

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL



Ciências
ULisboa

Parâmetros Específicos da Empresa em Solvência II: Implementação para os negócios de Saúde e Não Vida

Elena Marinela Dragu

Mestrado em Matemática Aplicada à Economia e Gestão

Trabalho de Projeto orientado por:
Professor Doutor João Miguel Paixão Telhada
Professora Doutora Raquel João Espinha Fonseca

Resumo

O negócio das Companhias de seguros baseia-se essencialmente numa gestão de riscos, de forma a garantir que se mantêm sempre solventes. Face a fatores como os desenvolvimentos no mercado europeu, o aumento da concorrência, a volatilidade dos mercados financeiros, entre outros, sentiu-se a necessidade de desenvolver novas exigências regulamentares que permitissem a estabilidade das organizações e a proteção dos tomadores de seguros. Para tal, a União Europeia emitiu a diretiva de Solvência II, que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2016 e trouxe, numa visão económica, uma abordagem sensível aos riscos, dependendo os Requisitos de Capital de Solvência dos riscos subscritos e da estratégia de investimento da Companhia. Estes montantes podem ser apurados através de uma fórmula padrão, um modelo interno desenvolvido à medida das características da Companhia ou um modelo parcial interno, que utiliza a fórmula padrão mas com parâmetros calibrados ao nível dos dados da mesma, os Parâmetros Específicos da Empresa. Estes parâmetros têm em conta a exposição da Companhia face aos riscos que se pretende quantificar e podem ser calculados através dos métodos previstos no Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014, que completa a Diretiva 2009/138/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao acesso à atividade de Seguros e Resseguros e ao seu exercício (Diretiva de Solvência II).

O foco deste projeto passa pelo estudo e implementação dos métodos anteriormente mencionados para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa utilizados na componente de Prémios e Reservas de duas Companhias: uma do ramo Não Vida e a outra do ramo de Saúde. Pretende-se com isto efetuar a análise dos resultados e consequentes impactos no Requisito de Capital e rácio de Solvência das duas Companhias, face ao cenário base de uso dos parâmetros padrão. Tal análise permite concluir se é possível o uso dos Parâmetros Específicos da Empresa para as duas Companhias em estudo e de que forma se posicionam as mesmas em termos de volatilidade nos Prémios e Reservas face ao *benchmark* europeu.

Palavras chave: Solvência II, Requisito de Capital de Solvência, Fórmula Padrão, Parâmetros Específicos da Empresa, Risco de Prémios e Reservas

Abstract

The insurance Companies' business is mainly based on risk management, in order to ensure that they remain solvent at all times. Faced with factors such as developments in the European market, increased competition, volatility in financial markets, among others, it was necessary to develop new regulatory requirements that would allow for the stability of organizations and the protection of policyholders. To this end, the European Union issued the Solvency II directive, which entered into force on January 1st, 2016 and brought, from an economic point of view, a risk sensitive approach, with the Solvency Capital Requirements depending on the underwritten risks and the investment strategy of the Company. These amounts can be calculated using a standard formula, an internal model developed according to the Company's characteristics, or a partial internal model, which uses the standard formula but with parameters calibrated according to its data, the Undertaking Specific Parameters. These parameters take into account the Company's exposure to the risks to be quantified and can be calculated using the methods provided in the Commission Delegated Regulation (EU) 2015/35 of 10 October 2014, supplementing Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II Directive).

The focus of this project is the study and implementation of the aforementioned methods to calculate the Undertaking Specific Parameters used in the Premiums and Reserves component of two Companies: one in the Non-Life branch and the other in the Health branch. It is intended to do an analysis of the results and consequent impacts on the Capital Requirement and Solvency Ratio of the two Companies, against the baseline scenario using the standard parameters. This analysis allows us to conclude whether it is possible to use the Undertaking Specific Parameters for the two Companies under study and how they position themselves in terms of volatility in Premiums and Reserves compared to the European benchmark.

Keywords: Solvency II, Solvency Capital Requirement, Standard Formula, Undertaking Specific Parameters, Premiums and Reserves Risk

Agradecimentos

Um agradecimento aos meus orientadores, Prof. Dr. João Telhada e Prof^ª. Dr^ª. Raquel Fonseca, por me guiarem e aconselharem desde o início e até à concretização deste projeto.

Ao Grupo segurador que permitiu o estágio no Departamento de Gestão de Risco, onde foi possível a realização deste projeto.

À minha amiga e profissional da área de Gestão de Risco, Ana, pela partilha de conhecimentos e pelo seu apoio contínuo.

A todos os meus amigos, que desde sempre estiveram ao meu lado e me incentivaram continuamente, em especial à minha amiga Daniela, são imprescindíveis.

À minha família, que sempre acreditou em mim e, mesmo à distância, esteve sempre ao meu lado.

À minha mãe, que me guiou e apoiou incondicionalmente desde sempre, acreditou em mim em todos os momentos e tornou possível ultrapassar qualquer obstáculo, agradeço por tudo.

Por último, o meu agradecimento mais especial, à minha avó, que apesar de não estar presente, está sempre comigo.

"If you can dream it, you can do it"

-Walt Disney

Índice

Lista de Figuras	xi
Lista de Siglas e Abreviaturas	xiii
1 Introdução	1
2 Pilares de Solvência II	3
2.1 Pilar 1: Requisitos Quantitativos	3
2.2 Pilar 2: Requisitos Qualitativos	5
2.3 Pilar 3: Requisitos de Transparência e Divulgação de Informação	6
3 Cálculo dos Requisitos de Capital de Solvência	7
3.1 Requisito de Capital de Solvência de Base	7
3.2 Requisito de Capital para o risco de Prêmios e Reservas	9
3.2.1 Medida de volume para o risco de Prêmios e Reservas do módulo m	9
3.2.2 Desvio-padrão para o risco de Prêmios e Reservas do módulo m	10
4 Parâmetros Específicos da Empresa e Métodos de Cálculo	13
4.1 Subconjunto de parâmetros padrão que podem ser substituídos pelos PEEs	13
4.2 Métodos para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa	14
4.2.1 Método do risco de Prêmios	14
4.2.2 Método 1 do risco de Reservas	16
4.2.3 Método 2 do risco de Reservas	18
5 Validação Estatística dos Métodos para o cálculo dos PEEs	21
5.1 Validação do método do risco de Prêmios	21
5.2 Validação do método 1 do risco de Reservas	25
5.3 Validação do método 2 do risco de Reservas	25
6 Aplicação Prática dos Métodos e Resultados	27
6.1 A Companhia de Saúde	27
6.1.1 Validação dos pressupostos estatísticos do método do risco de Prêmios para a Companhia de Saúde	28
6.1.2 Validação dos pressupostos estatísticos do método 2 do risco de Reservas para a Companhia de Saúde	30
6.1.3 Resultados para a Companhia de Saúde	30
6.2 A Companhia Não Vida	31

ÍNDICE

6.2.1	Validação dos pressupostos estatísticos do método do risco de Prémios para a Companhia Não Vida	31
6.2.2	Validação dos pressupostos estatísticos do método 2 do risco de Reservas para a Companhia Não Vida	34
6.2.3	Resultados para a Companhia Não Vida	34
6.3	Aplicabilidade	35
7	Conclusão	37
	Bibliografia	39
	Apêndice A	41

Lista de Figuras

2.1	Estrutura representativa da fórmula padrão	4
3.1	Segmentação das responsabilidades Não Vida e respetivos desvios-padrão para o submódulo de risco de Prémios e Reservas de seguros Não Vida	11
3.2	Segmentação das responsabilidades de Saúde NSTV e respetivos desvios-padrão para o submódulo de risco de Prémios e Reservas de seguros de Saúde	12
6.1	Resultados da regressão linear simples de Y em x para a Companhia de Saúde (com recurso ao suplemento <i>Analysis Tool Pack</i> do <i>Excel</i>)	28
6.2	Representação gráfica dos dados observados vs modelizados para a Companhia de Saúde	29
6.3	Gráficos <i>QQ-Plot</i> para a Companhia de Saúde	29
6.4	Resultados do teste de <i>Cramer-von Mises</i> para a Companhia de Saúde	30
6.5	Resultados para a Companhia de Saúde	30
6.6	Resultados da regressão linear simples de Y em x para a Companhia Não Vida (com recurso ao suplemento <i>Analysis Tool Pack</i> do <i>Excel</i>)	32
6.7	Representação gráfica dos dados observados vs modelizados para a Companhia Não Vida	32
6.8	Gráficos <i>QQ-Plot</i> para a Companhia Não Vida	33
6.9	Resultados do teste de <i>Cramer-von Mises</i> para a Companhia Não Vida	33
6.10	Resultados para a Companhia Não Vida	34
6.11	Resultados para a Companhia de Saúde, sob os cenários 1 e 2, utilizando os PEEs	35
6.12	Resultados para a Companhia Não Vida, sob os cenários 1 e 2, utilizando os PEEs	36
6.13	Resultados dos cenários 1 e 2 utilizando PEEs e do cenário base padrão para a Companhia de Saúde	36
6.14	Resultados dos cenários 1 e 2 utilizando PEEs e do cenário base padrão para a Companhia Não Vida	36
A.1	Matriz de correlação entre os módulos de risco	41
A.2	Matriz de correlação entre os submódulos de risco específico de seguros de Saúde	41
A.3	Matriz de correlação entre os submódulos de risco específico de seguros Não Vida	42
A.4	Segmentação das responsabilidades de seguros e resseguros para o módulo Não Vida	42
A.5	Segmentação das responsabilidades de seguros e resseguros para o módulo de Saúde NSTV	42
A.6	Matriz de correlação entre os segmentos previstos no anexo II, para o risco de Prémios e Reservas do módulo Não Vida	43
A.7	Matriz de correlação entre os segmentos previstos no anexo XIV, para o risco de Prémios e Reservas do módulo de Saúde NSTV	43

Lista de Siglas e Abreviaturas

- ASF - Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões
EIOPA - Autoridade Europeia de Seguros e Pensões Complementares de Reforma
BSCR - Requisito de Capital de Solvência de Base
SCR - Requisito de Capital de Solvência
MCR - Requisito Mínimo de Capital
EOF - Fundos Próprios Elegíveis
ORSA - Processo de Autoavaliação do Risco e da Solvência (Own Risk and Solvency Assessment)
RSR - Relatório de Supervisão Regular
SFCR - Relatório de Solvência e Situação Financeira
QRTs - *Templates* de Reporte Quantitativo
NSTV - Não Similar às Técnicas de Vida
STV - Similar às Técnicas de Vida
PEEs - Parâmetros Específicos da Empresa

Capítulo 1

Introdução

O sector segurador é composto por Companhias que atuam nos ramos Vida, Não Vida e Saúde, podendo existir Companhias mistas (note-se que, muitas vezes, o ramo de Saúde é incluído no ramo Não Vida). A atividade seguradora é conhecida por se basear num ciclo de produção invertido, onde os tomadores de seguro pagam um prémio por um serviço que só lhes será prestado posteriormente. No entanto, este fenómeno é mais característico dos ramos Não Vida e Saúde do sector, pois o ramo Vida está também associado a seguros de Vida Financeiros e não só de Vida Risco¹. O negócio destas Companhias é essencialmente um negócio de gestão de riscos, já que devem garantir que se mantêm sempre solventes, isto é, têm capacidade de cumprir com todos os seus compromissos financeiros futuros, sendo a sua principal atividade a angariação de contratos de seguro e a sua principal obrigação a regularização dos pagamentos de indemnizações devido à ocorrência de sinistros. Assim como é apresentado no documento Pinto, 2013, alguns fatores como a flutuação dos sinistros, insolvência dos resseguradores, reservas calculadas incorretamente, evolução dos mercados financeiros, uma gestão ineficiente e os riscos associados ao negócio da Companhia influenciam a solvência da mesma.

Face a fatores como os enunciados anteriormente e conforme Rodrigues, 2014, a União Europeia emitiu as primeiras diretivas que permitiam a supervisão da atividade seguradora nos anos 70, conhecidas como as Diretivas do 1º Conselho, que definiam as provisões a deter nos ramos Vida e Não Vida, bem como a abolição de restrições à liberdade de estabelecimento nos estados-membro da União Europeia. No início dos anos 90 estas diretivas foram emendadas e substituídas pelas chamadas Diretivas do 3º Conselho, que determinavam a necessidade única da autorização do estado-membro da origem das Companhias de seguro para estas se estabelecerem noutra estado-membro. Em 2002, foram lançadas novas diretivas pela Comissão Europeia, após a revisão das regras de solvência antigas, que sofreram modificações limitadas e foram chamadas de Solvência I. Sob o regime de Solvência I, numa visão contabilística, o Requisito de Capital de Solvência era estático e relacionado com o volume de negócios da Companhia, baseando-se apenas em fatores quantitativos e não sendo sensível aos vários fatores a que a empresa se encontrava exposta.

Perante os desenvolvimentos em torno do mercado europeu, o conseqüente aumento da concorrência, a ocorrência de escândalos financeiros e a volatilidade dos mercados financeiros, sentiu-se a necessidade de desenvolver novas exigências regulamentares que permitissem a estabilidade das organizações, bem como a proteção dos consumidores, os tomadores dos seguros neste caso específico. Também a baixa rigidez dos métodos de cálculo em Solvência I, a necessidade de fatores qualitativos para além dos quantitativos e do aumento do nível de transparência de informação das empresas levaram a que se

¹Enquanto que um seguro de Vida Risco está principalmente ligado a um risco relacionado com a morte ou sobrevivência da pessoa segura, num seguro de Vida Financeiro o risco coberto pelo segurador é um risco financeiro ou de investimento.

1. INTRODUÇÃO

estabelecesse em 2009 um novo regime de Solvência: o regime de Solvência II, que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2016. O regime de Solvência II trouxe, conforme Lages, 2010, numa visão económica, uma abordagem sensível aos riscos para o cálculo do capital necessário para cumprir com os compromissos, dependendo os Requisitos de Capital de Solvência dos riscos subscritos e da estratégia de investimento da Companhia. Este novo regime baseia-se num modelo *risk sensitive* que assume uma relação direta entre o risco assumido pela empresa e o capital exigido, refletindo-se num novo paradigma relativo à regulação e à supervisão da atividade seguradora e resseguradora ao nível da União Europeia. Sob Solvência II, o Requisito de Capital de Solvência é o montante regulatório que as Companhias de seguro/resseguro são obrigadas a deter de forma a serem consideradas solventes e que será explorado com maior detalhe no Capítulo 2. Assim como é apresentado em Domingues, 2017, este montante pode ser apurado de três formas: através de uma fórmula padrão, que utiliza parâmetros calibrados a nível do mercado segurador europeu; através de um modelo interno, desenvolvido à medida das características da Companhia; ou de um modelo parcial interno, que utiliza a fórmula padrão mas com parâmetros calibrados a nível da empresa seguradora. Estes últimos parâmetros mencionados no modelo parcial interno são os chamados Parâmetros Específicos da Empresa e têm em conta a exposição da mesma face aos riscos que pretende quantificar, podendo ser calculados através dos métodos previstos no Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014, que completa a Diretiva 2009/138/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao acesso à atividade de seguros e resseguros e ao seu exercício (Diretiva de Solvência II).

O projeto subjacente ao presente documento consiste na implementação dos métodos anteriormente mencionados para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa no segmento de despesas médicas numa Companhia de Saúde e no segmento automóvel numa Companhia Não Vida. Para esse efeito, este documento está estruturado de forma a introduzir o regime de Solvência II e pilares subjacentes, posteriormente detalhando o cálculo do Requisito de Capital de Solvência sob a fórmula padrão e estrutura modular da mesma, passando aos métodos previstos no Regulamento Delegado para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa e respetiva validação estatística dos pressupostos. Por fim, haverá uma análise dos resultados obtidos utilizando tanto os parâmetros padrão, como os Parâmetros Específicos da Empresa e reflexão sobre a adequação dos cálculos para o caso específico das duas Companhias em estudo, bem como a sua aplicabilidade e implicações para a empresa.

No próximo Capítulo, começa-se pela apresentação do regime de Solvência II, atualmente em vigor.

