

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO



MESTRADO EM CIÊNCIAS ACTUARIAIS

**ANÁLISE DE MODELOS DE SOLVÊNCIA NO ÂMBITO DO
PROJECTO SOLVÊNCIA II -
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO INTERNO PARCIAL NUMA
COMPANHIA DE SEGUROS NÃO VIDA**

ANA LUÍSA MADEIRA SIMÕES

Orientação: Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso

JÚRI:

Presidente: Prof. Doutor Alfredo Duarte Egídio dos Reis

Vogais: Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso
Prof. Doutor Pedro Alexandre da Rosa Corte Real
Prof^a. Doutora Maria Teresa Medeiros Garcia

Abril/2008

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

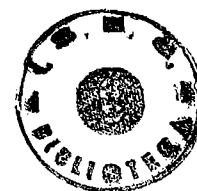
ANÁLISE DE MODELOS DE SOLVÊNCIA NO ÂMBITO DO
PROJECTO SOLVÊNCIA II -
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO INTERNO PARCIAL NUMA
COMPANHIA DE SEGUROS NÃO VIDA

Orientação: Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso

JÚRI:

Presidente: Prof. Doutor Alfredo Duarte Egídio dos Reis

Vogais: Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso
Prof. Doutor Pedro Alexandre da Rosa Corte Real
Prof^a. Doutora Maria Teresa Medeiros Garcia



GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS

- ALM - Asset Liability Management
- APRA - Australian Prudential Regulatory Authority
- APS - Associação Portuguesa de Seguradores
- CEA - Comité Européen des Assurances
- CoC - Cost of Capital
- CCIR - Canadian Council of Insurance Regulators
- CEIOPS - Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors
- ECR - Enhanced Capital Requirement
- FOPI - Federal Office of Private Insurance
- FSA - Financial Services Authority
- IAA - International Actuarial Association
- IAIS - International Association of Insurers Supervisors
- IASB - International Accounting Standards Board
- ISP - Instituto de Seguros de Portugal
- MCR - Minimum Capital Requirement
- MSD - Margem de Solvência Disponível
- MSE - Margem de Solvência Exigida
- MVM - Market Value Margin
- NAIC - National Association of Insurance Commissioners
- OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
- OSFI - Office of Superintendent of Financial Institutions (Canada)
- RBC - Risk Based Capital
- SCR - Solvency Capital Requirement
- SST - Swiss Solvency Test
- UE - União Europeia



**ANÁLISE DE MODELOS DE SOLVÊNCIA NO ÂMBITO DO
PROJECTO SOLVÊNCIA II - DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO INTERNO PARCIAL
NUMA COMPANHIA DE SEGUROS NÃO VIDA**

Ana Luísa Madeira Simões

Mestrado em Ciências Actuarias

Orientador: Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso

Provas Concluídas em: 29 de Abril de 2008

RESUMO

Perceber até que ponto uma Companhia de Seguros tem capacidade para honrar os seus compromissos para com os tomadores de seguros, ou outros intervenientes envolvidos, justifica a necessidade de construção de um modelo de solvência que permita às Empresas de Seguros identificarem, medirem e gerirem adequadamente os riscos a que estão expostas com o intuito de calcularem um requisito de capital o mais adequado possível.

Na presente dissertação pretende fazer-se uma análise global da evolução do regime de solvência na União Europeia que culmina no projecto Solvência II em actual desenvolvimento através de estudos de impacto quantitativo. Com vista à realização de uma possível análise comparativa abordar-se-ão as versões standard de outros sistemas de solvência baseados no risco, em vigor em vários países.

Com o intuito de exemplificar o que poderá ser a construção de um modelo interno de solvência, identificar-se-ão os principais factores de risco que afectam a actividade seguradora, dando especial atenção ao risco de subscrição não vida. Aplicando os dados de uma seguradora não vida, este irá ser modelado calculando as necessidades de capital dele resultantes, fazendo uso de modelos estocásticos e recorrendo às medidas de risco *Value at Risk* e *Tail Value at Risk*.

Palavras-Chave: Requisito de Capital, Projecto Solvência II, Modelos de Solvência, Risco de Subscrição Não Vida, Modelos Estocásticos, Medidas de Risco

**SOLVENCY MODELS ANALYSIS UNDER THE
SOLVENCY II PROJECT - DEVELOPMENT OF A PARCIAL INTERNAL MODEL
IN A NON LIFE INSURANCE COMPANY**

Ana Luísa Madeira Simões

Master in Actuarial Sciences

Advisor: Prof. Doutor Rui Manuel Rodrigues Cardoso

Concluded in: 29th April 2008

ABSTRACT

To understand until which point an Insurance Company has the ability to honour their obligations to the policyholders or others stakeholders, justifies the need to develop a solvency model that allows Insurance Companies to identify, measure and manage properly the risks to which they are exposed, with the purpose of estimating adequately, as much as possible, the capital requirement.

The present dissertation intends to globally analyse the evolution of the solvency regime on the European Union that culminates in the Solvency II project under development making use of quantity impact studies. Aiming a possible comparative analysis, other solvency systems based on risk, in use by several countries, will be approached on its standard version.

With the purpose of showing the possible construction of an internal solvency model, the main risk factors that affect the insurance activity will be identified, taking special attention to the non life subscription risk. Using data from a non life insurance company, this will be modelled by calculating its capital needs, making use of stochastic models and applying the risk measures *Value at Risk* e *Tail Value at Risk*.

Keywords: Solvency II Project, Quantitative Impact Studies, Solvency Models, Non Life Insurance Risk, Stochastic Models, Risk Measures

ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS	1
RESUMO	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE	5
LISTA DE QUADROS	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
AGRADECIMENTOS	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE SOLVÊNCIA NA UNIÃO EUROPEIA.....	13
2.1 PRIMEIRAS DIRECTIVAS DE SOLVÊNCIA	14
2.2 DIRECTIVA DE SOLVÊNCIA I	15
2.2.1 Margem de Solvência para os Ramos Não Vida	16
2.2.2 Vantagens e Desvantagens do Sistema de Solvência I.....	18
2.3 DIRECTIVA DE SOLVÊNCIA II.....	20
2.3.1 Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho.....	23
3 O SISTEMA DE SOLVÊNCIA II	26
3.1 PILAR I.....	26
3.1.1 Capital Disponível	27
3.1.1.1 <i>Activos</i>	27
3.1.1.2 <i>Provisões Técnicas</i>	28
3.1.2 Capital Exigível	33
3.1.2.1 <i>Solvency Capital Requirement</i>	34
3.1.2.2 <i>Minimum Capital Requirement</i>	35
3.1.3 Elementos Elegíveis de Capital.....	35
3.1.4 Factores de Risco	36
3.1.4.1 <i>Risco de Subscrição</i>	37
3.1.4.2 <i>Risco de Crédito</i>	39
3.1.4.3 <i>Risco de Mercado</i>	40
3.1.4.4 <i>Risco Operacional</i>	41
3.1.4.5 <i>Risco de Liquidez</i>	42
3.1.5 Medidas de Risco.....	43
3.2 PILAR II	45
3.2.1 Revisão dos Requisitos de Gestão	46
3.2.2 Processo de Supervisão Prudencial.....	47



3.2.3	Instrumentos Quantitativos	48
3.2.4	Transparência e Responsabilidade das Autoridades de Supervisão	49
3.3	PILAR III	49
3.4	ESTUDOS DE IMPACTO QUANTITATIVO	50
3.4.1	Preparatory Field Study	51
3.4.2	Quantitative Impact Study 1	52
3.4.3	Quantitative Impact Study 2	53
3.4.4	Quantitative Impact Study 3	58
4	OUTROS SISTEMAS DE SOLVÊNCIA	66
4.1	OS SISTEMAS RISK-BASED CAPITAL FORA DA UNIÃO EUROPEIA	66
4.1.1	O Sistema de Solvência nos Estados Unidos da América	67
4.1.2	O Sistema de Solvência Australiano	69
4.1.3	O Sistema de Solvência Canadiano	70
4.1.4	Críticas aos Sistemas RBC analisados e comparação entre eles	71
4.2	O SISTEMA DE SOLVÊNCIA DO REINO UNIDO	74
4.2.1	Enhanced Capital Requirement	76
4.2.2	Individual Capital Adequacy Standards	79
4.2.3	Comparação: Solvência no Reino Unido e Solvência II	82
4.3	O SISTEMA DE SOLVÊNCIA SUIÇO	83
4.3.1	Market Consistent Valuation	84
4.3.2	Risk Margin	85
4.3.3	Risk Bearing Capital e Target Capital	85
4.3.4	Riscos Considerados e Resseguro	87
4.3.5	Modelos Standard, Cenários e a sua Agregação	87
4.3.6	Risco Operacional	90
4.3.7	Comparação: Swiss Solvency Test e Solvência II	90
5	DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARCIAL INTERNO	92
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA	92
5.2	MODELAÇÃO DO RISCO DE SUBSCRIÇÃO	94
5.2.1	Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas	95
5.2.1.1	<i>Aplicação do Modelo de Thomas Mack</i>	96
5.2.1.2	<i>A Metodologia Bootstrap</i>	100
5.2.2	Risco de Insuficiência de Prémios para Fazer Face à Sinistralidade Futura ..	106
5.2.3	Risco de Eventos Extremos	109
5.2.4	Agregação dos resultados e cálculo do Requisito de Capital Global	111
6	CONCLUSÃO	114
	BIBLIOGRAFIA	117
	ANEXO 1 - Modelo de Solvência em Vigor na União Europeia para o cálculo da Margem de Solvência Exigida	123

ANEXO 3 - Modelo de Solvência II - <i>Quantitative Impact Study 3</i> aplicado à Companhia de Seguros em estudo	128
ANEXO 4 - Modelo de Solvência RBC em vigor nos Estados Unidos da América.....	130
ANEXO 5 - Modelo de Solvência do Reino Unido para o cálculo do <i>Enhanced Capital Requirement</i> , aplicado à Companhia de Seguros em estudo	132
ANEXO 6 - Modelo Standard para o Risco de Subscrição no SST	136
ANEXO 7 - Modelação do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas - Aplicação do Modelo de Thomas Mack	139
ANEXO 8 - Modelação do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas - Aplicação da Metodologia <i>Bootstrap</i>	144
ANEXO 9 - Modelação do Risco de Insuficiência de Prémios para fazer face à Sinistralidade Futura	148
ANEXO 10 - Modelação do Risco de Eventos Extremos	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação da margem de solvência por aplicação dos modelos de Solvência I e do Reino Unido	82
Quadro 2 - Matriz de montantes pagos incrementais.....	95
Quadro 3 - Montantes pagos com sinistros (cumulativo).....	97
Quadro 4 - Resultados finais da aplicação do modelo de Thomas Mack	99
Quadro 5 - Resultados finais associados ao Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas	106
Quadro 6 - Resultados comparativos da aplicação dos métodos Thomas Mack e Bootstrap..	106
Quadro 7 - Resultados finais associados ao Risco de Insuficiência de Prémios	108
Quadro 8 - Resultados finais associados ao Risco de Eventos Extremos.....	111
Quadro 9 - Resultado final após agregação dos riscos considerados.....	112
Quadro 10 - Matriz de montantes pagos acumulados e estimativa dos factores de desenvolvimento.....	139
Quadro 11 - Coeficientes de Correlação de Spearman.....	142
Quadro 12 - Aplicação da Metodologia Chain Ladder	142
Quadro 13 - Estimativas do EQM dos parâmetros f_k	143
Quadro 14 - Resultados finais do modelo de Thomas Mack	143
Quadro 15 - Matriz de dados incrementais modelizados.....	144
Quadro 16 - Resíduos de Pearson não corrigidos.....	144
Quadro 17 - Resíduos simulados (exemplo)	145
Quadro 18 - Matriz de pseudo-dados e respectiva pseudo-reserva (exemplo).....	145
Quadro 19 - Resultados finais da aplicação da metodologia Bootstrap	146
Quadro 20 - Distribuições para modelação do número de sinistros.....	148
Quadro 21 - Distribuições para modelação do custo com sinistros	148

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do Sistema de Solvência na União Europeia	13
Figura 2 - Esquema gráfico das medidas de risco VaR e TVaR	44
Figura 3 - Decomposição do SCR em módulos de risco no QJS2	55
Figura 4 - Decomposição do SCR em módulos de risco no QJS3	60
Figura 5 - Activos e Passivos consistentes com o mercado no SST	86
Figura 6 - Modelação standard para o Current Year Risk no SST	137
Figura 7 - Cálculo do modelo Standard Não Vida no SST.....	138
Figura 8 - Ajustamento dos dados aos factores de desenvolvimento f_k	140
Figura 9 - Resíduos ponderados	141
Figura 10 - Análise gráfica dos resíduos por Ano de Desenvolvimento e Ano de Ocorrência .	145
Figura 11 - Função de distribuição empírica das provisões simuladas	146
Figura 12 - Função de distribuição empírica do resultado do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas	147
Figura 13 - Função de distribuição empírica das indemnizações agregadas simuladas	149
Figura 14 - Função de distribuição empírica do resultado do Risco de Insuficiência de Prémios	150
Figura 15 - Função de distribuição empírica dos montantes simulados.....	151

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor Rui Cardoso, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho, pelos conselhos e recomendações, pela disponibilidade e pela sua imensa boa vontade.

À Administração e ao Gabinete Técnico da Companhia de Seguros estudada, não só pela autorização no uso da informação modelada, mas também pela oportunidade que me foi dada de trabalhar em projectos importantes que me auxiliaram na realização deste trabalho. Nomeadamente agradeço à Dr.^a Ana Ferreira, também pela sua amizade.

Agradeço ao meu tio, Joaquim Simplício que, por me ter aberto a porta do mundo das Ciências Actuarias, podia ter sido a primeira pessoa a constar na minha lista de agradecimentos.

A todas as pessoas que não nomeio mas que por isso não se revelam menos importantes, agradeço sinceramente. A uns, a disponibilidade e o empenho no auxílio à realização deste trabalho, a outros, a preocupação constante e as palavras de incentivo. A todos agradeço a ajuda prestada de uma ou de outra forma, o carinho, a compreensão e o facto de não me terem deixado esquecer de que com esforço se vencem grandes batalhas e que tudo se torna possível.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da Solvência é um processo de natureza probabilística. Os compromissos financeiros envolvidos estão sempre situados no futuro, sem que saibamos precisamente os seus valores e os prazos em que serão liquidados. Olhando para uma das variáveis mais importantes do mecanismo da actividade seguradora, que é o sinistro, percebemos a sua natureza aleatória, quer quanto à sua data de ocorrência, quer quanto à sua severidade.

Entende-se, portanto, a dificuldade em determinar o capital óptimo que uma Companhia de Seguros deve deter para fazer face às obrigações relativas a todos os seus contratos de seguro.

Se por um lado, os segurados gostariam que as companhias de seguros detivessem tanto capital quanto possível, por outro, os accionistas gostariam de poder conduzir o negócio com o mínimo capital possível. No entanto, a escolha de um equilíbrio apropriado entre estes dois interesses, tendo sempre em atenção a solidez da Companhia, tem que passar obrigatoriamente pelo seu perfil de risco.

É neste sentido que se encontra em desenvolvimento um novo modelo de solvência, denominado Solvência II, para todos os estados membros da União Europeia. Com esta revisão pretende-se, fundamentalmente, adoptar um sistema baseado no risco, já existente em diversos países, em detrimento do que existe actualmente baseado em rácios fixos e que não é suficientemente sensível aos riscos, centrando-se na suficiência dos prémios e no montante dos custos com sinistros.

Com o Solvência II pretende-se, para além da implementação de um modelo standard que permita calcular os requisitos de solvência e a adequação de capital, tendo em consideração os riscos efectivamente incorridos pelas companhias de seguros, colocá-las perante o desafio de identificarem, medirem e gerirem os riscos por si assumidos. Para tal, tem-se em vista a construção de modelos internos por parte das seguradoras que captem de forma o mais adequada possível a sua situação específica e reconheçam os efeitos dessa gestão e dos sistemas de mitigação de risco por si implementados.

Para as autoridades de supervisão esta alteração do regime de solvência também se apresenta como um desafio, uma vez que será da sua competência a avaliação dos sistemas de gestão do risco e de controlo interno levados a cabo nas seguradoras.

O objectivo da presente dissertação é, portanto, fazer um enquadramento global de projecto Solvência II, tendo em conta a evolução do regime de solvência na União Europeia e os projectos desenvolvidos noutros países a ela não pertencentes, dando especial atenção ao que tem sido desenvolvido ao nível das seguradoras que exploram o ramo não vida.

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. Após a introdução, o segundo apresenta uma perspectiva global da evolução das normas de solvência, descrevendo o modelo de solvência existente actualmente na União Europeia.

No terceiro capítulo é feita uma descrição global do que se pretende que seja o modelo Solvência II. Para tal, analisam-se os princípios basilares em que assenta o modelo, tentando antever o que será o futuro sistema de solvência tendo em conta os estudos que têm vindo a ser desenvolvidos pela Comissão Europeia junto das Companhias de (Res)Seguros.

Com vista a uma possível comparação do modelo Solvência II ou até mesmo do actualmente em vigor, Solvência I, são apresentados no Capítulo 4 alguns modelos de solvência de países que desenvolveram diferentes modelos.

No Capítulo 5 procede-se à exemplificação do que poderá ser o desenvolvimento de um modelo parcial interno, modelando os riscos inerentes ao risco de subscrição não vida, com vista à determinação das necessidades de capital para este risco. Para tal utilizam-se os dados de uma Companhia de Seguros portuguesa que explora os ramos não vida.

Por último são apresentadas as conclusões retiradas da elaboração deste trabalho, bem como são apresentados alguns desafios futuros, em particular no que diz respeito ao desenvolvimento do Projecto Solvência II.

2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE SOLVÊNCIA NA UNIÃO EUROPEIA

Com a assinatura do Tratado de Roma, a livre circulação de bens, pessoas, serviços e capitais entre os países da, agora, União Europeia (UE) tornou-se uma realidade, permitindo assim alcançar um dos objectivos iniciais da UE para o sector segurador. Nesta base foi possível a construção e desenvolvimento de um mercado único de seguros que permitisse um livre acesso de todos os cidadãos comunitários a um maior número possível de produtos de seguros.

No entanto, as diferentes características de cada um dos estados membros no que dizia respeito ao estabelecimento de princípios e regras não foram de todo ultrapassadas com a definição de princípios gerais sobre a livre circulação estabelecida. Assim, gradualmente foi-se assistindo à evolução de um processo legislativo comunitário com vista à unificação e harmonização das regras de mercado e que registou a evolução descrita na Figura 1.

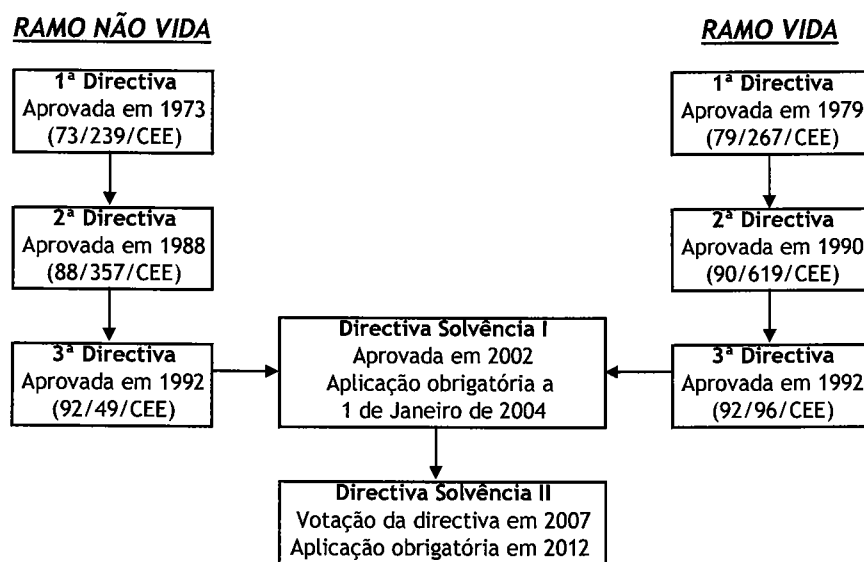


Figura 1 - Evolução do Sistema de Solvência na União Europeia (fonte: APS)

Além das normas regulamentares em 1992 terem sido adoptadas pelos 15 estados membros da UE, à data, estas foram também adoptadas por 3 outros países pertencentes à área económica europeia: Islândia, Liechtenstein e Noruega. Posteriormente, e após alguns acordos com a UE, também a Suíça instituiu o modelo de solvência adoptado pelos 15. Gradualmente, e devido a sucessivos alargamentos, mais países têm vindo a adoptar o presente modelo de solvência, como foi o caso da República Checa, da Hungria e da Polónia.

2.1 PRIMEIRAS DIRECTIVAS DE SOLVÊNCIA

As primeiras normas em matéria de solvência surgiram em 1973 para o ramo não vida e, em 1979 para o ramo vida. O sistema de solvência introduzido nessa altura serviu com os seus objectivos, em que se exigia às seguradoras a constituição de uma reserva de capital para fazer face às incertezas do negócio de seguros, e teve um papel significativo no aumento da qualidade da supervisão das garantias de seguros.

Este sistema foi, no entanto, concebido num período em que a estrutura da economia na sua generalidade, bem como as práticas do sector segurador, eram diferentes. Hoje, as companhias de seguros deparam-se com uma situação diferente no seu negócio: competição crescente, convergência de sectores financeiros, dependência internacional, etc. Ao mesmo tempo os métodos e técnicas da gestão de seguros, de activos e do risco, tiveram um significativo refinamento.

Segundo a Swiss Re (2006), a importância desta regulamentação aumentou com a abertura dos mercados, aquando da 3ª geração de directivas comunitárias de seguros decretadas em 1992, com as quais se aboliu o controlo de preços e produtos na UE.

O controlo de solvência tinha como objectivo permitir às autoridades de supervisão detectar, a tempo, os casos problemáticos entre os seguradores e poder assim, em última instância, proteger melhor os segurados. As normas conceberam-se como um standard mínimo comum, em que os estados membros eram livres de impor regulamentos mais restritos.

No seguimento da publicação da 3ª geração de directivas comunitárias, foi relançada a reflexão acerca da necessidade do estabelecimento de novos regimes prudenciais que reforçassem e garantissem os direitos de todos os intervenientes no mercado segurador. Com base no estudo realizado, a Comissão Europeia decide, em 2000, dar início ao processo de revisão das regras até então existentes definindo para tal duas etapas: a Solvência I e a Solvência II.

2.2 DIRECTIVA DE SOLVÊNCIA I

A regulamentação da solvência só experimentou algumas alterações depois de se terem adoptado as directivas de Solvência I em Fevereiro de 2002. A legislação (Directiva 2002/87/CE, de 16 de Dezembro), que não modificou a fórmula do cálculo da solvência, ajustou apenas alguns componentes com vista a adequar um pouco mais os requisitos em matéria de solvência por parte das seguradoras por forma a melhorar a protecção dos segurados.

Esta primeira etapa designada por Solvência I teve como principal objectivo reforçar as garantias existentes nas empresas de seguros. Por um lado houve um aumento dos requisitos mínimos de capital e por outro a entidade de supervisão passou a deter mais poderes.

Relativamente ao aumento dos requisitos mínimos de capital as alterações incidiram em acréscimos do fundo de garantia exigido (para 3 Milhões de Euros e, em alguns ramos 2 Milhões de Euros, nomeadamente certas classes de seguro não vida) e dos patamares a que se aplicam as percentagens máximas para a determinação da margem de solvência (para o cálculo baseado nos prémios o patamar passou de 10 Milhões para 50 Milhões de Euros e para o cálculo baseado nos sinistros o patamar passou de 7 Milhões para 35 Milhões de Euros). Verificou-se também um aumento das exigências ao nível de solvência para determinados ramos não vida que apresentem maior volatilidade como é o caso da Responsabilidade Civil Geral, Marítimo e Aéreo.

No que diz respeito à Entidade de Supervisão foram-lhe conferidos maiores poderes ao nível da possibilidade de exigir um “plano de reequilíbrio da situação financeira” às empresas que, embora respeitem os requisitos mínimos de solvência, apresentem uma evolução que possa vir a pôr em risco os direitos dos segurados. Houve também um fortalecimento da supervisão exigindo que os requisitos de solvência se cumprissem a todo o momento, outorgando-lhes direitos de intervenção ampliados.

O actual sistema de solvência em vigor na UE assenta em três vectores interligados, denominados de garantias financeiras: a constituição de provisões técnicas adequadas às

responsabilidades assumidas, através da aplicação de fórmulas prudentes; a representação dessas provisões técnicas por activos adequados de valor equivalente (investimentos, créditos e outros activos) e o estabelecimento de requisitos mínimos de capital para fazer face à aleatoriedade do negócio.

Relativamente às provisões técnicas, para os ramos não vida, de que fazem parte a provisão para sinistros, a provisão para riscos em curso, a provisão para prémios não adquiridos e a provisão para desvios de sinistralidade, abordaremos adiante mais detalhadamente.

Os requisitos mínimos de capital são determinados através da forma de cálculo da margem de solvência e do fundo de garantia, com base em percentagens de prémios, sinistros e provisões.

O modelo em vigor na UE caracteriza-se por ser baseado num modelo de rácios fixos, *ratio-based*, que tem em conta apenas um factor de risco da Companhia. Os requisitos de solvência são estabelecidos como uma percentagem fixa do valor de uma variável dada, que se assume como sendo fortemente relacionada com o nível de risco a que uma Companhia está exposta. Essa variável, geralmente, envolve uma função simples de um ou mais itens da folha balanço ou da conta de ganhos e perdas.

