no modelo para cálculo da necessidade de capital para o risco de provisão de sinistro. Assim, para obtenção da matriz desejada, foi calculada a correlação desses montantes determinados para cada classe de negócio, observados em cada empresa. A correlação foi determinada par a par de classes, desconsiderando empresas que não possuíam valor de PERDA para alguma das classes de negócio do par.

Por fim, ressalta-se que o processo de determinação da matriz de correlação relativa aos riscos de provisão de sinistro foi alterado em relação ao originalmente proposto no relatório inicial, refletindo sugestões advindas dos debates travados no âmbito do Grupo de Trabalho constituído para tal fim.

Matriz de correlação do risco de emissão/precificação

A matriz de correlação relativa aos riscos de emissão/precificação foi calculada com base em valores observados do Resultado de Subscrição (RS), conforme estabelecido no modelo para cálculo da necessidade de capital para o risco de emissão/precificação. Assim, para obtenção da matriz desejada, foi calculada a correlação dos valores de Resultado de Subscrição relativos a cada classe de negócio, observados em cada mês dentro do período definido entre janeiro de 2012 e dezembro de 2014. Cabe esclarecer que foram utilizados valores de sinistro retido como *proxi* dos valores de sinistros ocorridos, para obtenção dos valores observados de RS aqui considerados segundo as fórmulas estabelecidas na seção 3.8.

3.11. Determinação dos fatores via processo de otimização

Obtidas as necessidades de capital relativas ao risco de emissão/precificação e ao risco de provisão de sinistro, para cada cluster, e nestes para cada classe de negócio com massa de dados suficiente, foram então reavaliados os fatores constantes das fórmulas padrão estabelecidas nos Anexos I a III da Resolução CNSP Nº 321/2015, através de um processo de otimização, executado através do pacote estatístico R.

Para tanto, as necessidades de capital, calculadas para os níveis de probabilidade crítica de 2,5% e 5% – relativas, respectivamente, aos fatores padrão e reduzidos – foram comparadas com os respectivos valores determinados através das fórmulas padrão, já aqui consideradas as novas matrizes de correlação. Dessa forma, os fatores reavaliados são aqueles que minimizam o total do erro (diferença) entre os valores obtidos nas duas abordagens.

Para o cálculo dos valores com base na fórmula padrão, foram considerados como bases de exposição os montantes de prêmio retido e sinistro retido, respectivamente, no período de 12 meses entre janeiro e dezembro de 2014, totalizados na forma dos normativos vigentes.

Ainda, foram implementadas restrições no processo de otimização, ao se estabelecer uma variação máxima de 25% entre os fatores reavaliados e os respectivos valores vigentes até então. Tal banda de variação máxima visa a evitar grandes oscilações os requerimentos de capital, mantendo uma razoável estabilidade nas exigências regulatórias.

Passos do processo de otimização

Num primeiro passo, o processo de otimização foi executado sem considerar limitadores (restrições de variação máxima) por 102 vezes, uma para cada semente (conjunto de valores iniciais arbitrados para os fatores) considerada. Em relação às sementes, foram 100 sementes escolhidas de forma aleatória, mais uma semente dada pelo conjunto das médias em cada classe dos fatores brutos, mais outra semente dada pelo conjunto das medianas em cada classe dos

fatores brutos. Por fator bruto, entende-se a necessidade de capital para risco de provisão (ou para o risco de emissão/precificação) calculada para o par cluster/classe, dividida pelo sinistro retido (ou, respectivamente, prêmio retido) em 12 meses até a data base da reavaliação. Foi, então, considerado o conjunto de fatores resultante da otimização na qual se alcançou o menor erro total. Estes fatores encontram-se expostos no Anexo I.