Capítulo 2

Pilares de Solvência II

A diretiva 2009/138/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de novembro de 2009, Diretiva de Solvência II ¹, entrou em vigor a 1 de janeiro de 2016, pretendendo coordenar leis e regulamentos para os 27 membros da União Europeia dentro da indústria seguradora e resseguradora e é aplicável à maior parte das Companhias sediadas na mesma, desde que a sua receita anual não seja inferior a 5 milhões de euros (a diretiva deve ainda assim ser aplicada de forma proporcional à natureza, escala e complexidade da mesma). Esta diretiva assenta em três pilares: o primeiro relacionado com os requisitos quantitativos, o segundo relativo aos requisitos qualitativos e o terceiro à divulgação de informação. O presente Capítulo está estruturado em três secções, cada uma delas dedicada a cada pilar da Diretiva.

2.1 Pilar 1: Requisitos Quantitativos

O primeiro pilar da diretiva define os requisitos quantitativos da Companhia, dos quais fazem parte os Requisitos de Capital, as Provisões Técnicas, os Investimentos, entre outros.

As Companhias têm dois requisitos de capital regulatórios para gerir: o Requisito de Capital de Solvência (SCR) e o Requisito Mínimo de Capital (MCR). O SCR é, para a maioria das Companhias, o requisito de capital mais elevado, sendo o MCR o requisito menor. Se o requisito mínimo não for atingido pela Companhia e esta não conseguir reverter a situação num prazo definido pela Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (ASF), esta terá de cessar o seu negócio. Note-se que o conceito de Solvência, sob o regime de Solvência II, descreve a capacidade da Companhia ter capital suficiente para cobrir as suas responsabilidades, sob cenários extremos, mas plausíveis.

A Autoridade Europeia de Seguros e Pensões Complementares de Reforma (EIOPA) definiu o SCR de uma Companhia como o *Value at Risk* dos Fundos Próprios sujeitos a um nível de confiança de 99.5% por um período de um ano ($VaR_{99.5\%}$)². Quer isto dizer que o SCR é definido a um nível que assegura que as Companhias tenham capacidade de fazer face às suas obrigações para com os detentores das apólices e beneficiários pelos 12 meses seguintes com uma probabilidade de 99.5%, limitando a possibilidade de entrar em ruína financeira para 1 em 200 casos. O SCR pode ser calculado através da fórmula padrão, de um modelo interno previamente aprovado pela entidade supervisora ou uma mistura dos dois (um modelo parcial interno). Na maior parte dos casos, é utilizada a fórmula padrão, cuja estrutura é modular e composta pelas seguintes componentes:

- Risco de Mercado

¹Ver https://www.asf.com.pt/NR/exeres/238916AF-1385-4240-B4BE-64C0C5687D23_frameless.htm?NRMODE=Published

²Para explicação detalhada do VaR consultar a página: <https://www.investopedia.com/terms/v/var.asp>

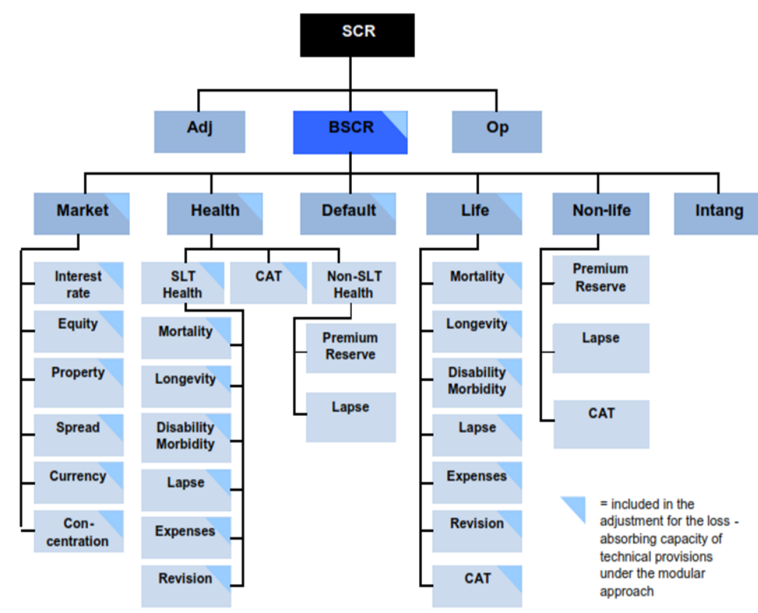
2. PILARES DE SOLVÊNCIA II

- Risco de Incumprimento da Contraparte
- Risco de Subscrição Vida
- Risco de Subscrição Não Vida
- Risco de Subscrição Saúde
- Risco de Ativos Intangíveis

São considerados cenários extremos para os riscos em exposição, de forma a avaliar o capital necessário para conseguir operar durante um ano, mesmo que ocorra um evento extremo, e ao montante assim apurado chama-se Requisito de Capital de Solvência de Base (BSCR), sendo que:

$$\text{SCR} = \text{BSCR} + \text{Risco Operacional} + \text{LAC DT} + \text{LAC TP} \quad (2.1)$$

Os LAC DT e LAC TP representam os ajustamentos para a Capacidade de Absorção de Perdas por Impostos Diferidos e nas Provisões Técnicas, respetivamente, sendo que o LAC TP está relacionado com o negócio referente ao ramo Vida. A estrutura da fórmula padrão, representada na figura 2.1, toma uma abordagem modular, começando pela exposição individual para cada categoria de risco e sendo depois os módulos agregados utilizando matrizes de correlação, de forma a evitar a duplicação dos riscos.



Fonte: Better Regulation

Figura 2.1: Estrutura representativa da fórmula padrão

O MCR é o requisito mínimo de de capital para uma Companhia poder executar a sua atividade e, se o mesmo não for atingido, a empresa estará com grandes problemas caso a situação não seja rapidamente remediada. Este requisito de capital não deve ser inferior a 25% do SCR e está calibrado de forma a assegurar um nível de 85% de confiança no período de um ano. Para fins regulamentares, o SCR e o MCR deverão ser considerados os limites tais que, quando o capital detido pela Companhia desce abaixo do SCR, a intervenção da autoridade supervisora se torna progressivamente mais intensa à medida que se aproxima do MCR.

2.2 Pilar 2: Requisitos Qualitativos

Os Requisitos de Capital (SCR e MCR) são montantes na moeda funcional da empresa e os rácios de Solvência são reportados em percentagem, respetivamente os rácios SCR e MCR, sendo que:

$$\text{rácio SCR} = \frac{\text{Fundos Próprios Elegíveis para o SCR}}{\text{SCR}} \quad (2.2)$$

$$\text{rácio MCR} = \frac{\text{Fundos Próprios Elegíveis para o MCR}}{\text{MCR}} \quad (2.3)$$

Os Fundos Próprios são os recursos financeiros disponíveis para a Companhia criar negócio, servindo também como um amortecedor, uma vez que absorvem perdas inesperadas, podendo ser dividindo em três níveis/*tiers*, conforme a sua natureza e capacidade de absorção de perdas:

- *Tier 1*: Capital próprio e mais valias potenciais. Divide-se em restrito e não-restrito;
- *Tier 2*: Capital subscrito não realizado, títulos subordinados de duração indeterminada e cartas de crédito;
- *Tier 3*: Outras disposições contratuais.

Quanto menor o *tier*, melhor a qualidade dos Fundos Próprios. Para o cálculo dos rácios acima, é necessário utilizar os Fundos Próprios Elegíveis (EOF), que conforme sejam utilizados para calcular o rácio SCR ou o rácio MCR devem respeitar certos limites quantitativos³.

O mínimo aceitável para ambos os rácios é 100% e, como qualquer rácio, estes podem ser elevados por um de dois motivos: ou o Requisito de Capital é baixo (denominador), ou a Companhia tem muito capital (numerador alto). Desta forma também é possível determinar a adequação do capital face às necessidades da Companhia, uma vez que um rácio de Solvência muito elevado por excesso de capital pode indicar a necessidade de libertar parte do mesmo através da distribuição de dividendos aos seus acionistas ou então um rácio de Solvência reduzido pode determinar a necessidade de injetar capital para que a Companhia se situe numa situação de solvência mais confortável.

Um rácio de Solvência (rácio SCR) superior a 100% significa que a empresa tem capital suficiente para assegurar a continuidade do seu negócio durante um ano mesmo num cenário de risco extremo. Caso contrário, a autoridade supervisora intervém de modo a que a empresa possa antingi-lo.

2.2 Pilar 2: Requisitos Qualitativos

O segundo pilar desta diretiva aborda o Sistema de Governação da Companhia⁴, que é sujeito a revisão periódica e deve assentar numa estrutura organizacional adequada e transparente, incluindo quatro funções chave com responsabilidades devidamente definidas e segregadas num sistema eficaz de transmissão de informação. Este requisito também requer que a Companhia adote um conjunto de procedimentos que constituem uma ferramenta para a tomada de decisões e análises estratégicas, o chamado processo de Autoavaliação do Risco e da Solvência, intitulado por ORSA. Este exercício é efetuado anualmente através da projeção do risco e do capital da Companhia a 3 ou a 5 anos, quer num cenário normal (cenário base), quer em cenários de *stress*. No caso do cenário base, as projeções são efetuadas com base

³Ver Subsecção 2, Artigo 82º do Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014

⁴Para melhor entendimento do Sistema de Governação consultar a página: https://www.asf.com.pt/NR/exeres/FE05ABC5-BCF0-4FC6-BB36-6E4CA38363C9_frameless.htm?NRMODE=Published

2. PILARES DE SOLVÊNCIA II

no orçamento da Companhia. Já no cenário de *stress* são efetuadas projeções de forma a refletir cenários extremos, mas plausíveis para a Companhia. O ORSA permite assim à Companhia avaliar a sua posição de Solvência nos próximos anos através do cálculo prospetivo dos seus Requisitos de Capital e também dos seus Fundos Próprios.

2.3 Pilar 3: Requisitos de Transparência e Divulgação de Informação

Este requisito baseia-se nos princípios de transparência e disciplina de mercado através da divulgação clara, objetiva e útil de informação. Desta forma, cada Companhia deve:

- Efetuar, anualmente, um Relatório de Supervisão Regular (RSR) com informação qualitativa, detalhada e confidencial para divulgação apenas à autoridade supervisora local;
- Efetuar, anualmente, um Relatório de Solvência e Situação Financeira (SFCR) com informação qualitativa, anexos quantitativos e estrutura semelhante à do RSR, mas para divulgação pública no mercado;
- Preencher, trimestralmente, os *Templates* de Reporte Quantitativo (QRTs) onde consta informação quantitativa detalhada, a serem enviados à autoridade supervisora local que, por sua vez, após aprovação, os envia à EIOPA.

A ASF é a autoridade supervisora em Portugal, enquanto que a EIOPA é a autoridade supervisora europeia.

O cálculo do SCR, utilizando a fórmula padrão, enquadra-se no Pilar 1 da diretiva de Solvência II e será explorado com maior detalhe no próximo Capítulo, onde se apresentará matematicamente a sua estrutura generalizada e também em detalhe para os módulos de subscrição relativos ao negócio da Companhia de Saúde e da Companhia Não Vida.

Capítulo 3

Cálculo dos Requisitos de Capital de Solvência

Neste Capítulo explorar-se-á o cálculo dos Requisitos de Capital de Solvência de uma qualquer Companhia através da fórmula padrão, que de forma geral agrega todos os segmentos de atuação da mesma, consoante o ramo de negócio. Simultaneamente, e uma vez que as Companhias para aplicação prática dos métodos são uma Companhia de seguros de Saúde e uma Companhia de seguros Não Vida, doravante denominadas por Companhia de Saúde e Companhia Não Vida, respetivamente, proceder-se-á a simplificações nas fórmulas de acordo com as particularidades das mesmas.

Nas seguintes secções começa por se explorar o cálculo do Requisito de Capital de Solvência de Base (BSCR) e de seguida o cálculo do Requisito de Capital de Solvência dos módulos de risco específico de seguros inerentes a cada uma das Companhias em estudo. A informação apresentada é baseada no Regulamento Delegado, CE, 2014.

3.1 Requisito de Capital de Solvência de Base

O BSCR cobre os módulos de risco relativos aos Ativos Intangíveis, Mercado, Incumprimento da Contraparte e Subscrição em Vida, Não Vida e Saúde (também referido como Doença), sendo calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{intangiveis} \quad (3.1)$$

Onde:

$i, j \in \{\text{Mercado, Incumprimento, Vida, Doença, Não Vida}\}$;

SCR_i e SCR_j - Requisito de Capital referente aos módulos de risco i e j , respetivamente;

$SCR_{intangiveis}$ - Requisito de Capital referente ao módulo de risco para Ativos Intangíveis;

$Corr_{i,j}$ - Coeficiente de correlação entre os módulos de risco i e j , respetivamente, que se encontra fixo (ver figura A.1 do Apêndice).

A Companhia de Saúde, sendo uma companhia de seguros de Saúde, não tem os módulos de Subscrição em Vida e Não Vida, uma vez que a mesma não se encontra exposta a esses riscos dada a tipologia do negócio, e também não se encontra exposta ao risco de Ativos Intangíveis. Desta forma, para esta Companhia em particular, o Requisito de Capital de Solvência de Base é dado por:

3. CÁLCULO DOS REQUISITOS DE CAPITAL DE SOLVÊNCIA

$BSCR_{CS} = \sqrt{M^2 + I^2 + S^2 + 0.5 \cdot (M \cdot I + M \cdot S + I \cdot S)}$, onde $M = SCR_{Mercado}$, $I = SCR_{Incumprimento}$ e $S = SCR_{Saúde}$.

Conforme é representado na figura 2.1, o módulo de subscrição em Saúde decompõe-se em três submódulos: Não Similar às Técnicas de Vida (NSTV), Similar às Técnicas de Vida (STV) e Catástrofe. O Requisito de Capital de Solvência para o risco de subscrição em Saúde de uma Companhia calcula-se conforme apresentado abaixo.

$$SCR_{Saúde} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrS_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (3.2)$$

Onde:

$i, j \in \{NSTV, STV, Catástrofe\}$;

SCR_i e SCR_j - Requisito de Capital referente aos módulos de risco i e j , respetivamente;

$CorrS_{i,j}$ - Coeficiente de correlação entre os submódulos do risco de subscrição em Saúde, i e j , respetivamente, que se encontra fixo (ver figura A.2 do Apêndice).

No caso particular da Companhia de Saúde, a mesma só tem responsabilidades no submódulo NSTV, logo o Requisito de Capital de Solvência de Saúde calcula-se da seguinte forma: $SCR_{Saúde} = SCR_{NSTV}$.

Por sua vez, o submódulo de Saúde NSTV tem duas componentes: risco de Prémios e Reservas e risco de Descontinuidade. O Requisito de Capital para o submódulo de Saúde NSTV é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$SCR_{NSTV} = \sqrt{SCR_{NSTV,Prémios e Reservas}^2 + SCR_{NSTV,Descontinuidade}^2} \quad (3.3)$$

Onde:

$SCR_{NSTV,Prémios e Reservas}$ - Requisito de Capital para o risco de Prémios e Reservas do submódulo de saúde NSTV;

$SCR_{NSTV,Descontinuidade}$ - Requisito de Capital para o risco de Descontinuidade do submódulo de Saúde NSTV.

No caso da Companhia Não Vida, sendo uma Companhia de seguros Não Vida, não tem os módulos de Subscrição em Vida e Saúde, uma vez que a Companhia não se encontra exposta a esses riscos dada a tipologia do negócio, e também não se encontra exposta ao risco de Ativos Intangíveis. Desta forma, para esta Companhia em particular, o Requisito de Capital de Solvência de Base pode calcular-se da seguinte forma: $BSCR_{CNV} = \sqrt{M^2 + I^2 + N^2 + 0.5 \cdot (M \cdot I + M \cdot N + 2 \cdot I \cdot N)}$, onde $M = SCR_{Mercado}$, $I = SCR_{Incumprimento}$ e $N = SCR_{NãoVida}$.

De acordo com a figura 2.1, o módulo de risco de Subscrição em Não Vida tem três componentes: risco de Prémios e Reservas, risco de Descontinuidade e risco de Catástrofe. O Requisito de Capital de Solvência para o risco de subscrição Não Vida de uma Companhia calcula-se conforme apresentado a seguir:

$$SCR_{NãoVida} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrNV_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (3.4)$$

Onde:

$i, j \in \{Prémios e Reservas, Descontinuidade, Catástrofe\}$;

3.2 Requisito de Capital para o risco de Prémios e Reservas

SCR_i e SCR_j - Requisito de Capital referente aos submódulos de risco i e j , respetivamente;

$CorrNV_{i,j}$ - Coeficiente de correlação entre os submódulos do risco de subscrição em Não Vida, i e j , respetivamente, que se encontra fixo (ver figura A.3 do Apêndice).