2.2.1 Margem de Solvência para os Ramos Não Vida

Com o objectivo de salvaguardar os interesses de todos os intervenientes na actividade seguradora existe um requisito de capital denominado de Margem de Solvência que, em complemento à obrigação de constituição de provisões técnicas, por parte da Seguradora, suficientes para a cobertura das responsabilidades resultantes dos contratos de seguro, assume importância fundamental ao garantir que estas empresas detêm um nível adequado de capitais que lhes permita amortecer os efeitos decorrentes de condições adversas de subscrição e de eventuais flutuações económicas desfavoráveis (Decreto-Lei n.º 251/2003, de 14 de Outubro, que regula o actual regime em vigor para o cálculo da margem de solvência em Portugal, para seguradoras do ramo não vida).

Para tal, o actual sistema distingue Margem de Solvência Exigida (MSE) e Margem de Solvência Disponível (MSD). A MSE define-se como sendo o montante de capital regulamentar exigido a uma empresa de seguros para exercer a sua actividade. A MSD de uma empresa de seguros corresponde ao seu património, livre de toda e qualquer obrigação previsível e deduzido dos elementos incorpóreos.

Os activos correspondentes à MSD devem estar localizados em Portugal até à concorrência do fundo de garantia e, na parte excedente, no território da UE.

As empresas de seguros devem dispor e manter um fundo de garantia, que faz parte integrante da MSE, correspondendo a um terço do valor desta, não podendo, no entanto, ser inferior a limites fixados no Decreto-Lei n.º 94-B/1998, de 17 de Abril, cujos elementos constitutivos respeitam determinados critérios.

As empresas de seguros com sede em Portugal devem ter, por força da legislação, em permanência, uma margem de solvência disponível suficiente em relação ao conjunto das suas actividades. Segundo o Decreto-Lei n.º 94-B/1998, de 17 de Abril, “os elementos elegíveis para efeitos da margem de solvência disponível são classificados em três grupos, de acordo com a respectiva solidez e segurança financeira, distinguindo-se os que são aceites sem quaisquer limitações, os que são aceites desde que cumpram um conjunto de condições e os que estão dependentes de autorização da autoridade de supervisão para serem aceites”.

Citando Caravina (2006), ainda acerca da actual legislação em vigor: “a autoridade de supervisão tem o poder de reduzir o valor pelo qual são considerados alguns elementos elegíveis para efeitos de margem de solvência disponível e o poder de limitar o montante da redução da margem de solvência exigida baseada em resseguro, sempre que a natureza ou a qualidade dos acordos de resseguro sofra alterações significativas desde o último exercício ou quando não se verifique qualquer transferência efectiva de risco no quadro dos contratos de resseguro. Caso uma seguradora se encontre em risco de insuficiência financeira e estejam ameaçados os direitos dos segurados e beneficiários, o supervisor fica habilitado a estabelecer exigências superiores às que resultariam da aplicação das regras gerais, em termos de margem de solvência exigida”.

No que respeita a todos os produtos de seguros não vida, a margem de solvência exigida corresponde ao valor mais elevado entre os dois que se obtêm tendo em conta a óptica dos prémios e a óptica dos sinistros. Pela óptica dos prémios aplicam-se factores fixos ao montante anual dos prémios. Na óptica dos sinistros determina-se o valor médio anual dos custos com sinistros nos três ou nos sete últimos exercícios, consoante o produto.

A MSE não pode, no entanto, ser inferior à MSE do ano precedente acrescida do crescimento do custo com sinistros de um ano para o outro.

No Anexo 1 é apresentada a forma de cálculo da margem de solvência a constituir, em conformidade com o modelo exigido pela entidade de supervisão em Portugal.

No Anexo 2, podem ser consultados os valores que resultam da aplicação do modelo de Solvência I em vigor em Portugal, aplicado aos dados de uma Companhia de Seguros tomada como exemplo (no subcapítulo 5.1 é feita a caracterização desta Seguradora).

Conforme se pode observar, dos resultados obtidos pela aplicação deste modelo, pode concluir-se que a empresa em questão se encontra numa situação confortável no que diz respeito à sua situação de solvabilidade. Detém uma margem de solvência disponível quase duas vezes superior ao exigível, apresentando uma taxa de cobertura da margem de solvência de 179,66%.

2.2.2 Vantagens e Desvantagens do Sistema de Solvência I

Tal como qualquer modelo, o sistema de Solvência I apresenta prós e contras que irão ser seguidamente enunciados e analisados. No entanto, uma análise mais alargada poderá ser consultada em Barroso e Rodriguez (2004).

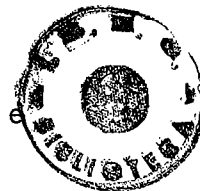
Em relação às vantagens, podemos enumerar as seguintes:

- Simplicidade na aplicação, pois baseia-se num índice de prémios e num índice de sinistros;
- Relativa flexibilidade, isto é, permite extensões e também excepções;
- Modelo objectivo, por se basear em dados reais obtidos a partir da experiência da empresa de seguros;

- Permite a comparação dos resultados entre as companhias;
- Simples de supervisionar;
- Modelo de baixo custo.

As principais desvantagens que podem ser apontadas para o actual sistema de solvência são:

- Os requisitos de capital actualmente em vigor têm carácter generalista;
- Falta de sensibilidade em relação aos perfis de risco específicos de cada empresa;
- Inadequada harmonização das regras de solvência europeias;
- Insuficiente âmbito dos riscos considerados (não considera o risco dos activos nem o risco de crédito);
- Não tem em conta a qualidade dos processos de gestão do risco, nem algumas das técnicas de mitigação de riscos utilizadas;
- Deficiente consideração do impacto dos tratados de resseguro, os quais podem contribuir para uma redução significativa do risco de falência (sobretudo nos casos de concentração de riscos ou de catástrofes);
- Fraco poder de previsão da insolvência;
- Carácter estático, por se basear num conjunto fixo de rácios aplicados a grandezas que pretendem representar a exposição ao risco (prémios ou sinistros);
- Sensível à escolha da variável que é usada para servir de base ao rácio;
- Tem muito pouco em conta a dimensão da carteira da seguradora e não considera a diversificação da mesma - em consequência o requisito de capital de um grupo é praticamente a soma dos requisitos de capital de cada seguradora do grupo;
- Não oferece uma visão suficientemente clara da capacidade e da solidez financeira de uma companhia de seguros;
- A sua aplicação pode dar lugar a duas situações contraditórias: duas entidades com o mesmo volume de prémios e de provisões, mas com uma política diferente de investimentos, teriam requisitos de capital similares. Este modelo penaliza as companhias com uma política mais



prudente na constituição de provisões técnicas e como tal incentiva o sub-provisionamento e a sub-tarifação¹;

- A valorização dos activos e passivos (incluindo provisões técnicas) não se baseia numa aproximação consistente ao mercado;
- Desfasamento das regras de supervisão e de intervenção face à realidade do mercado.

Este modelo foi visto desde logo como transitório devido às diversas limitações e, a fim de colmatar as falhas do sistema actualmente em vigor, a Comissão Europeia empreendeu, em meados de 2000, um processo de revisão profunda do sistema de solvência (o projecto Solvência II), pois era reconhecida a necessidade de uma análise mais rigorosa e abrangente da situação financeira global das seguradoras.

O modelo Solvência I foi, no entanto, já revisto em alguns países que adoptaram posturas mais dinâmicas, como o caso do Reino Unido, onde se introduziu o conceito de risco nas suas análises, ou na Suíça, que embora não pertencendo à UE também havia adoptado este modelo de solvência.

2.3 DIRECTIVA DE SOLVÊNCIA II

Segundo Linder e Ronkainen (2004) a segunda etapa do projecto de solvência, designada por Solvência II, surge com o intuito de dar continuidade ao trabalho iniciado na fase anterior uma vez que a crescente competição do mercado, a contínua integração dos mercados de capitais e a constante procura de maximização da utilidade do mercado accionista assim o exigem.

Este projecto foi dividido em duas fases pretendendo-se inicialmente analisar a situação actual e os objectivos do novo projecto de solvência e, posteriormente, desenvolver o projecto tecnicamente.

¹ Um modelo que multiplique factores pelo volume de prémios pode estar a penalizar seguradoras mais prudentes ou a beneficiar seguradoras com insuficiência de prémios. Um modelo que use as responsabilidades como exposição poderá penalizar seguradoras com níveis de provisionamento mais prudentes e beneficiar outras com sub-provisionamento.

Ao longo da primeira fase, que teve o seu desenvolvimento entre os anos 2001 e 2003, foram sendo apresentados vários documentos de trabalho com o objectivo de, inicialmente, traçar orientações para o projecto a ser desenvolvido, escolhendo temas a debater e orientar a sua discussão até à apresentação das conclusões através da emissão de um primeiro parecer sobre os contornos do futuro sistema de solvência comunitário. Entre outros, podem destacar-se os documentos desenvolvidos pelos grupos de trabalho da Comissão Europeia MARKT/2027/01, MARKT/2509/03 e MARKT/2539/03.

Com o culminar da fase inicial deu-se início à segunda fase do projecto. O trabalho relativo ao desenho do futuro sistema de supervisão concluiu-se em Março de 2003. Em Julho do corrente ano a Comissão Europeia anunciou uma proposta de directiva para os seguros de vida e não vida, que poderá vir a alterar uma série de outras directivas anteriores aquando da implementação do projecto Solvência I e, em 2012, planifica-se que sejam postas em prática as novas regras anunciadas pela directiva de 2007.

O projecto em curso deverá terminar com o estabelecimento de um sistema de solvência que se apresente mais orientado para o reconhecimento dos riscos incorridos por cada empresa de seguros, sendo tão eficiente e flexível quanto possível, permitindo uma mais rápida tomada de decisões e identificando os problemas com rapidez suficiente para que os mesmos possam ser corrigidos (não pretendendo evitar a qualquer custo que ocorra a insolvência).

Com o intuito de avaliar a solvência global de uma empresa de seguros, este projecto tem como principais objectivos a definição de um sistema que permita:

- Medir, controlar e gerir os riscos que afectam as empresas de seguros, incorporando os elementos quantitativos e qualitativos que influenciam o perfil de risco da empresa de seguros;
- Atribuir às autoridades de supervisão poderes e instrumentos para avaliar a solvência das empresas de seguros, numa óptica prospectiva e orientada para os riscos;
- Maximizar a harmonização europeia ao nível das provisões técnicas e do novo quadro global de solvência aplicável às empresas de seguros;

- Assegurar a comparabilidade, a transparência e a coerência, criando assim condições concorrenciais equitativas;
- Um maior controlo interno e maior transparência e informação;
- Clarificar o papel e a forma de cálculo dos diferentes níveis de capital, nomeadamente o conceito do capital económico necessário para um determinado nível de probabilidade de falência num determinado período temporal (Solvency Capital Requirement, SCR) e o conceito de capital mínimo absoluto (Minimum Capital Requirement, MCR);
- Uma gestão integrada do risco e cálculo dos fundos próprios em função deste, estabelecendo um requisito de margem de solvência mais adequado aos riscos efectivamente incorridos. A metodologia subjacente ao cálculo do requisito de margem de solvência deverá enviar sinais correctos à gestão das empresas e não funcionar como um incentivo a um comportamento pouco prudente. No entanto, atendendo à natureza dos riscos envolvidos na actividade seguradora, não pode nunca existir uma garantia absoluta contra a insolvência;
- Um sistema simultaneamente simples, fiável, seguro e transparente e que responda aos desafios da contínua integração dos mercados de capitais e da emergência dos conglomerados financeiros;
- Reflectir a evolução verificada a nível do mercado;
- Sempre que possível, basear-se em políticas contabilísticas comuns;
- Encorajar e incentivar as seguradoras para a avaliação e gestão dos respectivos riscos, gerando um modelo interno adaptado ao perfil concreto de cada uma;
- Estabelecer princípios não sendo excessivamente prescritivo.

Internacionalmente este projecto deverá ter em consideração, segundo uma nota elaborada pelos Serviços da Comissão Europeia (MARKT/2509/03):

- A evolução das informações constantes nos restantes projectos a nível internacional, com o objectivo de promover uma maior convergência do processo de normalização prudencial;
- A convergência com os princípios, orientações e normas contabilísticas elaboradas pelo IASB, International Accounting Standard Board, nomeadamente ao nível da prestação e divulgação de informação financeira prudencial.

2.3.1 Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho

Em Julho do corrente ano foi apresentada, pela Comissão Europeia, uma proposta de actualização das novas regras de solvência que reflectissem “plenamente as últimas evoluções em matéria de apreciação pela autoridade de supervisão, ciências actuariais e gestão de riscos e possibilitasse actualizações futuras” (Comissão Europeia, 2007).

Com esta proposta, e com o objectivo de “legislar melhor” e “simplificar”, a Comissão Europeia pretende incorporar num documento único o conteúdo reformulado de 13 directivas sobre seguros e resseguros, bem como as novas regras a legislar.

Seguidamente irá ser feita uma breve abordagem aos pontos de maior relevância para este trabalho, focados na proposta de directiva. No entanto, para mais detalhes aconselha-se a consulta da mesma em Comissão Europeia (2007).

O âmbito de aplicação das novas regras propostas mantém-se, abrangendo todas as empresas de seguros de vida e não vida e empresas de resseguro, alargando-se a exclusão de pequenas mútuas a todas as pequenas empresas de seguros definidas no artigo 4.º da proposta de directiva.

Nesta proposta de directiva, as principais alterações aos artigos surgem no âmbito dos requisitos qualitativos e normas de supervisão (abordadas em duas secções: “autoridades de supervisão e disposições gerais” e “sistema de governo”), dos relatórios de supervisão e divulgação pública, da promoção da convergência em matéria de supervisão, dos requisitos quantitativos e da supervisão de grupo.

Ao nível da secção “autoridades de supervisão e disposições gerais” (ponto integrante do segundo pilar no quadro de Solvência II, ver subcapítulo 3.2) são referidos os principais objectivos da regulamentação e supervisão dos (res)seguros (e que passam necessariamente pela protecção adequada aos tomadores de seguros) e são dadas indicações acerca da postura que se pretende que seja assumida pelos serviços de supervisão, nomeadamente a transparência, responsabilização e poderes que lhe são atribuídos.

Relativamente ao “sistema de governo” (também ao nível do pilar II) são dadas indicações ao nível dos vários requisitos gerais que se desenvolvem no âmbito da gestão de riscos, avaliação interna do risco e da solvência, auditoria interna, função actuarial e externalização (supervisão das entidades externalizadas). Às empresas, é exigido que disponham de políticas estabelecidas por escrito, que definam como proceder relativamente a cada um dos âmbitos referidos.

Os relatórios para fins de supervisão e a divulgação pública são informações que constituem o terceiro pilar do quadro de Solvência II (ver subcapítulo 3.3). Sob este ponto de vista pretende impor-se às empresas que apresentem todas as informações necessárias para efeitos de supervisão e que divulguem anualmente, ou sempre que se justificar, informações sobre a solvência e situação financeira da empresa.

Ainda no âmbito do pilar III, um outro desafio que se coloca é a promoção da convergência das práticas de supervisão através da aplicação comum e uniforme da legislação europeia, e o reforço de uma supervisão e aplicação coerentes do mercado interno.

No que diz respeito aos requisitos quantitativos, que ocupam o primeiro pilar no quadro de Solvência II (ver subcapítulo 3.1), estes são enunciados em seis secções: avaliação dos elementos do activo e do passivo, provisões técnicas, fundos próprios, requisito de capital de solvência, requisito de capital mínimo e investimentos.

Propõe-se que os elementos do activo e do passivo sejam avaliados com base na definição vigente de justo valor das Normas Internacionais de Informação Financeira e que as medidas de execução adoptadas permitam a definição e avaliação dos elementos específicos do balanço de uma forma coerente para todos os Estados-Membros.

Relativamente às provisões técnicas, propõe-se que estas sejam calculadas com base no valor actual de realização corrente (reflecte o montante que uma empresa de seguros teria que pagar hoje se transferisse imediatamente os seus direitos e obrigações contratuais para outra empresa) e coerentemente com o mercado.

De acordo com a proposta, o cálculo das provisões técnicas consistirá na soma de uma melhor estimativa com uma margem de risco (que representa o custo adicional, acima da melhor estimativa, da mobilização do capital necessário para sustentar as obrigações de (res)seguro durante toda a vigência da carteira).

São também dadas informações acerca da abordagem realizada para determinação dos montantes de fundos próprios² para satisfazer os requisitos de capital. Esta assenta em 3 etapas: identificação e determinação dos fundos próprios, sua classificação (em 3 níveis, consoante a sua natureza e a sua capacidade de absorção das perdas, ver subcapítulo 3.1.3) e elegibilidade (em que se limita a utilização de elementos dos níveis 2 e 3).

A secção relativa ao requisito de capital de solvência encontra-se dividida em 3 subsecções: apresentação geral do requisito de capital de solvência, fórmula padrão para o seu cálculo e utilização de modelos internos para efeitos de solvência.

Nestas subsecções são apresentados os objectivos, desenho e calibragem do cálculo do requisito de capital. No entanto, não se irá fazer por agora essa apresentação.

Sendo exactamente este, um dos principais focos de estudo da presente dissertação, irão ser, ao longo da mesma, abordados vários aspectos que se prendem com o requisito de capital e a forma como foram evoluindo até ao culminar nesta proposta de directiva pela Comissão Europeia.

² Os fundos próprios “correspondem aos recursos financeiros disponíveis de uma empresa de (res)seguros que podem ser utilizados para amortecer os riscos e absorver perdas pecuniárias, quando necessário” (Comissão Europeia, 2007).

3 O SISTEMA DE SOLVÊNCIA II

Este novo sistema de solvência foi estruturado tendo em conta 3 principais aspectos, que foram assumidos como basilares para a execução deste projecto: os requisitos quantitativos de capital, os requisitos qualitativos e o processo de revisão e supervisão, e a disciplina de mercado através da apresentação e divulgação. Estes deram origem aos 3 conhecidos pilares num sistema semelhante ao estabelecido para a Banca no Basileia II, embora adaptado às necessidades da supervisão seguradora.

3.1 PILAR I

Com este primeiro pilar pretende-se desenvolver e estabelecer um novo sistema que permita determinar os capitais próprios mínimos exigíveis de cada empresa de seguros em função dos riscos assumidos e da gestão realizada sobre cada um desses riscos (requisitos quantitativos de capital).

De acordo com os objectivos estratégicos identificados, o novo regime de solvência assenta no princípio de *Total Balance Sheet e Economical Approach*, isto é, activos e passivos valorizados ao valor de mercado, sempre que possível (conceito já consensual, apesar de poderem vir a existir ainda algumas dúvidas quanto à valorização das provisões técnicas).

O princípio de *Total Balance Sheet* assenta em quatro bases fundamentais: activos, passivos, capital disponível e capital exigível.

Em relação aos activos, os investimentos deverão ter uma valorização consistente com o mercado (*fair value*). Nos passivos, as provisões técnicas deverão ser valorizadas também ao justo valor, determinadas, por exemplo, com base em *best estimates* (média da distribuição das perdas, ver subcapítulo 3.1.1.2) adicionadas de uma margem prudencial, em caso de ausência de valor de mercado.

O capital disponível define-se como a diferença entre o activo e o passivo e, o capital exigível, como o montante de capital necessário para que uma empresa possa exercer a sua actividade, num determinado período temporal, com reduzida probabilidade de ruína.

Seguindo a categorização proposta pela Associação Portuguesa de Seguradores (APS) as matérias inseridas no pilar I podem ser agrupadas em três categorias: capital disponível, capital exigível e elementos elegíveis de capital, que passaremos a analisar.

3.1.1 Capital Disponível

Os impactos do novo regime de solvência vão ser influenciados por dois principais factores, que se podem articular: o capital disponível (diferença entre activos e passivos valorizados ao justo valor) e o requisito de capital (de acordo com o perfil de risco).

De seguida serão analisadas as componentes do modelo necessárias para a determinação do capital disponível: os activos e as provisões técnicas.

3.1.1.1 Activos

As companhias de seguros são grandes investidores em consequência da particularidade do seu negócio, pois recebem antecipadamente os prémios para futuramente liquidarem os sinistros, caso estes ocorram.

A receita do investimento destes activos é significativa e é tida em consideração aquando do cálculo dos prémios (tarifação). Se a receita dos investimentos for inferior à usada nos cálculos, ou se o valor dos activos investidos decrescer significativamente, a companhia de seguros poderá viver grandes dificuldades.

O impacto proveniente da aplicação das novas regras de valorização resultará da diferença entre o valor de mercado (economical approach) e o montante apurado com base nas actuais regras em vigor.

No entanto, para que os riscos decorrentes dos investimentos sejam compreendidos e da melhor forma mitigados, o projecto Solvência II vem apoiar a inclusão de várias ferramentas de gestão integrada do risco de ordem mais qualitativa, que avaliam não apenas os activos (investimentos) mas também os passivos (responsabilidades) que lhe estão associados.

Uma dessas ferramentas designa-se por *Asset Liability Management* (ALM) e a sua aplicação será fundamental no novo regime de solvência, nomeadamente na previsão e análise dos impactos decorrentes de determinados eventos de ordem financeira, como a alteração da taxa de juro e respectivo impacto sobre o capital disponível.

Apesar do ALM ser de maior importância para os ramos vida, existem linhas de negócio nos ramos não vida onde a análise ALM é bastante importante. Exemplo disso são os ramos onde haja a possibilidade de ocorrência de sinistros de elevado montante, que requerem uma adequada análise da liquidez, ou linhas de negócio que gerem grandes volumes de provisões técnicas e/ou sejam definidos por distribuições de caudas longas, que necessitam de uma análise activo/passivo (respeitante à estrutura das maturidades, aos requisitos de liquidez, à taxa esperada de retorno do investimento e à volatilidade vs. taxa de desconto, etc.).

Os activos que cobrem as provisões técnicas e os requisitos de margem de solvência deverão ter em consideração o tipo de negócio subscrito por cada seguradora, de forma a certificar a segurança, retorno e liquidez dos seus investimentos, os quais deverão ser garantidamente diversificados e não concentrados geograficamente. Com este objectivo, e segundo o Decreto-Lei n.º 251/2003, cada seguradora deverá ter um plano de investimentos adequado, no qual deverão ser considerados aspectos como a diversificação dos activos, a análise do capital disponível e sua relação com o SCR sob diferentes cenários, etc.

O futuro regime prudencial deverá requerer uma abordagem designada por *prudent person plus*, que inclui a gestão activo/passivo. O *prudent person plus* deverá articular um conjunto de regras quantitativas (pilar I) e qualitativas (pilar II). Os limites estabelecidos no pilar I, ao nível do requisito de capital, poderão ser complementados com requisitos mais elevados se, sob o processo de supervisão do pilar II, se identificar a inadequação do requisito de capital ao perfil de risco.

3.1.1.2 Provisões Técnicas

Um dos grandes desafios do projecto Solvência II, e fonte de preocupação para os diversos intervenientes, prende-se com a valorização das responsabilidades e com a harmonização das

regras e princípios dos diversos projectos internacionais em curso. A harmonização entre os dois regimes, prudencial, baseado em regras, e de mercado, baseado em princípios, é hoje encarada de forma muito prudente, sendo possível que a solução venha a passar pelo cálculo das responsabilidades com base em diferentes princípios, embora conciliáveis.

As provisões técnicas serão valorizadas ao *fair value*, isto é, ao valor de mercado. A valorização das responsabilidades seria simples de realizar se existisse um mercado activo. Porém, e tendo em conta a sua inexistência, as provisões técnicas terão que ser determinadas com base numa *best estimate* (melhor estimativa, que representa a média da distribuição de perdas) adicionada de uma margem de segurança ou de risco designada por *risk margin* ou *market value margin*, MVM.

Um aspecto que gerou alguma discussão foi exactamente a abordagem a seguir para o cálculo dessa margem de risco. Se por um lado a simplicidade podia fazer recair a escolha para uma metodologia centrada no uso de intervalos de confiança (percentis de 60%, 75% ou 90%) por outro, uma abordagem pelo *Cost of Capital*, CoC, que deverá reflectir o valor que uma terceira parte (comprador), conhecedora do mercado, exigirá para assumir as responsabilidades transferidas da seguradora³, tem ganho vantagem.

A adopção de um intervalo de confiança contraria por completo o princípio basilar de total balance sheet e economical approach uma vez que não reflecte qualquer valor de mercado mas um percentil prudencial. No entanto, o CoC, que considera as distribuições das perdas, captura de forma mais adequada o risco inerente a estas e permite ao comprador identificar mais correctamente o risco que vai assumir.

Tudo indica, tendo também em conta a proposta apresentada pela Comissão Europeia em Julho último, que seja escolhida uma abordagem utilizando a metodologia CoC, assumindo-se um pressuposto de run-off da carteira da seguradora, isto é, não se consideram renovações de apólices ou subscrição de apólices novas.

³ Para a entidade reguladora é imperativo que, em caso de insolvência por parte de uma Seguradora, os direitos dos segurados sejam assegurados. Para tal, nesta situação, é de todo o interesse que uma terceira parte tome conta da carteira de activos e passivos da Seguradora inicial. No entanto, essa terceira parte só o poderá fazer se o custo de aquisição desse capital requerido estiver coberto por toda a carteira através da constituição de uma margem de prudência, que será dada pelo *Cost of Capital*.

Devido à grande importância que têm, para as companhias de seguros, as provisões técnicas e forma como se calculam, proceder-se-á em seguida à definição de cada uma delas, bem como à apresentação de algumas ideias principais emanadas pelos serviços da Comissão nesta área.