No segundo passo, os fatores determinados sem restrições foram comparados com os fatores então vigentes para determinação de limitadores, estabelecidos da seguinte forma:

- Se o fator determinado sem restrição caiu em relação ao fator vigente, então o limite superior será o fator vigente, e o limite inferior será o igual a 75% do fator vigente;
- Se o fator determinado sem restrição subiu em relação ao fator vigente, então o limite inferior será o fator vigente, e o limite superior será o igual a 125% do fator vigente.

E, por fim, no terceiro passo, é executado processo de otimização similar ao do primeiro passo, mas agora com as otimizações considerando as restrições dadas pelos limitadores estabelecidos no segundo passo, obtendo-se assim os fatores apresentados na seção 4

Cabe ressaltar que todo o processo de otimização, com seus três passos acima descritos, foi executado duas vezes, uma para obtenção dos fatores padrão (probabilidade crítica de 2,5%) e outra para obtenção dos fatores reduzidos (probabilidade crítica de 5%).

Por fim, ressalta-se que o processo de otimização aqui descrito foi alterado em relação ao originalmente proposto no relatório inicial, refletindo sugestões advindas dos debates travados no âmbito do Grupo de Trabalho constituído para tal fim.

4. Resultados

A seguir, como resultado do processo descrito neste relatório, são apresentados os parâmetros reavaliados.

4.1. Fatores relativos ao risco de emissão/precificação

As Tabelas 1 e 2 do Anexo I da Resolução CNSP Nº 321/2015, contendo respectivamente os fatores reduzidos e padrão relativos ao risco de emissão/precificação, como resultado do processo de reavaliação proposto neste relatório, passam a assumir os seguintes formatos e valores.

Tabela 1 – Fatores Reduzidos de Risco

Risco de Emissão/Precificação da Classe de Negócio “I”

Classe de Negócio	Fator (f_i^{prem})
1	0,17
2	0,30
3	0,27
4	0,15
5	0,15
6	0,15
7	0,15
8	0,18
9	0,37
10	0,21
11	0,15
12	0,15
13	0,23
14	0,19
15	0,15
16	0,15
17	0,15

Tabela 2 – Fatores Padrão de Risco

Risco de Emissão/Precificação da Classe de Negócio “i”

Classe de Negócio	Fator (f_i^{prem})
1	0,18
2	0,31
3	0,30
4	0,17
5	0,17
6	0,17
7	0,17
8	0,20
9	0,42
10	0,26
11	0,17
12	0,17
13	0,24
14	0,20
15	0,17
16	0,17
17	0,17

As tabelas de fatores acima apresentam mudança de formato em relação às até então vigentes, tendo em vista a retirada da segmentação por região de operação na fórmula padrão de cálculo da parcela R.emi.danos, proposta nesta reavaliação. Com isso, a fórmula padrão de cálculo da parcela R.emi.danos passa a ter formato apresentado a seguir, similar ao da parcela R.prov.danos, com segmentação somente por classe de negócio.

$$R.emi.danos = \sqrt{\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^{17} (f_i^{\text{prem}} \cdot \text{premio}_i^m) (f_j^{\text{prem}} \cdot \text{premio}_j^m) \rho_{i,j}^{\text{prem}}}$$

Ressalta-se que os fatores apresentados nas tabelas acima sofreram alterações em relação aos originalmente propostos no relatório inicial, refletindo as mudanças implementadas no processo de reavaliação com base nas sugestões advindas dos debates travados no âmbito do Grupo de Trabalho constituído para tal fim.

4.2. Fatores relativos ao risco de provisão de sinistro

As Tabelas 1 e 2 do Anexo II da Resolução CNSP Nº 321/2015, contendo respectivamente os fatores reduzidos e padrão relativos ao risco de provisão de sinistro, como resultado do processo de reavaliação proposto neste relatório, passam a assumir os seguintes formatos e valores.