No caso particular da Companhia Não Vida, a mesma tem responsabilidades nos três submódulos, logo

o Requisito de Capital de Solvência de Não Vida calcula-se da seguinte forma: $SCR_{NãoVida,CNV} = \sqrt{P^2 + C^2 + D^2 + 0.5 \cdot P \cdot C}$, onde $P = SCR_{Prémios e Reservas}$, $C = SCR_{Catástrofe}$ e $D = SCR_{Descontinuidade}$.

No âmbito deste projeto, importa apenas apresentar a forma de cálculo do Requisito de Capital de Solvência para o risco de Prémios e Reservas, pois é nessa componente que entrarão os parâmetros padrão que serão substituídos pelos Parâmetros Específicos da Empresa a ser estimados.

Tanto para a Companhia de Saúde, no submódulo Não Similar a Técnicas de Vida, quanto para a Companhia Não Vida, o Requisito de Capital de Solvência para o risco de Prémios e Reservas é calculado da mesma forma. O cálculo do SCR para o risco anteriormente mencionado é apresentado na próxima secção.

3.2 Requisito de Capital para o risco de Prémios e Reservas

O risco de Prémios representa o risco de que os mesmos sejam insuficientes para cobrir todas as responsabilidades. O risco de Reservas associado a sinistros em curso reflete o risco de uma alteração adversa no valor das responsabilidades.

O Requisito de Capital de Solvência para o risco de Prémios e Reservas do módulo de risco m é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$SCR_{Prémios e Reservas,m} = 3 \cdot V_m \cdot \sigma_m \quad (3.5)$$

Onde:

$m \in \{\text{Saúde NSTV, Não Vida}\}$;

V_m - Medida de volume para o risco de Prémios e Reservas do módulo m ;

σ_m - Desvio-padrão para o risco de Prémios e Reservas do módulo m .

3.2.1 Medida de volume para o risco de Prémios e Reservas do módulo m

$$V_m = \sum_{Sm} V_{Sm} \quad (3.6)$$

Onde:

Sm - Segmento das responsabilidades de seguro e resseguro do módulo m (ver figuras A.4 e A.5 do Apêndice).

V_{Sm} - Medida de volume para o risco de Prémios e Reservas do módulo m , para um determinado segmento Sm :

$$V_{Sm} = (V_{pre,m,Sm} + V_{res,m,Sm}) \cdot (0.75 + 0.25 \cdot DIV_{Sm}) \quad (3.7)$$

Onde:

3. CÁLCULO DOS REQUISITOS DE CAPITAL DE SOLVÊNCIA

1. $V_{prem,Sm}$ - Medida de volume para o risco de prémios do módulo m , para o segmento Sm , calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_{prem,Sm} = \max(P_{Sm}; P_{\text{últimos},Sm}) + FP_{\text{existentes},Sm} + FP_{\text{futuros},Sm} \quad (3.8)$$

Onde:

P_{Sm} - Estimativa dos prémios a adquirir pela empresa no segmento Sm durante os 12 meses seguintes;

$P_{\text{últimos},Sm}$ - Prémios adquiridos pela empresa no segmento Sm durante os últimos 12 meses;

$FP_{\text{existentes},Sm}$ - Valor atual esperado dos prémios a adquirir pela empresa no segmento Sm após os 12 meses seguintes para os contratos em vigor;

$FP_{\text{futuros},Sm}$ - Valor atual esperado dos prémios a adquirir pela empresa no segmento Sm para contratos em que a data inicial de reconhecimento se situa nos 12 meses seguintes, mas excluindo os prémios a adquirir durante os 12 meses após a data inicial de reconhecimento.

Os prémios devem ser líquidos, após a dedução dos prémios dos contratos de resseguro.

2. $V_{res,Sm}$ - Medida de volume para o risco de reservas do módulo m , para o segmento Sm ; é igual à Melhor Estimativa das Provisões para sinistros, após a dedução dos montantes recuperáveis de contratos de resseguro e de entidades com objeto específico. Não deve ser um montante menor que zero.
3. DIV_{Sm} - Fator de diversificação geográfica para o segmento Sm (é predefinido como 1).

3.2.2 Desvio-padrão para o risco de Prémios e Reservas do módulo m

O também denominado desvio-padrão combinado do módulo m calcula-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$\sigma_m = \frac{1}{V_m} \cdot \sqrt{\sum_{Sm, Tm} CorrS_{Sm, Tm} \cdot \sigma_{Sm} \cdot V_{Sm} \cdot \sigma_{Tm} \cdot V_{Tm}} \quad (3.9)$$

Onde:

V_m - Medida de volume para o risco de Prémios e Reservas do módulo m , conforme apresentado no ponto 3.2.1;

$CorrS_{Sm, Tm}$ - Coeficiente de correlação entre os segmentos Sm e Tm , que pertencem ao conjunto de segmentos apresentados nas figuras A.4 e A.5 do Apêndice e se encontram fixos; Coeficientes de correlação conforme as figuras A.6 e A.7 do Apêndice.

Sem prejuízo para a interpretação das fórmulas e como os indexantes Sm e Tm representam o mesmo em termos de conceito, será feita a apresentação das componentes da fórmula 3.9 com a indexação apenas em Sm , que é em tudo igual à indexação em Tm .

V_{Sm} - Medida de volume para o risco de Prémios e Reservas do segmento Sm ;

σ_{Sm} - Desvio-padrão para o risco de Prémios e Reservas do segmento Sm ; é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

3.2 Requisito de Capital para o risco de Prémios e Reservas

$$\sigma_{Sm} = \frac{\sqrt{\sigma_{prem,Sm}^2 \cdot V_{prem,Sm}^2 + \sigma_{prem,Sm} \cdot V_{prem,Sm} \cdot \sigma_{res,Sm} \cdot V_{res,Sm} + \sigma_{res,Sm}^2 \cdot V_{res,Sm}^2}}{V_{prem,Sm} + V_{res,Sm}} \quad (3.10)$$

Onde:

1. $V_{prem,Sm}$ - Medida de volume de Prémios do segmento Sm , conforme apresentado no ponto 3.2.1;
2. $V_{res,Sm}$ - Medida de volume de Reservas do segmento Sm , conforme apresentado no ponto 3.2.1;
3. $\sigma_{prem,Sm}$ - Desvio-padrão para o risco de Prémios do segmento Sm ; é calculado conforme se apresenta abaixo:

$$\sigma_{prem,Sm} = \sigma_{premBruto,Sm} \cdot NP_{Sm} \quad (3.11)$$

Onde:

$\sigma_{premBruto,Sm}$ - Desvio-padrão para o risco de Prémios bruto do segmento Sm ;

NP_{Sm} - Fator de ajustamento do resseguro não proporcional do segmento Sm , que é fixado em 100%.

4. $\sigma_{res,Sm}$ - Desvio-padrão para o risco de Reservas do segmento Sm .

Os valores do desvio-padrão para os segmentos Sm , enunciados nos pontos 3 e 4 acima, sofreram alterações desde a publicação do Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, tendo sido essas alterações publicadas num novo regulamento, CE, 2019, (Regulamento Delegado (UE) 2019/981 da Comissão de 8 de março de 2019 que altera o Regulamento Delegado (UE) 2015/35).

Apresentam-se abaixo os valores atuais para os segmentos respetivos:

	Segmento	Classes de negócio, como definidas no anexo I, em que consiste o segmento	Desvio-padrão do risco de prémio bruto do segmento	Desvio-padrão do risco de provisões do segmento
1	Seguro e resseguro proporcional de automóvel — responsabilidade civil	4 e 16	10 %	9 %
2	Seguro e resseguro proporcional de automóvel — outros ramos	5 e 17	8 %	8 %
3	Seguro e resseguro proporcional marítimo, aéreo e de transportes	6 e 18	15 %	11 %
4	Seguro e resseguro proporcional de incêndio e outros danos patrimoniais	7 e 19	8 %	10 %
5	Seguro e resseguro proporcional de responsabilidade civil geral	8 e 20	14 %	11 %
6	Seguro e resseguro proporcional de crédito e caução	9 e 21	19 %	17,2 %
7	Seguro e resseguro proporcional de proteção jurídica	10 e 22	8,3 %	5,5 %
8	Assistência e seu resseguro proporcional	11 e 23	6,4 %	22 %
9	Seguro e resseguro proporcional de perdas financeiras diversas	12 e 24	13 %	20 %
10	Resseguro de acidentes não proporcional	26	17 %	20 %
11	Resseguro marítimo, aéreo e de transportes não proporcional	27	17 %	20 %
12	Resseguro de danos patrimoniais não proporcional	28	17 %	20 %

Fonte: Anexo I, Regulamento Delegado (UE) 2019/981 da Comissão de 8 de março de 2019

Figura 3.1: Segmentação das responsabilidades Não Vida e respetivos desvios-padrão para o submódulo de risco de Prémios e Reservas de seguros Não Vida

3. CÁLCULO DOS REQUISITOS DE CAPITAL DE SOLVÊNCIA

	Segmento	Classes de negócio, como definidas no anexo I, em que consiste o segmento	Desvio-padrão do risco de prémio bruto do segmento	Desvio-padrão do risco de provisões do segmento
1	Seguro de despesas médicas e resseguro proporcional	1 e 13	5 %	5,7 %
2	Seguro de proteção de rendimentos e resseguro proporcional	2 e 14	8,5 %	14 %
3	Seguro de acidentes de trabalho e resseguro proporcional	3 e 15	9,6 %	11 %
4	Resseguro de acidentes e doença não proporcional	25	17 %	17 %

Fonte: Anexo IX, Regulamento Delegado (UE) 2019/981 da Comissão de 8 de março de 2019

Figura 3.2: Segmentação das responsabilidades de Saúde NSTV e respetivos desvios-padrão para o submódulo de risco de Prémios e Reservas de seguros de Saúde

Apresentar-se-ão de seguida os parâmetros padrão para o risco de Prémios e Reservas dos segmentos de despesas médicas e automóvel, pois são os segmentos em estudo para as Companhias de Saúde e Não Vida, respetivamente, e que serão posteriormente substituídos pelos Parâmetros Específicos da Empresa. Para o segmento de despesas médicas da Companhia de Saúde o fator de ajustamento de resseguro não proporcional, $NP_{despesasmédicas,CS}$, é igual a 100%, uma vez que não apresenta celebrado nenhum tratado de resseguro não proporcional. Já para o segmento automóvel da Companhia Não Vida, o fator de ajustamento de resseguro não proporcional, $NP_{automóvel,CNV}$, é igual a 80%, uma vez que apresenta celebrado pelo menos um tratado de resseguro não proporcional (a demonstração deste valor está fora do âmbito do projeto).

O desvio-padrão para o risco de Prémios do módulo Não Vida, para o segmento automóvel (parâmetro *standard* para o Risco de Prémios) da Companhia Não Vida é, conforme a figura 3.1, igual a:

$$\sigma_{prem,automóvel,CNV} = \sigma_{premBruto,automóvel} \cdot NP_{automóvel,CNV} = 10\% \cdot 80\% \iff \sigma_{prem,automóvel,CNV} = 8\%.$$

O desvio-padrão para o risco de Reservas do módulo Não Vida, para o segmento automóvel (parâmetro *standard* para o Risco de Reservas) da Companhia Não Vida é, conforme a figura 3.1, igual a:

$$\sigma_{res,automóvel,CNV} = \sigma_{res,automóvel} = 9\%.$$

O desvio-padrão para o risco de Prémios do módulo de Saúde NSTV, para o segmento de despesas médicas (parâmetro *standard* para o Risco de Prémios) da Companhia de Saúde é, conforme a figura 3.2, igual a:

$$\sigma_{prem,despesasmédicas,CS} = \sigma_{premBruto,despesasmédicas} \cdot NP_{despesasmédicas,CS} = 5\% \cdot 100\% \iff \sigma_{prem,despesasmédicas,CS} = 5\%.$$

O desvio-padrão para o risco de Reservas do módulo de Saúde NSTV, para o segmento de despesas médicas (parâmetro *standard* para o Risco de Reservas) da Companhia de Saúde é, conforme a figura 3.2, igual a: $\sigma_{res,despesasmédicas,CS} = \sigma_{res,despesasmédicas} = 5.7\%$.

Apresentadas as fórmulas para o cálculo do Requisito de Capital de Solvência de uma Companhia e as suas simplificações para o caso específico das Companhias de Saúde e Não Vida em estudo, de forma mais aprofundada para o risco de Prémios e Reservas dos módulos de Saúde NSTV e Não Vida, respetivamente, introduzir-se-ão no próximo Capítulo os Parâmetros Específicos da Empresa. Começar-se-á pela sua aplicação no geral e de seguida em particular para as Companhias em estudo; também se irá proceder à apresentação dos métodos previstos no anexo XVII do Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, que permite o cálculo dos parâmetros acima referidos com base nos dados de uma Companhia em particular, substituindo os parâmetros padrão providenciados com base na carteira de seguradoras europeias.

Capítulo 4

Parâmetros Específicos da Empresa e Métodos de Cálculo

A fórmula padrão é utilizada para calcular o Requisito de Capital de Solvência de uma Companhia, conforme foi explorado no Capítulo 3. Para esse efeito e no caso do SCR de subscrição em Saúde NSTV e do SCR de subscrição em Não Vida, podem ser utilizados os parâmetros padrão para medir a volatilidade dos Prémios e das Reservas, que são providenciados pela Autoridade de Supervisão Europeia (EIOPA) e calibrados a nível europeu com base nos dados da carteira de seguradores, refletindo a média europeia; ou podem ser utilizados os Parâmetros Específicos da Empresa (PEEs), calibrados com os dados da Companhia em particular, refletindo melhor o seu perfil de risco e as suas exposições. No entanto, a utilização dos PEEs está sujeita a aprovação por parte da autoridade de supervisão, ASF no caso das Companhias situadas em Portugal.

Neste Capítulo vai começar por se explorar o subconjunto de parâmetros padrão que podem ser substituídos pelos Parâmetros Específicos da Empresa e, de seguida, serão apresentados os métodos previstos no Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, para o cálculo dos mesmos.

4.1 Subconjunto de parâmetros padrão que podem ser substituídos pelos PEEs

Tal como consta no artigo 218.º, secção 12 do Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, para o módulo de risco de subscrição em Saúde, submódulo Não Similar a Técnicas de Vida, e módulo de risco de subscrição em Não Vida, no cálculo do risco de Prémios e Reservas, os parâmetros que podem ser substituídos pelos Parâmetros Específicos da Empresa, para cada segmento Sm (conforme figuras A.4 e A.5), são:

- O desvio-padrão calculado no risco de Prémios ($\sigma_{prem,Sm}$);
- O desvio-padrão calculado no risco de Prémios Brutos ($\sigma_{premBruto,Sm}$);
- O fator de ajustamento de resseguro não proporcional, desde que haja um contrato reconhecível de resseguro de cobertura de perdas por evento em relação a esse segmento (NP_{Sm});
- O desvio-padrão calculado no risco de Reservas ($\sigma_{res,Sm}$).

4. PARÂMETROS ESPECÍFICOS DA EMPRESA E MÉTODOS DE CÁLCULO

A Companhia não deve substituir ambos os parâmetros referidos no segundo e terceiro pontos acima para o mesmo segmento (recorde-se que, conforme a fórmula 3.11, o parâmetro padrão para o risco de Prémios respeita a igualdade $\sigma_{prem,Sm} = \sigma_{premBruto,Sm} \cdot NP_{Sm}$).

Como foi visto no Capítulo 3, os segmentos em estudo são o das despesas médicas e o automóvel, para a Companhia de Saúde e para a Companhia Não Vida, respetivamente. Posto isto, para a Companhia de Saúde serão substituídos os parâmetros padrão dos primeiro e quarto pontos acima referidos $\sigma_{prem,despesasmédicas,CS}$ e $\sigma_{res,despesasmédicas,CS}$ pelos Parâmetros Específicos da Empresa $\sigma_{prem,PEE,despesasmédicas,CS}$ e $\sigma_{res,PEE,despesasmédicas,CS}$ e para a Companhia Não Vida serão substituídos os parâmetros padrão dos segundo e quarto pontos acima referidos $\sigma_{premBruto,automóvel,CNV}$ e $\sigma_{res,automóvel,CNV}$ pelos Parâmetros Específicos da Empresa $\sigma_{premBruto,PEE,automóvel,CNV}$ e $\sigma_{res,PEE,automóvel,CNV}$.