A existência de provisões técnicas suficientes é um pré-requisito essencial para a solvência. Quanto maiores forem as provisões técnicas menor deve ser, em teoria, o volume da margem de solvência (MARKT/2095/99), uma vez que há uma influência directa nos capitais próprios da companhia.

As provisões técnicas, definidas como somas obrigatoriamente inscritas no passivo de uma empresa de (res)seguros, tendo em vista a regularização integral dos compromissos tomados pela empresa perante os tomadores de seguro e os beneficiários dos contratos, são distinguidas da seguinte forma: provisões para sinistros, provisão para desvios de sinistralidade, provisão para prémios não adquiridos e provisão para riscos em curso, e descrevem-se de seguida.

A **provisão para sinistros** é constituída por dois tipos de provisões: provisão para sinistros já declarados (que deverá ser calculada caso a caso, ou recorrendo a métodos estatísticos, quando existe um elevado número de sinistros com característica semelhantes, por exemplo) e provisão para sinistros ocorridos mas não declarados (tendo em conta a experiência passada da seguradora relativamente ao número e ao montante de sinistros comunicados após o encerramento do ano e extrapolando para o futuro os dados históricos da companhia utilizando matrizes de *run-off*).

Esta provisão deverá ser calculada com base no custo último total estimado de todos os sinistros resultantes de eventos que tenham ocorrido até ao final do período contabilístico, quer tenham sido comunicados ou não, após dedução dos montantes já pagos respeitantes a esses sinistros.

A provisão para sinistros revela-se de grande importância devido ao facto de envolver:

- Os resultados, uma vez que um aumento das provisões reduz o saldo da conta de ganhos e perdas da empresa;

- O valor da empresa, pois um aumento das provisões aumenta os activos afectos às responsabilidades no balanço da empresa e conseqüentemente reduz os activos livres de responsabilidades;
- Os impostos, já que um aumento das provisões reduz o saldo da conta de ganhos e perdas da seguradora e conseqüentemente os impostos sobre os lucros a pagar pela empresa;
- A margem de solvência, já que um aumento das provisões aumenta o valor das responsabilidades a garantir, seja qual for o método pelo qual a solvência é calculada;
- A tarificação, uma vez que um aumento das provisões superior ao tecnicamente expectável aumenta o prémio puro das classes afectadas e a taxa de sinistralidade;
- O controlo de gestão, pois um aumento das provisões aumenta a taxa de sinistralidade e reduz a rentabilidade dos produtos, o que significa que sem provisões para sinistros bem calculadas, o controle de gestão é enviesado, bem como as decisões que se basearam nas suas conclusões.

A **provisão para desvios de sinistralidade** destina-se a fazer face à sinistralidade excepcionalmente elevada nos ramos de seguros em que, pela sua natureza, se preveja que venham a ter maiores oscilações. Esta provisão deve ser constituída para o seguro de crédito, seguro de caução, seguro de colheitas, risco de fenómenos sísmicos e risco atómico, podendo ser eventualmente alargada a outros ramos (a forma de cálculo varia de acordo com o ramo).

A magnitude dos riscos catastróficos, o tempo de que se dispõe para os provisionar e o encargo extra que constituem para os vários ramos, por se violar a independência estatística dos acontecimentos, leva à necessidade de se criar uma provisão para riscos catastróficos (ou de eventos extremos).

A ideia desta provisão é a de não deixar as seguradoras “consumirem” a totalidade do prémio que cobraram nesse ano. Assim, parte dele deve ser guardado para o dia em que aconteça um sinistro catastrófico, imputando a todos os exercícios a sua quota-parte do sinistro catastrófico, transformando assim este último num sinistro não catastrófico (tendo como pressupostos que a provisão é bem calculada e que o intervalo de ocorrência de eventos catastróficos é suficiente para criar a provisão).

De facto, se as seguradoras “consumissem” esse prémio por inteiro, quando houvesse uma catástrofe, os prémios cobrados nesse ano, para uma determinada cobertura, seriam provavelmente insuficientes para pagar as indemnizações.

A **provisão para prémios não adquiridos, PPNA**, é a provisão que inclui a parte dos prémios brutos emitidos, relativamente a cada um dos contratos de seguro em vigor, com excepção dos respeitantes ao ramo vida, a imputar a um ou vários dos exercícios seguintes. Atendendo ao princípio da especialização do exercício, o prémio a imputar a cada exercício é o correspondente aos riscos a suportar e aos custos administrativos e de gestão a incorrer nesse exercício.

Assim, no final de cada ano civil, para as apólices que permanecem em vigor, apenas uma parte do período de risco dos contratos já decorreu. A parte proporcional do prémio relativa ao período de risco não decorrido deve ser tida como reserva, para fazer face aos sinistros e outros custos que possam ocorrer desde 1 de Janeiro do ano civil seguinte, até ao fim do período a que o prémio diz respeito.

Esta provisão deve ser calculada contrato a contrato, *pró rata temporis*, a partir dos prémios brutos emitidos relativos aos contratos em vigor, atendendo ao período de vigência dos mesmos. Ao valor dos prémios não adquiridos deverá reduzir-se, até ao limite de 20% desse valor, o montante de custos de aquisição diferidos a imputar a esses mesmo exercícios.

A **provisão para riscos em curso, PRC**, é a provisão que corresponde ao montante necessário para fazer face a prováveis indemnizações e encargos a suportar após o termo do exercício e que excedam o valor dos prémios não adquiridos e dos prémios exigíveis relativos aos contratos em vigor.

O seu cálculo é feito com base nos sinistros e nos custos administrativos, susceptíveis de ocorrer após o final do exercício e cobertos por contratos celebrados antes daquela data, desde que o montante estimado exceda a provisão para prémios não adquiridos e os prémios exigíveis relativos a esses contratos.

Trata-se de uma provisão que é complementar da provisão para prémios não adquiridos, sendo a sua constituição um sinal de insuficiência dos prémios praticados pela empresa de seguros.

Decorrente do trabalho ao nível das provisões técnicas, foram apresentadas pelos serviços da Comissão, através do documento de trabalho MARKT/2502/04, algumas ideias que surgiram com preocupações em várias áreas e que se baseiam sobretudo na:

- Provisão para prémios onde, para além da recomendação de desenvolvimento de técnicas e metodologias adequadas, se apresenta a ideia de uma fusão entre a PPNA e a PRC, com a PPNA a servir de patamar mínimo (respondendo ao desejo de harmonização das provisões técnicas);
- Criação de mecanismos de equalização que são utilizados como margens adicionais de segurança em produtos não vida de grande volatilidade e com danos potencialmente elevados;
- Actualização das provisões técnicas não vida através da imputação de desconto às mesmas, apesar da dificuldade no estabelecimento de uma taxa realista (para efeitos de estudo de impacto, nomeadamente no último realizado este ano, QIS3⁴, foi utilizada a taxa de juro sem risco, fornecida pela entidade de supervisão).

3.1.2 Capital Exigível

A determinação do requisito de capital deve ser efectuada, segundo indicação dos serviços da Comissão (pelo documento MARKT/2509/03), através da introdução de dois níveis de capital regulamentar: um nível de capital exigido/objectivo (Solvency Capital Requirement, SCR), que traduz o capital económico que cada empresa necessita para operar com uma baixa probabilidade de falência, e um nível de capital mínimo (Minimum Capital Requirement, MCR) que representa um nível mínimo para a intervenção das autoridades prudenciais.

⁴ Quantitative Impact Study 3, tema tratado adiante no subcapítulo 3.4.

3.1.2.1 Solvency Capital Requirement

O cálculo de requisito de capital exigido deverá ter como objectivo a quantificação da maior parte dos riscos a que uma seguradora se encontra exposta, permitindo-lhe assegurar a todo o tempo a detenção de um requisito de capital adequado que lhe permita absorver perdas significativas não previstas e dar “razoável” protecção aos segurados. Para os Serviços da Comissão, este nível exigido deverá constituir o principal indicador de supervisão para as empresas, prevendo-se que venha a ser estruturado de forma normalizada para todo o espaço Europeu.

O SCR, que nunca poderá ser inferior ao MCR, deve cobrir os riscos relevantes a que a seguradora está sujeita, que, de acordo com a classificação do International Actuarial Association (IAA) são o risco específico de seguros vida e não vida (também denominado de risco de subscrição), risco de crédito, risco de mercado, risco de liquidez e risco operacional. No subcapítulo 3.1.4. serão analisados mais detalhadamente os factores de risco em que se decompõe o SCR procedendo-se à sua classificação e definição.

Este requisito de capital deverá ser calibrado para que a probabilidade de falência de uma seguradora no horizonte temporal de um ano seja de 0,5%, isto é, o SCR determinado deverá permitir à seguradora honrar os seus compromissos (ou transferir as suas responsabilidades para uma terceira parte no período de um ano), com um nível de confiança de 99,5% (considerando a medida de risco VaR, ver subcapítulo 3.1.5). O SCR deverá também ser suficiente para responder ao valor actual, calculado no final do horizonte temporal, das restantes obrigações futuras (dadas por exemplo pela *Best Estimate*).

O SCR poderá ser determinado com base numa das seguintes formas:

- Aplicação de uma fórmula standard desenvolvida ao nível da UE, que pretende espelhar uma determinada probabilidade de ruína para uma seguradora “média” europeia. Para tal, a companhia deverá calcular os seus requisitos mínimos e objectivos de capital segundo a aplicação de fórmulas relativamente directas, construídas com base em factores ou cenários;

- Desenvolvimento de **modelos internos (parciais ou globais)**, desenvolvidos pela seguradora, sujeitos a validação e aprovação pelas entidades de supervisão. A medida de risco, o horizonte temporal e o âmbito dos riscos cobertos pelo modelo interno não podem ser menos prudentes do que a fórmula standard. Poderão ser aceites modelos parciais ou globais, desde que estes contribuam para melhorar a gestão de riscos e estejam mais adaptados ao seu genuíno perfil de risco do que as fórmulas normalizadas, que são elaboradas com base na informação do mercado em geral e não na realidade de cada seguradora.

3.1.2.2 *Minimum Capital Requirement*

O MCR deverá ser calculado de forma simples e objectiva. Poderá vir a ser determinado de forma independente (mais aconselhável pelos serviços da Comissão) ou constituir uma fracção do nível de SCR. Poderá, ainda, vir a ser determinado de forma semelhante ao actual requisito de solvência devidamente corrigido com a introdução de certos requisitos que tornem o cálculo mais eficaz, ou então ser calculado através de uma percentagem das provisões técnicas (calculadas de forma mais harmonizada).

Os níveis serão obrigatórios devendo o sistema regulamentar identificar de forma clara as sanções e medidas rectificativas decorrentes do seu incumprimento. Como princípio geral, o incumprimento do SCR motivará a atenção do supervisor, que solicitará um plano de recuperação, enquanto que o incumprimento do MCR dará origem a uma intervenção bastante mais activa que poderá levar ao encerramento da seguradora, uma vez que reflecte um nível de capital abaixo do qual as operações da seguradora apresentam um risco inaceitável para os segurados.

3.1.3 *Elementos Elegíveis de Capital*

No âmbito do pilar I, falta apenas analisar quais os elementos elegíveis de capital, ou seja, os elementos que podem ser utilizados como requisito de capital (também designados por fundos próprios), distintos dos elementos do activo utilizados para cobrir o requisito de capital (conforme se analisou no subcapítulo 3.1.1.1).

A actual directiva de seguros separa os elementos de capital que cumprem a margem de solvência em 3 categorias: elementos que podem constituir a margem de solvência sem qualquer limite, elementos suplementares que são elegíveis até um determinado limite e elementos que têm de ser aprovados *à priori* pela entidade de supervisão para que possam ser elegíveis (Decreto-Lei n.º 251/2003).

Apesar dos diferentes perfis de risco de seguradoras, bancos e empresas de investimentos, o Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (CEIOPS), propõe, como ponto de partida, a metodologia utilizada pelo comité do projecto Basileia uma vez que o capital e a sua função de amortecedor são uniformes a todas estas entidades financeiras.

Esta metodologia divide os elementos elegíveis por nível de absorção de perdas (havendo porém a necessidade de considerar as diferenças existentes entre sector bancário e segurador), categorizando os elementos de capital em diferentes camadas, designadas por *tiers*, de acordo com a qualidade e capacidade de absorção de perdas.

O *Tier 1 (shareholder capital and retained earnings)* contempla elementos de qualidade superior. Estes são totalmente absorventes de perdas e precisam de estar sempre disponíveis.

O *Tier 2 (supplementary capital)* terá elementos de capital que não apresentem alguma das características do *Tier 1*, mas que tenham ainda um bom nível de absorção de perdas. Como apresentam menor capacidade de absorção de perdas, poderão vir a ser limitadas com percentagens face ao *Tier 1*.

O *Tier 3 (short-term subordinated debt)* contempla o capital cuja elegibilidade é sujeita a aprovação prévia da autoridade de supervisão.

3.1.4 Factores de Risco

Sendo o modelo Solvência II baseado no risco, torna-se essencial que se adopte uma classificação dos factores de risco a que uma seguradora está exposta.

Não há actualmente um esquema único de classificação de riscos determinantes para o cálculo do SCR e nos quais este se decompõe, acordado internacionalmente, apesar dos vários

estudos que descrevem detalhadamente os riscos, bem como as diversas formas de categorização dos mesmos, nomeadamente o estudo apresentado no relatório da IAIS (ver IAIS, 2000).

Neste subcapítulo irão analisar-se os riscos que devem ser incluídos obrigatoriamente na fórmula *standard* ou nos modelos internos. Para tal, seguir-se-á a classificação usada no estudo feito pela IAA (IAA, 2004) que tem sido também a usada ao longo do projecto Solvência II.

No referido estudo é considerada a exposição ao risco dividida em quatro categorias de riscos quantificáveis que deverão ser tidos em consideração no cálculo dos requisitos de capital ao abrigo do 1º pilar e um risco não quantificável a ser estudado ao abrigo do 2º pilar: o risco de subscrição vida e não vida, o risco de crédito, o risco de mercado, o risco operacional e o risco de liquidez (pilar II).

Quaisquer outros riscos não considerados no âmbito do primeiro pilar, como o risco estratégico ou o risco de liquidez, deverão ser examinados ao abrigo do segundo pilar, como parte integrante da revisão pela supervisão.

3.1.4.1 Risco de Subscrição

O risco de subscrição, ou risco específico de seguros, é definido como sendo o risco inerente à comercialização de contratos de seguro, associado ao desenho de produtos e respectiva tarifação, ao processo de subscrição e de provisionamento das responsabilidades e à gestão dos sinistros e do resseguro.

Os riscos desta categoria estão associados tanto aos danos cobertos pela linha de negócio específica (incêndio, responsabilidade civil automóvel, inundações, terremotos, etc.), como aos processos específicos que estão associados à condução do negócio dos seguros⁵.

⁵ Como por exemplo o diferente perfil de risco de duas seguradoras que comercializam produtos iguais. Devido, por exemplo, às regras de subscrição, uma selecciona melhor os seus riscos, através de critérios de subscrição exigentes com ênfase na qualidade do risco e outra é mais agressiva, dando ênfase no volume de vendas.

A categoria de risco de subscrição pode ser subdividida em diferentes sub-riscos, que se aplicam à generalidade dos seguros:

- **Risco do processo de subscrição** é o risco decorrente da exposição a perdas financeiras relacionadas com a selecção e aprovação do risco a segurar;
- **Risco de tarifação** é um risco quantificável que representa o risco de que os prémios cobrados pela companhia sejam insuficientes para suportar as obrigações futuras assumidas nos contratos;
- **Risco de desenho de produtos** é o risco de exposição a perdas decorrentes de características dos contratos que não foram previstas e tidas em conta na concepção e tarifação desses contratos de seguro;
- **Risco de sinistralidade** (para cada risco coberto) é um risco quantificável que representa o risco de ocorrência de um número muito mais elevado de sinistros do que o esperado ou de que alguns sinistros apresentem uma severidade bastante mais elevada do que a esperada;
- **Risco do ambiente económico** é o risco de que as condições sociais se modifiquem provocando um efeito adverso na companhia (como por exemplo terremotos ou aumento de criminalidade);
- **Risco de retenção líquida** é o risco de que um nível de retenção mais elevado resulte em perdas devido a sinistros catastróficos ou acumulação de sinistros;
- **Risco de comportamento dos segurados** é o risco de que os segurados tomem decisões inesperadas que possam ter um efeito adverso para a companhia (como por exemplo a maior frequência de reclamações de compensações nos seguros de responsabilidade civil);
- **Risco de provisionamento ou de desenvolvimento adverso das provisões técnicas** é um risco quantificável de que as provisões constituídas pela companhia para satisfazer as suas obrigações perante os segurados (responsabilidades com sinistros e provisões técnicas) se venham a demonstrar insuficientes. Níveis inadequados de provisões poderão levar a que a situação financeira da companhia seja apresentada de forma mais optimista do que é de facto a realidade.

No Capítulo 5 o risco de subscrição vai ser analisado mais pormenorizadamente ao abrigo do pilar I (cálculo de requisitos de capital), relativamente aos riscos anteriormente classificados como quantificáveis.

3.1.4.2 Risco de Crédito

O risco de crédito engloba o risco de incumprimento e de alterações na qualidade do crédito dos emissores de títulos de crédito que fazem parte da carteira de investimentos da companhia, o risco da contraparte (em contratos de derivados e outros) e intermediários (dívidas de canais de distribuição como mediadores ou tomadores de seguro).

No entanto, o risco de incumprimento dos resseguradores é a componente principal do risco de crédito. A falência dos resseguradores principais terá um impacto financeiro muito elevado na experiência global de sinistros das seguradoras.

Dentro desta categoria podem incluir-se os seguintes sub-riscos:

- **Risco directo de incumprimento** é o risco de que a companhia não receba os *cash flows* ou activos dos quais é proprietária porque uma sua contraparte (parte com quem a companhia tem um contrato bilateral) falhou numa ou em mais obrigações;
- **Risco de redução de grau ou de migração** é o risco que decorre da possibilidade de que um futuro incumprimento da outra parte contratante afecte de forma adversa o valor actual do contrato detido;
- **Risco de crédito indirecto ou risco de spread** é o risco que decorre da percepção, através do mercado, de um risco acrescido na qualidade creditícia de uma contraparte (por exemplo, em função do ciclo de negócio ou da percepção da qualidade creditícia face a outros participantes no mercado);
- **Risco de regularização/liquidação** é o risco que resulta do lapso de tempo entre as datas de valor e regularização/liquidação de transacções de valores mobiliários;
- **Risco soberano** é o risco de exposição a perdas devidas à diminuição do valor dos activos em moeda estrangeira ou ao aumento do valor de responsabilidades denominadas em divisas estrangeiras (em função da qualidade creditícia do país em causa);

- **Risco de concentração** é o risco de exposição acrescida a perdas devidas à concentração de investimentos numa área geográfica ou em outro sector económico;

- **Risco da contraparte** é o risco de variação do valor de contratos de resseguro ou dos activos e passivos contingentes que dependam da qualidade creditícia da contraparte.

3.1.4.3 Risco de Mercado

O risco de mercado é o que está associado a movimentos adversos no valor dos activos investidos pela seguradora, relacionados com variações dos mercados de capitais, das taxas de juro, das taxas de câmbio ou dos preços das matérias-primas. Inclui ainda o risco associado ao uso de produtos derivados (opções) e está fortemente relacionado com o risco de *mismatching* entre activos e responsabilidades.

As orientações de capital actualmente seguidas traduzem uma abordagem relativamente simplista do risco de investimento. No seguro de vida, este risco corresponde a 3% das provisões técnicas, ao passo que no seguro não vida, não se prevê explicitamente o risco de investimento.

As companhias devem investir tendo em atenção a minimização do risco e a maximização da rentabilidade. Os activos deverão ser suficientemente diversificados e não estar concentrados geograficamente, devendo assegurar a liquidez de uma Companhia de Seguros, de forma a garantir que as responsabilidades assumidas nos contratos de seguro possam ser satisfeitas.

O risco de mercado pode dividir-se da seguinte forma:

- **Risco de taxa de juro** é o risco de exposição a perdas que resultam das flutuações na taxa de juro;

- **Risco accionista** é o risco de exposição a perdas que resultam de variações nos valores de mercado de acções e outros activos;

- **Risco imobiliário** é o risco de exposição a perdas resultantes de variações no valor de mercado do património imobiliário;

- **Risco cambial** é o risco de decréscimo no valor de activos estrangeiros, ou de acréscimo no valor de responsabilidades denominadas em moeda estrangeira resultantes de variações no câmbio entre moedas;
- **Risco de base** é o risco de que os rendimentos em instrumentos de variada qualidade de crédito, liquidez e maturidade não se movam conjuntamente, expondo a empresa às variações nos valores de mercado, que são independentes dos valores das responsabilidades;
- **Risco de reinvestimento** é o risco de que o rendimento dos fundos a reinvestir seja inferior ao esperado;
- **Risco de concentração** é o risco de exposição acrescida a perdas devidas à concentração de investimentos numa área geográfica ou num sector económico;
- **Risco de mismatch entre activos e responsabilidades** é o risco que resulta da não coincidência em termos de *timing* ou de montante entre os *cash-flows* dos activos que suportam as responsabilidades e os *cash-flows* das responsabilidades;
- **Risco de operações extra-patrimoniais (off-Balance sheet)** é o risco de mudanças nos valores dos activos e responsabilidades contingentes (como por exemplo *swaps*, que não são reflectidos no balanço).

O risco de mercado só pode ser medido apropriadamente se tanto o valor de mercado dos activos como o das responsabilidades for medido adequadamente. O valor de mercado dos activos pode, em geral, ser deduzido das cotações disponíveis nos vários mercados de valores mobiliários. Devido à ausência de um mercado real para as responsabilidades das companhias de seguros, o valor de mercado das responsabilidades pode ser aproximado através de técnicas de mercado (conceito de *fair value*, já abordado anteriormente).

3.1.4.4 Risco Operacional

Este risco inclui o risco de perdas associadas à inadequação ou falha de pessoas (actuações fraudulentas e erros), de processos (se são incorrectamente definidos ou executados), de sistemas internos (falhas e perdas de informação) e de factores externos (fraude de segurados ou terceiros e terrorismo).

O conceito de risco operacional emergiu principalmente da banca e inicialmente foi definido em termos complementares como abrangendo todos os riscos diferentes dos riscos de mercado, de crédito ou de subscrição.

O risco operacional é uma componente importante e é frequentemente mencionada como uma categoria de risco separada, que aumenta a necessidade de capital e que é geralmente vista como a categoria de risco residual. No entanto, o risco operacional no âmbito do novo projecto de solvência não é considerado como sendo independente dos outros riscos, tradicionalmente identificados no sector segurador.

A introdução do risco operacional não é, portanto, matéria simples na medida em que além de se dever considerar a sua correlação com os outros riscos, é difícil quantificar essa correlação. Muito poucos seguradores tentam quantificar o risco operacional e incorporá-lo explicitamente nos seus modelos avançados. No entanto muitas falências no sector de seguros foram atribuídas a factores de risco operacionais, frequentemente relacionados com uma combinação de falhas aos níveis da gestão e dos processos.

Para além de deverem ser tomadas medidas ao nível do pilar I, relativamente aos requisitos de capital, o CEIOPS reconhece que a avaliação deste risco deverá ser complementada por medidas do pilar II que avaliarão a gestão do risco operacional.

3.1.4.5 Risco de Liquidez

O risco de liquidez é o risco que advém da possibilidade da empresa de seguros não deter activos com liquidez suficiente para fazer face aos requisitos de fluxos monetários necessários ao cumprimento das obrigações para com os tomadores de seguros e outros credores à medida que eles se vencem.

As perdas devidas ao risco de liquidez podem ocorrer quando uma empresa tenha que vender antecipada e/ou inesperadamente os seus activos por um baixo valor para satisfazer os seus compromissos. No entanto, a causa subjacente a uma situação de falta de liquidez pode não se dever apenas a riscos de mercado (impossibilidade de transformar activos em liquidez nos prazos necessários ou necessidade de aceitar preços mais baixos por necessidade de efectuar

pagamentos após catástrofes), mas pode ser consequência de redução do *rating*, de publicidade negativa e falta de liquidez dos mercados de capitais.

O perfil de liquidez de uma seguradora é função dos seus activos e responsabilidades. Devido à dificuldade em prever eventos que causem problemas de liquidez, dado que, por exemplo o risco operacional, o risco comportamental dos segurados ou outros, poderão ter influência no risco de liquidez, este deverá ser considerado ao abrigo do 2º pilar (supervisão).

3.1.5 Medidas de Risco

Uma medida de risco é uma função que atribui um montante de requisito de capital a uma distribuição de lucros e perdas, dando como resultado um número que quantifica a exposição ao risco.

As medidas de risco mais utilizadas para o cálculo do requisito de capital são o *Value at Risk* (VaR) e o *Tail Value at Risk* (TVaR ou TailVaR), também designado por *Tail Conditional Expectation*.

O VaR pode ser definido como o valor mínimo do resultado previsível num determinado período, em circunstâncias normais de mercado e com um determinado nível de confiança. Fornece, portanto, uma estimativa para o resultado mínimo que pode ocorrer dentro de todos os cenários possíveis, com excepção de uma percentagem específica de cenários.

Em termos gerais, o VaR é o montante de capital necessário para garantir, com um elevado nível de confiança, que uma seguradora não fica tecnicamente insolvente.