Tabela 1 – Fatores Reduzidos de Risco

Risco de Provisão de Sinistro da Classe de Negócio “k”

Classe de Negócio	Fator (f_k^{prov})
1	0,18
2	0,33
3	0,38
4	0,38
5	0,19
6	0,19
7	0,19
8	0,11
9	0,53
10	0,60
11	0,19
12	0,19
13	0,11
14	0,11
15	0,19
16	0,19
17	0,19

Tabela 2 – Fatores Padrão de Risco

Risco de Provisão de Sinistro da Classe de Negócio “k”

Classe de Negócio	Fator (f_k^{prov})
1	0,23
2	0,41
3	0,44
4	0,44
5	0,23
6	0,23
7	0,23
8	0,14
9	0,63
10	0,69
11	0,23
12	0,23
13	0,14
14	0,14
15	0,23
16	0,23
17	0,23

4.3. Matrizes de correlação

As Tabelas 1 e 2 do Anexo III da Resolução CNSP Nº 321/2015, contendo respectivamente as matrizes de correlação relativas ao risco de emissão/precificação e ao risco de provisão de sinistro, como resultado do processo de reavaliação proposto neste relatório, passam a assumir os seguintes formatos e valores.

Tabela 1

Matriz de Correlação – Risco de Emissão/Precificação ($\rho_{i,j}^{prem}$)

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,00	0,50	0,45	0,06	-0,12	0,48	0,24	0,35	0,46	0,44	0,18	-0,03	-0,01	0,33	0,04	0,18	0,24
2	0,50	1,00	0,31	0,24	0,04	0,32	-0,04	0,05	0,11	0,39	0,18	0,33	-0,07	0,05	-0,29	0,31	0,06
3	0,45	0,31	1,00	-0,33	-0,06	0,27	0,12	0,14	0,31	0,44	0,22	-0,03	0,07	-0,01	0,00	0,17	0,01
4	0,06	0,24	-0,33	1,00	0,24	0,03	0,19	0,09	0,07	0,01	-0,05	0,16	0,09	0,21	-0,15	-0,15	-0,03
5	-0,12	0,04	-0,06	0,24	1,00	0,03	-0,20	-0,09	-0,05	-0,18	0,23	0,17	-0,05	0,08	0,06	0,37	0,02
6	0,48	0,32	0,27	0,03	0,03	1,00	0,10	0,05	0,32	0,43	0,32	-0,09	-0,19	0,02	-0,09	-0,19	0,09
7	0,24	-0,04	0,12	0,19	-0,20	0,10	1,00	0,17	0,22	0,23	-0,04	0,10	0,16	0,02	-0,20	-0,28	-0,09
8	0,35	0,05	0,14	0,09	-0,09	0,05	0,17	1,00	0,39	0,26	0,19	-0,22	0,21	0,32	0,11	0,22	0,15
9	0,46	0,11	0,31	0,07	-0,05	0,32	0,22	0,39	1,00	0,13	0,14	0,00	0,24	0,25	0,22	-0,05	0,14
10	0,44	0,39	0,44	0,01	-0,18	0,43	0,23	0,26	0,13	1,00	0,11	0,01	0,08	0,20	-0,28	0,04	0,08
11	0,18	0,18	0,22	-0,05	0,23	0,32	-0,04	0,19	0,14	0,11	1,00	0,19	0,03	-0,36	-0,32	0,12	0,16
12	-0,03	0,33	-0,03	0,16	0,17	-0,09	0,10	-0,22	0,00	0,01	0,19	1,00	0,30	-0,44	-0,65	-0,21	0,03
13	-0,01	-0,07	0,07	0,09	-0,05	-0,19	0,16	0,21	0,24	0,08	0,03	0,30	1,00	-0,10	-0,11	-0,12	-0,17
14	0,33	0,05	-0,01	0,21	0,08	0,02	0,02	0,32	0,25	0,20	-0,36	-0,44	-0,10	1,00	0,45	0,30	0,13
15	0,04	-0,29	0,00	-0,15	0,06	-0,09	-0,20	0,11	0,22	-0,28	-0,32	-0,65	-0,11	0,45	1,00	0,24	0,22
16	0,18	0,31	0,17	-0,15	0,37	-0,19	-0,28	0,22	-0,05	0,04	0,12	-0,21	-0,12	0,30	0,24	1,00	0,10
17	0,24	0,06	0,01	-0,03	0,02	0,09	-0,09	0,15	0,14	0,08	0,16	0,03	-0,17	0,13	0,22	0,10	1,00