Ainda no Capítulo 3, na secção 3.2.2, foi visto que para a Companhia de Saúde em estudo o fator de ajustamento de resseguro não proporcional mantém o valor padrão, fixo em 100%, obtendo-se a seguinte relação: $\sigma_{prem,despesasmédicas,CS} = \sigma_{premBruto,despesasmédicas,CS}$. Já para a Companhia Não Vida, para o segmento automóvel, o fator de ajustamento de resseguro não proporcional fixou-se em 80%, obtendo-se a seguinte relação: $\sigma_{prem,automóvel,CNV} = \sigma_{premBruto,automóvel,CNV} \cdot 80\%$.

Para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa anteriormente referidos, estão previstos um método para o risco de Prémios e dois para o risco de Reservas, apresentados na secção a seguir.

4.2 Métodos para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa

Conforme consta no artigo 220.º do Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, para calcular o Parâmetro Específico da Empresa do risco de Prémios existe o Método do risco de Prémios e para calcular o Parâmetro Específico da Empresa do risco de Reservas existem o Método 1 do risco de Reservas (estatisticamente semelhante ao Método do risco de Prémios) e o Método 2 do risco de Reservas, métodos esses que estão definidos no anexo XVII do regulamento anteriormente referido. Para a aplicação dos métodos referidos, há quatro definições importantes a respeito de pagamentos de sinistros de seguros/resseguros a ser apresentadas:

- Ano de ocorrência: ano em que o acontecimento coberto que desencadeia o referido pagamento teve lugar;
- Ano de desenvolvimento: diferença entre o ano de pagamento e o ano de ocorrência do sinistro;
- Ano de reporte: ano em que o acontecimento coberto que desencadeia o referido pagamento é comunicado à empresa de seguros/resseguros;
- Ano de exercício: ano em que o referido pagamento teve lugar.

Nas secções seguintes, apresentam-se os três métodos acima enunciados.

4.2.1 Método do risco de Prémios

Os dados para a estimação do desvio-padrão específico da empresa para o risco de Prémios, relativamente ao segmento Sm , são:

4.2 Métodos para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa

- Os pagamentos efetuados e as melhores estimativas de provisões para sinistros no segmento Sm , após o primeiro ano de desenvolvimento do ano de ocorrência referente a esses sinistros (Perdas agregadas);
- Os Prémios adquiridos no segmento Sm .

Ambos os conjuntos de dados referidos nos dois pontos acima são disponibilizados separadamente para cada ano de ocorrência dos sinistros no segmento Sm .

Os dados específicos do método respeitam os seguintes requisitos de qualidade:

- Os dados são representativos do risco de Prémios a que a empresa se encontra exposta durante os 12 meses seguintes;
- Os dados estão disponíveis em relação a pelo menos cinco anos de ocorrência consecutivos;
- As Perdas agregadas e os Prémios adquiridos não são ajustados para os montantes recuperáveis dos contratos de resseguro e entidades com objeto específico de titularização de riscos de seguro ou prémios de resseguro;
- As Perdas agregadas são ajustadas dos sinistros catastróficos na medida em que o risco desses sinistros é refletido no submódulo de risco catastrófico;
- As Perdas agregadas incluem as despesas decorrentes do cumprimento das responsabilidades de seguro e resseguro.

Os dados encaixam-se nos seguintes pressupostos estatísticos:

- As Perdas agregadas esperadas num determinado segmento Sm e ano de ocorrência t são linearmente proporcionais ao montante de Prémios adquiridos no segmento Sm e ano de ocorrência t ;
- A variância das Perdas agregadas num determinado segmento Sm e ano de ocorrência t é quadrática em relação aos Prémios adquiridos no segmento Sm e ano de ocorrência t ;
- As Perdas agregadas seguem uma distribuição LogNormal;
- A estimativa da máxima verosimilhança é adequada.

A seguinte nomenclatura é aplicável:

- Os anos de ocorrência são representados por números consecutivos que começam por 1 em relação ao primeiro ano de ocorrência para o qual existem dados disponíveis;
- T representa o último ano de ocorrência para o qual existem dados disponíveis;
- Para o conjunto dos anos de ocorrência, as Perdas agregadas no segmento Sm num determinado ano de ocorrência t são representadas por y_t ;
- Para o conjunto dos anos de ocorrência, os Prémios adquiridos no segmento Sm num determinado ano de ocorrência t são representados por x_t .

4. PARÂMETROS ESPECÍFICOS DA EMPRESA E MÉTODOS DE CÁLCULO

O Parâmetro Específico da Empresa (desvio-padrão para o risco de Prémios), do segmento Sm , é calculado da seguinte forma:

$$\sigma_{prem, PEE, Sm} = c \cdot \hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \sqrt{\frac{T+1}{T-1}} + (1-c) \cdot \sigma_{prem, Sm} \quad (4.1)$$

Onde:

c - Fator de credibilidade, para o horizonte temporal (número de anos de ocorrência para o qual existem dados disponíveis) ¹;

$\sigma_{prem, Sm}$ - Parâmetro padrão para o risco de Prémios, conforme figuras 3.1 e 3.2;

$\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma})$ - Função do desvio-padrão específico da empresa, para o risco de Prémios:

$$\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) = \exp \left(\hat{\gamma} + \frac{\frac{1}{2} \cdot T + \sum_{t=1}^T \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \ln \left(\frac{y_t}{x_t} \right)}{\sum_{t=1}^T \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma})} \right) \quad (4.2)$$

$$\pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) = \frac{1}{\ln \left(1 + \left((1 - \hat{\delta}) \cdot \frac{\bar{x}}{x_t} + \hat{\delta} \right) \cdot e^{2 \cdot \hat{\gamma}} \right)} \quad (4.3)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T x_t \quad (4.4)$$

$\hat{\delta}$ - Parâmetro combinado, $0 \leq \hat{\delta} \leq 1$;

$\hat{\gamma}$ - Coeficiente de variância logarítmico;

$\hat{\delta}$ e $\hat{\gamma}$ são os valores que minimizam a seguinte função:

$$\sum_{t=1}^T \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \left(\ln \left(\frac{y_t}{x_t} \right) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma})} + \hat{\gamma} - \ln \left(\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \right) \right)^2 - \sum_{t=1}^T \ln \left(\pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \right) \quad (4.5)$$

4.2.2 Método 1 do risco de Reservas

Os dados para a estimação do desvio-padrão específico da empresa para o risco de Reservas, relativamente ao segmento Sm , são:

- A soma da Melhor Estimativa das Provisões para sinistros no final do ano de exercício t para os sinistros que estavam pendentes no segmento Sm no início do ano de exercício t e dos Pagamentos efetuados durante o ano de exercício t relativamente aos sinistros que estavam pendentes no segmento Sm no início do ano de exercício t ;
- A Melhor Estimativa da Provisão para sinistros no segmento Sm no início do ano de exercício t .

Ambos os conjuntos de dados referidos nos dois pontos acima são disponibilizados separadamente para cada ano de exercício dos sinistros no segmento Sm .

¹Para tabela de valores consultar secção G, anexo XVII do Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

4.2 Métodos para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa

Os dados específicos do método respeitam os seguintes requisitos de qualidade:

- Os dados são representativos do risco de Reservas a que a empresa se encontra exposta durante os 12 meses seguintes;
- Os dados estão disponíveis em relação a pelo menos cinco anos de exercício consecutivos;
- Os dados são ajustados dos montantes recuperáveis dos contratos de resseguro e entidades com objeto específico de titularização de riscos de seguros que são consistentes com os contratos de resseguro e as entidades com objeto específico de titularização de riscos de seguros estabelecidos para efeito de cobertura dos 12 meses seguintes;
- Os dados incluem as despesas decorrentes do cumprimento das responsabilidades de seguro/resseguro.

Os dados encaixam-se nos seguintes pressupostos estatísticos:

- O montante a que se refere o primeiro ponto do conjunto de dados num determinado segmento Sm e ano de exercício t é linearmente proporcional à Melhor Estimativa da Provisão para sinistros no segmento Sm e ano de exercício t ;
- A variância do montante a que se refere o primeiro ponto do conjunto de dados num determinado segmento Sm e ano de exercício t é quadrática em relação à Provisão para sinistros no segmento Sm e ano de exercício t ;
- O montante a que se refere o primeiro ponto do conjunto de dados segue uma distribuição Log-Normal;
- A estimativa da máxima verosimilhança é adequada.

A seguinte nomenclatura é aplicável:

- Os anos de exercício são representados por números consecutivos que começam por 1 em relação ao primeiro ano de exercício para o qual existem dados disponíveis;
- T representa o último ano de exercício para o qual existem dados disponíveis;
- Para o conjunto dos anos de exercício, o montante a que se refere o primeiro ponto do conjunto de dados no segmento Sm , num determinado ano de exercício t é representado por y_t ;
- Para o conjunto dos anos de exercício, a Melhor Estimativa da Provisão para sinistros no segmento Sm num determinado ano de exercício t é representada por x_t .

O Parâmetro Específico da Empresa (desvio-padrão para o risco de Reservas), do segmento Sm , é calculado da seguinte forma:

$$\sigma_{res,PEE1,Sm} = c \cdot \hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \sqrt{\frac{T+1}{T-1}} + (1-c) \cdot \sigma_{res,Sm} \quad (4.6)$$

Onde:

4. PARÂMETROS ESPECÍFICOS DA EMPRESA E MÉTODOS DE CÁLCULO

c - Fator de credibilidade, para o horizonte temporal (número de anos de exercício para o qual existem dados disponíveis), ver a nota de rodapé 1;

$\sigma_{res, Sm}$ - Parâmetro padrão para o risco de Reservas, conforme figuras 3.1 e 3.2;

$\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma})$ - Função do desvio-padrão específico da empresa, para o risco de Reservas:

$$\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) = \exp \left(\hat{\gamma} + \frac{\frac{1}{2} \cdot T + \sum_{t=1}^T \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \ln \left(\frac{y_t}{x_t} \right)}{\sum_{t=1}^T \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma})} \right) \quad (4.7)$$

$$\pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) = \frac{1}{\ln \left(1 + \left((1 - \hat{\delta}) \cdot \frac{\bar{x}}{x_t} + \hat{\delta} \right) \cdot e^{2 \cdot \hat{\gamma}} \right)} \quad (4.8)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T x_t \quad (4.9)$$

$\hat{\delta}$ - Parâmetro combinado, $0 \leq \hat{\delta} \leq 1$;

$\hat{\gamma}$ - Coeficiente de variância logarítmico;

$\hat{\delta}$ e $\hat{\gamma}$ são os valores que minimizam a seguinte função:

$$\sum_{t=1}^T \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \left(\ln \left(\frac{y_t}{x_t} \right) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma})} + \hat{\gamma} - \ln \left(\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \right) \right)^2 - \sum_{t=1}^T \ln \left(\pi_t(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \right) \quad (4.10)$$

4.2.3 Método 2 do risco de Reservas

Os dados para o cálculo do desvio-padrão específico da empresa para o risco de Reservas, relativamente ao segmento Sm , consistem nos Montantes Acumulados de Pagamentos com sinistros (triângulo de pagamentos de sinistros), separadamente para cada ano ocorrência e ano de desenvolvimento dos pagamentos. Os dados específicos do método respeitam os seguintes requisitos de qualidade:

- Os dados são representativos do risco de Reservas a que a empresa de está exposta durante os 12 meses seguintes;
- Os dados estão disponíveis em relação a pelo menos cinco anos de ocorrência consecutivos;
- No primeiro ano de ocorrência, os dados estão disponíveis em relação a pelo menos cinco anos de desenvolvimento consecutivos;
- No primeiro ano de ocorrência, o Montante Acumulado de Pagamentos do último ano de desenvolvimento para o qual existem dados disponíveis inclui todos os pagamentos do ano de ocorrência, com exceção de um montante imaterial (fator cauda);
- O número de anos de ocorrência consecutivos para o qual existem dados disponíveis não é inferior ao número de anos de desenvolvimento consecutivos no primeiro ano de ocorrência para o qual existem dados disponíveis;

4.2 Métodos para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa

- Os Montantes Acumulados de Pagamentos com sinistros são ajustados dos montantes recuperáveis de contratos de resseguro e entidades com objeto específico de titularização de riscos de seguros que são consistentes com os contratos de resseguro e as entidades com objeto específico de titularização de riscos de seguros estabelecidos para efeitos de cobertura dos 12 meses seguintes;
- Os Montantes Acumulados de Pagamentos com sinistros incluem as despesas decorrentes do cumprimento das responsabilidades de seguro e resseguro.

Os dados são consistentes com os seguintes pressupostos sobre a natureza estocástica dos Montantes Acumulados de Pagamentos com sinistros:

- Os Montantes Acumulados de Pagamentos com sinistros para anos de ocorrência diferentes são mutuamente independentes estocasticamente;
- Para o conjunto dos anos de ocorrência, os Montantes Incrementais de Pagamentos com sinistros são independentes estocasticamente;
- Para o conjunto dos anos de ocorrência, o valor esperado do Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para um ano de desenvolvimento é proporcional ao Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para o ano de desenvolvimento anterior;
- Para o conjunto dos anos de ocorrência, a variância do Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para um ano de desenvolvimento é proporcional ao Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para o ano de desenvolvimento anterior.

A seguinte nomenclatura é aplicável:

- Os anos de ocorrência são representados por números consecutivos que começam por 0 em relação ao primeiro ano de ocorrência para o qual existem dados disponíveis;
- I representa o último ano de ocorrência para o qual existem dados disponíveis;
- J representa o último ano de desenvolvimento no primeiro ano de ocorrência para o qual existem dados disponíveis;
- $C_{i,j}$ representa os Sinistros Acumulados para o ano de ocorrência i e ano de desenvolvimento j .

O Parâmetro Específico da Empresa (desvio-padrão para o risco de Reservas), do segmento Sm , é calculado da seguinte forma:

$$\sigma_{res, PEE2, Sm} = c \cdot \frac{\sqrt{MSEP}}{\sum_{i=0}^I (\hat{C}_{i,J} - C_{i,J-i})} + (1 - c) \cdot \sigma_{res, Sm} \quad (4.11)$$

Onde:

i - Ano de ocorrência, $i \in \{0, 1, \dots, I\}$;

c - Fator de credibilidade, para o horizonte temporal (número de anos de ocorrência para o qual existem dados disponíveis), ver a nota de rodapé 1;

$\sigma_{res, Sm}$ - Parâmetro padrão para o risco de Reservas, conforme figuras 3.1 e 3.2;

$MSEP$ - Erro Quadrático Médio de Previsão, calculado de acordo com a seguinte fórmula:

4. PARÂMETROS ESPECÍFICOS DA EMPRESA E MÉTODOS DE CÁLCULO

$$MSEP = \sum_{i=1}^I \hat{C}_{i,J}^2 \cdot \frac{\hat{Q}_{I-i}}{C_{i,I-i}} + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^I \hat{C}_{i,J} \cdot \hat{C}_{k,J} \cdot \left(\frac{\hat{Q}_{I-i}}{S_{I-i}} + \sum_{j=I-i+1}^{J-1} \frac{C_{I-j,j}}{S'_j} \cdot \frac{\hat{Q}_j}{S_j} \right) \quad (4.12)$$

$\hat{C}_{i,j}$ - Estimativa do Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para o ano de ocorrência i e ano de desenvolvimento j ($i \in \{0, 1, \dots, I\}, j \in \{0, 1, \dots, J-1\}$), calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\hat{C}_{i,j} = C_{i,I-i} \cdot \hat{f}_{I-i} \cdot \dots \cdot \hat{f}_{j-2} \cdot \hat{f}_{j-1} \quad (4.13)$$

\hat{f}_j - Estimativa do fator de desenvolvimento para o ano de desenvolvimento j ($j \in \{0, 1, \dots, J-1\}$), calculado de acordo com a seguinte fórmula (em Ciências Atuariais este método é conhecido como *Chain Ladder*):

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j}} \quad (4.14)$$

Para cada ano de desenvolvimento j :

$$S_j = \sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j}, \quad j \in \{0, 1, \dots, J-1\} \quad (4.15)$$

$$S'_j = \sum_{i=0}^{I-j} C_{i,j}, \quad j \in \{0, 1, \dots, J\} \quad (4.16)$$

$$\hat{Q}_j = \frac{\hat{\sigma}_j^2}{\hat{f}_j^2}, \quad j \in \{0, 1, \dots, J-1\} \quad (4.17)$$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \begin{cases} \frac{1}{I-j-1} \cdot \sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j} \cdot \left(\frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} - \hat{f}_j \right)^2, & j \in \{0, 1, \dots, J-2\} \\ \min \left(\hat{\sigma}_{j-2}^2, \hat{\sigma}_{j-3}^2, \frac{\hat{\sigma}_{j-2}^4}{\hat{\sigma}_{j-3}^4} \right), & j = J-1 \end{cases} \quad (4.18)$$

Os três métodos acima apresentados são aplicados de forma independente para cada segmento Sm de atuação da Companhia para a qual se calculam os PEEs.