Matematicamente, e segundo McNeill *et al* (2005), o VaR pode ser definido como o quantil de probabilidade de ordem β , i.e.,

$$\text{VaR}_\beta(X) = Q_x(\beta)$$

onde

X - variável aleatória que representa o resultado futuro da seguradora

$$Q_x(\beta) = \inf\{x \in \mathfrak{R} : P(X > x) \leq 1 - \beta\} = \inf\{x \in \mathfrak{R} : F_x(x) \geq \beta\}$$

O TVaR define-se como sendo o valor esperado condicionado do resultado, dado que o resultado é inferior ao VaR e analiticamente representa-se por:

$$\text{TVaR}_\beta(X) = E[X \mid X < \text{VaR}_\beta(X)]$$

Em termos gerais, o TVaR é o valor esperado da perda, abaixo de um determinado patamar (VaR), dado que esse patamar foi atingido.

De acordo com as definições anteriores, o VaR e o TVaR serão geralmente valores negativos, na medida em que a aba esquerda da distribuição assumirá geralmente valores negativos (perdas económicas e financeiras), conforme o ilustrado na representação da Figura 2 na página seguinte.

O VaR como medida de risco apresenta diversas vantagens nomeadamente o facto de ser um conceito facilmente assimilável, de fornecer um valor concreto sendo facilmente comparável e de ser uma ferramenta eficaz para a compreensão do risco global das empresas, dado que permite levar em consideração os riscos dos activos e das responsabilidades, bem como as interligações entre ambos.

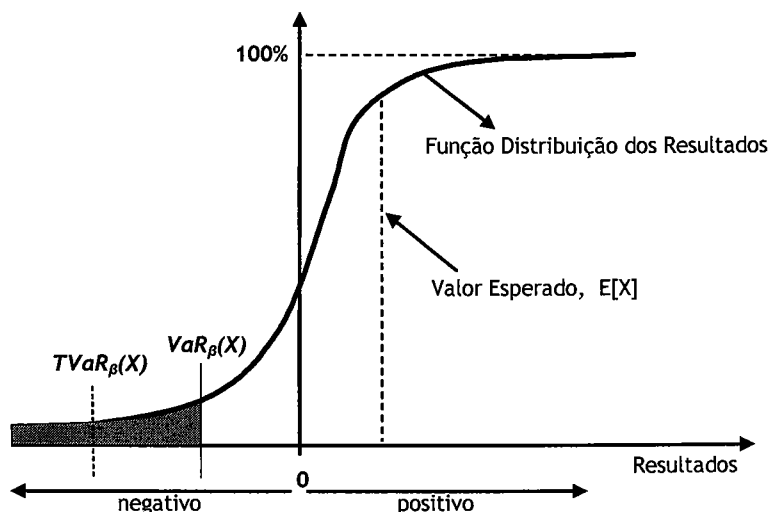


Figura 2 - Esquema gráfico das medidas de risco VaR e TVaR (fonte: Caravina, 2006)

O VaR apresenta, contudo, algumas desvantagens: não é uma medida de risco coerente segundo a definição proposta por Artzner (1999), uma vez que só em determinadas circunstâncias é que o VaR satisfaz o requisito da sub-aditividade e, não diferencia riscos com

comportamentos distintos na cauda. Existem, ainda, situações em que o VaR poderá ser inferior ao montante da perda esperada, tal como é exemplificado em Wirch e Hardy (1999).

O TVaR possui diversas vantagens em relação ao VaR, nomeadamente, satisfaz todos os axiomas de coerência enunciados em Artzner (1999), fornece uma estimativa do montante médio da perda superior ao VaR, sendo uma medida de risco mais conservadora que o VaR. Esta é assim uma medida mais adequada a riscos catastróficos, uma vez que considera, para além das variáveis do VaR, a média acima do percentil de confiança adequando o capital a eventos de baixa frequência e de grande severidade e que se afastem em muito do percentil de confiança.

Apesar do IAA (ver IAA, 2004) ter escolhido o TVaR como medida de risco, o CEIOPS parece inclinado para o uso do VaR como princípio geral para o cálculo do SCR, salientando que poderão ser utilizadas diferentes medidas de risco nos modelos internos. A solução poderá então passar pela adopção de uma medida de risco mista, em que o VaR será utilizado como regra geral com excepções para os riscos de longas caudas que serão modelizados com base no TVaR ou em qualquer outra medida de risco que tenha em conta estas assimetrias.

3.2 PILAR II

Relativamente ao objectivo definido pelo segundo pilar pretende-se que este descreva um conjunto de regras qualitativas para o desenvolvimento de modelos internos de gestão e controlo de risco por parte das autoridades de supervisão. Bons procedimentos de gestão de riscos, em conjunto com recursos financeiros adequados, são factores de primeira linha na protecção de uma companhia de seguros contra a insolvência.

Analisemos os vários âmbitos de que se ocupa este pilar: revisão dos requisitos de gestão (controlo interno e gestão de riscos), revisão do processo de supervisão prudencial, transparência e responsabilidade das autoridades de supervisão.

3.2.1 Revisão dos Requisitos de Gestão

Este subcapítulo tem como objectivo analisar as questões relacionadas com os requisitos de gestão, nomeadamente no que diz respeito à avaliação e gestão do risco e os controlos internos.

A aplicação de uma efectiva gestão interna do risco é considerada a forma mais adequada das seguradoras se protegerem contra a insolvência, uma vez que como o novo modelo de solvência assenta no princípio de sensibilidade ao risco, o requisito de capital será estabelecido de acordo com o perfil de risco da seguradora, isto é, resultará dos riscos assumidos e dos mecanismos existentes na organização para a sua análise, avaliação e mitigação.

No seguimento do trabalho realizado pelo grupo de Madrid dos serviços da Comissão (para a análise dos sistemas de controlo interno) foi emitida pelo ISP uma norma (Norma Regulamentar n.º 14/2005-R) acerca dos princípios aplicáveis ao desenvolvimento dos sistemas de gestão de riscos e de controlo interno das empresas de seguros, com vista a prepará-las para a avaliação do risco.

O CEIOPS defende uma política de controlo interno como um sistema de processo contínuo realizado pelo *board of directors* (entidade com a responsabilidade final e total de assegurar o estabelecimento, manutenção e monitorização de um sistema adequado e eficaz de controlo interno, demonstrando a importância deste a todos os colaboradores) e pelo *senior management* (responsável pela implementação do sistema de controlo interno de acordo com as indicações estabelecidas pelo *board of directors*), com vista à garantia de uma gestão sã dos riscos no âmbito da gestão de apólices, sinistros e provisões técnicas, programas de resseguro, entre outros.

O controlo interno deverá fortalecer o ambiente operacional interno da empresa de seguros, aumentando a sua capacidade de lidar com eventos internos e externos e descobrir possíveis falhas nos processos e estrutura.

Ao nível da gestão do risco pretende-se que a seguradora compreenda a natureza e dimensão do risco assumido e das estratégias definidas pela administração para a sua gestão, dispondo de orientações claras (incluindo os limites de risco aceite) e de processos que permitam lidar com riscos excessivos. Pretende-se ainda que se realizem periodicamente auditorias internas e que se assegure a adaptação da gestão às estratégias e circunstâncias, que se disponham de regras que desencorajem excessivos compromissos financeiros ou riscos assumidos e que se imponha, com carácter regular, a realização de *stress tests* (testes de cenário e de sensibilidade que não pretendem substituir os requisitos de capital mas sim complementá-los) por forma a conhecer o impacto nas maiores fontes de risco, sob várias condições.

Um ponto bastante importante no âmbito da revisão dos requisitos de gestão prende-se com a inclusão de princípios de *governance*⁶ apropriados, também no sentido de aumentar a protecção dos segurados e beneficiários, facilitando a tomada de decisão e reduzindo assim a probabilidade e o impacto da existência de inconformidades.

3.2.2 Processo de Supervisão Prudencial

A este nível defende-se, com vista à facilitação da comunicação entre as autoridades de supervisão e à promoção da convergência prudencial, que estas autoridades deveriam beneficiar de um enquadramento comum para a avaliação da gestão das empresas, salvaguardando, no entanto, possíveis adaptações que traduzissem características específicas dos diferentes mercados europeus.

Pretende-se que o processo de supervisão inclua uma análise a longo prazo das seguradoras por forma a avaliar as suas situações financeiras (a longo prazo) e que permita a identificação atempada de problemas e/ou irregularidades num conjunto de áreas, nomeadamente a qualidade dos activos, as práticas contabilísticas e actuariais, a qualidade da subscrição, a avaliação das provisões técnicas, resseguro e gestão de risco, entre outros.

⁶ Uma governança corporativa (*corporate governance*) é o sistema pelo qual as sociedades empresariais são dirigidas e monitoradas pelo mercado de capitais, envolvendo os relacionamentos entre accionistas, conselho, directoria e auditoria. Descreve o processo de tomada de decisão e de implementação ou não implementação das decisões tomadas.

Uma análise futura individual às seguradoras deverá avaliar, no mínimo, a conformidade da empresa com os requisitos legais, os sistemas de controlo interno, a natureza da actividade desenvolvida pela seguradora, a conduta técnica do negócio, da organização e da gestão, a política comercial, a qualidade e segurança do resseguro coberto, o relacionamento da seguradora com entidades externas (nomeadamente com entidades em outsourcing do mesmo grupo), a solidez financeira (nomeadamente das provisões técnicas) e a conformidade da gestão com os requisitos de *governance*.

3.2.3 Instrumentos Quantitativos

No novo regime de solvência, os supervisores deverão dispor de meios e métodos necessários à identificação dos riscos emergentes que afectem, ou possam afectar, a segurança financeira de uma seguradora. Assim, neste capítulo pretende-se que os instrumentos quantitativos necessários à realização do processo de supervisão sejam fixados, uniformizados e legislados (em muitos casos).

Estes instrumentos deverão incluir no mínimo:

- indicadores de alarme (poderão assumir uma natureza qualitativa ou quantitativa e têm como objectivo alertar as autoridades de supervisão atempadamente, relativamente a alteração dos principais parâmetros financeiros da seguradora);
- *stress tests* (utilizados para quantificar os efeitos de determinado choque, isto é, uma mudança repentina de um factor de risco com as respectivas implicações sobre a estrutura financeira da seguradora);
- testes de sensibilidade e análises de cenários (a análise de sensibilidade contemplará apenas um factor de risco ou um pequeno número de factores de risco fortemente correlacionados, enquanto que a análise de cenários assume diversos factores de risco em simultâneo, bem como das medidas tomadas pela seguradora para a gestão do riscos, providenciando assim uma visão mais global);
- projecções que avaliem a elasticidade a longo prazo e estatísticas de mercado comuns que permitam realizar benchmarking entre seguradoras.

Estes instrumentos deverão ser aplicados com uma frequência suficiente para permitir detectar deteriorações rápidas e deverão ser capazes de providenciar indicadores de alarme, não apenas de curto prazo mas também de longo prazo.

Ainda neste âmbito, e relativamente aos acréscimos de capital, as autoridades de supervisão podem, embora em situações excepcionais, exigir às empresas de (res)seguros um acréscimo do requisito de capital na sequência do seu processo de apreciação.

Embora o objectivo da fórmula standard seja apreender o perfil de risco da maioria das empresas, pode haver casos em que o modelo padrão não reflecta inteiramente um perfil de risco muito específico de uma determinada empresa. No caso de existirem falhas significativas no modelo interno parcial ou integral, ou falhas importantes no sistema de governo que levem a um aumento dos requisitos de capital, as entidades de supervisão devem garantir que todos os esforços são realizados com vista à sua correcção.

3.2.4 Transparência e Responsabilidade das Autoridades de Supervisão

O tema da transparência está intimamente relacionado com a responsabilidade da supervisão e com a proposta para o reconhecimento de poderes explícitos da supervisão.

Assim, deverão ser estabelecidos princípios para garantir a transparência das medidas de supervisão face ao mercado, como por exemplo detalhes sobre a sua organização interna (estrutura, funcionamento e responsabilidades) ou textos sobre os regulamentos e princípios administrativos, critérios gerais e metodologias utilizadas no processo de supervisão.

As regras de transparência deverão ser disponibilizadas ao público por parte da entidade supervisora, abrangendo tanto as entidades supervisionadas e os profissionais do sector como o público em geral.

3.3 PILAR III

Com este pilar pretendem-se estabelecer requisitos de informação que deverão ser divulgados pelas seguradoras ao mercado, no que diz respeito aos sistemas de gestão de risco

implementados, às principais exposições ao risco, à adequabilidade do capital e dos recursos próprios e ao resultado das análises de tensão ou resistência, *stress tests*, efectuadas aos activos e às provisões técnicas.

Para além de requisitos quantitativos e qualitativos previstos nos pilares I e II, a apresentação e divulgação de informação, no âmbito do terceiro pilar, constituirá outro elemento de relevo da futura arquitectura prudencial no domínio dos seguros na UE, uma vez que se espera que desta forma sejam incentivadas as boas práticas na indústria seguradora.

No entanto, como se pode perceber, os trabalhos a este nível estão bastante dependentes das medidas adoptadas para os pilares I e II e dos trabalhos em curso no âmbito do projecto das normas internacionais de contabilidade (nomeadamente a nível da International Association of Insurers Supervisors (IAIS) e do International Accounting Standards Board (IASB), bem como os trabalhos de Basileia II), de forma a evitar a sobrecarga administrativa por parte das seguradoras.

O 3º pilar deverá reforçar o 2º pilar no princípio "atitude justa" relativamente aos tomadores de seguro, no que diz respeito, por exemplo, à sua política de distribuição de lucros e à informação a fornecer a esses tomadores de seguro. Para isso, deverá ser dado grande relevo à divulgação da informação, pois a indústria seguradora será monitorizada pelos mercados financeiros e agências de rating, de forma a criar transparência no mercado e este poder interpretar e avaliar as informações disponibilizadas.

Deverá, no entanto, ponderar-se cuidadosamente a necessidade de divulgação pública de determinadas informações, em especial no caso das empresas confrontadas com problemas na satisfação dos requisitos regulamentares, cuja situação poderá ficar seriamente agravada pela mera publicação de tais informações.

3.4 ESTUDOS DE IMPACTO QUANTITATIVO

Os exercícios de estudo de impacto quantitativo, denominados por QIS (Quantitative Impact Study), surgiram por iniciativa da Comissão Europeia tendo em vista principalmente a recolha

de elementos necessários para a construção de um novo modelo de solvência. A recolha de informação tem-se realizado ao nível micro-económico e de estabilidade financeira das seguradoras e autoridades de supervisão, mercado segurador e consumidores e avaliação da aplicabilidade das metodologias, parâmetros e cenários que foram sendo propostos nos pareceres técnicos emitidos pelo CEIOPS em resposta às *call for advices*⁷ solicitadas pela Comissão.

Os vários QIS que foram sendo realizados, três até ao momento, perspectivando-se um quarto para o final deste ano, são certamente um dos grandes desafios do projecto Solvência II, estando o seu sucesso fortemente relacionado com o empenho e participação do mercado segurador. Daí que, apesar do seu carácter facultativo, todas as empresas são fortemente incentivadas a participar, independentemente da sua dimensão e/ou grau de sofisticação.

A Comissão Europeia pretendia, acima de tudo, que o contacto, o mais cedo possível, com questões e metodologias defendidas, que poderiam vir a ser utilizadas no futuro, dotasse as seguradoras participantes de ferramentas e de conhecimentos que lhes permitisse a obtenção de uma consciencialização atempada e de uma postura mais competitiva e pró-activa.

A aprovação da directiva de Solvência a adoptar está a cargo do Parlamento Europeu, que terá altamente em conta as conclusões emanadas dos estudos de impacto quantitativo.

3.4.1 Preparatory Field Study

Foi realizado em Junho de 2005 um teste preliminar denominado de *Preparatory Field Study*, PFS, direccionado apenas para seguradoras do ramo vida.

Este teste teve como principal objectivo, além de recolher informação para o desenvolvimento de inquéritos futuros, analisar a capacidade de resposta das seguradoras do referido ramo no que diz respeito ao impacto proveniente dos activos e responsabilidades ao justo valor e avaliar as repercussões ao nível do capital e da margem de solvência provenientes da aplicação de *stress tests* pré-definidos.

⁷ Designação dada às questões formuladas pelos serviços da Comissão e respondidas pelo CEIOPS.



Resumidamente, as conclusões tiradas deste teste inicial ao nível dos activos revelaram a existência de dois cenários: por um lado os países que já valorizam os activos ao valor de mercado, não registando por isso grandes oscilações (caso de Portugal), por outro, os países que ainda valorizam os activos com base em métodos locais e que mantêm os activos, por norma, num valor inferior ao do mercado.

Relativamente aos passivos os resultados não foram homogéneos, tendo-se registado, de uma forma geral, um decréscimo dos montantes que poderá ser justificado pela existência de diversas margens prudenciais no cálculo actual das provisões técnicas, pela ausência de uma margem de risco na provisão ou pela ausência, em muitas das companhias, de uma avaliação das participações nos resultados.

Em relação aos *stress tests*, foram elaborados dois diferentes testes (moderado e severo) para os diversos tipos de riscos identificados (risco da taxa de juro, risco de crédito, risco accionista etc.) e conclui-se que o risco accionista e o de taxa de juro são os que apresentam maior expressão. O risco de taxa de juro enfrenta um *gap* temporal entre responsabilidades e investimentos, apresentando as responsabilidades, por regra, uma duração superior. O risco accionista tem por base a elevada exposição ao risco proveniente das carteiras de acções e dos impactos decorrentes da mudança dos critérios de valorização.

De uma forma geral, os resultados Europeus revelaram a necessidade de maiores requisitos de solvência em relação aos requisitos actuais, situação revelada pelo mercado nacional com a utilização do teste de choque severo construído com base na fórmula linear.

3.4.2 Quantitative Impact Study 1

O primeiro estudo de impacto quantitativo, QIS1, realizou-se durante o Outono/Inverno de 2005 e requeria resposta por parte dos segurados até 31 de Dezembro desse mesmo ano.

Este estudo pretendeu avaliar o nível de prudência das actuais provisões técnicas bem como os impactos provenientes do uso da *best estimate* e dos *percentis* de segurança (percentil 75

e 90) nas provisões técnicas actuais (provisão para sinistros, provisão para prémios não adquiridos e provisão para riscos em curso) dos ramos vida e não vida.

Segundo o estudo realizado pelo CEIOPS (2006a), após este inquérito de impacto quantitativo, Portugal foi o país com maior representatividade, em termos de quota de mercado e, em termos numéricos, foi apenas ultrapassado pelos 3 maiores mercados seguradores europeus representados pela Alemanha, França e Reino Unido.

Da análise dos testes efectuados, para as seguradoras do ramo não vida, foi possível tirar duas conclusões que reflectiam a generalidade dos mercados: uma prudência nas provisões técnicas decorrente do seu cálculo nos moldes actuais e o impacto do desconto na avaliação das responsabilidades (com a aplicação de desconto sobre as responsabilidades, verificou-se uma descida significativa no valor destas entre 10% e 15%, quer ao nível da *best estimate*, quer ao nível do percentil 75).

Apesar das várias limitações inerentes a este estudo (como a não participação de alguns países, o tempo de resposta e a novidade de algumas abordagens testadas) que implicam alguma cautela na interpretação dos resultados finais, pôde concluir-se que uma abordagem de avaliação de responsabilidades baseada na *best estimate* adicionada de uma *risk margin* tende a conduzir a resultados inferiores às actuais provisões e que a admissibilidade do desconto das provisões reduz significativamente o seu valor.

3.4.3 Quantitative Impact Study 2

O segundo teste de impacto quantitativo, designado por QIS2, decorreu entre os meses de Maio e Julho de 2006.

Este inquérito teve como objectivo principal testar a metodologia de cálculo dos requisitos de capital, SCR, designadamente no que diz respeito ao desenho das fórmulas ou cenários a aplicar na determinação das parcelas de capital relativas aos principais tipos de risco presentes na actividade seguradora: risco de mercado, risco de crédito, risco específico de seguros vida e não vida e risco operacional.

É importante ter em atenção que o enfoque do QIS2 não se realizou sobre a calibragem de parâmetros, pelo que os valores obtidos não devem ser interpretados como indicadores dos futuros requisitos quantitativos de solvência, funcionando apenas como indicativos da relatividade de uma avaliação mais sensível e direccionada para os riscos.

O nível de participação das empresas portuguesas, medido pela quota de mercado abrangida, foi bastante positivo, no entanto, em número, apenas pouco mais de metade das seguradoras supervisionadas pelo ISP participou na resposta ao QIS2.

Analisaremos em seguida os principais contornos deste estudo de impacto quantitativo, dando especial atenção ao risco de subscrição não vida, tendo como base informações contidas no site da APS e no documento do CEIOPS (2006b) que contém instruções para o preenchimento deste estudo de impacto quantitativo, e que pode ser consultado com vista a um maior detalhe.

Os pressupostos para os activos baseiam-se numa avaliação tendo em conta o seu valor de mercado ou com base em abordagens alternativas, que utilizem de forma consistente a informação relevante disponível no mercado.

Relativamente à avaliação das provisões técnicas esta foi efectuada também com base em valores de mercado ou com base na *best estimate* (que corresponde ao valor esperado do valor actual dos *cash-flows*⁸ futuros) adicionada a uma margem de risco.

Era pedido que as responsabilidades fossem calculadas com e sem desconto por forma a avaliar o impacto causado por este, em que o desconto deveria ser efectornado com base numa taxa de juro sem risco fornecida pelo CEIOPS.

Para o cálculo da margem de risco a abordagem pelo percentil 75 era obrigatória e, opcionalmente, as seguradoras podiam também calculá-la pela metodologia já apresentada do CoC, *Cost of Capital*. A margem de risco correspondia, assim, à diferença entre o valor do

⁸ Os cash-flows devem ser calculados com base em pressupostos actuariais considerados realistas, devem incluir as despesas administrativas expectáveis e reflectir desenvolvimentos demográficos, legais, médicos ou outros.

percentil 75 da distribuição estatística para o valor da responsabilidade e o valor da *best estimate* para essa mesma responsabilidade.

No que toca ao cálculo de SCR, o CEIOPS decidiu fazer uma divisão da fórmula standard em módulos, como exemplificado na Figura 3.

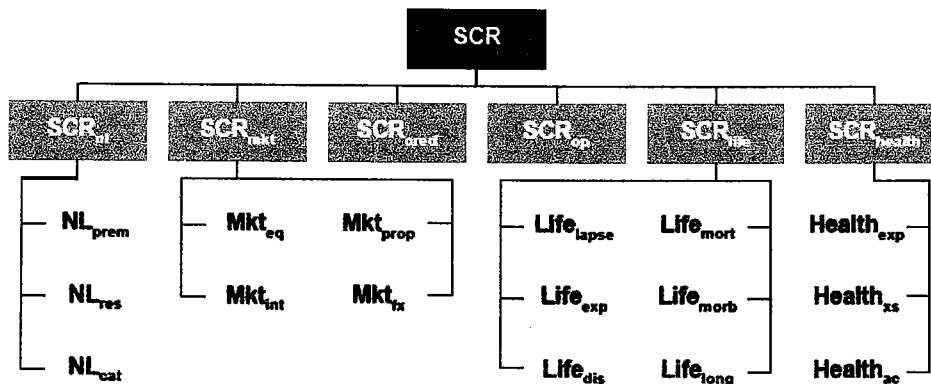


Figura 3 - Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS2 (fonte: CEIOPS, 2006)

Para o CEIOPS, os requisitos de capital de solvência deveriam, então, ser calculados para as grandes classes de risco seguintes:

- Risco de Subscrição Não Vida - SCR_{nl} ;
- Risco de Mercado - SCR_{mkt} ;
- Risco de Crédito - SCR_{cred} ;
- Risco Operacional - SCR_{op} ;
- Risco de Subscrição Saúde⁹ - SCR_{health} ;
- Risco de Subscrição Vida - SCR_{life} .

Em cada um dos módulos pretenderam testar-se individualmente várias hipóteses, nomeadamente a diversificação entre riscos/módulos (utilizando uma matriz de correlação com orientações pré-definidas), a independência completa entre todos os riscos/módulos e a inexistência de diversificação entre os riscos/módulos. Para tal, esse teste podia ser baseado em cenários e/ou factores.

Uma abordagem baseada em cenários implica que cada seguradora defina um conjunto de cenários que descrevam o mais adequadamente possível um qualquer desenvolvimento

⁹ Tal como acontece na Alemanha, o CEIOPS reconheceu a necessidade de tratar separadamente este ramo.

adverso do risco que esteja a ser modelado. Enquanto que uma abordagem em factores, embora possa ser menos adequada para descrever eventos extremos ou catastróficos, torna-se mais exequível no desenvolvimento e aplicação de uma fórmula standard.

Relativamente ao *risco de mercado*, este provém do nível de volatilidade do preço de mercado de instrumentos financeiros e é dividido em quatro sub-riscos: risco de taxa de juro, Mkt_{int} , risco accionista, Mkt_{eq} , o risco imobiliário, Mkt_{prop} , e o risco cambial, Mkt_{fx} . Neste âmbito pretende quantificar-se o impacto de alterações nas diversas variáveis financeiras, testando a diversificação entre cada um dos sub-riscos recorrendo a uma matriz de correlações.

O módulo do *risco de crédito* engloba o risco de falência (ou *default*) e de alteração na qualidade do crédito dos emitentes de obrigações, resseguradores e intermediários e foi tratado no QIS2 através de uma abordagem em factores.