Tabela 2

Matriz de Correlação – Risco de Provisão de Sinistro ($\rho_{k,l}^{prov}$)

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,00	0,35	0,47	0,31	0,30	-0,09	0,54	0,84	0,21	0,30	0,21	0,89	0,32	0,56	-0,21	0,49	0,42
2	0,35	1,00	0,52	0,62	-0,53	0,59	0,33	0,58	0,33	0,41	0,20	0,62	0,27	-0,12	0,50	0,53	0,52
3	0,47	0,52	1,00	0,32	-0,34	0,40	0,13	0,41	0,37	0,39	0,61	0,18	0,49	0,37	-0,26	0,60	0,34
4	0,31	0,62	0,32	1,00	0,80	0,73	0,78	0,11	0,64	0,83	-0,05	-0,05	0,17	-0,01	-0,29	0,52	-0,05
5	0,30	-0,53	-0,34	0,80	1,00	0,30	0,60	-0,61	0,36	0,53	-0,69	-0,99	-0,36	0,80	-0,45	-0,18	1,00
6	-0,09	0,59	0,40	0,73	0,30	1,00	0,45	-0,12	0,55	0,68	0,02	-0,26	0,20	0,00	-0,35	0,53	0,17
7	0,54	0,33	0,13	0,78	0,60	0,45	1,00	0,24	0,50	0,76	-0,08	0,19	0,00	0,11	-0,60	0,62	-0,02
8	0,84	0,58	0,41	0,11	-0,61	-0,12	0,24	1,00	0,06	0,04	0,56	0,76	0,18	0,39	-0,58	0,37	0,15
9	0,21	0,33	0,37	0,64	0,36	0,55	0,50	0,06	1,00	0,90	-0,08	0,28	0,38	0,03	-0,45	0,54	0,07
10	0,30	0,41	0,39	0,83	0,53	0,68	0,76	0,04	0,90	1,00	-0,19	0,25	0,41	0,09	-0,56	0,65	0,53
11	0,21	0,20	0,61	-0,05	-0,69	0,02	-0,08	0,56	-0,08	-0,19	1,00	-0,26	0,24	0,50	-0,44	-0,01	-0,21
12	0,89	0,62	0,18	-0,05	-0,99	-0,26	0,19	0,76	0,28	0,25	-0,26	1,00	0,24	0,39	-0,89	0,65	0,35
13	0,32	0,27	0,49	0,17	-0,36	0,20	0,00	0,18	0,38	0,41	0,24	0,24	1,00	0,92	0,04	0,70	0,73
14	0,56	-0,12	0,37	-0,01	0,80	0,00	0,11	0,39	0,03	0,09	0,50	0,39	0,92	1,00	-0,08	0,67	0,57
15	-0,21	0,50	-0,26	-0,29	-0,45	-0,35	-0,60	-0,58	-0,45	-0,56	-0,44	-0,89	0,04	-0,08	1,00	-0,32	-0,32
16	0,49	0,53	0,60	0,52	-0,18	0,53	0,62	0,37	0,54	0,65	-0,01	0,65	0,70	0,67	-0,32	1,00	0,86
17	0,42	0,52	0,34	-0,05	1,00	0,17	-0,02	0,15	0,07	0,53	-0,21	0,35	0,73	0,57	-0,32	0,86	1,00

A matriz de correlação relativa ao risco de emissão/precificação, apresentada na Tabela 1 acima, apresenta mudança de formato em relação à até então vigente, tendo em vista a retirada da segmentação por região de operação na fórmula padrão de cálculo da parcela R.emi.danos, proposta nesta reavaliação.