Para se poder aplicar cada um dos métodos acima, os conjuntos de dados requeridos para aplicação dos mesmos devem verificar alguns pressupostos estatísticos, anteriormente apresentados, cujas demonstrações serão exploradas no próximo Capítulo.

Capítulo 5

Validação Estatística dos Métodos para o cálculo dos PEEs

Os três métodos previstos no Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa (método do risco de Prémios, método 1 do risco de Reservas e método 2 do risco de Reservas) assentam numa base estatística e, como tal, os dados utilizados nos cálculos devem cumprir com os requisitos subjacentes de forma a serem considerados adequados. Os métodos citados anteriormente assentam numa base de teoria da credibilidade, isto é, conforme o número de anos para os quais existem dados da empresa disponíveis, aplica-se um fator de credibilidade à combinação linear entre a volatilidade do mercado europeu e o estimador da volatilidade específico da empresa em estudo.

Este Capítulo é dedicado à demonstração dos pressupostos estatísticos apresentados no Capítulo 4 para cada um dos métodos previstos no Regulamento Delegado. Note-se que o método do risco de Prémios e o método 1 do risco de Reservas são em tudo semelhantes, diferindo apenas no conjunto de dados e, como tal, serão apresentadas as demonstrações para o método do risco de Prémios e feito o paralelismo com as mesmas para o método 1 do risco de Reservas. As demonstrações apresentadas neste Capítulo são na sua grande maioria baseadas no documento Domingues, 2017.

5.1 Validação do método do risco de Prémios

A metodologia utilizada no Regulamento Delegado para o método do risco de Prémios representa uma reparametrização do modelo de JWG, EIOPA, 2011, na secção "Modelos Lognormais com *Second Variance Parameterization*".

Conforme apresentado na secção 4.2.1 deste documento, os dados utilizados para estimação do desvio-padrão específico da empresa no segmento Sm são:

- As Perdas agregadas em cada ano de ocorrência t , definidas pela variável Y_t ;
- Os Prémios adquiridos em cada ano de ocorrência t , definidos pela variável x_t .

O primeiro pressuposto é o de que as Perdas agregadas esperadas num determinado segmento Sm e ano de ocorrência t são linearmente proporcionais ao montante de Prémios adquiridos no segmento Sm e ano de ocorrência t , ou seja, $E(Y_t) = k_t \cdot x_t$ para cada segmento em estudo, onde k_t é uma constante real.

Este pressuposto pode ser testado através da análise de regressão linear entre $E(Y_t)$ e x_t , onde se pode ou não incluir um termo independente (*intercept*) β_0 , obtendo-se a seguinte expressão:

5. VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA DOS MÉTODOS PARA O CÁLCULO DOS PEES

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_t + \varepsilon_t, t = 1, \dots, T \quad (5.1)$$

Os parâmetros β_0 e β_1 são os coeficientes de regressão e ε_t é o erro aleatório associado ao modelo e que respeita as seguintes condições:

$$\begin{cases} E(\varepsilon_t) = 0 \\ Var(\varepsilon_t) = \sigma^2 \\ Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0, t \neq s \end{cases} \quad (5.2)$$

O segundo pressuposto é o de que a variância das Perdas agregadas num determinado segmento Sm e ano de ocorrência t é quadrática em relação aos Prêmios adquiridos no segmento Sm e ano de ocorrência t , ou seja, $Var(Y_t) = \beta^2 \cdot e^{2 \cdot \gamma} \cdot ((1 - \delta) \cdot \bar{x} \cdot x_t + \delta \cdot x_t^2)$ para cada segmento em estudo.

Segundo JWG, EIOPA, 2011:

$$Var(Y_t) = \beta^2 \cdot \sigma^2 \cdot ((1 - \delta) \cdot \bar{x} \cdot x_t + \delta \cdot x_t^2) \quad (5.3)$$

No entanto, no Regulamento Delegado é feita uma reparametrização do modelo, onde:

$$e^\gamma = \sigma \quad (5.4)$$

Para além disso e como a variância é caracterizada como *Second Variance Parameterization*, a $Var(Y_t)$ é proporcional a β^2 e β é independente relativamente ao coeficiente de variação de Y_t , $CV(Y_t)$, onde:

$$CV(Y_t) = \frac{\sqrt{Var(Y_t)}}{E(Y_t)} \quad (5.5)$$

Esta hipótese pode ser validada através da seguinte análise de regressão:

$$\widehat{Var}(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_t + \beta_2 \cdot x_t^2 + \varepsilon_t, t = 1, \dots, T \quad (5.6)$$

Onde $\widehat{Var}(Y_t)$ representa a estimativa da variância para cada ano de ocorrência.

O terceiro pressuposto é de que as Perdas agregadas num determinado segmento Sm e ano de ocorrência t seguem uma distribuição LogNormal, ou $Y_t \sim LogNormal(\mu_t, \omega_t)$.

Sabe-se, pelas propriedades da distribuição LogNormal, que:

$$\begin{cases} E(Y_t) = e^{\mu_t + \frac{1}{2} \cdot \omega_t} \\ Var(Y_t) = e^{2 \cdot \mu_t + 2 \cdot \omega_t} - e^{2 \cdot \mu_t + \omega_t} \end{cases} \quad (5.7)$$

Pelo primeiro pressuposto, temos que $e^{\mu_t + \frac{1}{2} \cdot \omega_t} = \beta \cdot x_t \Leftrightarrow \mu_t + \frac{1}{2} \cdot \omega_t = \ln(\beta \cdot x_t)$, obtendo-se a seguinte relação:

5.1 Validação do método do risco de Prémios

$$\mu_t = \ln(\beta \cdot x_t) - \frac{1}{2} \cdot \omega_t \quad (5.8)$$

Para além disso, sabendo que $e^{2\mu_t+2\omega_t} - e^{2\mu_t+\omega_t} = (e^{2\mu_t} \cdot e^{\omega_t}) \cdot (e^{\omega_t} - 1) = (e^{\mu_t} \cdot e^{\frac{1}{2}\omega_t})^2 \cdot (e^{\omega_t} - 1) = \beta^2 \cdot (e^{\omega_t} - 1)$, obtemos, pelo segundo pressuposto:

$$\beta^2 \cdot (e^{\omega_t} - 1) = \beta^2 \cdot e^{2\gamma} \cdot ((1 - \delta) \cdot \bar{x} \cdot x_t + \delta \cdot x_t^2) \quad (5.9)$$

Assim, $\omega_t = \ln(1 + e^{2\gamma} \cdot ((1 - \delta) \cdot \bar{x} \cdot x_t + \delta \cdot x_t^2)) = \ln\left(1 + e^{2\gamma} \cdot \left((1 - \delta) \cdot \frac{\bar{x}}{x_t} + \delta\right)\right) = \frac{1}{\pi_t}$, obtendo-se a seguinte relação:

$$\omega_t = \pi_t^{-1} \quad (5.10)$$

Este terceiro pressuposto pode ser testado através de testes à normalidade e também graficamente. Pelos testes à normalidade tem-se uma hipótese nula (H_0) onde se assume a normalidade dos dados e uma hipótese alternativa (H_1) da não normalidade. Vários testes podem ser utilizados, como por exemplo os Testes: *Kolmogorov-Smirnov*, *Cramer-von Mises*, *Anderson-Darling*, *Shapiro-Wilk* e *Jarque-Bera*. Para testar o pressuposto graficamente pode-se recorrer a um histograma, *PP-Plot* e *QQ-Plot*.

O quarto pressuposto é o de que a estimativa da máxima verosimilhança é adequada. Pelo terceiro pressuposto de que as Perdas agregadas seguem uma distribuição LogNormal, tem-se que a função densidade das mesmas é dada por:

$$f(Y_t) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \omega_t}} \cdot \frac{1}{Y_t} \cdot e^{-\frac{(\ln(Y_t) - \mu_t)^2}{2 \cdot \omega_t}} \quad (5.11)$$

Segundo Siegenthaler et al., 2017, a maximização da log-verosimilhança é dada por: $\ln(L(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t)) = \ln\left(\prod_{t=1}^T \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \omega_t}} \cdot \frac{1}{Y_t} \cdot e^{-\frac{(\ln(Y_t) - \mu_t)^2}{2 \cdot \omega_t}}\right) \sim \sum_{t=1}^T \ln\left(\frac{1}{\sqrt{\omega_t} \cdot Y_t} \cdot e^{-\frac{(\ln(Y_t) - \mu_t)^2}{2 \cdot \omega_t}}\right) = \sum_{t=1}^T \left(\ln\left(\frac{1}{\sqrt{\omega_t} \cdot Y_t}\right) - \frac{(\ln(Y_t) - \mu_t)^2}{2 \cdot \omega_t}\right) = \sum_{t=1}^T \left(-\ln(\sqrt{\omega_t} \cdot Y_t) - \frac{(\ln(Y_t) - \mu_t)^2}{2 \cdot \omega_t}\right) = \sum_{t=1}^T \left(-\ln(\sqrt{\omega_t}) - \ln(Y_t) - \frac{1}{2 \cdot \omega_t} \cdot (\ln(Y_t) + \frac{1}{2} \cdot \omega_t - \ln(\beta \cdot X_t))^2\right) \sim \sum_{t=1}^T \left(-\frac{1}{2} \cdot \ln(\omega_t) - \frac{1}{2 \cdot \omega_t} \cdot (\ln(Y_t) + \frac{1}{2} \cdot \omega_t - \ln(\beta \cdot X_t))^2\right) = \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{1}{\omega_t}\right) - \frac{1}{2 \cdot \omega_t} \cdot (\ln(Y_t) + \frac{1}{2} \cdot \omega_t - \ln(\beta \cdot X_t))^2\right) \sim \sum_{t=1}^T \left(\ln\left(\frac{1}{\omega_t}\right) - \frac{1}{\omega_t} \cdot (\ln(Y_t) + \frac{1}{2} \cdot \omega_t - \ln(\beta \cdot X_t))^2\right)$.

Das expressões acima obtém-se a seguinte relação:

$$\ln(L(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t)) \sim \sum_{t=1}^T \ln(\pi_t) - \sum_{t=1}^T \pi_t \cdot u_t^2 \quad (5.12)$$

Onde $u_t = \ln(Y_t) + \frac{1}{2} \cdot \omega_t - \ln(\beta \cdot X_t)$.

Pelo terceiro pressuposto, temos que $\ln(Y_t) \sim Normal(\mu_t, \omega_t)$, onde:

$$\begin{cases} \mu_t = \ln(\beta \cdot X_t) - \frac{1}{2 \cdot \pi_t} \\ \omega_t = \frac{1}{\pi_t} \end{cases} \quad (5.13)$$

5. VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA DOS MÉTODOS PARA O CÁLCULO DOS PEES

Para além disso,

$$U_t = \ln(Y_t) - \ln(\beta \cdot X_t) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t} \quad (5.14)$$

Através da igualdade 5.14 obtemos a nova variável aleatória U_t , que segue uma distribuição $Normal(0, \frac{1}{\pi_t})$. Desta forma, a maximização da log-verosimilhança $L(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t)$ é equivalente à minimização da *criterion function* definida por JWG, EIOPA, 2011, em função de δ , γ e β , $F(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t) = \sum_{t=1}^T \pi_t \cdot u_t^2 - \sum_{t=1}^T \ln(\pi_t) = \sum_{t=1}^T \left(\pi_t(\delta, \gamma) \cdot \left(\ln(Y_t) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t(\delta, \gamma)} - \ln(\beta \cdot X_t) \right)^2 - \ln(\pi_t(\delta, \gamma)) \right)$, obtendo-se a seguinte igualdade:

$$F(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t) = \sum_{t=1}^T \left(\pi_t(\delta, \gamma) \cdot \left(\ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t(\delta, \gamma)} - \ln(\beta) \right)^2 - \ln(\pi_t(\delta, \gamma)) \right) \quad (5.15)$$

Dado que $\pi_t(\delta, \gamma)$ não depende de β , temos que $F(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t)$ pode ser minimizada em função de β tal que: $\frac{\partial}{\partial \beta} F(\delta, \gamma, \beta | Y_t, X_t) = 0 \Rightarrow \sum_{t=1}^T \left(\pi_t(\delta, \gamma) \cdot 2 \cdot \left(\ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t(\delta, \gamma)} - \ln(\hat{\beta}) \right) \cdot \left(-\frac{1}{\hat{\beta}}\right) \right) = 0 \Leftrightarrow \sum_{t=1}^T \left(\pi_t(\delta, \gamma) \cdot \ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right) + \frac{1}{2} - \pi_t(\delta, \gamma) \cdot \ln(\hat{\beta}) \right) = 0 \Leftrightarrow \sum_{t=1}^T \pi_t(\delta, \gamma) \cdot \ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right) + \frac{T}{2} - \sum_{t=1}^T \pi_t(\delta, \gamma) \cdot \ln(\hat{\beta}) = 0$, obtendo a seguinte igualdade:

$$\ln(\hat{\beta}) = \frac{\frac{1}{2} \cdot T + \sum_{t=1}^T \pi_t(\delta, \gamma) \cdot \ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right)}{\sum_{t=1}^T \pi_t(\delta, \gamma)} \quad (5.16)$$

Se substituirmos $\ln(\beta)$ por $\ln(\hat{\beta})$ na expressão 5.15, obtemos:

$$\sum_{t=1}^T \left(\pi_t(\delta, \gamma) \cdot \left(\ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right) + \frac{1}{2 \cdot \pi_t(\delta, \gamma)} - \frac{\frac{1}{2} \cdot T + \sum_{t=1}^T \pi_t(\delta, \gamma) \cdot \ln\left(\frac{Y_t}{X_t}\right)}{\sum_{t=1}^T \pi_t(\delta, \gamma)} \right)^2 - \ln(\pi_t(\delta, \gamma)) \right) \quad (5.17)$$

Considerando $\ln(\hat{\beta}) = \ln(\sigma(\delta, \gamma)) - \gamma$, podemos encontrar os estimadores do parâmetro combinado e do coeficiente de variância logarítmico, $\hat{\delta}^1$ e $\hat{\gamma}$, respetivamente, de tal forma que o montante especificado no Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014 e apresentado na expressão 4.5 seja mínimo.

De acordo com Siegenthaler et al., 2017, o desvio-padrão específico da empresa definido na expressão 4.2 pode ser interpretado como sendo o desvio-padrão para o ano seguinte, $T + 1$: $\sqrt{\hat{V}ar(Y_{T+1})} = \hat{\beta} \cdot e^{\hat{\gamma}} \cdot \sqrt{(1 - \hat{\delta}) \cdot \bar{X} \cdot X_{T+1} + \hat{\delta} \cdot X_{T+1}^2} = e^{\hat{\gamma} + \ln(\hat{\beta})} \cdot \sqrt{(1 - \hat{\delta}) \cdot \bar{X} \cdot X_{T+1} + \hat{\delta} \cdot X_{T+1}^2}$, obtendo-se a seguinte igualdade:

$$\sqrt{\hat{V}ar(Y_{T+1})} = \hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \sqrt{(1 - \hat{\delta}) \cdot \bar{X} \cdot X_{T+1} + \hat{\delta} \cdot X_{T+1}^2} \quad (5.18)$$

Tomando $\hat{\delta} = 1$, o autor prova que este parâmetro não tem influência no desvio-padrão específico da empresa, $\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma})$, definido na expressão 4.2.

¹A variância de Y é quadrática em relação a x quando $\delta = 1$ e é proporcional quando $\delta = 0$.