No módulo do *risco operacional* são estudados os riscos de perda associados a falhas (ou inadequação) de processos internos, a falhas de pessoal, a falhas de sistemas e a falhas resultantes de eventos externos. Para mensurar este risco aplicou-se uma fórmula, considerando o valor dos prémios adquiridos e o valor das provisões.

Neste estudo de impacto quantitativo o *risco de subscrição vida* foi dividido em 6 sub-riscos: o risco de mortalidade, $Life_{mort}$, o risco de longevidade, $Life_{long}$, o risco de invalidez, $Life_{morb}$, o risco de incapacidade, $Life_{dis}$, o risco de descontinuidade/anulação, $Life_{lapse}$, e o risco de despesas, $Life_{exp}$. Tal como no risco de mercado pretende-se testar a diversificação entre cada um dos sub-riscos recorrendo a uma matriz de correlações.

No *risco de subscrição saúde*, o requisito de capital final para este módulo será dado pela agregação dos requisitos de capital calculados em separado para três diferentes grupos: riscos de despesas, $Health_{exp}$, risco de perdas/mortalidade/cancelamentos excessivos, $Health_{xs}$, e risco de epidemia/acumulação, $Health_{ac}$.

Finalmente, no que toca ao *risco de subscrição não vida*, considerou-se uma divisão em 3 sub-riscos: risco de prémios, NL_{prem} , risco de reservas, NL_{res} , e risco catastrófico, NL_{cat} . Os dois

primeiros foram modelados recorrendo a uma abordagem em factores e o último a uma abordagem por cenários. Estes riscos são posteriormente agregados utilizando uma matriz de correlação, com vista à determinação do requisito de capital final.

No risco de prémios o CEIOPS pretendeu testar duas diferentes formas de cálculo, uma com dados do mercado e outra com os dados específicos da seguradora. Já no risco de reservas, o cálculo do requisito de capital foi apenas efectuado recorrendo a dados relativos à volatilidade do mercado.

Se os cálculos fossem efectuados com os dados do mercado o CEIOPS defende que deveria existir um parâmetro no cálculo do rácio combinado de cada linha de negócio que reflectisse a dimensão da empresa e conseqüente a estabilidade na sua experiência de sinistros (assumindo que maiores carteiras têm uma maior estabilidade na sua experiência de sinistros) e que se designou por “factor de tamanho” (*size factor*).

Se os cálculos fossem efectuados com base nos dados da companhia, deveria ser adicionado um “factor de credibilidade” que dependeria do número de rácios combinados históricos utilizados pela companhia para cálculo da média e desvio padrão destes.

Relativamente ao risco catastrófico analisaram-se duas abordagens diferentes, por cenários e via “perda de mercado” (onde é estimada pelo supervisor uma situação de perda total do mercado, bem como a quota de mercado de cada segurador para o segmento/risco analisado).

Para o cálculo dos requisitos mínimos de capital de solvência, MCR, utilizaram-se no QIS2 muitos dos outputs utilizados no cálculo do SCR, reduzidos em valor através da aplicação de factores (resultando em requisitos de capital menos conservadores). Pretendeu-se ainda que fossem utilizados os pressupostos de correlação utilizados para efeitos do cálculo do SCR. É de notar que o risco operacional foi excluído para o cálculo do MCR.

O CEIOPS reconhece que os parâmetros e pressupostos utilizados neste teste estão ainda numa fase muito inicial da sua calibração e não devem ser considerados como definitivos, nomeadamente no que diz respeito, por exemplo, à medida de risco utilizada para o cálculo

do SCR (neste QIS foi utilizada, como medida mais apropriada, o TVaR com nível de confiança de 99%). No entanto, apesar das devidas reticências, há algumas conclusões que podem ser tidas em conta.

Assim, no que diz respeito a Portugal, segundo ISP (2007a), os resultados do QIS2 apontaram, em termos médios, para uma tendência de redução das provisões técnicas e de um aumento dos requisitos de capital, verificando-se, no entanto, dispersões importantes entre empresas. Verificou-se, ainda, que a carga de capital para as empresas do ramo não vida é bastante influenciada principalmente pelo risco específico de seguros.

Como pontos a melhorar, requerendo maior reflexão em exercícios seguintes, o ISP apontou o aumento de detalhe das orientações técnicas emitidas pelo CEIOPS e a revisão dos parâmetros que, apesar do carácter indicativo foram considerados excessivos, designadamente os relativos aos riscos de mercado e específicos de seguros vida e não vida.

Acima de tudo, o exercício QIS2 veio mostrar a importância da recolha, tratamento e interpretação da informação estatística no negócio segurador e dos seus riscos pelas empresas, revelando as dificuldades que o mercado segurador europeu, em geral, e o português, em particular, enfrentam em termos de recursos e de quantidade e qualidade da informação sobretudo para as empresas de menor dimensão.

3.4.4 Quantitative Impact Study 3

O último estudo de impacto realizado até ao momento, o QIS3, realizou-se entre os meses de Abril e Julho do corrente ano.

Este teve como enfoque principal a estrutura, o desenho e a calibragem dos métodos de cálculo para as provisões técnicas, para o MCR e para a fórmula standard de cálculo do SCR, a qual deverá apresentar um desenho bastante mais próximo da fórmula final.

Quando comparado com o QIS2, quase todas as considerações que se referiram anteriormente relativamente aquele inquérito se mantêm neste terceiro estudo de impacto quantitativo.

Tendo em conta o documento do CEIOPS (2007) e, analisando mais especificamente as seguradoras do ramo não vida, as principais alterações registaram-se nos seguintes aspectos:

- Provisões técnicas calculadas sem a aplicação de qualquer tipo de prudência e com imputação de desconto nos cash-flows à taxa de juro sem risco;
- Imputação de custos administrativos futuros (tendo em conta a inflação prevista para o mesmos) e de despesas associadas aos prémios futuros no cálculo da best estimate;
- Cálculo da best estimate líquida e ilíquida de resseguro, assumindo que o ressegurador não corre risco de default;
- Aceitação da metodologia do CoC com um factor de 6% para o cálculo da MVM em detrimento da abordagem por percentis;
- Remoção dos “size factors” considerados muito penalizadores na calibração do risco de subscrição não vida;
- Aceitação do VaR como medida de risco a considerar na fórmula standard, com um grau de confiança de 99,5%, em detrimento da medida TVaR, com um nível de confiança de 99%;
- Alteração da fórmula standard para o cálculo do SCR, separando o risco operacional de todos os outros risco considerados;
- Divisão da fórmula standard para o cálculo do requisito de capital em diferentes factores de risco e, alguns destes também subdivididos de forma diferente, como se pode observar na Figura 4 da página seguinte, e comparando com a Figura 3 anteriormente exposta.

Para o CEIOPS as grandes classes de risco consideradas para efeitos do QIS3 foram as mesmas que se consideraram no estudo de impacto anterior, no entanto, como já foi referido, estas foram subdivididas de diferentes formas. Assim, tem-se:

- O risco de Subscrição Não Vida, SCR_{nl} , que foi subdividido em risco de prémios e reservas (foram englobados os dois riscos para determinação de um requisito de capital conjunto), NL_{pr} , e risco catastrófico, NL_{cat} ;
- O risco de Mercado, SCR_{mkt} , que foi dividido em 6 sub-riscos: risco accionista, Mkt_{eq} , risco imobiliário, Mkt_{prop} , risco de taxa de juro, Mkt_{int} , risco de spread, Mkt_{sp} , risco de concentração, Mkt_{ct} e risco cambial, Mkt_{fx} ;
- O risco de Default, SCR_{def} , anteriormente designado por risco de Crédito;

- O risco de Subscrição Saúde, SCR_{health} , que manteve a mesma subdivisão;
- O risco de Subscrição Vida, SCR_{life} , que deixou de contemplar o risco de invalidez passando a ter em conta, além de todos os outros, o risco de revisão¹⁰ e o risco de eventos catastróficos;
- E o risco Operacional, SCR_{op} , tratado separadamente.

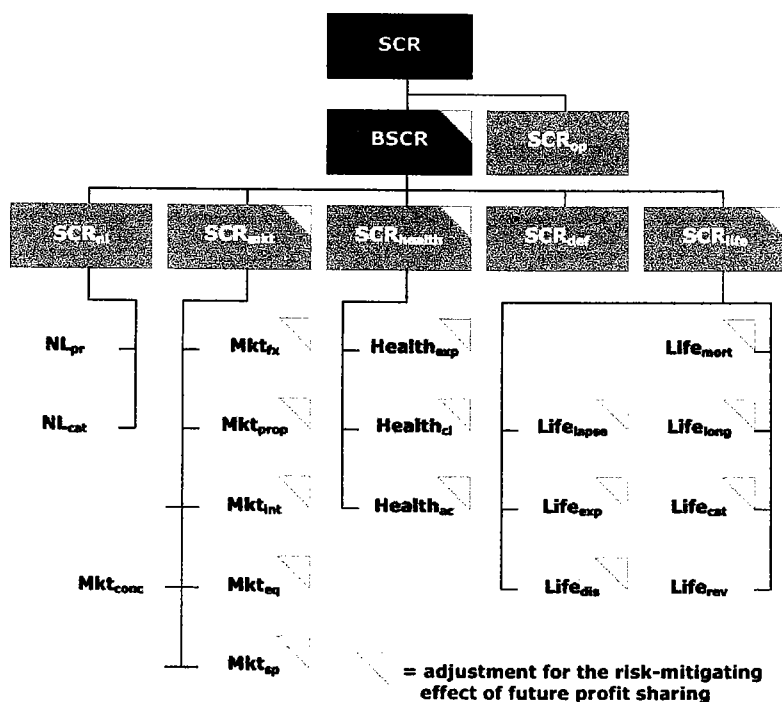


Figura 4 - Decomposição do SCR em módulos de risco no QIS3 (fonte: CEIOPS, 2007)

Tendo em conta os riscos descritos, o SCR, segundo a última fórmula standard, é dado da seguinte forma:

$$SCR = BSCR + SCR_{op}$$

O SCR_{op} é dado, tal como no QIS2, como uma percentagem das provisões técnicas e dos prémios adquiridos, embora determinado por uma diferente fórmula (ver CEIOPS, 2007).

O BSCR, que representa o capital de solvência básico é calculado tendo em conta o seguinte:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{r,c} CorrSCR_{r,c} \cdot SCR_r \cdot SCR_c} - \min \left(\sqrt{\sum_{r,c} CorrSCR_{r,c} \cdot KC_r \cdot KC_c}, FDB \right)$$

em que,

$CorrSCR_{r,c}$ - matriz de correlação dos vários riscos considerados (excluindo o operacional);

¹⁰ O risco de revisão visa a obtenção do risco adverso da variação do montante das anuidades como resultado de revisões antecipadas nos processos de sinistros.

SCR_r, SCR_c - cargas de capital individual de cada risco considerado para o SCR (excluindo o operacional);

KC_r, KC_c - efeito de mitigação do risco para o SCR individual de cada risco (excluindo os operacional, subscrição não vida e crédito) por partilha com os tomadores;

FDB - *Future Discretionary Benefits* - montante das provisões técnicas correspondentes a benefícios futuros (máximo da dedução por efeito de mitigação do risco).

No que diz respeito ao capital mínimo, MCR, este pode ser calculado recorrendo à fórmula:

$$MCR = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrMCR_{r,c} \cdot MCR_r \cdot MCR_c} - RPS$$

onde,

$CorrMCR_{r,c}$ - matriz de correlação dos vários riscos considerados;

MCR_r, MCR_c - cargas de capital individual de cada risco considerado para o MCR;

RPS - *Reduction for Profit Sharing* - montante das provisões técnicas correspondentes.

Para o cálculo do MCR foram excluídos o risco de crédito, que não foi considerado significativo dados os resultados obtidos no QIS2 e o risco operacional que, apesar de ter sido considerado significativo, foi excluído por não existir uma forma simples de o calcular.

O cálculo do MCR tem ainda em consideração determinados patamares (três patamares: 1 milhão, 2 milhões e 3 milhões Euros) consoante o tipo de riscos que a Companhia explora (à semelhança do actual Fundo de Garantia Mínimo), designado por AMCR, Absolut Minimum Capital Requirement. Assim, o MCR final é dado por:

$$MCR|_{AMCR} = \max\{MCR; AMCR\}$$

Para maior detalhe relativamente à fórmula de cálculo do requisito de capital e do capital mínimo de cada um dos diferentes riscos consultar CEIOPS (2007).

Relativamente ao risco de subscrição não vida foi efectuada uma segmentação por linhas de negócio (Lines of Business, LoB) com vista à avaliação do passivo da seguradora. Essa

segmentação, baseada na directiva 91/674/CEE, foi já utilizada no anterior estudo de impacto quantitativo, não desta forma, no entanto.

A divisão foi então feita da seguinte forma:

- Acidentes e Doença - Acidentes de Trabalho;
- Acidentes e Doença - Doença;
- Acidentes e Doença - Outros;
- Automóvel - Responsabilidade Civil;
- Automóvel - Outras Classes;
- Marítimo, Aéreo e Transportes;
- Incêndio e Outros Danos;
- Responsabilidade Civil Geral;
- Crédito e Caução;
- Despesas Legais;
- Assistência;
- Outros seguros não vida.

Uma nota importante a fazer neste último estudo de impacto quantitativo refere-se ao tratamento dado à segmentação de Acidentes de Trabalho. A autoridade de supervisão portuguesa conseguiu junto do CEIOPS que este produto fosse tratado de uma forma independente, visto ser uma especificidade apenas de alguns países, nos quais Portugal se engloba. Assim, relativamente ao risco de reservas (no que diz respeito a pensões, assistência vitalícia, capitais de remição e restantes prestações), a solução encontrada, pelo menos para já, foi tratar este produto como um segmento do ramo vida (ver ISP, 2007b).

Para efeitos deste exercício de impacto quantitativo foi emitida pelo ISP outra nota técnica (ver ISP, 2007c), desta feita relativa ao tratamento do risco catastrófico/eventos extremos no risco de subscrição não vida.

Nas instruções para resposta ao QIS3, o CEIOPS apelava à consideração, por parte das companhias de seguros, de 3 diferentes tipos de cenários para a modelação deste risco, com vista a uma posterior agregação: um cenário regional a propor pela entidade de supervisão de

cada país, um cenário transregional proposto pelo CEIOPS e cenários “man-made”, para os quais o CEIOPS apresentou alguns exemplos.

No que diz respeito ao cenário regional, e à semelhança do que já tinha sido proposto no QIS2, o ISP considerou a ocorrência de um sismo no território português, com impacto, no mínimo, para os seguros do ramo Incêndio e Outros Danos e com cobertura específica de fenómenos sísmicos. Relativamente ao montante de perdas atribuível a cada empresa, este corresponderá ao produto da soma dos capitais em risco pelo factor de 1,11%, que corresponde à perda máxima esperada (Probable Maximum Loss, PML%) estimada para um período de retorno de 250 anos.

Para este cenário o requisito de capital é calculado da seguinte forma:

$$NL_{\text{CAT-REG}} = \max(f \cdot PML_{\%} \cdot CR - X_2; 0) + \min(f \cdot PML_{\%} \cdot CR; X_1)$$

onde,

CR - o montante total de capitais em risco no universo de seguros com cobertura de fenómenos sísmicos;

f - factor de retenção aplicável, baseado no programa de resseguro da empresa;

X₁ e *X₂* - limites inferior e superior, respectivamente, para os tratados de resseguro do tipo CAT Excess of Loss que a empresa detenha.

O cenário transregional proposto pelo CEIOPS foi a consideração de uma tempestade europeia, evento que aconteceria uma vez em cada 200 anos.

Como exemplo de cenários “man-made” o CEIOPS propôs um acidente automóvel extremo que proporcionasse a colisão de um comboio e originasse a perda de inúmeras vidas ou que resultasse numa contaminação química, ou um ataque terrorista ou o despenhamento de um avião no local de um grande evento musical ou desportivo que envolvesse um elevado número de pessoas.

Relativamente ao QIS3 não foram ainda emitidos quaisquer resultados ou conclusões por parte do CEIOPS, entidade que ficou encarregue de fazer este tipo de estudos junto das seguradoras com vista à emissão de novas directivas de solvência por parte da Comissão Europeia.

No entanto, outras entidades já se pronunciaram antecipadamente tentando fazer uma reflexão geral das considerações levadas a cabo neste exercício de impacto quantitativo.

Uma dessas entidades é o Comité Européen des Assurances (CEA) que manifesta a sua preocupação em alguns aspectos (ver CEA, 2007), nomeadamente no que diz respeito à adequabilidade do factor na metodologia CoC, ao não reconhecimento dos lucros/perdas esperados do negócio não vida (que tinha sido considerado no QIS2), à necessidade de mais indicações para o preenchimento do questionário e de, provavelmente, maior simplificação no tratamento dos riscos de *default*, concentração e spread, à calibração dos factores para o risco de subscrição não vida (que pelo facto de serem baseados em dados da Alemanha e do Reino Unido podem não reflectir a realidade dos outros mercados) e à abordagem do risco operacional (que parece demasiado mecânica e simplista).

A APS refere ainda outros aspectos a ter em atenção como sejam a consolidação da abordagem adoptada para a segmentação de Acidentes de Trabalho (que talvez justificasse um módulo de risco específico à semelhança do Saúde), a insuficiência de orientações fornecidas relativamente aos elementos elegíveis de capital e a abordagem modular adoptada para o cálculo do MCR (que não se revela simples nem objectiva, podendo conduzir a resultados desajustados em que MCR pode ser superior ao SCR). Relativamente a este último ponto, a APS refere a abordagem proposta pela CEA como sendo mais adequada e que sugere que o MCR seja dado por 1/3 do SCR (ver site da CEA).

Um aspecto que também é apontando como precisando de maior calibração é o resseguro. Sendo este um dos principais instrumentos de mitigação do risco à disposição das seguradoras, a forma como ele se reflecte na solvência da companhia revela-se de grande importância. Por isso, pretende-se que o modelo de solvência tenha em conta, o mais possível, a forma como cada companhia faz uso dele.

No Anexo 3 podem observar-se as matrizes de correlação dos vários riscos, bem como ver em resumo os principais resultados obtidos por aplicação do QIS3 à empresa tomada como exemplo na aplicação prática deste trabalho.

Como se pode verificar, pela observação dos quadros de resumo apresentados no Anexo 3, a Companhia de Seguros apresenta resultados de solvabilidade através da aplicação do modelo sugerido no QJS3, demonstrando uma taxa de cobertura da margem de solvência de 111,1%. Quando comparado com o modelo de Solvência I nota-se um decréscimo no valor da margem de solvência. Apesar desta situação não ser a obrigatoriamente esperada, o resultado obtido, já era de alguma forma aguardado, reflectindo a maior exigência contida no novo projecto de solvência no que diz respeito à percepção dos riscos incorridos pelas seguradoras.

4 OUTROS SISTEMAS DE SOLVÊNCIA

Como já se referiu, nem todos os sistemas de solvência dentro da UE seguem da mesma forma a linha do modelo de Solvência I que vigora de momento em Portugal, baseado num só factor de risco. Como exemplo disso temos o caso do Reino Unido, que utiliza uma abordagem baseada em factores múltiplos de risco; da Holanda, que utiliza um modelo que quantifica exaustivamente os riscos e suas correlações; da Noruega, que adoptou um sistema dual que combina o modelo baseado em rácios fixos que vigora actualmente na UE com um sistema “risk-based” baseado na regulamentação do sector bancário; ou da Finlândia, que optou pela utilização de um modelo prospectivo¹¹ para calcular os requisitos de solvência das seguradoras (ver Leflaive (2001) e ver também Comissão Europeia (2002) para mais informações sobre o sistema Finlandês).

Fora da UE, outros modelos se destacam, como são os casos da Suíça ou da Austrália (semelhante ao da Holanda), ou dos Estados Unidos da América e Japão (modelo baseado em factores múltiplos de risco).

Seguidamente apresentar-se-ão alguns modelos de solvência existentes em países onde vigora um regime de solvência diferente do Solvência I, com o intuito de, posteriormente, fazer uma análise comparativa entre estes e o modelo Solvência II.

4.1 OS SISTEMAS RISK-BASED CAPITAL FORA DA UNIÃO EUROPEIA

O princípio subjacente ao sistema de RBC, Risk Based Capital, é de que as Companhias de Seguros passem a ter em conta não apenas um ou dois factores de risco, mas sim o máximo de riscos a que a Seguradora está exposta passando-se a atribuir um requisito mínimo de capital a cada um desses riscos: risco de seguros (provisões técnicas, pricing adequado, liquidez, etc.), risco de investimento (risco de taxa de juro, risco de crédito, etc.) e outros riscos

¹¹ Os métodos prospectivos apoiam-se na utilização nos dados históricos da companhia (experiência passada) mas tendo também em conta possíveis alterações do perfil da empresa, como a taxa de renovação das apólices, por exemplo, e tendências futuras do mercado, como o retorno futuro dos investimentos, ou a volatilidade das perdas. Tanto os modelos “fixed-ratio” como os modelos “risk-based” são retrospectivos uma vez que utilizam apenas os dados históricos da companhia para calcular os requisitos de solvência (Leflaive, 2001).

(risco comercial e risco de gestão). Não sendo um modelo interno, pretende ajustar-se às características e exposição ao risco de cada companhia.

O termo “risk-based capital” é normalmente associado, num sentido um pouco limitado, ao sistema de solvência utilizado nos Estados Unidos, excluindo outros sistemas.

No entanto, há que fazer distinção entre o termo “risk-based capital” e o sistema de solvência denominado por Risk Based Capital: há vários sistemas de solvência baseados no risco, mas apenas o dos EUA se denomina como tal.

4.1.1 O Sistema de Solvência nos Estados Unidos da América

Nos anos 90, a National Association of Insurance Commissioners (NAIC), desenvolveu nos Estados Unidos um sistema de solvência baseado no risco, designado por Risk Based Capital, RBC, que serviu de base a sistemas implantados posteriormente noutros países, como o Canadá, a Austrália (ramo não vida) e o Japão (ramo vida).

Este novo regime prudencial fez parte de um vasto plano para racionalizar e harmonizar as regras aplicáveis às companhias de seguros nos diferentes estados federais dos EUA e define dois diferentes tipos de requisitos de capital: “statutory minimum capital and surplus requirement” e “risk based capital requirements”.

O primeiro representa a margem mínima de solvência requerida pela seguradora, valor que é definido por cada estado membro independentemente.

O “risk based capital requirements” foi, inicialmente, desenhado para reflectir mais fielmente a dimensão e a exposição ao risco das seguradoras. Posteriormente, o ajustamento do RBC com base na dimensão da companhia foi abandonado.

O modelo adoptado atribui um requisito de capital a cada um dos principais riscos incorridos pela empresa, combinando os requisitos de capital atribuídos aos diversos riscos para obter o requisito de capital total (efectuando ajustamentos de covariância por forma a poder reflectir a correlação entre eles, ver Anexo 4).

Neste modelo, o rácio entre o capital efectivamente existente e o requisito de capital obtido pelo RBC determina o nível de intervenção por parte da autoridade de supervisão. No entanto, a NAIC não permite que este rácio seja utilizado como medida da robustez financeira das Companhias de Seguros Americanas, pois não foi desenhado com esta finalidade.

Foram ainda definidas regras por forma a limitar os investimentos por emitente e dadas instruções relacionadas com o programa de resseguro (com uma retenção limitada a 10% do capital). Verifica-se ainda uma monitorização dos contratos e dos prémios à priori. Relativamente à definição das provisões para sinistros, esta é similar à existente na Europa, onde não é permitida a imputação de descontos.

No cálculo da margem de solvência requerida, ao contrário do modelo Solvência I (em que se utiliza apenas o maior entre dois valores obtidos através de um rácio de prémios ou de um rácio de sinistro), o modelo RBC dos Estados Unidos utiliza estes dois rácios cumulativamente.

Tendo como base a informação contida no documento de trabalho MARKT/2085/01 (Comissão Europeia, 2001b), o cálculo do RBC no ramo não vida tem em conta duas grandes categorias de riscos: os riscos relacionados com os activos e os riscos relacionados com a subscrição.

Os **riscos dos activos** são os que estão relacionados com perdas associadas à queda do valor dos activos e falhas de garantias financeiras. Os activos são divididos em três categorias: investimentos em acções, outros investimentos e crédito.

Os **riscos de subscrição** são os que resultam de uma inadequada provisão para sinistros e uma insuficiência dos prémios.

Além destas duas principais categorias de risco o RBC requer ainda capital para outros riscos extra-patrimoniais e decorrentes da detenção de outras seguradoras.

A metodologia de cálculo do RBC nos EUA, para os ramos não vida, é apresentada no Anexo 4.

4.1.2 O Sistema de Solvência Australiano

O processo de reforma das regras prudenciais de seguros não vida Australiano teve o seu início em 1995. A partir de 1999, a Australian Prudential Regulatory Authority (APRA), lançou as primeiras directivas para a introdução das necessárias alterações.

A reforma proposta pela APRA envolvia mais do que a simples mudança de cálculo da margem mínima de capital. Segundo informações contidas num documento de trabalho da Comissão Europeia (MARKT/2085/01) ela envolvia também a formulação de regras prudenciais para a avaliação das responsabilidades, para o cálculo da margem de solvência, para uma gestão de risco e para a constituição de acordos de resseguro.

Com esta mudança a APRA procurava garantir que as responsabilidades das Seguradoras fossem correctamente avaliadas com objectivos prudenciais e não resultassem do produto de outras influências, como a inflação ou o lucro declarado. Para tal, decidiu fixar um requisito mínimo de capital para as provisões (para sinistros e para prémios) por forma a que estas tivessem 75% de probabilidade de serem suficientes.