Ainda, ressalta-se que a matriz de correlação relativa ao risco de provisão de sinistro mudou em relação à originalmente proposta no relatório inicial, refletindo as mudanças implementadas no processo de cálculo desta matriz com base nas sugestões advindas dos debates travados no âmbito do Grupo de Trabalho constituído para tal fim.

5. Análise de Impacto

Para avaliar o impacto da reavaliação de parâmetros proposta, foi realizado para as companhias afetadas pela reavaliação – companhias seguradoras e resseguradores – o cálculo dos requerimentos de capital para o mês base de abril de 2017 (no relatório inicial a análise de impacto apresentada baseava-se em setembro de 2016, quando ainda não estava em vigor o Capital de Risco de Mercado nem os ajustes econômicos promovidos no PLA). Os cálculos foram realizados considerando-se os dois cenários, com os parâmetros revisados e com os parâmetros vigentes até então, e a posição das companhias dados os dois cenários foram então comparados.

Foram considerados na análise de impacto não somente as duas parcelas do Capital de Risco de Subscrição cujos parâmetros são revisados, mas todo o Capital de Risco de Subscrição, assim como os demais capitais de risco e o Capital Base, de forma a ser possível avaliar como se deu a mudança da posição geral de solvência das companhias afetadas.

Ressalta-se que, para os resseguradores, o cenário com parâmetros revisados considera a mudança ora proposta na fórmula padrão de cálculo do CRsubs destas companhias, pela qual o modelo de risco de subscrição das seguradoras passa a ser aplicado tanto nos resseguros proporcionais quanto nos não proporcionais. Na situação hoje vigente, o modelo de risco de subscrição das seguradoras é aplicado somente nas operações de resseguros proporcionais, aplicando-se um procedimento específico para determinação do CRsubs referente aos resseguros não proporcionais.

Por fim, para melhor entendimento das tabelas a serem apresentadas, cabe lembrar que:

- R.emi.danos e R.prov.danos são parcelas que, com outras, compõem o Capital de Risco de Subscrição (CRsubs);
- O CRsubs, por sua vez, em conjunto com os capitais para os riscos de Mercado (a partir de dezembro de 2016), Crédito e Operacional, compõe o Capital de Risco (CR);
- O CR, por sua vez, é comparado com o Capital Base, e o maior dos dois valores é tomado como o Capital Mínimo Requerido (CMR), este sim representando o efetivo requerimento de capital ao qual o Patrimônio Líquido Ajustado (PLA) das companhias não pode ser inferior.

5.1. Análise do impacto nas sociedades seguradoras

Tabela: Quantidade de sociedades seguradoras por nível de variação em cada requerimento

Nível de aumento/diminuição	Requerimentos de capital:			
	R.emi.danos	R.prov.danos	CRsubs	CMR
menos -100%				
-100% a -50%				
-50% a -30%	27	4	18	8
-30% a 0%	88	80	92	104
0% a 30%	3	32	8	6
30% a 50%		2		
50% a 100%				
mais 100%				
Total Geral	118	118	118	118

Tabela: Quantidade de seguradoras por nível de suficiência do PLA em relação ao CMR
Níveis com parâmetros vigentes x Níveis com parâmetros reavaliados

% suficiência (par. reavaliados)	% suficiência (par. vigentes)								Total Geral
	menos -100%	-100% a -50%	-50% a -30%	-30% a 0%	0% a 30%	30% a 50%	50% a 100%	mais 100%	
menos -100%	2								2
-100% a -50%									
-50% a -30%			1						1
-30% a 0%				1					1
0% a 30%					14				14
30% a 50%					5	11			16
50% a 100%					6	9	14		29
mais 100%						2	14	39	55
Total Geral	2		1	1	25	22	28	39	118