5.2 Validação do método 1 do risco de Reservas

Como foi referido anteriormente, o método 1 do risco de Reservas é em tudo semelhante ao método do risco de Prémios, estatisticamente falando, logo a análise efetuada na secção 5.1 para o método do risco de Prémios segue para o método 1 do risco de Reservas, a única diferença sendo os dados utilizados para a estimação do desvio-padrão específico da empresa no segmento Sm , conforme apresentado na secção 4.2.2:

- A soma da Melhor Estimativa das Provisões para sinistros no final do ano de exercício t para os sinistros que estavam pendentes no início do ano de exercício t e dos Pagamentos efetuados durante o ano de exercício t relativamente aos sinistros que estavam pendentes no início do ano de exercício t , definida pela variável Y_t ;
- A Melhor Estimativa da Provisão para sinistros no início do ano de exercício t , definida pela variável x_t .

A demonstração e análise dos quatro pressupostos estatísticos subjacentes ao presente método é igual à feita na secção anterior para o método do risco de Prémios.

5.3 Validação do método 2 do risco de Reservas

O segundo método para o risco de Reservas, previsto no Regulamento Delegado, assenta no método desenvolvido por Merz et al., 2008, que é também conhecido como modelo estocástico de *Chain Ladder* desenvolvido por Mack, 1993. Conforme apresentado na secção 4.2.3, os dados utilizados para a estimação do desvio-padrão específico da empresa no segmento Sm são os Montantes Acumulados de Pagamentos com sinistros (triângulo de pagamentos de sinistros), separadamente para cada ano de ocorrência e ano de desenvolvimento dos pagamentos, representados por $C_{i,j}$, $i = 0, 1, \dots, I$, $j = 1, \dots, J$. Os dois primeiros pressupostos são de que os Montantes Incrementais e Acumulados de Pagamentos com sinistros para anos de ocorrência diferentes são mutuamente independentes estocasticamente. Para $i = 0, 1, \dots, I$ o processo $\{C_{i,j}\}_{j \geq 0}$ é uma Cadeia de *Markov*. Consequentemente:

$$P(C_{i,j} \leq x \mid C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,j-1}) = P(C_{i,j} \leq x \mid C_{i,j-1}) \quad (5.19)$$

Pode testar-se esta hipótese através do teste à independência dos resíduos, verificando se os mesmos têm uma tendência em função dos anos de exercício e também de ocorrência e desenvolvimento.

O terceiro pressuposto é o de que, para o conjunto dos anos de ocorrência, o valor esperado do Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para um ano de desenvolvimento é proporcional ao Montante Acumulado de Pagamentos com sinistros para o ano de desenvolvimento anterior, isto é, para $j = 1, \dots, J$ existem constantes $f_j > 0$ tal que, para $i = 0, 1, \dots, I$:

$$E(C_{i,j} \mid C_{i,j-1}) = f_{j-1} \cdot C_{i,j-1} \quad (5.20)$$

O quarto pressuposto é o de que, para o conjunto dos anos de ocorrência, a variância do montante acumulado de pagamentos com sinistros para um ano de desenvolvimento é proporcional ao montante

5. VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA DOS MÉTODOS PARA O CÁLCULO DOS PEES

acumulado de pagamentos com sinistros para o ano de desenvolvimento anterior, isto é, para $j = 1, \dots, J$ existem constantes $\sigma_j > 0$ tal que, para $i = 0, 1, \dots, I$:

$$\text{Var}(C_{i,j} | C_{i,j-1}) = \sigma_{j-1}^2 \cdot C_{i,j-1} \quad (5.21)$$

Os dois pressupostos anteriores podem ser reescritos numa única hipótese. Se assumirmos $C_0 = \{C_{0,0}, C_{0,1}, \dots, C_{0,I}\}$ como sendo o conjunto dos montantes pagos no primeiro ano de desenvolvimento, temos que, para $f_j > 0$, $\sigma_j > 0$ e $\varepsilon_{i,j}$ tal que $i = 1, \dots, I$, $j = 1, \dots, J$:

$$C_{i,j} = f_{j-1} \cdot C_{i,j-1} + \sigma_{j-1} \cdot \sqrt{C_{i,j-1}} \cdot \varepsilon_{i,j} \quad (5.22)$$

Onde $\varepsilon_{i,j}$ representa os termos dos erros, que são condicionalmente independentes de C_0 e identicamente distribuídos, tal que:

$$\begin{cases} E(\varepsilon_{i,j} | C_0) = 0 \\ \text{Var}(\varepsilon_{i,j} | C_0) = 1 \end{cases} \quad (5.23)$$

Para cada $j = 1, \dots, J - 1$, a expressão anterior 5.22 é um modelo de regressão linear relativamente a observações de dois anos de desenvolvimento consecutivos.

Após a demonstração dos pressupostos estatísticos subjacentes aos métodos de cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa, apresentados no Capítulo 4, apresentar-se-ão no próximo Capítulo as validações estatísticas possíveis dos dados utilizados para a aplicação de cada um dos métodos anteriormente analisados, para ambas as Companhias de Saúde e Não Vida, bem como os respetivos resultados dos Parâmetros Específicos da Empresa e restantes indicadores de Solvência.

Capítulo 6

Aplicação Prática dos Métodos e Resultados

Os Parâmetros Específicos da Empresa espelham o perfil de risco específico da Companhia, uma vez que são calibrados tendo em conta os dados da própria empresa. No entanto, todos os requisitos de qualidade anteriormente descritos devem ser cumpridos para que a ASF aprove a sua utilização no cálculo do SCR da Companhia. Nas secções seguintes apresentam-se os resultados obtidos para a Companhia de Saúde e para a Companhia Não Vida, bem como uma reflexão da sua aplicação e algumas análises de sensibilidade. Para ambas as análises das Companhias de Saúde e Não Vida, apenas foram utilizados os PEEs nos módulos de subscrição em Saúde e Não Vida, respetivamente, calculados através dos métodos de risco de Prémios e de risco de Reservas 2. Importa referir que o método 1 do risco de Reservas não foi aplicado uma vez que não foi possível obter o tipo de dados requeridos para utilização aquando da realização dos cálculos na empresa cujos dados foram trabalhados.

Não foram efetuadas alterações em nenhum outro módulo de risco sem ser os acima referidos, sendo a avaliação efetuada numa base *ceteris paribus*, logo os impactos da aplicação dos PEEs refletem-se diretamente no SCR da Companhia e consequentemente no seu rácio de Solvência.

6.1 A Companhia de Saúde

A Companhia de Saúde atua apenas no segmento de despesas médicas. Uma vez que não existem tratados de resseguro não proporcional, o fator de ajustamento de resseguro não proporcional é o valor por defeito, 100%, assim como foi apresentado na secção 4.1. Desta forma, o método para o Risco de Prémios foi utilizado para estimação do parâmetro σ_{prem} . Os dados utilizados para a aplicação dos métodos seguem os seguintes pressupostos:

- Prémios adquiridos brutos de resseguro por ano de ocorrência;
- Pagamentos efetuados e a Melhor Estimativa da Provisão para sinistros brutos de resseguro e por ano de ocorrência, para o método do risco de Prémios;
- Pagamentos de sinistros líquidos de resseguro por ano de ocorrência e ano de desenvolvimento;
- Fator para as despesas decorrentes do cumprimento das responsabilidades de seguro e resseguro de 2.28%;

6. APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MÉTODOS E RESULTADOS

- Os dados utilizados nos métodos do risco de Prémios e risco de Reservas 2 são representativos em relação a 10 e 15 anos consecutivos de ocorrência, respetivamente.

Para se aplicarem os métodos do risco de Prémios e risco de Reservas 2, foram efetuadas algumas análises possíveis para o primeiro método e um breve comentário sobre o segundo, a apresentar-se nas secções a seguir.

6.1.1 Validação dos pressupostos estatísticos do método do risco de Prémios para a Companhia de Saúde

Para a validação do primeiro pressuposto efetuou-se a análise de regressão linear 5.1 e considerou-se $Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_t + \varepsilon_t, t = 1, \dots, 10$ com o termo independente nulo ($\beta_0 = 0$), obtendo-se o modelo linear $Y_t = \beta_1 \cdot x_t + \varepsilon_t, t = 1, \dots, 10$. Os resultados da análise de regressão linear efetuada com os dados da Companhia de Saúde para 2019 Q4 e 2020 Q2 apresentam-se na figura abaixo.

2019 Q4

SUMÁRIO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0.999758374
Quadrado de R	0.999516806
Quadrado de R ajustado	0.888405695
Erro-padrão	2957687.448
Observações	10

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significância
Regressão	1	1.62861E+17	1.62861E+17	18617.07443	9.30895E-15
Residual	9	7.87312E+13	8.74792E+12		
Total	10	1.62939E+17			

	Coefficientes	Erro-padrão	Stat t	valor P	95% inferior	95% superior	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Interceptar	0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Variável X 1	0.690703046	0.005062158	136.4444005	3.10035E-16	0.67925165	0.702154442	0.67925165	0.702154442

2020 Q2

SUMÁRIO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0.999521953
Quadrado de R	0.999044135
Quadrado de R ajustado	0.887933023
Erro-padrão	4295851.385
Observações	10

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significância
Regressão	1	1.73592E+17	1.73592E+17	9406.551026	1.42616E-13
Residual	9	1.66089E+14	1.84543E+13		
Total	10	1.73758E+17			

	Coefficientes	Erro-padrão	Stat t	valor P	95% inferior	95% superior	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Interceptar	0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Variável X 1	0.681211374	0.007023712	96.9873756	6.67936E-15	0.665322634	0.697100114	0.665322634	0.697100114

Figura 6.1: Resultados da regressão linear simples de Y em x para a Companhia de Saúde (com recurso ao suplemento *Analysis Tool Pack* do Excel)

Também foi efetuada a representação gráfica dos dados observados face aos estimados, como se pode observar na figura 6.2

6.1 A Companhia de Saúde



Figura 6.2: Representação gráfica dos dados observados vs modelizados para a Companhia de Saúde

Relativamente aos dados de 2019 Q4, obteve-se um valor para a constante associada à variável x_t de 0.6907 e um coeficiente de determinação múltipla associado a esta regressão linear (R^2) de 0.9995. Para os dados referentes a 2020 Q2, obteve-se um valor de 0.6812 para a constante associada à variável x_t e um coeficiente de determinação múltipla de 0.9990. Com esta informação é possível concluir que se pode escrever a variável Y_t em função de x_t para 2019 Q4 e 2020 Q2, respetivamente, através das expressões $\hat{Y}_t = 0.6907 \cdot x_t$ e $\hat{Y}_t = 0.6812 \cdot x_t$ e que, dado os valores do coeficiente de determinação múltipla serem muito próximos do valor máximo (1), o modelo ajusta-se muito bem aos dados e a quase totalidade da variabilidade da amostra é devida à regressão e não ao erro que se comete ao ajustar uma reta a um conjunto de pontos. Desta forma, pode-se assumir que o valor esperado da variável Y_t é linearmente proporcional a x_t .

Em relação ao segundo pressuposto, não é possível efetuar a análise de regressão 5.6 pois não existem dados suficientes para o seu suporte, dado que teríamos que ter uma desagregação dos sinistros de forma individual para cada ano de ocorrência e os dados existentes comportam os sinistros agregados por ano de ocorrência.

Quanto à verificação da lognormalidade da variável Y , que compõe o terceiro pressuposto, começou por se fazer o gráfico *QQ-Plot* da variável $\ln(Y)$, que se encontra apresentado na figura abaixo para ambos os períodos em análise.

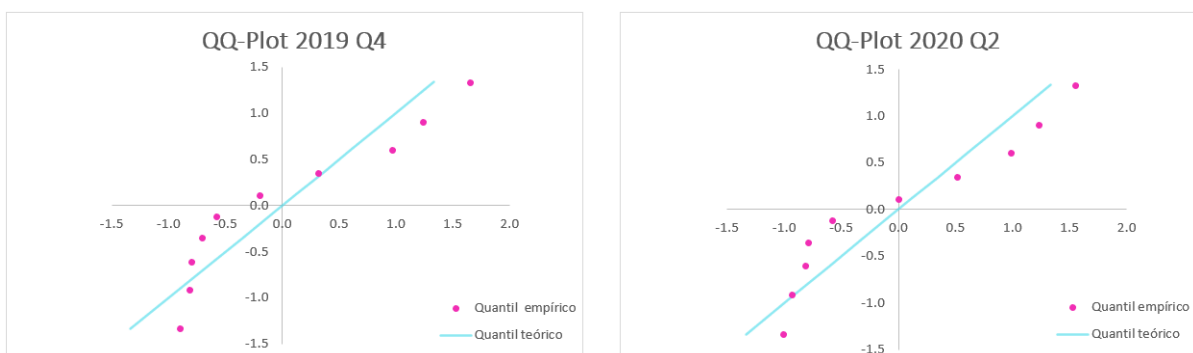


Figura 6.3: Gráficos *QQ-Plot* para a Companhia de Saúde

Nesta primeira abordagem, a variável $\ln(Y)$ parece seguir uma distribuição Normal em ambos os períodos em estudo, o que indicaria que a variável Y segue uma distribuição LogNormal. Para sustentar esta conclusão, foi ainda efetuado o teste de *Cramer-von Mises* à normalidade de $\ln(Y)$, uma vez que este teste é recomendado para amostras com dimensão inferior a 25 e a amostra em estudo tem dimensão 10. As hipóteses associadas ao teste são : H_0 : Os dados seguem uma distribuição Normal vs H_1 : Os dados não seguem uma distribuição Normal. Os resultados do teste são apresentados na figura seguinte:

6. APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MÉTODOS E RESULTADOS

	2019 Q4	2020 Q2
Estatística de Teste	0.1065	0.0925
Valor-p	0.4749	0.5347

Figura 6.4: Resultados do teste de *Cramer-von Mises* para a Companhia de Saúde

Conforme se verifica na figura 6.4, o valor-p associado ao teste em ambos os períodos em estudo (0.4749 para 2019 Q4 e 0.5347 para 2020 Q2) é elevado e superior ao nível de significância máximo aceitável para a rejeição da hipótese nula (0.15), o que implica que não se rejeite a hipótese nula. Desta forma, aceita-se que a variável $\ln(Y)$ siga uma distribuição Normal e, conseqüentemente, a variável Y siga uma distribuição LogNormal.

Em relação ao quarto e último pressuposto, de que a estimativa de máxima verosimilhança é adequada, este fica assim validado, uma vez que ficou provada a lognormalidade da variável Y .

Verificados os pressupostos anteriores, subjacentes ao método do risco de Prémios, para ambos os períodos em estudo, conclui-se que este método pode ser aplicado utilizando os dados da empresa.

6.1.2 Validação dos pressupostos estatísticos do método 2 do risco de Reservas para a Companhia de Saúde

Para a aplicação do segundo método do risco de Reservas, assumindo que o processo $\{C_{i,j}\}_{j \geq 0, i = 0, 1, \dots, I}$ é uma cadeia de *Markov*, conforme apresentado na secção 5.3, os pressupostos são por si só válidos, desde a independência dos Montantes Incrementais e Acumulados de Pagamentos para diferentes anos de ocorrência, aos pressupostos relativos ao valor esperado e variância dos mesmos. Isto sucede porque o método assenta no método desenvolvido por Merz et al., 2008, ficando a demonstração prática com os dados da empresa fora do âmbito deste projeto.

6.1.3 Resultados para a Companhia de Saúde

Tendo sido verificados os pressupostos estatísticos possíveis para cada método utilizado para o cálculo dos PEEs, são agora apresentados os resultados para a Companhia de Saúde.

Os resultados, utilizando os PEEs calculados através da aplicação dos métodos do risco de Prémios e risco de Reservas 2, bem como utilizando os parâmetros padrão, podem ser observados na figura abaixo para os dois períodos de análise.

Companhia de Saúde						
31/12/2019			30/06/2020			
	Parâmetros padrão	Parâmetros Específicos da Empresa	Δ	Parâmetros padrão	Parâmetros Específicos da Empresa	Δ
σ_{prem}	5.00%	1.97%	-3.03 pt	5.00%	2.25%	-2.75 pt
σ_{res}	5.70%	20.73%	15.03 pt	5.70%	25.03%	19.33 pt
σ_{NSTV}	4.74%	4.19%	-0.54 pt	4.76%	4.60%	-0.16 pt
$\text{SCR}_{\text{NSTV,pr}}$	39,206,219 €	34,698,523 €	-11.50%	29,737,785 €	28,760,462 €	-3.29%
$\text{SCR}_{\text{Saúde}}$	39,517,666 €	35,050,048 €	-11.31%	29,993,634 €	29,024,928 €	-3.23%
SCR	39,839,693 €	35,513,577 €	-10.86%	33,774,233 €	32,859,478 €	-2.71%
Rácio SII	179%	201%	21.85 pt	199%	204%	5.54 pt

Figura 6.5: Resultados para a Companhia de Saúde

O Parâmetro Específico para a volatilidade combinada (σ_{NSTV}) é inferior em relação ao parâmetro padrão em ambos os períodos de análise (-0.54 pontos percentuais a 31/12/2019 e -0.16 pontos percentuais a 30/06/2020).