Para o cálculo do requisito mínimo de capital o sistema Australiano definiu três grandes riscos, sendo para cada um deles requerida uma margem de capital: o risco de seguros, o risco de investimento e o risco de concentração. A soma desses três valores é denominada por margem cumulativa de capital requerido, não se utilizando a fórmula adoptada pelos EUA baseada na raiz quadrada dos valores.

O **risco de seguros** corresponde aos dois riscos de subscrição do sistema RBC dos EUA: o risco de prémios e o risco de provisão para sinistros. O princípio subjacente ao cálculo do capital correspondente é a aplicação de taxas fixas à provisão para prémios (para cobrir o risco de prémios) e à provisão de sinistros (para cobrir o risco de insuficiência de reservas).

Tendo em conta tanto o número de classes de negócio como os métodos de cálculo utilizados, o sistema implementado pela APRA torna-se mais directo do que o sistema RBC dos EUA, onde não se têm em atenção dados específicos do segurador como o desenvolvimento das provisões ou de despesas gerais, não há ajustamento para a diversificação da actividade, entre outros.

O *risco de investimento* é comparável ao risco de activos do sistema RBC. O princípio de ponderação dos activos, através da fixação de coeficientes, é mantido. No entanto, o número de classes de activos identificados é menor (9 categorias ao todo).

No que diz respeito ao *risco de concentração*, este não tem equivalente no sistema RBC. Este risco define-se como sendo aquele a que o segurador está exposto em caso de um evento catastrófico. Pretende-se que o capital requerido correspondente seja igual à máxima retenção do segurador nestas circunstâncias.

Segundo o mesmo documento de trabalho referido anteriormente, com a fixação de novos parâmetros no sistema de solvência Australiano, a APRA, pretendia que as companhias de seguros obtivessem um requerimento de capital aproximadamente 1,5 vezes maior ao que era exigido anteriormente¹².

O método de cálculo que foi resumidamente descrito corresponde ao método standard. No entanto, é dada a oportunidade às seguradoras para quantificar o seu requisito de capital através de um modelo interno de risco próprio. Este modelo tem que ser aprovado pela APRA, tendo em conta determinados critérios.

Esta ideia da construção de modelos internos por parte das companhias de seguros Australianas tem sido muito incentivada pelos serviços de autoridade e supervisão deste país, que em 2002 publicou um conjunto de indicações às seguradoras acerca deste tema (ver APRA, 2002 e Comissão Europeia, 2002).

4.1.3 O Sistema de Solvência Canadiano

Em Fevereiro de 2000 foi lançada pela Canadian Council of Insurance Regulators (CCIR) uma primeira proposta de alteração do cálculo do capital a requerer às seguradoras para fazerem face a toda a sua actividade (ramo não vida). Este novo sistema proposto denominado de *Minimum Capital Test* (MCT), tinha como principal objectivo harmonizar, no que diz respeito

¹² No anterior sistema de solvência o requisito mínimo de capital era constituído por um capital igual a 20% do valor dos prémios adquiridos ou 15% dos custos com sinistros.

à constituição de um capital mínimo não vida, as diferentes jurisdições Canadianas. No entanto, as várias agências reguladoras de seguros no Canadá, tinham liberdade para impor medidas mais rígidas.

Em Fevereiro de 2001 foi publicada uma segunda proposta de alteração e, é sobre esta que se vai fazer, seguidamente, uma breve abordagem, com base no documento de trabalho MARKT/2085/01 (Comissão Europeia, 2001b).

No MCT o capital requerido é constituído pela soma simples dos diferentes componentes:

- capital requerido para os activos (similar ao que é feito no sistema Australiano, classificando os activos em nove categorias);
- capital requerido para fazer face às responsabilidades através da constituição de margens para os prémios não adquiridos e para custos com sinistros (cumulativamente, com um princípio de aplicação de taxas mais uma vez semelhante ao Australiano, mas com diferentes valores para as taxas) e da constituição de reservas e provisões adicionais para determinadas apólices;
- capital requerido para contornar as unidades de exposição ao risco.

No que diz respeito às companhias de seguros dos ramos vida, o modelo de solvência designado por *Minimum Continuing Capital and Surplus Requirement (MCCSR)* descrito em OSFI (2003), incentiva à construção de modelos internos para o cálculo do requisito de capital, cujas condições para o seu uso podem ser consultadas em OSFI (2001).

4.1.4 Críticas aos Sistemas RBC analisados e comparação entre eles

Os diferentes sistemas analisados têm em comum o facto de calcularem os requisitos de capital necessários de uma forma repartida em várias parcelas, onde cada uma delas corresponde a um diferente risco, à semelhança do que se pretende fazer no modelo Solvência II. No entanto, quando analisados individualmente, verifica-se que, em cada um dos modelos, essa divisão por riscos se efectua de maneira diferente, bem como a sofisticação dos cálculos realizados.

Não parece que haja uma única abordagem “risk-based” ou, pelo menos uma abordagem que resulte numa única forma de calcular o requisito de capital de uma empresa de seguros.

Para justificar este facto existem diversas razões:

- adaptação do método às características regulamentares de cada país;
- cada um dos sistemas sofre influência das várias abordagens feitas pelos outros países mas que reflecte as escolhas individuais das autoridades de supervisão de cada país;
- a inevitável busca entre a simplicidade e a sofisticação levou as autoridades de supervisão dos vários países a optarem por diferentes soluções.

No que diz respeito ao capítulo das provisões técnicas, o risco de provisionamento do sistema RBC dos Estados Unidos foi alvo de várias críticas que punham em causa o requerimento de capital indexado às provisões (que incentivam ao sub-provisionamento), o método de cálculo dos rácios aplicados às provisões e o facto destes rácios não traduzirem verdadeiramente o risco.

A introdução do risco de provisionamento no sistema RBC não pretendia constituir uma medida de adequação das provisões reportadas pelas companhias. No entanto, o facto deste risco estar representado na fórmula do cálculo do requisito de capital, em parte, pela observação do desenvolvimento das perdas de cada companhia, faz com que esta fórmula, um tanto ambígua, cumpra o objectivo de descrever individualmente as empresas de seguros.

As observações feitas a este sistema dos EUA são bem sumariadas por Cummins *et al* (1993):
“(...) risk based capital requirements by themselves will do little or nothing to help regulators determine whether an insurer’s reported net worth is overstated. The great difficulty in determining whether an insurer’s reported losses and loss reserves are significantly understated, especially for long-tailed line with highly volatile costs, limits the ability of risk-based capital to encourage weak insurers to hold more capital and to assist regulators. In fact, poorly designed risk-based capital requirements could increase incentives for some insurers to under-report loss reserves in order to show lower required risk-based capital, higher capital relative to required risk-based capital, or both.”

Atenta às observações que iam sendo feitas, a Austrália adoptou um sistema com algumas alterações comparativamente com o Americano, procurando tornar as regras do regime prudencial mais compreensivas. Assim, a APRA optou por não adaptar a margem requerida para as provisões com base na sua observação de cada companhia, optando por introduzir um benchmark standard prudencial para o cálculo das provisões, tornando o seu “risco de provisionamento” menos sofisticado do que o equivalente no sistema RBC dos Estados Unidos.

Observando conjuntamente os três sistemas RBC abordados conseguimos encontrar pelo menos um ponto em comum entre eles: a utilização de coeficientes para a determinação do capital requerido.

Comparativamente com o método Europeu os sistemas examinados tendem a favorecer os itens de balanço da Companhia (investimento e provisões) em detrimento dos indicadores de actividade (prémios e sinistros). Esta tendência é ainda mais marcada nos sistemas Australiano e Canadiano em que, tal como na Europa, os sistemas anteriores eram baseados nos prémios e nos sinistros. Na Austrália os sinistros deixaram de ser tidos em conta para o cálculo do requisito de capital e, no Canadá este indicador tornou-se bastante menos importante.

A principal diferença entre o sistema Americano, por um lado, e os sistemas Canadiano e Australiano, por outro, prende-se com a simplificação nas regras de cálculo do requisito de capital. As reformas realizadas nestes dois países dispensaram, em particular:

- uma personalização dos rácios para as provisões e para os prémios adquiridos (uma vez que foi dada pouca importância ao risco de *pricing*);
- a regra baseada na raiz quadrada aplicada no sistema RBC dos Estados Unidos (apesar de ela ter sido implementada por forma a combater a inexistência de correlação entre os vários riscos, estes dois países defendem que esta regra se torna insensível na altura de capturar o impacto de alterações individuais em cada um dos diferentes riscos dificultando, assim, a interpretação do RBC acumulado).

Sob um ponto de vista comparativo, há ainda uma diferença a realçar: os sistemas Canadiano e Australiano incorporaram uma nova componente na sua fórmula de requisito de capital por

forma a contemplarem o risco catastrófico (ou de concentração), que depende, sobretudo, da qualidade das coberturas das empresas de resseguro.

Os sistemas analisados demonstraram que as reformas avançadas pelas respectivas entidades de supervisão foram pautadas pela procura entre a sofisticação e a simplicidade. O Canadá e a Austrália seguiram uma postura significativamente diferente da adoptada pelos Estados Unidos, optando, aparentemente, pela simplicidade.

No entanto, a adopção de uma metodologia “risk-based” não implica necessariamente um aumento da sofisticação dos métodos para o cálculo do requisito de capital associada aos riscos que são tidos em conta. Em alguns casos, o desejo de um aumento no número de parâmetros de interesse a considerar é ultrapassado pela necessidade de simplicidade.

Sistemas de monitorização criados com o objectivo de identificar Seguradoras financeiramente frágeis, como o FAST (Financial Analysis and Surveillance Tracking) desenvolvido no início dos anos 90 e o IRIS (Insurance Regulatory Information System) em uso desde os anos 70, demonstraram que nem o RBC nem as suas componentes separadamente são muito eficazes na previsão da insolvência, manifestando uma reduzida capacidade preditiva. Tal poderá não ser defeito do RBC como conceito, mas da utilização de fórmulas desajustadas ou de parâmetros pouco prudentes. É por isso aconselhável que o RBC seja completado por outros sistemas de detecção de seguradoras em dificuldade.

Mais informações acerca dos vários modelos abordados podem ser consultadas no relatório, publicado pela IAIS (2000), que considerou um leque de abordagens possíveis para o cálculo dos requisitos de capital. Este relatório reconheceu as potencialidades da implementação dos vários modelos, ainda que em diferentes ordens de grandeza, mas também as dificuldades relacionadas com as suas aplicações prática e os custos envolvidos.

4.2 O SISTEMA DE SOLVÊNCIA DO REINO UNIDO

Em Janeiro de 2005, iniciou-se no Reino Unido um renovado sistema de supervisão de seguros orientado para o risco, o qual exige que “uma empresa disponha a todo o momento dos

recursos financeiros necessários para garantir que não haja nenhum risco considerável de incumprimento dos compromissos que assumiu” (FSA, 2001).

Como país pertencente à UE, o Reino Unido seguiu toda a evolução das normas de solvência assumidas por este conjunto de países, desde a aprovação das normas da 1ª directiva, em 1973. Aquando da aprovação da directiva de Solvência I, em 2004, a entidade de supervisão deste país, a Financial Services Authority (FSA) entendeu que as indicações europeias para a determinação do capital mínimo associado ao negócio não vida conduziam a um montante insuficiente para proteger as companhias de seguros da insolvência.

Por forma a solucionar este problema e, considerando as directivas de Solvência I apenas transitórias, a FSA decidiu introduzir novas directrizes a aplicar no Reino Unido que incentivavam as seguradoras a deter o dobro do capital de solvência mínimo exigido pela UE (ou um múltiplo ainda mais elevado para determinados tipos de negócios) e que tivessem mais precaução na constituição das provisões técnicas (FSA, 2003).

Para tal, consideraram-se novas regras para calcular o requisito de capital baseadas nos conceitos de “Enhanced Capital Requirement”, ECR, e de “Individual Capital Adequacy Standards”, ICAS.

Com esta nova metodologia proposta, esperava-se que os seguradores identificassem e compreendessem os riscos do seu negócio, e que criassem um apropriado sistema de controlo e gestão desses mesmos riscos.

Assim, a entidade de supervisão propôs que o nível de capital a exigir às seguradoras fosse mais sensível ao risco por forma a, na sua opinião, tornar o regime de solvência mais transparente, proporcionar uma intervenção mais precoce por parte das entidades de supervisão quando fossem detectados problemas financeiros nas empresas, e relacionar de uma forma mais próxima os conceitos “capital” e “risco”.

A introdução do conceito de “Enhanced Capital Requirement” não pressupõe necessariamente um aumento quantitativo de capital a deter pelas seguradoras quando comparado com o nível requerido anteriormente, ou com o exigido nos outros estados membros da UE. Na opinião da FSA, haverá companhias a quem estas propostas pouco afectarão na medida em detêm já, por

sua iniciativa estratégica ou por incentivo da entidade de supervisão, um montante de capital mais apropriado às suas realidades. No entanto, esta nova noção de requisito de capital vai proporcionar às empresas, principalmente, um aumento qualitativo do seu capital de solvência e redução dos riscos que enfrentam ou subscrevem.

4.2.1 Enhanced Capital Requirement

As novas normas de solvência aplicadas no Reino Unido dirigiram-se a todas as seguradoras do ramo não vida, incluindo resseguradoras e empresas não pertencentes à área económica europeia a operar no Reino Unido. Excluíram-se apenas algumas situações, que estão sujeitas, em alguns casos, a uma análise realizada caso a caso para modificação das fórmulas do cálculo de requisito de capital e de que são exemplo as seguradoras mutualistas, que não são alvo das directivas de seguros (estas seguradoras estarão sujeitas ao MCR) e as empresas em situação de *run-off*¹³.

No que diz respeito à generalidade das seguradoras do ramo não vida, estas têm que deter capital suficiente para satisfazer a maior das seguintes exigências:

- *Minimum Capital Requirement (MCR)*, corresponde ao requisito mínimo de capital exigido às empresas de Seguros definido como o estabelecido na directiva não vida do Solvência I, com algumas alterações, nomeadamente no que diz respeito ao valor do fundo mínimo de garantia (ver Consultation Paper 190 (FSA, 2003)).
- *Enhanced Capital Requirement (ECR)*, que constitui um cálculo mais sensível ao risco.

Este conceito de *Enhanced Capital Requirement* engloba cargas de capital baseadas nas categorias dos activos e no resseguro, assim como engloba também cargas baseadas nas provisões para prémios e para sinistros que variam, dependendo do tipo de negócio de subscrição e se ele é realizado directamente ou através de resseguro, proporcional ou não-proporcional. Cada carga de capital é uma percentagem dos sinistros, dos prémios ou de valores específicos dos activos.

¹³ Uma empresa de seguros encontra-se numa situação de *run-off* se não pretender subscrever mais apólices novas nem renovar as que já tem em carteira, assumindo apenas as responsabilidades para com os tomadores de seguro até à data de fim das apólices.

Tendo como base o Consultation Paper 190 (FSA, 2003), o cálculo básico do ECR é feito da forma descrita seguidamente. Para um melhor acompanhamento do modelo do Reino Unido, e dos conceitos que a seguir se enunciam, pode seguir-se no Anexo 5 a aplicação que foi feita a este modelo considerando os dados da Companhia de Seguros que se tomou como exemplo.

<i>Valores relativos aos Activos</i>	x	<i>Factores relevantes dos Activos (%)</i>	=	X_1
<i>Valores relativos às Provisões</i>	x	<i>Factores relevantes das Provisões Técnicas (%)</i>	=	X_2
<i>Prémios Líquidos Emitidos</i>	x	<i>Factores relevantes dos Prémios (%)</i>	=	X_3

		ECR Total		ΣX

onde,

Valores relativos aos Activos (sobre os quais são aplicados os factores relevantes dos activos) - activos calculados depois de aplicadas as regras de admissibilidade e avaliação;

Valores relativos às Provisões - Para cada classe de negócio corresponde ao total das provisões técnicas, i.e., soma das várias provisões: para sinistros (incluindo sinistros IBNR), para prémios não adquiridos (PPNA) e para riscos em curso (PRC);

Prémios (sobre os quais são aplicados os factores relevantes dos prémios) - Prémios emitidos líquidos de resseguro e antes de desconto de encargos de gestão;

Factores relativos ao risco dos activos - Estes factores têm por objectivo medir o capital que uma seguradora deverá deter para fazer face aos riscos dos seus activos (oscilações dos valores dos activos, ou falha de resseguro, por exemplo). Os factores relevantes dos activos são aplicados a categorias de activos que pressupõem os risco de crédito e de mercado, como investimentos, imóveis, devedores, e outros activos (ver Anexo 5).

Em geral, quanto mais líquidos e seguros forem os activos, menor será a carga de capital resultante;

Factores relativos aos riscos de seguro - Estes factores têm por objectivo medir o capital que uma seguradora deverá deter para fazer face aos riscos de oscilações adversas nas responsabilidades e lucros da companhia. Estes factores são divididos em factores de risco

relativos às *provisões* e factores de risco relativos aos *prémios* (líquidos emitidos), como pode ser consultado no Anexo 5.

Os *factores de risco associados às provisões técnicas* são desenhados para reconhecer que existe volatilidade no resultado actual, em consequência de variações nas provisões técnicas (provisões para prémios e provisões para sinistros).

Essas variações podem dever-se às seguintes fontes de risco: aumentos na inflação, mudanças nas taxas de juro, movimentos nas próprias provisões técnicas, taxas de prémio inadequadas e mudanças nos custos de exploração.

Os *factores de risco relativos aos prémios líquidos* têm por objectivo reconhecer que os prémios que uma seguradora pratica podem não ser adequados para cobrir responsabilidades futuras resultantes desses negócios.

As fontes de risco que estão associadas a este risco são: mudanças nas taxas de juro, competição entre as companhias, que pode conduzir à prática de prémios inadequados, prémios obtidos por intermediários muito diferentes dos assumidos nas projecções e mudanças nos custos de exploração.

O objectivo é que o montante de capital alocado a cada classe de negócio reflecta a natureza do negócio a subscrever e o risco envolvido que lhe é inerente. Assim, os riscos que são mais voláteis terão um factor de risco maior do que os menos voláteis.

Os factores do ECR são aplicados ao total das provisões técnicas antes de qualquer desconto pelo valor temporal, que está de todo desaconselhado. Este tipo de tratamento é o que deve ser dado também às provisões técnicas aquando do cálculo do MCR, tal como acontece no sistema de Solvência I.

Com vista à calibração dos factores para o cálculo do ECR, a FSA analisou vários elementos, entre eles o resultado de estudos actuariais desenvolvidos, o nível de capital detido pelas empresas, os requerimentos exigidos pelos reguladores e a calibração efectuada para o MCR no sector bancário. Assim, depois de analisar a volatilidade dos sinistros relevantes, a FSA, decidiu seleccionar um grau de confiança para a sobrevivência das companhias de seguros de 99,5%, para um horizonte temporal de 1 ano.

Após a realização de um estudo actuarial às novas propostas, a FSA conclui que a volatilidade das grandes companhias é menor do que a das companhias pequenas, uma vez que as maiores carteiras de negócio são por natureza menos voláteis e companhias de maior dimensão tendem a subscrever maior variedade de negócios.

Neste sentido, entende-se que a calibragem relativamente ao nível de confiança pudesse baixar, adequando-se melhor às empresas de maior dimensão. No entanto, isso iria provocar, genericamente, um requisito de capital demasiado baixo para a maioria das empresas de seguros de menor dimensão. Tendo em conta este cenário, FSA estimou que as companhias de pequena dimensão deveriam necessitar, em média, entre 20% a 80% mais de capital do que o proposto na calibragem do ECR.

4.2.2 Individual Capital Adequacy Standards

Além da constituição do ECR e, tal como já foi referido, pretendia-se que as companhias avaliassem elas mesmas as exigências de capital para os seus perfis de risco. O *Individual Capital Adequacy Standards* (ICAS) funciona como um instrumento para determinação de capital que mais não é do que um conjunto de directrizes que incentivam e orientam as seguradoras a desenvolver os seus modelos internos, adaptados aos seus perfis de risco (FSA, 2002).

Os objectivos da introdução dos *standards* de adequabilidade individual de capital são, essencialmente:

- Permitir às empresas deter capital mais apropriado ao seu negócio e ao controlo dos riscos;
- Providenciar às seguradoras incentivos a uma melhor gestão de riscos;
- Dar ênfase à responsabilidade que a FSA espera que os gestores seniores assumam para assegurar que as empresas tenham recursos financeiros adequados;
- Aumentar a protecção dos consumidores e a confiança no mercado, através da redução do risco de falha financeira.

Para tal, a FSA propôs que as seguradoras, a partir de 1 de Janeiro de 2005, mantivessem recursos financeiros globais que assegurassem que não existia risco significativo das responsabilidades não serem cumpridas quando devidas, e que tivessem sistemas e procedimentos para calcular recursos financeiros que fossem suficientes para cumprir esse objectivo.

Com o propósito de determinar o nível apropriado de recursos financeiros, propôs também que elas identificassem as maiores fontes de risco em cada uma das categorias descritas no Consultation Paper 97 (FSA, 2001) e que, para cada uma das principais fontes de risco identificadas, aplicassem *stress tests* e análises de cenários que fossem apropriados à natureza das fontes de riscos identificadas.

Através do ICAS, a FSA apresentou às seguradoras o que se caracteriza por ser uma boa prática de gestão: uma avaliação regular do valor e da qualidade do seu capital, o qual deve ser adequado ao tamanho e natureza do seu negócio. Não são propriamente fornecidas fórmulas de cálculo para a determinação do valor do capital, por exemplo, mas sim dadas instruções acerca da especificação dos factores de risco que devem ser tidos em conta pelas seguradoras ou dos tipos de avaliação que podem levar a cabo, abordando a utilização de *stress tests* ou de análise de cenários.

Com o intuito de testar a introdução de modelos internos nas companhias, a FSA solicita informações acerca da avaliação de capital que estas desenvolveram de uma forma quantitativa e outras informações qualitativas.

Desta forma a FSA poderá dar a sua opinião às empresas relativamente ao montante de capital que elas deveriam deter (dado, tanto quanto possível, como uma percentagem do ECR), bem como avaliar uma possível mudança de estratégia, fazendo-o através de um documento designado por *Individual Capital Guidance* (ICG). Em FSA (2003) pode consultar-se um formato estandardizado, proposto pela FSA para o envio de informação por parte das seguradoras.

Assim, durante os anos de 2004 e 2005, a FSA esperava responder aos primeiros modelos internos (auto-avaliação) das seguradoras não vida:

- Aceitando avaliações individuais de capital, indicando que o ECR é demasiado baixo e dando orientações individuais de capital, para colocar essas seguradoras acima do ECR, sempre que a FSA concorde com a estimação da seguradora;
- Aceitando metodologias individuais de capital, indicando que o ECR é o capital correcto e que a orientação individual de capital é igual ao ECR.

No entanto, sempre que a FSA tenha boas razões para o fazer, recomendará orientações individuais de capital superiores às que a companhia, pelos seus próprios cálculos, considera como adequado. Tal poderá ser feito, porque a FSA possui já informação indicando falhas significativas de controlo da qualidade dos modelos internos ou porque na opinião da FSA, os riscos de negócio requerem mais capital do que é considerado pela seguradora.

Os factores de capital relativos aos riscos dos activos, aos prémios e às provisões técnicas são os apresentados no Anexo 5 onde é aplicado o modelo britânico (para o cálculo do ECR) aos dados da companhia de seguros estudada, calculando, para a mesma, os requisitos de capital com base nesta metodologia. Note-se que esta aplicação não é exaustiva, tendo sido efectuadas algumas simplificações.

Com vista a um exercício comparativo pela utilização dos dados da mesma Companhia consideraram-se os resultados obtidos para o requisito de capital da margem de solvência, por aplicação do modelo de Solvência I e o do Reino Unido, considerando para valor dos elementos constitutivos da margem de solvência o determinado pelo modelo Solvência I.

Observando o Quadro 1, que resume os valores obtidos, conclui-se que em ambas as aplicações a taxa de cobertura da margem de solvência se apresenta superior ao mínimo exigido. No entanto, os valores obtidos por aplicação do modelo do Reino Unido, não são tão confortáveis no que diz respeito à situação de solvência da Empresa, uma vez que o requisito de capital determinado por este método é consideravelmente superior ao obtido pelo modelo em vigor na UE.

Modelo	Requisito de Capital	Taxa de Cobertura	Diferença entre os dois métodos	Cresc. ^{to} do Requisito de Capital (%)
<i>Solvência I</i>	2.723.803	179,66%	2.168.490	77%
<i>Reino Unido</i>	4.821.226	101,50%		

Quadro 1 - Comparação da margem de solvência por aplicação dos modelos de Solvência I e do Reino Unido

4.2.3 Comparação: Solvência no Reino Unido e Solvência II

Uma comparação entre o sistema de solvência em vigor actualmente no Reino Unido e o que se pretende por em prática na Europa torna-se inevitável, na medida em que ambos pretendem ser baseados no risco da seguradora, alocando um requisito de capital proporcional à exposição da seguradora a um determinado risco.

No entanto, apesar de algumas semelhanças entre os dois modelos, as diferenças são significativas.

No que diz respeito à abordagem utilizada para medir a elegibilidade dos capitais, esta é semelhante à utilizada noutra tipo de empresas como bancos ou empresas de investimento e, semelhante também à utilizada no modelo de Solvência II. No entanto, o capital é dividido em dois *tiers* que depois se subdividem noutras categorias (ver FSA, 2003), diferente do que acontece no modelo Solvência II, onde a divisão é feita em três *tiers*.