Tabela: Quantidade de seguradoras por nível de suficiência do PLA em relação ao CMR
Níveis com parâmetros vigentes x Níveis com parâmetros reavaliados

% suficiência (parâmetros reavaliados)	% suficiência (parâmetros vigentes)		Total Geral
	insuficiente	suficiente	
insuficiente	4		4
suficiente		114	114
Total Geral	4	114	118

5.2. Análise do impacto nos resseguradores

Tabela: Quantidade de resseguradores por nível de variação em cada requerimento

Nível de aumento/diminuição	Requerimentos de capital:			
	R.emi.danos	R.prov.danos	CRsubs	CMR
menos -100%				
-100% a -50%			1	
-50% a -30%				
-30% a 0%	10	2	12	14
0% a 30%	2	5	2	1
30% a 50%	2	5		1
50% a 100%		3	1	
mais 100%	2	1		
Total Geral	16	16	16	16

Nota: Na análise das variações nas parcelas R.emi.danos e R.prov.danos, deve-se levar em conta que ambas, nesta proposta de reavaliação, passam a considerar tanto as operações de resseguro proporcionais quanto as não proporcionais, enquanto que na situação hoje vigente consideram somente as operações proporcionais.

Tabela: Quantidade de seguradoras por nível de suficiência do PLA em relação ao CMR
Níveis com parâmetros vigentes x Níveis com parâmetros reavaliados

% suficiência (par. reavaliados)	% suficiência (par. vigentes)								Total Geral
	menos -100%	-100% a -50%	-50% a -30%	-30% a 0%	0% a 30%	30% a 50%	50% a 100%	mais 100%	
menos -100%									
-100% a -50%									
-50% a -30%									
-30% a 0%									
0% a 30%					2				2
30% a 50%						1			1
50% a 100%							3		3
mais 100%								10	10
Total Geral					2	1	3	10	16

Tabela: Quantidade de seguradoras por nível de suficiência do PLA em relação ao CMR
Níveis com parâmetros vigentes x Níveis com parâmetros reavaliados

% suficiência (parâmetros reavaliados)	% suficiência (parâmetros vigentes)		Total Geral
	insuficiente	suficiente	
insuficiente			
suficiente		16	16
Total Geral		16	16

6. Conclusão

Este relatório procurou descrever o processo adotado pela Susep para reavaliação dos parâmetros das fórmulas padrão que definem as parcelas R.emi.danos e R.prov.danos do Capital de Risco de Subscrição, conforme estabelecido na Resolução CNSP Nº 321/2015. Respectivamente, estas parcelas dizem respeito ao risco de emissão/precificação e ao risco de provisão de sinistro, referentes às operações de danos e sob regime de repartição das sociedades seguradoras. Também são consideradas para a determinação do Capital de Risco de Subscrição dos resseguradores, referente à parcela proporcional.

Para tanto, foi inicialmente apresentado um breve histórico do projeto de estabelecimento pela Susep dos requerimentos de capital baseados em risco e sua motivação. Foram descritas as bases conceituais, técnicas e os passos seguidos no processo de reavaliação. Foram também explicitadas as fontes dos dados utilizados, assim como os principais parâmetros e premissas considerados. Foram, então, expostos os resultados do processo de reavaliação, ou seja, os parâmetros reavaliados e como deverão passar a ser expostos no normativo. Também foram explicitadas as alterações que as fórmulas padrão de cálculo deverão sofrer. Por fim, foi exposta a análise do impacto deste processo de reavaliação nas companhias por ele afetadas.

Ainda, cabe ressaltar que este processo de reavaliação de parâmetros, descrito antes em relatório inicial, foi apresentado e debatido no âmbito do Grupo de Trabalho constituído pela Portaria SUSEP 6.802/2017, com representantes da Susep e das associações e federações representativas do mercado supervisionado afetado, tendo então passado por alterações, refletidas neste relatório final.