Utilizando os Parâmetros Específicos da Empresa obtém-se uma volatilidade para os Prémios e Reservas inferior à da média europeia. A menor volatilidade observada na Companhia resulta num Requisito de Capital para o risco de subscrição em Saúde menor e, como tal, num SCR menor (-10.86% a 31/12/2019 e -2.71% a 30/06/2020), resultando num rácio de Solvência superior (21.85 pontos percentuais a 31/12/2019 e 5.54 pontos percentuais a 30/06/2020), sendo benéfica a utilização dos PEEs no cálculo da volatilidade dos Prémios e Reservas desta Companhia de Saúde.

No segundo período de análise (30/06/2020) a variação da volatilidade combinada face à da fórmula padrão é menor do que a observada no primeiro período de análise (31/12/2019). Tal situação deve-se ao facto de que o segundo período reflete a maior volatilidade vivida devido à situação pandémica mundial causada pela COVID 19 e que teve início em Portugal em março de 2020. Desta forma, a volatilidade da Companhia aproxima-se da volatilidade europeia considerada na fórmula padrão.

6.2 A Companhia Não Vida

A análise efetuada para a Companhia Não Vida apenas engloba a utilização de Parâmetros Específicos da Empresa para o segmento automóvel, mantendo os restantes segmentos avaliados de acordo com os parâmetros padrão. A Companhia tem um tratado de resseguro não proporcional para o segmento em estudo, aplicando-se um fator de ajustamento de resseguro não proporcional igual a 80%, assim como foi apresentado na secção 4.1 Tal resulta na utilização do método para estimar o parâmetro $\sigma_{premBruto}$, sabendo que $\sigma_{prem} = 80\% \cdot \sigma_{premBruto}$. Os dados utilizados para a aplicação dos métodos seguem os seguintes pressupostos:

- Prémios adquiridos líquidos de resseguro por ano de ocorrência;
- Pagamentos efetuados e a Melhor Estimativa da Provisão para sinistros líquidos de resseguro e por ano de ocorrência, para o método do risco de Prémios;
- Pagamentos de sinistros líquidos de resseguro por ano de ocorrência e ano de desenvolvimento;
- Fator para as despesas decorrentes do cumprimento das responsabilidades de seguro e resseguro de 3.58%;
- Os dados utilizados nos métodos do risco de Prémios e risco de Reservas 2 são representativos em relação a 9 e 21 anos consecutivos de ocorrência, respetivamente.

À semelhança do que foi feito para a Companhia de Saúde, para se aplicarem os métodos do risco de Prémios e risco de Reservas 2 utilizando os dados da Companhia Não Vida, foram efetuadas algumas análises possíveis para o primeiro método e um breve comentário para o segundo método, a apresentar-se nas secções a seguir.

6.2.1 Validação dos pressupostos estatísticos do método do risco de Prémios para a Companhia Não Vida

Para a validação do primeiro pressuposto efetuou-se a análise de regressão linear 5.1 e considerou-se $Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_t + \varepsilon_t, t = 1, \dots, 9$ com o termo independente nulo ($\beta_0 = 0$), obtendo-se o modelo linear $Y_t = \beta_1 \cdot x_t + \varepsilon_t, t = 1, \dots, 9$. Os resultados da análise de regressão linear efetuada com os dados da Companhia Não Vida para 2019 Q4 e 2020 Q2, bem como a respetiva representação gráfica, apresentam-se nas figuras abaixo.

6. APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MÉTODOS E RESULTADOS

2019 Q4

SUMÁRIO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0.99591028
Quadrado de R	0.99183728
Quadrado de R ajustado	0.86683728
Erro-padrão	1761573.74
Observações	9

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	F de significância
Regressão	1	3.0165E+15	3.0165E+15	972.065014	9.01874E-09
Residual	8	2.4825E+13	3.1031E+12		
Total	9	3.0413E+15			

	Coefficientes	Erro-padrão	Stat t	valor P	95% inferior	95% superior	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Interceptar	0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Variável X 1	0.58703833	0.01882863	31.1779572	1.2179E-09	0.543619423	0.63045724	0.543619423	0.630457236

2020 Q2

SUMÁRIO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0.9841066
Quadrado de R	0.96846581
Quadrado de R ajustado	0.84346581
Erro-padrão	3426489.36
Observações	9

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	F de significância
Regressão	1	2.8846E+15	2.8846E+15	245.69286	1.04096E-06
Residual	8	9.3927E+13	1.1741E+13		
Total	9	2.9786E+15			

	Coefficientes	Erro-padrão	Stat t	valor P	95% inferior	95% superior	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Interceptar	0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Variável X 1	0.52815642	0.03369506	15.6745928	2.7387E-07	0.450455464	0.60585738	0.450455464	0.605857382

Figura 6.6: Resultados da regressão linear simples de Y em x para a Companhia Não Vida (com recurso ao suplemento *Analysis Tool Pack* do Excel)

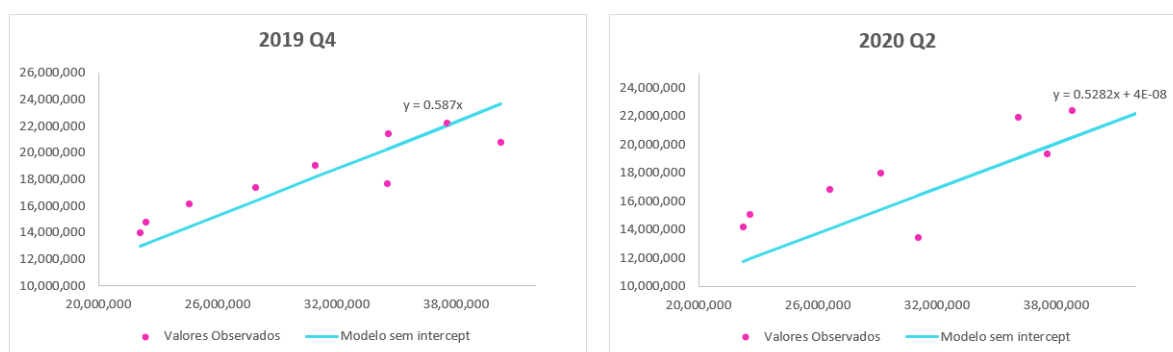


Figura 6.7: Representação gráfica dos dados observados vs modelizados para a Companhia Não Vida

Em relação aos dados de 2019 Q4, obteve-se um valor para a constante associada à variável x_t de 0.5870 e um coeficiente de determinação múltipla associado a esta regressão linear (R^2) de 0.9918. Para os dados referentes a 2020 Q2, obteve-se um valor de 0.5282 para a constante associada à variável x_t e um coeficiente de determinação múltipla de 0.9685. Com esta informação é possível concluir que se pode escrever a variável Y_t em função de x_t para 2019 Q4 e 2020 Q2, respetivamente, através das expressões $\hat{Y}_t = 0.5870 \cdot x_t$ e $\hat{Y}_t = 0.5282 \cdot x_t$ e que, como os valores do coeficiente de determinação múltipla são

6.2 A Companhia Não Vida

muito próximos do valor máximo 1, o modelo ajusta-se muito bem aos dados e a quase totalidade da variabilidade da amostra é devida à regressão e não ao erro que se comete ao ajustar uma reta a um conjunto de pontos. Desta forma, pode-se assumir que o valor esperado da variável Y_t é linearmente proporcional a x_t .

Quanto ao segundo pressuposto, assim como se viu na secção 6.1.1 para a Companhia de Saúde, para a Companhia Não Vida também não é possível efetuar a análise de regressão 5.6 pois não existem dados suficientes para o seu suporte, dado que teríamos que ter uma desagregação dos sinistros de forma individual para cada ano de ocorrência e os dados existentes comportam os sinistros agregados por ano de ocorrência.

Quanto à verificação da lognormalidade da variável Y , que compõe o terceiro pressuposto, começou por se fazer o gráfico *QQ-Plot* da variável $\ln(Y)$, que se encontra apresentado na figura abaixo para ambos os períodos em análise.

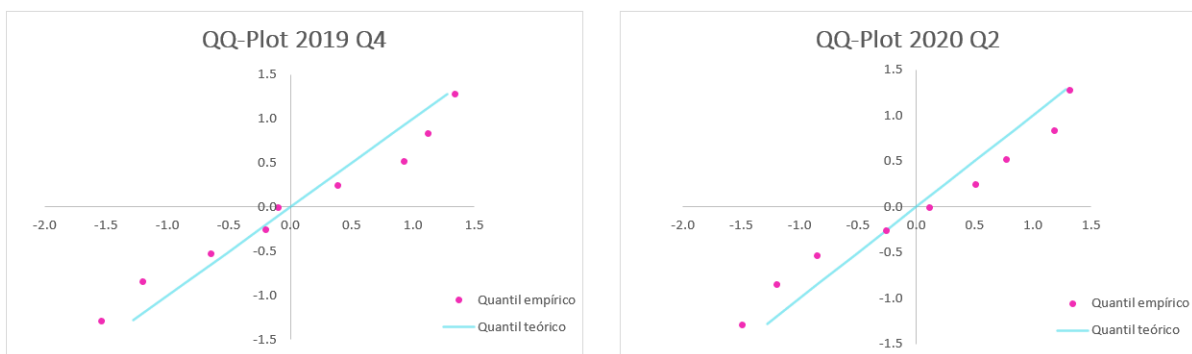


Figura 6.8: Gráficos *QQ-Plot* para a Companhia Não Vida

Nesta primeira abordagem, a variável $\ln(Y)$ parece seguir uma distribuição Normal em ambos os períodos em estudo, o que indicaria que a variável Y segue uma distribuição LogNormal. Para sustentar esta conclusão, foi ainda efetuado o teste de *Cramer-von Mises* à normalidade de $\ln(Y)$, uma vez que este teste é recomendado para amostras com dimensão inferior a 25 e a amostra em estudo tem dimensão 9. As hipóteses associadas ao teste são : H_0 : Os dados seguem uma distribuição Normal *vs* H_1 : Os dados não seguem uma distribuição Normal. Os resultados do teste são apresentados na figura seguinte:

	2019 Q4	2020 Q2
Estadística de Teste	0.0766	0.0868
Valor-p	0.6073	0.5603

Figura 6.9: Resultados do teste de *Cramer-von Mises* para a Companhia Não Vida

Conforme se verifica na figura 6.9, o valor-p associado ao teste em ambos os períodos em estudo (0.6073 para 2019 Q4 e 0.5603 para 2020 Q2) é elevado e superior ao nível de significância máximo aceitável para a rejeição da hipótese nula (0.15), o que implica que não se rejeite a hipótese nula. Desta forma, aceita-se que a variável $\ln(Y)$ siga uma distribuição Normal e, consequentemente, a variável Y siga uma distribuição LogNormal.

Relativamente ao quarto e último pressuposto, de que a estimativa de máxima verosimilhança é adequada, este fica assim validado, uma vez que ficou provada a lognormalidade da variável Y .

Verificados os pressupostos anteriores, subjacentes ao método do risco de Prémios, para ambos os períodos em estudo, conclui-se que este método pode ser aplicado utilizando os dados da empresa.

6. APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MÉTODOS E RESULTADOS

6.2.2 Validação dos pressupostos estatísticos do método 2 do risco de Reservas para a Companhia Não Vida

Assim como foi descrito para a Companhia de Saúde na secção 6.1.2, para a aplicação do segundo método do risco de Reservas, assumindo que o processo $\{C_{i,j}\}_{j \geq 0}, i = 0, 1, \dots, I$ é uma cadeia de *Markov*, conforme apresentado na secção 5.3, os pressupostos são por si só válidos, desde a independência dos Montantes Incrementais e Acumulados de Pagamentos para diferentes anos de ocorrência, aos pressupostos relativos ao valor esperado e variância dos mesmos. Isto sucede porque o método assenta no método desenvolvido por Merz et al., 2008, ficando a demonstração prática com os dados da empresa fora do âmbito deste projeto.

6.2.3 Resultados para a Companhia Não Vida

Terminada a verificação dos pressupostos estatísticos possíveis para cada método utilizado para o cálculo dos PEEs, são agora apresentados os resultados para a Companhia Não Vida.

Os resultados, utilizando os PEEs calculados através da aplicação dos métodos do risco de Prémios e risco de Reservas 2, bem como utilizando os parâmetros padrão, podem ser observados na figura abaixo para os dois períodos de análise.

Companhia Não Vida						
31/12/2019			30/06/2020			
	Parâmetros padrão	Parâmetros Específicos da Empresa	Δ	Parâmetros padrão	Parâmetros Específicos da Empresa	Δ
$\sigma_{prembuto,auto}$	10.00%	6.69%	-3.31 pt	10.00%	9.99%	-0.01 pt
$\sigma_{prem,auto}$	8.00%	5.35%	-2.65 pt	8.00%	7.99%	-0.01 pt
$\sigma_{res,auto}$	9.00%	6.89%	-2.11 pt	9.00%	7.04%	-1.96 pt
σ_{NV}	5.11%	4.60%	-0.51 pt	5.12%	4.98%	-0.14 pt
SCR _{NV,pr}	17,287,796 €	15,574,078 €	-9.91%	13,467,429 €	13,089,495 €	-2.81%
SCR _{NV}	27,489,501 €	26,162,802 €	-4.83%	21,067,985 €	20,769,320 €	-1.42%
SCR	35,856,878 €	34,677,013 €	-3.29%	30,123,777 €	29,867,166 €	-0.85%
Rácio SII	226%	234%	7.70 pt	247%	249%	2.12 pt

Figura 6.10: Resultados para a Companhia Não Vida

O Parâmetro Específico para a volatilidade combinada (σ_{NV}) é inferior em relação ao parâmetro padrão em ambos os períodos de análise (-0.51 pontos percentuais a 31/12/2019 e -0.14 pontos percentuais a 30/06/2020).

Tal como observado para a Companhia de Saúde na secção anterior, para a Companhia Não Vida também se obtém uma volatilidade combinada utilizando os Parâmetros Específicos da Empresa para os Prémios e Reservas inferior à volatilidade considerando os parâmetros padrão. Conclui-se da mesma forma que a menor volatilidade observada na Companhia resulta num Requisito de Capital para o risco de subscrição em Não Vida menor e, como tal, num SCR menor (-3.29% a 31/12/2019 e -0.85% a 30/06/2020), resultando num rácio de Solvência superior (7.70 pontos percentuais a 31/12/2019 e 2.12 pontos percentuais a 30/06/2020), sendo benéfica a utilização dos PEEs no cálculo da volatilidade dos Prémios e Reservas desta Companhia Não Vida.

A conclusão relativa à comparação da variação nas volatilidades de um período para o outro é em tudo semelhante à apresentada na secção 6.1.3 para a Companhia de Saúde, tendo em conta o contexto pandémico vivido.

6.3 Aplicabilidade

A aplicação dos Parâmetros Específicos da Empresa resulta, de forma geral, numa diminuição do SCR e, conseqüentemente, num aumento do rácio de Solvência da Companhia, como se verifica no caso das duas Companhias em estudo. No entanto, podem existir variáveis e condicionantes que levem a que a volatilidade intrínseca aos dados da Companhia seja superior à da média europeia e, como tal, não se torne benéfico para as Companhias a sua aplicação.

Importa salientar que, uma vez aceite pela ASF o pedido para a utilização dos Parâmetros Específicos da Empresa pela Companhia, estes deverão ser utilizados independentemente de ser ou não benéfico para a mesma no futuro. De forma a sustentar a tomada de decisão da Companhia e a que esta seja robusta, deverão ser efetuadas análises de sensibilidade com cenários expectáveis para a mesma, para que sejam induzidos impactos no Requisito de Capital de Solvência perante tais cenários. Adicionalmente e através do exercício anual da Autoavaliação do Risco e Solvência (ORSA), as Companhias podem calcular os Parâmetros Específicos da Empresa num cenário base, que reflete o orçamento a 3 ou 5 anos da Companhia, e tendo em conta os cenários de *stress* definidos (que correspondem a cenários extremos, mas plausíveis). Nesse sentido, cada Companhia deverá avaliar os impactos no SCR e aferir se a utilização dos PEEs traduz de forma adequada o perfil de risco da mesma para os próximos anos.