Um outro aspecto que merece destaque prende-se com a valorização das provisões técnicas. Enquanto que no modelo Solvência II se recorre ao conceito de fair value, com base na determinação de uma best estimate das provisões adicionada de uma margem de risco, o modelo standard de solvência do Reino Unido não contempla estes conceitos aplicando simplesmente diferentes factores às provisões para as diferentes classes de negócio.

A fórmula standard no Reino Unido para o cálculo do ECR não contempla uma divisão em diferentes factores de risco à semelhança do que acontece tanto nos sistemas RBC como no futuro Solvência II. É, como já se referiu baseada apenas na aplicação de factores (que foram determinados tendo em conta várias calibrações) tendo em consideração as várias classes de negócio, enquanto que no modelo Solvência II se utiliza uma abordagem baseada não apenas

em factores mas também em cenários, fazendo uso de *stress tests*, para alguns riscos. Estes são apenas utilizados para o desenvolvimento de modelos internos no Reino Unido.

Ainda relativamente às provisões técnicas, não se considera a aplicação de desconto às mesmas no cálculo do ECR, ao contrário do que se pretende que seja feito no modelo Solvência II, para o cálculo do SCR.

Como exemplo de um ponto em comum entre os modelos, existe o facto de ambos considerarem uma calibragem a um ano para testar a capacidade da empresa de seguros honrar os seus compromissos para com os tomadores de seguros com uma probabilidade de 99,5%.

Estes são apenas alguns exemplos de situações em que uma comparação entre os métodos poderá ser feita.

4.3 O SISTEMA DE SOLVÊNCIA SUIÇO

Em Maio de 2003 a entidade reguladora de seguros Suíça, a Federal Office of Private Insurance (FOPI), juntamente com a indústria de seguros Suíça, lançou o projecto Swiss Solvency Test (SST) com o intuito de constituir um sistema de solvência orientado para o risco. Esta nova lei de supervisão de seguros entrou em vigor em 2006 e, mais tardar em 2008 espera-se que todas as seguradoras já façam os seus cálculos orientadas pelo SST.

À semelhança de todas as reformas nos sistemas de solvência abordadas, os objectivos do SST consistem, sobretudo, em proteger o segurado, promovendo uma cultura de gestão de risco por parte das companhias, através de um sistema mais transparente e fortalecendo o mercado através da competição e de requisitos de capital ajustados aos riscos incorridos pelas seguradoras. Desta forma, quanto maior for o risco a que a seguradora está sujeita, mais deverá ser o requisito de capital. No que diz respeito à supervisão, serão tidos em conta todos os riscos financeiros e de seguros, especialmente os riscos dos activos e dos passivos.

Resumidamente o SST pode ser descrito da seguinte forma (ver FOPI, 2004):

- Os activos e passivos são valorizados de acordo com o mercado (*market consistent valuation*);
- O risco é medido tendo em conta uma *shortfall* expectável do valor do *risk-bearing capital* durante o período de um ano;
- Os riscos relevantes são os de mercado, crédito e subscrição, para os quais há modelos standard construídos;
- Existem cenários que contemplam eventos raros ou riscos que não são cobertos pelos modelos standard;
- Os resultados dos modelos standard e a avaliação dos cenários são agregados para determinação do *target capital*;
- Em caso de dificuldade financeira da seguradora, os segurados ficam protegidos por uma *risk margin*;
- Podem usar-se modelos internos para o cálculo do *target capital*, que devem ser documentados (bem como os pressupostos considerados) e enviados para a entidade reguladora;
- O resseguro deve ser totalmente considerado.

Seguidamente será analisado mais pormenorizadamente o SST, procurando abordar os itens descritos anteriormente que caracterizam este modelo de solvência, tendo como base o documento emitido pela autoridade de supervisão Suíça acerca do SST (FOPI, 2004).

4.3.1 Market Consistent Valuation

A avaliação de activos e passivos consistente com o mercado é considerada uma das medidas mais importantes no SST.

Relativamente aos activos, todos os constantes na folha de balanço devem ser considerados e avaliados ao seu valor de mercado. Sempre que possível, a avaliação consistente com o mercado dos activos deve ser baseada em preços de mercado observáveis. Se esses valores não estiverem disponíveis devem examinar-se valores de mercado comparáveis, tendo em conta características como a liquidez ou outra específica.

No que diz respeito às responsabilidades, à excepção do capital social da companhia, todas devem ser consideradas, mesmo aquelas que habitualmente não estão descritas no balanço.

O *market consistent value* das responsabilidades é determinado pela soma da *best estimate* com a *risk margin*.

Relativamente ao conceito de *best estimate* este é em todo igual ao já apresentado na metodologia do QIS2 e QIS3 no âmbito do projecto Solvência II. Este valor, que representa a média da distribuição das perdas, deverá ser, tal como nos questionários apontados, o valor dos cash-flows dos pagamentos futuros, descontado à taxa de juro sem risco, que será cedida pela entidade reguladora.

4.3.2 Risk Margin

Também o conceito de *Risk Margin* é em todo semelhante ao já apresentado para o QIS3. Actualmente denominada de *Market Value Margin*, MVM, a margem de risco a adicionar à *best estimate* para o cálculo das provisões é definida como sendo o custo de capital futuro necessário para o *run-off* da carteira (tendo em conta tanto activos como passivos), em caso de dificuldade financeira por parte da companhia.

Para a constituição desta margem de prudência a Suíça optou por uma abordagem económica baseada no conceito de *Cost of Capital*, CoC. Assim, a margem de risco é calculada como sendo o valor descontado dos custos futuros, por forma a manter o *Target Capital* do SST, se o *run-off* da carteira de seguros for realizado por uma terceira parte.

O valor do factor do CoC assumido no SST, que se multiplica pelo SCR, como vista à determinação da MVM, é de 6%, tal como no QIS3 (ver FOPI, 2006).

4.3.3 Risk Bearing Capital e Target Capital

De acordo com o SST é pedido às Seguradoras que determinem dois valores de referência: os capitais referentes aos conceitos de *Minimum Solvency*, de um ponto de vista estatutário, e *Target Capital*, numa perspectiva consistente com o mercado.



O *minimum solvency* é baseado nos valores da folha de balanço e, portanto objectivo. É fácil de calcular, mas não reflecte directamente os riscos específicos a que as seguradoras estão sujeitas. Este valor representa, do ponto de vista da supervisão, o valor mínimo de requisito de capital que as seguradoras podem deter e, abaixo do qual, serão consideradas insolventes.

O *target capital*, por outro lado, é baseado no risco e fundamentado numa avaliação consistente com o mercado. Relaciona os riscos incorridos pela seguradora com o capital requerido. Pelo facto de ter em conta a especificação dos riscos, torna-se subjectivo, dependente de um modelo. É considerado um sinal de aviso precoce acerca da situação de solvência da Companhia.

Há ainda um outro conceito de capital bastante importante no SST: o *risk bearing capital*. Este é definido como sendo a diferença entre o *market consistent value* dos activos e a *best estimate* das responsabilidades. Este valor representa o capital económico disponível da empresa de seguros que pode ser visto como um reservatório de capital que permite fazer face a alguma situação de perda financeira inesperada (a reserva para sinistros catastróficos faz parte do risk-bearing capital).

Para uma melhor compreensão dos conceitos expostos, observe-se a Figura 5 exposta na página seguinte.

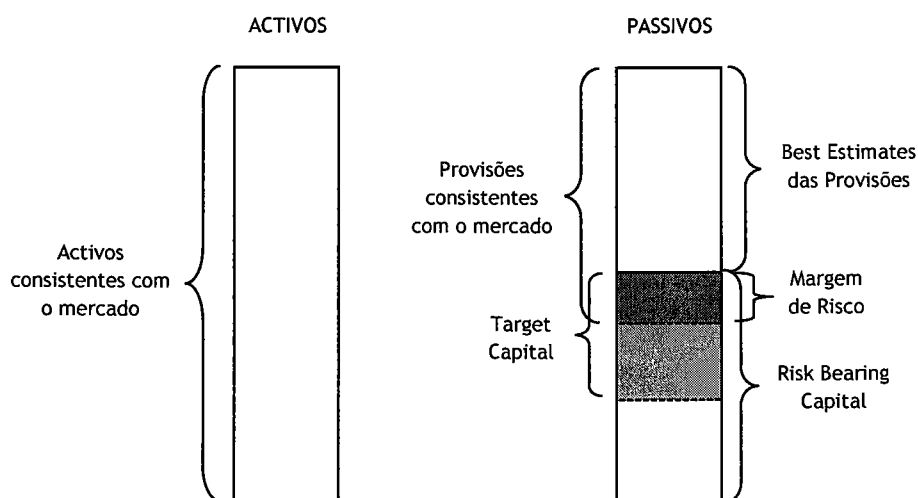


Figura 5 - Activos e Passivos consistentes com o mercado no SST (fonte: FOPI, 2004)

O *target capital* consiste na soma de dois componentes: a margem de risco e o capital necessário para fazer face às possíveis perdas que possam surgir no período de um ano,

denominado de *Expected Shortfall*, ES, isto é, a perda expectável relativamente ao valor do *risk-bearing capital*.

A ES não é mais do que o conceito da medida de risco TVaR, já referida anteriormente para efeitos de Solvência II.

O horizonte temporal escolhido para o SST é de 1 ano, o que significa que o *target capital* determinado é o montante necessário, com um determinado nível de confiança, para que os activos no final do ano sejam suficientes para cobrir as responsabilidades.

4.3.4 Riscos Considerados e Resseguro

Os riscos considerados podem tratar-se de duas diferentes formas: quantitativamente e qualitativamente.

Os riscos tratados quantitativamente entram na determinação do *target capital* e são:

- o risco financeiro, nalgumas das suas componentes de risco de crédito e de mercado, por exemplo, risco de *default* em empréstimos ou o risco de descida do preço das acções;
- o risco de subscrição (ou risco de seguros), por exemplo o risco de uma significativa tempestade sobre a Europa ou o risco de inadequação da constituição das provisões.

No que diz respeito ao resseguro, o risco que é calculado (de forma consistente, quer através de modelos standard ou modelos internos) e transferido para a resseguradora deve ser reduzido ao valor da *best estimate* das provisões.

O risco de *default* por parte da resseguradora também deve ser calculado assumindo o cenário específico que todos os resseguradores entram em risco de *default* simultaneamente.

4.3.5 Modelos Standard, Cenários e a sua Agregação

O SST consiste num conjunto de modelos standard (para os riscos de mercado, subscrição vida, subscrição não vida, doença e crédito) e de cenários (que deverão ser testados e/ou alterados pelas seguradoras por forma a avaliar qual o que melhor se ajusta à sua realidade).

À exceção do risco de crédito, todos os outros modelos standard resultam numa distribuição de probabilidade que descreve a natureza estocástica da mudança do *risk-bearing* capital pela modelação de cada um dos diferentes riscos.

Para o risco de crédito, o modelo standard é o utilizado na metodologia Basileia II.

Todos os modelos standard criados dependem de três tipos de parâmetros consoante são fornecidos pela entidade reguladora (e podem ou não ser alterados pelas seguradoras) ou pelas companhias. Assim, são de tipo 1 os modelos cujos parâmetros são fornecidos pela FOPI e não podem ser alterados pelas companhias (por exemplo, taxas de juro sem risco, os níveis de segurança e as probabilidades de alguns dos cenários propostos ou outros parâmetros macro-económicos), de tipo 2 os modelos em que os parâmetros são fornecidos pelas companhias e de tipo 3 os modelos cujos parâmetros são fornecidos pela FOPI mas podem ser alterados pelas companhias (a maioria dos parâmetros estão nestas classe).

Particularizando um pouco para os modelos de subscrição não vida, a metodologia a eles subjacente é similar à utilizada para os modelos internos. No entanto, ao contrário de muitos modelos utilizados noutros países para o risco de subscrição não vida, este não é um modelo baseado em factores. Em vez disso, apela-se à utilização de distribuições de probabilidades para a modelação do risco, fazendo uso de modelos estocásticos (ver Luder, 2005). Esta abordagem torna-se mais complexa de implementar, no entanto, mais benéfica.

Como se pretendem avaliar as mudanças nas responsabilidades existentes, devem ser analisados os prémios adquiridos, os custos com sinistros, os sinistros futuros e as reservas, com vista à obtenção de uma distribuição para as perdas incorridas com sinistros. Para tal propõe-se a divisão dos sinistros dependendo do intervalo de tempo em que ocorrem: para sinistros que ocorrem durante o ano que se encontra em estudo, denotado por *CY*, *Current Year*, e para sinistros que ocorreram nos anos anteriores ao ano em estudo, denotado por *PY*, *Previous Years*.

No Anexo 6 pode ser analisado mais detalhadamente o modelo de subscrição não vida do SST, em particular o tratamento dado aos riscos *CY* e *PY*, bem como a agregação das várias linhas de negócio não vida, *LoB* (*Lines of Business*).

No que diz respeito aos cenários, estes pretendem ser descrições possíveis do estado do mundo. Enquanto que um teste de stress põe à prova apenas um factor de risco (como a descida da taxa de juro, por exemplo), um cenário testa todo o conjunto de factores de risco simultaneamente. Os cenários são parte integrante do SST e estão descritos diversas situações adversos (cenários que têm um impacto negativo na situação financeira da empresa). No entanto pode haver a necessidade por parte da seguradora de construir os seus próprios cenários por forma a ver melhor reflectida a sua situação de exposição ao risco.

Os cenários podem ser distinguidos entre qualitativos e quantitativos. Tanto uns como outros deverão ser avaliados pela seguradora caso ela os considere, no entanto, essa avaliação não entra para o cálculo do *target capital*, uma vez que vai ser posteriormente agregada aos modelos standard (os cenários quantitativos resultam sempre em distribuições de probabilidade). Em qualquer um dos casos a sua avaliação deve ser feita seguindo uma política de consistência com o mercado.

Na maioria dos casos a utilização de cenários vai provocar uma perda extra para a companhia, o que implica que o seu *risk-bearing capital* ficará proporcionalmente diminuído.

Como exemplos de cenários propostos no SST têm-se: uma epidemia que resulte em ferimentos pessoais, um explosão química que resulte em danos materiais e ferimentos pessoais, um aumento de 10% das provisões para sinistros, uma situação de terrorismo e cenários históricos de risco financeiro.

O SST caracteriza-se por ser um modelo híbrido, estocástico e baseado em cenários, onde os modelos standards são combinados com a avaliação dos cenários através de um método de **agregação**, com vista à determinação do *target capital*. Este consiste, resumidamente, no cálculo de médias ponderadas da distribuição de probabilidades dadas pela situação normal (capturada pelos modelos standard) e por situações especiais (descritas pelos cenários), em que a ponderação é fornecida pelas probabilidades de ocorrência dos cenários.

4.3.6 Risco Operacional

Devido à dificuldade em quantificar o risco operacional, no SST decidiu-se por optar, inicialmente, por um modelo de avaliação quantitativa constituído por um questionário a ser preenchido pelas companhias de seguros. Uma forma de controlar o risco operacional prende-se com as medidas tomadas ao nível da *corporate governance* da empresa, por isso, a FOPI entende que pelo menos este questionário servirá como uma introspecção por parte da seguradora à forma como controlam os seus riscos operacionais.

O questionário deverá ser enviado anualmente para a entidade de supervisão, que discutirá os resultados com a empresa pelo menos de 3 em 3 anos, se antes não se justificar.

4.3.7 Comparação: Swiss Solvency Test e Solvência II

Como se teve oportunidade de verificar, ao longo da exposição acerca do SST e recordando o que foi dito sobre a metodologia de Solvência II e as abordagens seguidas pelos vários estudos de impacto quantitativo, estes dois modelos de solvência têm muitos pontos em comum.

Em muitas situações é apenas a notação ou o nome dado a determinados conceitos que é diferente, uma vez que o significado é o mesmo, senão vejamos os exemplos relativo aos conceitos de “risk margin” e de “target capital” do SST que correspondem à “MVM” e ao “SCR” do modelo Solvência II, respectivamente.

Este novo sistema Suíço baseia-se em princípios cujos pontos principais são em muito compatíveis com a planeada reforma Solvência II da UE: o SST é baseado em activos e passivos valorizados de acordo com o mercado, o conceito de *best estimate* existe da mesma forma nos dois modelos de solvência, assim como ambos se baseiam na metodologia CoC para o cálculo da margem de risco, considerando uma divisão dos vários riscos.

No entanto, há uma consideração basilar em que ambos diferem e que se prende com a construção da fórmula standard. Muito embora ambos incentivem as companhias para a construção de um modelo interno que faça uso de modelos matemáticos que ajudem a reflectir de uma melhor forma a realidade da seguradora, o modelo Suíço já tem esses

modelos probabilísticos em consideração na sua fórmula standard (como se pode ver com mais pormenor no Anexo 6), enquanto o modelo standard do Solvência II é baseado em factores e em cenários para o cálculo do requisito de capital.

Mais alguns pontos em que os dois modelos diferem são, por exemplo, a classificação dos modelos standard consoante os parâmetros que são utilizados nesses modelos (situação que não é contemplada do modelo Solvência II), o tratamento dado ao risco operacional que, no caso da Suíça não é considerado quantitativamente e que, portanto, não faz parte do *target capital* e, a medida de risco considerada, que no caso do SST foi a ES (ou TVaR) e, ao que tudo indica, no modelo Solvência II será o VaR.

O documento publicado pelo IAA (IAA, 2004), com recomendações sobre como implementar um sistema de solvência baseado no risco, foi tido em conta na elaboração tanto do modelo Suíço, como daquele que se pretende implementar na UE, tendo sido algumas recomendações implementadas no SST, como por exemplo a consideração da ES como medida de risco, do conceito de margem de risco e do horizonte temporal de 1 ano.

5 DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARCIAL INTERNO

Como já foi referido, muitas companhias, nomeadamente as de menor dimensão, poderão ter alguma dificuldade em implementar modelos internos, devido, por exemplo aos custos que isso implicaria, sendo a fórmula standard uma solução para estas empresas.

No entanto, a empresa pode optar pela construção de um modelo parcial interno. Gradualmente, a seguradora vai percebendo o seu perfil de risco e o impacto financeiro que este pode ter e vai ajustando o seu requisito de capital, faseando também os custos.

Um modelo parcial interno é, no fundo, como o próprio nome indica, um modelo que ajusta apenas parcialmente o requisito de capital, uma vez que são tidos em conta apenas alguns factores de risco e não a sua globalidade.

Os principais riscos a que uma companhia de seguros está sujeita são o risco de seguros e o risco de investimento. Há outros que podem influenciar significativamente os valores de solvência da seguradora, no entanto, e apesar de deverem ser tidos em conta, apresentam-se difíceis de quantificar.

Com este capítulo pretende-se, portanto, referir uma abordagem para construção de um modelo parcial interno modelando apenas o risco de subscrição. Para tal utilizar-se-ão os dados de uma companhia de seguros a laborar actualmente no mercado, em particular os dados referentes ao ramo Automóvel dessa Seguradora (os dados serão multiplicados por um factor e , portanto, os resultados serão apresentados em unidades monetárias, u.m.).

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

A Empresa de Seguros que se tomou como exemplo para a aplicação prática deste trabalho é uma empresa de pequena/média dimensão que explora todos os ramos de seguros não vida e que direcciona os seus serviços, principalmente, para particulares e famílias.

Esta empresa, cujo canal de distribuição é exclusivamente a Banca, encontra-se em fase de expansão. E, apesar dos poucos anos de existência, tem já um nível de negócio que permite efectuar o desenvolvimento de modelos parciais, dada a consistência das suas informações e especificidade dos seus riscos, que a diferenciam das outras seguradoras.

Face ao ano anterior, apresentou uma tendência de evolução crescente relativamente aos prémios brutos emitidos, tendo tido um aumento de 10% em média nos prémios de quase todos os produtos e de 27,5% no número de apólices novas.

Para exemplificar a modelação do risco de subscrição não vida, utilizaram-se os dados referentes ao produto Automóvel desta seguradora.

Relativamente a este produto, a Companhia de Seguros, apresenta uma quota de mercado que a posiciona no ranking das 15 maiores companhias relativamente aos prémios emitidos de seguro Automóvel, sendo no entanto uma das 5 seguradoras que apresenta um crescimento maior nos seus prémios de seguro.

Esta escolha justifica-se a vários níveis, nomeadamente o facto do seguro Automóvel ser um seguro obrigatório que visa a protecção das pessoas nos acidentes de viação e que por isso apresenta um peso significativo na carteira da Companhia, cerca de 42%.

No entanto, a avaliação dos impactos provocados pelas sucessivas alterações legislativas, que aspiram a uma evolução na melhoria da protecção dos segurados, apresentam-se como um desafio constante, obrigando à estimação de modelos rigorosos e flexíveis que analisem a cada momento o risco e a exposição a que a Seguradora está sujeita.

Caracterizada, em traços largos, a Companhia de Seguros estudada, pretende-se em seguida exemplificar a modelação do risco de subscrição com vista à construção de um modelo parcial interno que permita calcular os requisitos de capital, baseados nos riscos específicos incorridos pela Companhia.

5.2 MODELAÇÃO DO RISCO DE SUBSCRIÇÃO

O risco de subscrição é o risco de variabilidade nos montantes, frequência e tempo dos futuros pagamentos dos sinistros e no desenvolvimento dos sinistros pendentes e respectivos custos de gestão.

Nele se enquadram três importantes riscos quantificáveis, todos relacionados com a problemática do provisionamento: o risco de desenvolvimento adverso das provisões para sinistros, o risco de insuficiência dos prémios para fazer face à sinistralidade futura e o risco de eventos extremos.

Nos seguros dos ramos não vida, os contratos têm geralmente um período de um ano a continuar pelos seguintes, sendo que a seguradora recebe os prémios (geralmente anuais) e compromete-se a pagar os montantes com sinistros relativos às apólices em vigor.

No encerramento do período contabilístico apenas uma parte dos prémios emitidos diz respeito a um período já decorrido (prémios adquiridos), sendo a seguradora legalmente obrigada a reservar a parte do montante dos prémios relativos ao período de vigência ainda não decorrido. A esse montante dá-se o nome de provisão para prémios não adquiridos (PPNA).

Os prémios adquiridos deverão ser suficientes para cobrir o custo total com os sinistros já ocorridos (participados ou não), ou seja, quer os montantes já pagos, quer os futuros pagamentos, que deverão constar na provisão para sinistros. No entanto, existe o risco de que a provisão para sinistros constituída não seja suficiente para fazer face ao desenvolvimento futuro destes sinistros (ou seja, não cubra o custo de todos os sinistros já ocorridos). A este risco dá-se o nome de risco de desenvolvimento adverso das provisões para sinistros, ou risco adverso de reservas, e será modelado no seguinte subcapítulo.

Por outro lado, a provisão para prémios não adquiridos (PPNA) deve ser suficiente para assegurar a cobertura do custo total dos sinistros futuros. Para além da PPNA e caso os prémios se revelem insuficientes, as seguradoras são então obrigadas, pelas entidades

reguladoras, a constituir uma provisão para insuficiência de prémios, designada por provisão para riscos em curso (PRC). Existe o risco de que estas duas provisões constituídas sejam insuficientes para fazer face à sinistralidade futura. Este risco designa-se de risco de insuficiência dos prémios para fazer face à sinistralidade futura e será desenvolvida a sua modelação no subcapítulo 5.2.2.

5.2.1 Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas

As provisões para sinistros constituem a principal rubrica do passivo das seguradoras não vida, pelo que a sua estimacão deverá ser feita de forma rigorosa e prudente.

Com o objectivo de estimar as reservas a constituir para fazer face ao custo último com sinistros, comunicados ou não, e respectivos custos imputados, as seguradoras devem deter um registo histórico dos dados por forma a permitir a aplicacão de métodos estatísticos.

Os registos históricos são geralmente dispostos nas conhecidas matrizes de desenvolvimento. Para este estudo específico foi construída uma matriz com dados relativos aos montantes pagos incrementais acrescidos dos custos de gestão, desde 1999 a 2006, apresentada no Quadro 2.

Ano Ocorrência	Ano Desenvolvimento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	∞
1999	688.233	493.940	228.959	101.479	75.086	39.466	11.332	2.964	246.219
2000	1.260.456	710.777	121.848	35.094	128.739	48.297	72.028		
2001	1.628.355	843.292	165.745	328.788	94.622	76.671			
2002	1.888.123	742.671	345.354	251.263	181.376				
2003	1.997.724	880.429	360.206	126.922					
2004	1.912.052	730.348	274.135						
2005	1.636.034	692.270							
2006	1.745.270								

Quadro 2 - Matriz de montantes pagos incrementais

Com vista a uma estimacão rigorosa do montante necessário seria importante considerar a inflacão e os seus efeitos, uma vez que a sua volatilidade implica variaçoes nos custos com sinistros, transmitindo uma maior aleatoriedade no processo de provisionamento. Para efeitos deste trabalho, este facto não vai ser tido em consideracão, não esquecendo, no entanto, a sua relevância.

Após serem estimadas as reservas relativas a sinistros referentes aos anos entre 1999 e 2006, procede-se à comparação deste valor com a reserva que tinha sido estipulada no final do ano de 2006. De facto, a diferença entre a provisão constituída e o valor da provisão simulada constituirá o resultado associado ao risco de desenvolvimento adverso de reservas, o qual indicará, definido o nível de confiança, a suficiência ou insuficiência desta mesma provisão.