Com esta reavaliação de parâmetros, a Susep dá início ao processo de atualização de parâmetros das fórmulas padrão de seus requerimentos de capital, atualização esta que se faz necessária com certa periodicidade, de forma a manter os requerimentos de capital refletindo as condições de mercado.

7. Referências

- Altieri, E. H.; Veiga Filho, A. L.; Melo, E. F. L. (2014). **Modelo de Cálculo da Necessidade de Capital para Cobrir os Riscos de Subscrição de Operações Não Vida**. Revista Brasileira de Risco e Seguro, Rio de Janeiro, v. 9, n. 17, p. 1-46, nov. 2013/mar. 2014
- Artzner, P. (1999). **Application of Coherent Risk Measures to Capital Requirements in Insurance**. North American Actuarial Journal, v. 3, n. 2.
- Box, G.; Jenkins, G. (1970). **Time series analysis: Forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day
- CEIOPS. (2009). **CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula – Article 111 Non-Life Underwriting Risk**. CEIOPS-DOC-41-09. Outubro.
- de Jong, P.; Heller, G. Z. (2008). **Generalized Linear Models for Insurance Data**. International Series on Actuarial Science. Cambridge University Press.
- England; P. D.; Verrall, R. J. (2002). **Stochastic claims reserving in general insurance**, British Actuarial Journal. 8, III, 443-544.
- Hull, J.C. (2002). **Options, Futures, and Other Derivatives**. 5th ed., Prentice Hall.
- Hürlimann, W. (2008). **On the Non-Life Solvency II Model**. Artigo apresentado no 38th ASTIN Colloquium, Manchester, Julho. Disponível em www.actuaries.org
- IAA. (2004). **A Global Framework for Insurer Solvency Assessment**. International Actuarial Association, Ontario, ISBN: 0-9733449-0-3.
- IAIS. (2011). **Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology**. International Association of Insurance Supervisors, Basel, Outubro.
- Kaas, R. et al. (2008). **Modern Actuarial Risk Theory: Using R**. Second Edition. Springer.
- Sandström, A. (2011). **Handbook of solvency for actuaries and risk managers: theory and practice**. Chapman & Hall/CRC finance series. ISBN 978-1-4398-2130-5.

Eduardo Henrique Altieri
Analista da CGMOP/CORIS

Victor de Almeida França
Coordenador da CGMOP/CORIS

Anexo I

A seguir, são expostos os fatores calculados sem restrições no primeiro passo do processo de otimização, descrito na seção 3.11.

Fatores relativos ao risco de emissão/precificação**Tabela 1 – Fatores Reduzidos de Risco**

Classe de Negócio	Fator (f_i^{prem})
1	0,00
2	0,33
3	0,11
4	0,00
5	0,00
6	0,00
7	0,00
8	0,05
9	1,00
10	0,00
11	0,00
12	0,00
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00
17	0,00

Tabela 2 – Fatores Padrão de Risco

Classe de Negócio	Fator (f_i^{prem})
1	0,00
2	0,40
3	0,17
4	0,00
5	0,00
6	0,00
7	0,00
8	0,06
9	1,00
10	0,00
11	0,00
12	0,00
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00
17	0,00

Fatores relativos ao risco de provisão de sinistro**Tabela 1 – Fatores Reduzidos de Risco**

Classe de Negócio	Fator (f_k^{prov})
1	0,18
2	0,52
3	1,00
4	0,86
5	0,35
6	0,35
7	0,35
8	0,05
9	1,00
10	1,00
11	0,35
12	0,35
13	0,05
14	0,08
15	0,35
16	0,35
17	0,35

Tabela 2 – Fatores Padrão de Risco

Classe de Negócio	Fator (f_k^{prov})
1	0,24
2	0,94
3	1,00
4	1,00
5	0,42
6	0,42
7	0,42
8	0,06
9	1,00
10	1,00
11	0,42
12	0,42
13	0,05
14	0,09
15	0,42
16	0,42
17	0,42