A título exemplificativo, foram elaboradas duas análises de sensibilidade para ambas as Companhias em estudo, contemplando dois cenários de *stress* relacionados com o volume de prémios: um aumento na produção em 100% (Cenário 1) e uma diminuição na produção em 50% (Cenário 2), admitindo que os restantes riscos se mantêm constantes. Uma alteração na produção prevê um impacto tanto nos Prémios adquiridos quanto nas Reservas constituídas (Melhor Estimativa das Responsabilidades), o que significa que os impactos principais serão nos riscos de Prémios e Reservas. No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos para cada um dos dois cenários, após se induzirem os impactos anteriormente descritos, no segmento de despesas médicas para a Companhia de Saúde e no segmento automóvel para a Companhia Não Vida e recalculados os Parâmetros Específicos da Empresa.

Companhia de Saúde					
	Cenário Base com PEE	Cenário 1 com PEE	Cenário 1 vs. Cenário Base	Cenário 2 com PEE	Cenário 2 vs. Cenário Base
σ_{prem}	2.25%	2.49%	0.24 pt	1.98%	-0.27 pt
σ_{res}	25.03%	23.83%	-1.21 pt	25.40%	0.36 pt
σ_{NSTV}	4.60%	4.62%	0.02 pt	4.47%	-0.14 pt
SCR _{NSTV,pr}	28,760,462 €	28,885,404 €	0.43%	27,915,810 €	-2.94%
SCR _{Saúde}	29,024,928 €	29,148,737 €	0.43%	28,188,202 €	-2.88%
SCR	32,859,478 €	32,976,228 €	0.36%	32,071,768 €	-2.40%
Rácio SII	204%	204%	-0.72 pt	209%	5.02 pt

Figura 6.11: Resultados para a Companhia de Saúde, sob os cenários 1 e 2, utilizando os PEEs

6. APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MÉTODOS E RESULTADOS

Companhia Não Vida					
	Cenário Base com PEE	Cenário 1 com PEE	Cenário 1 vs. Cenário Base	Cenário 2 com PEE	Cenário 2 vs. Cenário Base
$\sigma_{prembuto,auto}$	9.99%	10.48%	0.50 pt	9.71%	-0.27 pt
$\sigma_{prem,auto}$	7.99%	8.39%	0.40 pt	7.77%	-0.22 pt
$\sigma_{res,auto}$	7.04%	7.21%	0.16 pt	6.92%	-0.13 pt
σ_{NV}	4.98%	5.04%	0.06 pt	4.94%	-0.04 pt
SCR _{NV,pr}	13,089,495 €	13,253,513 €	1.25%	12,993,160 €	-0.74%
SCR _{NV}	20,769,320 €	20,898,621 €	0.62%	20,693,604 €	-0.36%
SCR	29,867,166 €	29,978,169 €	0.37%	29,802,231 €	-0.22%
Rácio SII	249%	248%	-0.92 pt	250%	0.54 pt

Figura 6.12: Resultados para a Companhia Não Vida, sob os cenários 1 e 2, utilizando os PEEs

Conclui-se que um aumento na produção em 100% aumentaria a volatilidade combinada dos Prêmios e Reservas relativamente ao cenário base com uso dos PEEs, quer para a Companhia de Saúde, quer para a Companhia Não Vida (0.02 e 0.06 pontos percentuais, respetivamente). Já uma diminuição na produção em 50% diminuiria a volatilidade combinada dos Prêmios e Reservas para as Companhias de Saúde e Não Vida (-0.14 e -0.04 pontos percentuais, respetivamente). No entanto, para ambas as Companhias e em ambos os cenários, com o uso dos PEEs a volatilidade combinada dos Prêmios e Reservas continuaria abaixo da volatilidade combinada padrão, o que significa que, mesmo sob estes dois cenários *stressados*, continuaria a ser benéfico o uso dos PEEs em vez dos parâmetros padrão, revelando uma certa robustez do uso destes parâmetros calibrados ao nível da Companhia. Nos quadros seguintes apresentam-se essas variações relativamente ao cenário base com uso dos parâmetros padrão.

Companhia de Saúde					
	Cenário Base padrão	Cenário 1 com PEE	Cenário 1 vs. Cenário Base	Cenário 2 com PEE	Cenário 2 vs. Cenário Base
σ_{prem}	5.00%	2.49%	-2.51 pt	1.98%	-3.02 pt
σ_{res}	5.70%	23.83%	18.13 pt	25.40%	19.70 pt
σ_{NSTV}	4.76%	4.62%	-0.14 pt	4.47%	-0.29 pt
SCR _{NSTV,pr}	29,737,785 €	28,885,404 €	-2.87%	27,915,810 €	-6.13%
SCR _{Saúde}	29,993,634 €	29,148,737 €	-2.82%	28,188,202 €	-6.02%
SCR	33,774,233 €	32,976,228 €	-2.36%	32,071,768 €	-5.04%
Rácio SII	199%	204%	4.81 pt	209%	10.56 pt

Figura 6.13: Resultados dos cenários 1 e 2 utilizando PEEs e do cenário base padrão para a Companhia de Saúde

Companhia Não Vida					
	Cenário Base padrão	Cenário 1 com PEE	Cenário 1 vs. Cenário Base	Cenário 2 com PEE	Cenário 2 vs. Cenário Base
$\sigma_{prembuto,auto}$	10.00%	10.48%	0.48 pt	9.71%	-0.29 pt
$\sigma_{prem,auto}$	8.00%	8.39%	0.39 pt	7.77%	-0.23 pt
$\sigma_{res,auto}$	9.00%	7.21%	-1.79 pt	6.92%	-2.08 pt
σ_{NV}	5.12%	5.04%	-0.08 pt	4.94%	-0.18 pt
SCR _{NV,pr}	13,467,429 €	13,253,513 €	-1.59%	12,993,160 €	-3.52%
SCR _{NV}	21,067,985 €	20,898,621 €	-0.80%	20,693,604 €	-1.78%
SCR	30,123,777 €	29,978,169 €	-0.48%	29,802,231 €	-1.07%
Rácio SII	247%	248%	1.20 pt	250%	2.66 pt

Figura 6.14: Resultados dos cenários 1 e 2 utilizando PEEs e do cenário base padrão para a Companhia Não Vida

Com base no estudo efetuado para as Companhias de Saúde e Não Vida e conforme sustentado ao longo deste Capítulo, conclui-se que seria benéfica para ambas as Companhias a utilização dos Parâmetros Específicos da Empresa para os riscos de Prêmios e Reservas nos segmentos de despesas médicas e automóvel, respetivamente.

Capítulo 7

Conclusão

O foco deste documento é o estudo e a implementação dos métodos que estão previstos na legislação europeia para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa de uma Companhia, com o objetivo de melhor refletir o perfil de risco da mesma. Para tal, começou por se introduzir o regime de Solvência que está atualmente em vigor para as Companhias de seguros e resseguros sediadas na União Europeia, designado por regime de Solvência II. De seguida, apresentaram-se as fórmulas para os cálculos do Requisito de Capital de Solvência, métrica que, face aos Fundos Próprios Elegíveis da Companhia, permite obter o rácio de Solvência da mesma e avaliar a sua adequação de capital. Este Requisito de Capital é calculado através de uma fórmula padrão (que apresenta uma estrutura modular), um modelo interno desenvolvido à medida das características da Companhia ou um modelo parcial interno, onde se substituem certos parâmetros na fórmula padrão por Parâmetros Específicos da Empresa. Para o cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa utilizados nos módulos de risco subjacentes às Companhias em estudo, foram apresentados os métodos previstos no Regulamento Delegado (UE) 2015/35, CE, 2014, bem como as demonstrações dos seus pressupostos estatísticos. Dado que o projeto subjacente ao presente documento consiste na implementação dos métodos acima mencionados para uma Companhia de Saúde e uma Companhia Não Vida, prosseguiu-se para a apresentação dos resultados para cada uma delas, bem como posteriores análises, de forma a sustentar a tomada de decisão das Companhias.

Conforme apresentado ao longo do Capítulo 6, verificam-se para ambas as Companhias em estudo os pressupostos estatísticos a que os dados das mesmas estão sujeitos (os pressupostos que foram possíveis testar), para a aplicação dos métodos de cálculo dos Parâmetros Específicos da Empresa. Concluiu-se que a aplicação dos mesmos resulta numa diminuição do Requisito de Capital de Solvência em ambas as Companhias, o que se reflete diretamente no rácio de Solvência das mesmas, tendo o mesmo aumentado face ao cenário de cálculo do Requisito de Capital de Solvência com os parâmetros padrão. Uma vez que a utilização de Parâmetros Específicos da Empresa reflete de forma mais adequada o perfil de risco da Companhia que os aplica e atendendo ao benefício do uso dos mesmos, anteriormente referido, pode afirmar-se que as Companhias em estudo apresentam uma volatilidade combinada dos Prémios e Reservas inferior à volatilidade dada pelos parâmetros padrão (*benchmark* europeu). As análises de sensibilidade efetuadas no Capítulo 6 sustentam a robustez da utilização dos Parâmetros Específicos da Empresa para as Companhias em estudo, reforçando a adequação do uso dos mesmos.

A realização deste projeto permitiu principalmente o entendimento do regime de Solvência em que as Companhias estão inseridas, bem como a aprendizagem contínua de novos conceitos e aplicações da área de Gestão de Risco, na qual foi realizado o estágio que permitiu a realização do mesmo, para além do estudo da aplicação dos Parâmetros Específicos da Empresa a uma Companhia e suas implicações.

Como desenvolvimentos futuros importa referir a aplicação do método 1 do risco de Reservas, que não

7. CONCLUSÃO

foi possível efetuar por indisponibilidade de dados das Companhias de forma desagregada. Uma vez que seja possível obter os dados necessários para a aplicação deste método e os mesmos verifiquem os pressupostos estatísticos subjacentes, será possível calcular o Parâmetro Específico da Empresa para o risco de Reservas através de dois métodos e analisar os seus resultados, escolhendo aplicar o que melhor refletir o perfil de risco da Companhia e, a partir daí, tirar as conclusões sobre a sua aplicabilidade.

O contexto pandémico que se iniciou em março de 2020 (COVID 19) teve um grande impacto na vivência pessoal e profissional da população, uma vez que requereu uma adaptação geral e instantânea por parte de todos. Este facto dificultou muitas vezes a gestão de tempo e motivação na realização deste trabalho, tendo por outro lado exigido uma capacidade de reação e adaptação face ao contexto vivido e que, num balanço geral, resultou numa grande aprendizagem.

Bibliografia

- CE (2014). *Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão, de 10 de outubro de 2014, que completa a Diretiva 2009/138/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao acesso à atividade de seguros e resseguros e ao seu exercício (Solvência II)*.
- (2019). *Regulamento Delegado (UE) 2019/981 da Comissão, de 8 de março de 2019 que altera o Regulamento Delegado (UE) 2015/35 que completa a Diretiva 2009/138/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao acesso à atividade de seguros e resseguros e ao seu exercício (Solvência II)*.
- Domingues, Ana Carolina Perez (2017). *Parâmetros específicos de uma Seguradora Não-Vida: Impacto da volatilidade do Risco de Prêmios e Provisões no requisito de capital de Solvência*.
- EIOPA (2011). *Report of the Joint Working Group on Non-Life and Health NSLT Calibration, Calibration of the Premium and Reserve Risk Factors in the Standard Formula of Solvency II*.
- Lages, Vânia Filipa Vieira (2010). *Solvência II-Aplicação a uma companhia de seguros Não Vida*.
- Mack, Thomas (1993). *Measuring the Variability of Chain Ladder Reserve Estimates*.
- Merz, Michael e Mario V Wüthrich (2008). *Modelling The Claims Development Result For Solvency Purposes*.
- Pinto, Ana (2013). *Apresentação no âmbito da disciplina Seminário de Modelação Métodos de Previsão de Sinistros*.
- Rodrigues, Ana Samuel Barroqueiro Marques (2014). *Undertaking Specific Parameters: Implementation of the EIOPA guidelines*.
- Siegenthaler, Filippo, Valentina Demarco e Rocco Roberto Cerchiara (2017). *ON THE USP CALCULATION UNDER SOLVENCY II AND ITS APPROXIMATION WITH A CLOSED FORM FORMULA*.

Apêndice A

i \ j	Mercado	Incumprimento	Vida	Doença	Não vida
Mercado	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Incumprimento	0,25	1	0,25	0,25	0,5
Vida	0,25	0,25	1	0,25	0
Doença	0,25	0,25	0,25	1	0
Não vida	0,25	0,5	0	0	1

Fonte: Ponto 1, anexo IV, Diretiva 2009/138/CE de 25 de novembro de 2009

Figura A.1: Matriz de correlação entre os módulos de risco

i \ j	Risco específico de seguros de acidentes e doença NSTV	Risco específico de seguros de acidentes e doença STV	Risco catastrófico no seguro de acidentes e doença
Risco específico de seguros de acidentes e doença NSTV	1	0,5	0,25
Risco específico de seguros de acidentes e doença STV	0,5	1	0,25
Risco catastrófico no seguro de acidentes e doença	0,25	0,25	1

Fonte: Ponto 3, artigo 144º, Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

Figura A.2: Matriz de correlação entre os submódulos de risco específico de seguros de Saúde

A.

$i \backslash j$	Risco de prémios e de provisões de seguros não vida	Risco catastrófico de seguros não vida	Risco de descontinuidade de seguros não vida
Risco de prémios e de provisões de seguros não vida	1	0,25	0
Risco catastrófico de seguros não vida	0,25	1	0
Risco de descontinuidade de seguros não vida	0	0	1

Fonte: Ponto 3, artigo 114º, Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

Figura A.3: Matriz de correlação entre os submódulos de risco específico de seguros Não Vida

	Segmento
1	Seguro e resseguro proporcional de automóvel — responsabilidade civil
2	Seguro e resseguro proporcional de automóvel — outros ramos
3	Seguro e resseguro proporcional marítimo, aéreo e de transportes
4	Seguro e resseguro proporcional de incêndio e outros danos patrimoniais
5	Seguro e resseguro proporcional de responsabilidade civil geral
6	Seguro e resseguro proporcional de crédito e caução
7	Seguro e resseguro proporcional de proteção jurídica
8	Assistência e seu resseguro proporcional
9	Seguro e resseguro proporcional de perdas financeiras diversas
10	Resseguro de acidentes não proporcional
11	Resseguro marítimo, aéreo e de transportes não proporcional
12	Resseguro de danos patrimoniais não proporcional

Fonte: Anexo II, Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

Figura A.4: Segmentação das responsabilidades de seguros e resseguros para o módulo Não Vida

	Segmento
1	Seguro de despesas médicas e resseguro proporcional
2	Seguro de proteção de rendimentos e resseguro proporcional
3	Seguro de acidentes de trabalho e resseguro proporcional
4	Resseguro de acidentes e doença não proporcional

Fonte: Anexo XIV, Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

Figura A.5: Segmentação das responsabilidades de seguros e resseguros para o módulo de Saúde NSTV

$\begin{matrix} z \\ t \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25
2	0,5	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25
3	0,5	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25
4	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5
5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
6	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	1	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
7	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
8	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,5	0,25	0,25	0,5
9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,25
10	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	1	0,25	0,25
11	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	1	0,25
12	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	1

Fonte: Anexo IV, Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

Figura A.6: Matriz de correlação entre os segmentos previstos no anexo II, para o risco de Prémios e Reservas do módulo Não Vida

$\begin{matrix} z \\ t \end{matrix}$	1	2	3	4
1	1	0,5	0,5	0,5
2	0,5	1	0,5	0,5
3	0,5	0,5	1	0,5
4	0,5	0,5	0,5	1

Fonte: Anexo XV, Regulamento Delegado (UE) 2015/35 da Comissão de 10 de outubro de 2014

Figura A.7: Matriz de correlação entre os segmentos previstos no anexo XIV, para o risco de Prémios e Reservas do módulo de Saúde NSTV