Várias são as metodologias de estimação das provisões para sinistros que têm vindo a ser propostas e melhoradas ao longo dos anos, das determinísticas como os métodos Chain Ladder ou Cape Cod, às estocásticas, como o método de Thomas Mack ou a aplicação de Modelos Lineares Generalizados, passando pela metodologia *Bootstrap*, uma técnica de reamostragem.

Neste capítulo pretende exemplificar-se a utilização de alguns destes métodos para modelar o risco adverso de reservas, comparando posteriormente os resultados obtidos.

5.2.1.1 Aplicação do Modelo de Thomas Mack

O modelo proposto por Thomas Mack enquadra-se nas metodologias estocásticas de estimação de provisões para sinistros, uma vez que este permite modelar não só o padrão subjacente aos dados históricos mas também a variação desses mesmos dados em torno do padrão.

De facto, segundo Pinheiro (1999), a utilização de métodos estocásticos permite avaliar o grau de confiança a atribuir a determinado modelo ajustado e às projecções de pagamentos futuros dele decorrentes, através do cálculo de erros padrão das estimativas possibilitando um melhor entendimento acerca da variabilidade inerente aos sinistros.

Em Mack (1993a) é apresentado um modelo estocástico não paramétrico (uma vez que não se assume que os dados seguem uma determinada distribuição de probabilidade) sobre o conhecido método Chain Ladder, utilizado para o cálculo das provisões, partindo de alguns pressupostos.

Considere-se a matriz de desenvolvimento referente aos montantes pagos acumulados representada na Quadro 3, e considerem-se as variáveis aleatórias $C_{i,j}$, $0 \leq i \leq l$, $0 \leq j \leq l$

(que representam o montante cumulativo com sinistros ocorridos no período i e participados até ao final do período de desenvolvimento j) e $C_{i,\infty}$, $0 \leq i \leq l$ (que representa os pagamentos cumulativos com sinistros ocorridos no período i).

Ano Ocorrência	Ano Desenvolvimento							
	0	1	...	j	...	$l-1$	l	∞
0	$C_{0,0}$	$C_{0,1}$	...	$C_{0,j}$	...	$C_{0,l-1}$	$C_{0,l}$	$C_{0,\infty}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	...	$C_{1,j}$	...	$C_{1,l-1}$		
...			
i	$C_{i,0}$	$C_{i,1}$	...	$C_{i,j}$				
...					
$l-1$	$C_{l-1,0}$	$C_{l-1,1}$						
l	$C_{l,0}$							

Quadro 3 - Montantes pagos com sinistros (cumulativo)

O primeiro pressuposto parte do princípio que existem factores de desenvolvimento f_0, f_1, \dots, f_l , tais que

$$E(C_{i,k+1} | C_{i,0}, \dots, C_{i,k}) = C_{i,k} \cdot f_k, \quad 0 \leq i \leq l, 0 \leq k \leq l \quad (1)$$

onde $\hat{f}_k = \frac{\sum_{i=0}^{l-k-1} C_{i,k+1}}{\sum_{i=0}^{l-k-1} C_{i,k}}$, $0 \leq k \leq l-1$ e $\hat{f}_l = \frac{C_{0,\infty}}{C_{0,l}}$ são estimadores desses factores de

desenvolvimento.

O factor f_l é designado por factor de cauda e permite determinar o montante total a pagar, depois de l anos de desenvolvimento, relativamente a sinistros ocorridos num dado ano i .

Este pressuposto, que traduz a proporcionalidade entre as colunas da matriz de desenvolvimento, implica a verificação de outros, nomeadamente a não correlação entre os

factores de desenvolvimento individuais adjacentes, $\frac{C_{i,k}}{C_{i,k-1}}$ e $\frac{C_{i,k+1}}{C_{i,k}}$.

Um segundo pressuposto a verificar prende-se com a independência entre os diferentes anos de ocorrência, levando a que os estimadores \hat{f}_k , $0 \leq k \leq l-1$, sejam centrados, isto é, deve provar-se que

$$\{C_{i,0}, \dots, C_{i,\infty}\} \text{ e } \{C_{j,0}, \dots, C_{j,\infty}\}, i \neq j, \text{ são independentes.} \quad (2)$$

Por último, obtidos os estimadores centrados, deverão ser considerados os que apresentem menor variância. Para tal, tem que existir uma constante de proporcionalidade não negativa σ_k^2 , $0 \leq k \leq l$, tal que

$$V(C_{i,k+1}|C_{i,0}, \dots, C_{i,k}) = C_{i,k} \cdot \sigma_k^2, \quad 0 \leq i \leq l, 0 \leq k \leq l \quad (3)$$

Verificados estes três pressupostos (ver Anexo 7) pode aplicar-se o método Chain Ladder com vista ao cálculo da estimativa da provisão a constituir para fazer face aos sinistros ocorridos no ano i , dada por $\hat{R}_i = \hat{C}_{i,\infty} - C_{i,l-i}$, $0 \leq i \leq l$, e da estimativa para o valor da provisão total dada por $\hat{R} = \sum_{i=0}^l \hat{R}_i$.

Com este modelo, pretendeu desenvolver-se uma fórmula de cálculo do erro padrão, EP, através da noção de erro quadrático médio, EQM, que se traduz como sendo a soma de duas componentes: o erro estocástico, que mede a variabilidade do processo de estimação da provisão, e o erro de estimação, que mede o quadrado do desvio padrão da provisão estimada relativamente ao seu valor real.

Sob os pressupostos enunciados anteriormente, Mack (1993b) mostra que o $EQM(\hat{R}_i)$ pode ser

estimado por

$$EQM(\hat{R}_i) = C_{i,l}^2 \sum_{k=l-i}^{l-1} \frac{\sigma_k^2}{\hat{f}_k^2} \left(\frac{1}{\hat{C}_{i,k}} + \frac{1}{\sum_{j=0}^{l-k-1} C_{j,k}} \right)$$

onde $\hat{C}_{i,k} = C_{i,l-i} \cdot f_{l-i} \cdot f_{l-i+1} \cdot \dots \cdot f_{l-1}$ para $k > l-i$, $\hat{C}_{i,l-i} = C_{i,l-i}$,

$$\hat{\sigma}_j^2 \text{ é o estimador centrado dado por } \hat{\sigma}_k^2 = \frac{1}{l-k-1} \sum_{i=0}^{l-k-1} C_{i,k} \left(\frac{C_{i,k+1}}{C_{i,k}} - \hat{f}_k \right)^2, \quad 0 \leq k \leq l-2$$

e

$$\hat{\sigma}_{l-1}^2 \text{ é dado por } \hat{\sigma}_{l-1}^2 = \min \left(\frac{\hat{\sigma}_{l-2}^4}{\hat{\sigma}_{l-3}^2}, \min(\hat{\sigma}_{l-3}^2, \hat{\sigma}_{l-2}^2) \right).$$

Inicialmente, as fórmulas desenvolvidas para o cálculo do EP das estimativas não levavam em consideração a existência de factores de cauda. No entanto, em Mack (1999) é apresentada uma solução para essa situação que recorre ao uso de interpolações lineares com vista à

obtenção de estimativas para σ_i^2 e para o $EQM(\hat{f}_i)$. Para tal considera-se que, se existirem índices k tais que $\hat{f}_{k-1} \geq \hat{f}_i \geq \hat{f}_k$ então pressupõe-se que

$$EQM(\hat{f}_{k-1}) \geq EQM(\hat{f}_i) \geq EQM(\hat{f}_k) \quad \text{e} \quad EQM\left(\frac{C_{i,k}}{C_{i,k-1}}\right) \geq EQM\left(\frac{\hat{C}_{i,\infty}}{C_{i,l}}\right) \geq EQM\left(\frac{C_{i,k+1}}{C_{i,k}}\right), \forall i,$$

tornando-se possível calcular o valor de $EQM(\hat{C}_{i,\infty})$ e portanto de $EQM(\hat{R}_i)$.

A fórmula recursiva para a estimativa do EQM da reserva total é então dada por

$$EQM(\hat{R}) = EQM\left(\sum_{i=l-k+1}^l \hat{C}_{i,k}\right) \cdot \hat{f}_k^2 + \sum_{i=l-k}^l \hat{C}_{i,k} \cdot EQM\left(\frac{C_{i,k+1}}{C_{i,k}}\right) + \left(\sum_{i=l-k}^l \hat{C}_{i,k}\right)^2 \cdot EQM(\hat{f}_k)$$

Assim, após aplicação do modelo atrás descrito à matriz de desenvolvimento dos montantes pagos incrementais representada no Quadro 2, e que pode ser acompanhado no Anexo 7, obtiveram-se os resultados descritos no Quadro 4, para cada um dos anos de ocorrência da matriz.

Ano	Provisão Estimada	Erro Padrão	EP(%)	Intervalo de Confiança	
				Lim Inf	Lim Sup
1999	246.219	123.621	50%	3.927	488.511
2000	361.531	151.942	42%	63.730	659.332
2001	553.772	191.342	35%	178.748	928.796
2002	697.158	204.084	29%	297.160	1.097.156
2003	886.034	215.200	24%	464.250	1.307.818
2004	1.019.419	259.482	25%	510.844	1.527.994
2005	1.155.077	278.236	24%	609.744	1.700.411
2006	2.073.741	390.390	19%	1.308.590	2.838.891
TOTAL	6.992.950	899.452	13%	5.230.056	8.755.843

Quadro 4 - Resultados finais da aplicação do modelo de Thomas Mack

Como se pode observar, determinaram-se também os intervalos de confiança para as estimativas das provisões (com um grau de confiança de 95%). De facto, com base nas medidas de erro estimadas, EQM e EP, que traduzem a variabilidade associada às estimativas da provisão, é possível ainda, nos modelos estocásticos, construir intervalos de confiança para essas estimativas, os quais permitirão uma análise tão rigorosa quanto se deseje no processo de provisionamento. Para tal, assumiu-se, com base no Teorema do Limite Central, de acordo com Mack (1993b), que as reservas seguem uma distribuição aproximadamente Normal em

introduzir hipóteses. Se forem utilizados modelos paramétricos, poder-se-á avaliar a adequação e validade dessa análise.

No entanto, tal como é referido em Davison e Hinkley (1997), devem ser tidas em conta algumas situações tais como existência de dados incompletos ou dependentes, ou presença de *outliers*, que podem incorrer em falhas no processo de reamostragem.

A técnica subjacente à metodologia *Bootstrap* baseia-se no algoritmo de Monte Carlo (ver, por exemplo, Guimarães e Cabral, 1999). Em Bonnard *et al* (1998) poderão ser seguidos esquematicamente os passos do algoritmo, tanto para o caso geral como para a aplicação da metodologia às provisões para sinistros, âmbito deste trabalho.

Com vista, à determinação das provisões e de medidas de variabilidade para as estimativas obtidas começou-se por estimar os valores das provisões para cada ano de desenvolvimento e o valor da provisão total. Para tal, recorreu-se a uma versão estocástica do método determinístico Chain Ladder, proposta por Renshaw e Verral (1998) baseada na teoria dos modelos lineares generalizados, MLG, cuja análise incide sobre a variável aleatória Y , denominada de variável resposta e sobre um vector $X = (x_1, \dots, x_k)^T$ de k variáveis explicativas.

Na sua essência a estrutura da teoria dos MLG assenta em duas componentes principais: a componente aleatória e a componente estrutural (determinística).

Na componente aleatória considera-se um conjunto de variáveis aleatórias $Y_i, 1 \leq i \leq n$, independentes tais que $E(Y_i) = \mu_i$, com função densidade de probabilidade $f(y_i | \theta_i, \phi)$ pertencente à família exponencial de distribuições, isto é,

$$f(y_i | \theta_i, \phi) = \exp \left[\frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a_i(\phi)} + c(y_i, \phi) \right]$$

onde θ_i e ϕ são parâmetros escalares e $a_i(\cdot)$, $b(\cdot)$ e $c(\cdot, \cdot)$ são funções conhecidas.

Normalmente, $a_i(\phi)$ é da forma $a_i(\phi) = \frac{\phi}{\omega_i}$, onde ϕ é o parâmetro de dispersão e ω_i ($i = 1, \dots, n$) é uma constante.

Os primeiros dois momentos da variável resposta Y_i , são dados por $E(Y_i) = \mu_i = b'(\theta_i)$ e $V(Y_i) = a_i(\phi) \cdot b''(\theta_i) = a_i(\phi) \cdot v(\mu_i)$.

Relativamente à componente determinística considere-se a matriz X , de dimensão $n \times p$, cujos elementos $x_{i,j}$ representam n observações de p variáveis explicativas X_j . A i -ésima observação destas variáveis origina um predictor linear (combinação linear das variáveis explicativas) η_i , dado por $\eta_i = \sum_{j=1}^p x_{i,j} \beta_j, 1 \leq i \leq n$, onde os β_j constituem um vector de dimensão p de parâmetros desconhecidos, a estimar a partir dos dados. Matricialmente tem-se $\vec{\eta} = X\vec{\beta}$.

As duas componentes referidas encontram-se relacionadas através de uma função de ligação, que relacionará a média da variável aleatória Y_i com o predictor linear η_i da forma $\eta_i = g(\mu_i), 1 \leq i \leq n$.

A forma de estimar os parâmetros β_j e, caso seja desconhecido, o parâmetro de escala ϕ , recorre ao método da máxima verosimilhança, maximizando a função de verosimilhança associada à família exponencial. No entanto, se não se conhecer a distribuição das variáveis aleatórias Y_i , mas apenas o valor esperado e a variância (sendo esta da forma da variância de uma distribuição da família exponencial), pode construir-se a função de quasi-verosimilhança e, a partir dela estimar os parâmetros pretendidos (ver Renshaw e Verral, 1998).

Contudo, dada a dificuldade para estimar o parâmetro ϕ , McCullagh e Nelder (1989), propõe uma aproximação simplificada denominada de estatística de Pearson generalizada que recorre à estatística do χ^2 de Pearson.

Uma vez definido o modelo e estimados os parâmetros torna-se importante analisar a qualidade do ajustamento proporcionado, o que no contexto deste trabalho significa avaliar se o modelo escolhido produzirá estimativas da provisão fiáveis. Uma forma de efectuar essa análise é através dos resíduos produzidos pelo modelo.

Em Ramos (2000), encontram-se diversas representações de resíduos utilizados na estimação da provisão para sinistros, bem como diversas formas de os representar e analisar graficamente.

Considerando o triângulo de pagamentos incrementais $I_{i,j}$, $0 \leq i \leq N$, $0 \leq j \leq N+1$, em que os montantes $I_{i,j}$ são variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com distribuição pertencente à família exponencial, é possível definir um modelo linear generalizado.

A função variância é da forma $V(\mu_{i,j}) = \mu_{i,j}^k$, $k \geq 0$.

A função ligação e o predictor linear são os seguintes: $\eta_{i,j} = \ln(\mu_{i,j}) = \mu + \alpha_i + \beta_j$, onde α_i representa o efeito provocado pelo ano de ocorrência i , β_j o efeito provocado pelo ano de desenvolvimento j e μ reflecte a média global.

As estimativas dos pagamentos incrementais referentes às células por preencher da matriz são dadas por $\hat{\mu}_{i,j} = \exp\{\hat{\mu} + \hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_j\}$, onde $\hat{\mu}, \hat{\alpha}_i, \hat{\beta}_j$ são estimadores de quasi-verosimilhança.

A fim de se evitar a sobre-parametrização introduzem-se as restrições $\alpha_0 = \beta_0 = 0$, o que implica que se terão que estimar $2N$ parâmetros.

O estimador de R_i , para a provisão relativamente a cada ano de ocorrência, será então dado

$$\text{por } \hat{R}_i = \sum_{i,j} \hat{\mu}_{i,j}.$$

O modelo proposto por Renshaw e Verral (1998), e que se teve em consideração neste trabalho, assume que os montantes incrementais da matriz de desenvolvimento seguem uma distribuição de Poisson com sobre-dispersão, o predictor linear é da forma apresentada acima e a função de ligação é a logarítmica. Assumindo esta distribuição não há a obrigatoriedade de que cada valor individualmente tenha que ser não negativo, apenas se exigindo que a soma dos montantes de cada coluna de desenvolvimento seja não negativa e, desta forma, as estimativas que se obtêm para as reservas através dos MLG são exactamente iguais às que se obtêm por aplicação do método Chain Ladder.

Para a implementação do *Bootstrap* e atendendo a que esta técnica exige que a sua aplicação seja feita a um conjunto de observações de variáveis independentes e identicamente distribuídas, ter-se-ão que calcular um conjunto de resíduos que satisfaçam essa condição. Os montantes incrementais não poderão ser utilizados para este efeito uma vez que dependem dos parâmetros do modelo.

Por facilidade de implementação vão considerar-se os resíduos de Pearson sem correcção, dados por

$$r_{i,j} = \frac{(I_{i,j} - \hat{\mu}_{i,j})}{\sqrt{\hat{\mu}_{i,j}}}, \quad 1 \leq i \leq N, \quad 0 \leq j \leq N, \quad (4)$$

onde $I_{i,j}$ representam os montantes incrementais observados e $\hat{\mu}_{i,j}$ os valores modelados.

No Anexo 8 podem ser consultados os resíduos de Pearson estimados, bem como pode ser acompanhado todo o processo de aplicação da metodologia *Bootstrap*.

No MLG que se assumiu verifica-se que pelo menos três resíduos terão valor nulo, $r_{0,N}$, $r_{N,0}$ e $r_{0,\infty}$. Segundo Pinheiro *et al* (2000) esses resíduos não deverão ser considerados no processo de reamostragem uma vez que o seu valor será sempre constante, não sendo por isso razoável a sua consideração como observação de variáveis aleatórias.

Feita esta correcção, está determinado o conjunto de dados a partir do qual serão feitas 10.000 reamostragens (que não são mais do que processos de extracção com reposição). Assim, para cada reamostragem, é criado um triângulo de pseudo-dados $I_{i,j}^{bs}$, a partir de uma amostra de pseudo-resíduos $r_{i,j}^{bs}$, convertendo cada amostra de resíduos em montantes pagos, recorrendo à inversão da fórmula dada em (4).

A cada triângulo de pseudo-dados será aplicado o MLG de Poisson com sobre-dispersão (ou o Chain Ladder, se tal for possível) obtendo-se, 10.000 estimativas para a provisão para sinistros a constituir em cada ano, a partir das quais se calculou a média, $\hat{R}_{(\cdot)}^{bs}$, e o desvio padrão, $\hat{\sigma}_{bs}(\hat{R})$.

Com os resultados destas simulações construiu-se a função de distribuição empírica das provisões simuladas, sendo possível analisar a existência de uma distribuição de probabilidade teórica aproximada, que se verificou ser a Normal (ver Anexo 8).

Está-se, assim, em condições de calcular o erro padrão associado a cada uma das estimativas pela aplicação do *Bootstrap* (e não de uma forma analítica recorrendo ao MLG que serviu de base ao cálculo das provisões).

Para tal teve-se em consideração o disposto em England e Verral (1999), onde se considera não só a variabilidade criada pelo uso do método *Bootstrap*, mas também a variabilidade do processo estocástico inerente ao modelo base de previsão das reservas.

Assim, a estimativa para o EP é dada por

$$\hat{EP}_{bs}(\hat{R}) = \sqrt{\hat{\phi} \cdot \hat{R} + \frac{n}{n+p} \sigma_{bs}^2(\hat{R})}, \quad \text{com} \quad \hat{\phi} = \frac{1}{n-p} \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^{N-1} r_{i,j}^2$$

onde

n representa o número de valores observados

p representa o número de parâmetros a estimar ($p=2 \times n-1$)

No Quadro 19, no Anexo 8, podem observar-se os resultados finais resultantes da aplicação da metodologia *Bootstrap*.

Finalmente, tendo em conta o valor da provisão para sinistros constituída pela Empresa estudada e a função de distribuição empírica das provisões simuladas, pode construir-se a função de distribuição empírica dos resultados associados ao risco de desenvolvimento adverso de reservas (ver Anexo 8) com vista a testar a suficiência da reserva constituída.

Para tal, determinaram-se as duas medidas de risco, VaR e TVaR associadas a este risco, já referidas no Capítulo 3 deste trabalho, para os graus de confiança de 95%, 99% e 99,5%.

Observe-se o Quadro 5 que resume toda a informação calculada anteriormente no que diz respeito à determinação dos valores associados a cada uma das medidas de risco, com vista a testar a suficiência da reserva constituída.

Medidas de Risco	Grau de Confiança		
	95%	99%	99,5%
VaR	2.766.804	2.450.070	2.344.492
TVaR	2.600.517	2.314.930	2.179.302

Quadro 5 - Resultados finais associados ao Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas

Como se pode observar, independentemente da medida de risco que se utilize e do grau de confiança considerado, pode concluir-se que a Seguradora adoptou uma postura de prudência na constituição das suas provisões para sinistros. Atendendo, nomeadamente, ao VaR a 99,5%, medida de risco a ser utilizada, em princípio, no modelo Solvência II, observa-se que a Companhia de Seguros constituiu um excesso de provisões num montante de 2.344.492 u.m..

Comparativamente com os resultados obtidos por aplicação do modelo de Thomas Mack, conforme se pode observar na Quadro 6, o valor da provisão estimada é muito semelhante. No entanto, encontram-se diferenças significativas no que diz respeito ao valor obtido para o erro padrão, que se apresenta bastante inferior com a aplicação da metodologia *Bootstrap*, reflectindo-se, por isso, num intervalo de confiança de menor amplitude.

Ano	THOMAS-MACK					BOOTSTRAP				
	Provisão Estimada	Erro Padrão	EP(%)	Intervalo de Confiança		Provisão Estimada	Erro Padrão	EP(%)	Intervalo de Confiança	
				Lim Inf	Lim Sup				Lim Inf	Lim Sup
1999	246.219	123.621	50%	3.927	488.511	246.880	85.695	35%	78.921	414.839
2000	361.531	151.942	42%	63.730	659.332	362.250	105.082	29%	156.294	568.206
2001	553.772	191.342	35%	178.748	928.796	554.034	139.064	25%	281.473	826.596
2002	697.158	204.084	29%	297.160	1.097.156	698.748	162.229	23%	380.785	1.016.711
2003	886.034	215.200	24%	464.250	1.307.818	886.106	189.700	21%	514.301	1.257.910
2004	1.019.419	259.482	25%	510.844	1.527.994	1.022.839	210.725	21%	609.826	1.435.851
2005	1.155.077	278.236	24%	609.744	1.700.411	1.158.004	233.158	20%	701.022	1.614.986
2006	2.073.741	390.390	19%	1.308.590	2.838.891	2.077.663	371.034	18%	1.350.449	2.804.876
TOTAL	6.992.950	899.452	13%	5.230.056	8.755.843	7.006.523	693.613	10%	5.647.067	8.365.980

Quadro 6 - Resultados comparativos da aplicação dos métodos Thomas Mack e *Bootstrap*

5.2.2 Risco de Insuficiência de Prémios para Fazer Face à Sinistralidade

Futura

Tendo em conta o que já foi referido relativamente ao risco de insuficiência de prémios no subcapítulo 5.2, para quantificar este risco é necessário modelar os sinistros que ocorrerão no ano seguinte ao último ano dos dados históricos considerados, que neste caso será o ano de

2007. Posteriormente estes serão comparados com os prémios que foram provisionados para lhes fazer face, concluindo, assim, da suficiência ou insuficiência dos mesmos.

Para tal, irá determinar-se a distribuição das indemnizações agregadas, utilizando o Modelo de Risco no Colectivo, que define as indemnizações agregadas, $S(t)$, no intervalo $(0, t]$ como:

$$S(t) = \sum_{i=0}^{N(t)} X_i$$

onde $X_0 \equiv 0$ e X_i , com $i = 1, 2, \dots, N(t)$, representa o montante da i -ésima indemnização cujo sinistro ocorreu no intervalo $(0, t]$.

Em Centeno (2003), podem ser consultados mais detalhes acerca das características do processos estocásticos $\{S(t)\}_{t \geq 0}$ e $\{N(t)\}_{t \geq 0}$ e da sequência de variáveis $\{X_i\}_{i=1,2,\dots,N(t)}$.

Para a modelação do número de sinistros, foram testadas as distribuições de Poisson e Binomial Negativa, devido ao facto de geralmente se assumir que o processo $\{N(t)\}_{t \geq 0}$ se trata de um Processo de Poisson Homogéneo ou de um Processo de Polya (ver Centeno, 2003). Recorrendo ao teste do χ^2 para testar a distribuição que melhor se ajusta aos dados, verificou-se a aceitação da distribuição Binomial Negativa para modelar o número de sinistros, cujos resultados se encontram no Anexo 9 (onde se pode acompanhar a modelação realizada para este risco).

Relativamente à distribuição das indemnizações individuais, X_i , foram testadas as distribuições Exponencial, Gama, Lognormal e Pareto, recorrendo-se ao teste de Kolmogorov-Smirnov, verificando-se a aceitação da distribuição Lognormal (ver Anexo 9).

Ajustadas as distribuições do número e montante dos sinistros simularam-se os valores para o processo composto. Assim, recorrendo ao método da Transformada Inversa obtiveram-se 10.000 valores para o número de sinistros e, para estes, os valores das respectivas indemnizações individuais, obtendo-se portanto 10.000 simulações para o valor das indemnizações agregadas para o ano de 2007 (ver Anexo 9).

Tendo em conta que os tratados de resseguro de uma seguradora são instrumentos bastante importantes na redução do risco em que esta pode incorrer, estes têm que ser considerados

na modelação do risco de insuficiência de prémios de forma a obter os montantes das indemnizações brutas e líquidas de resseguro. No entanto, dado que no ano de 2006 (ano dos dados considerados nesta modelação) não houve qualquer sinistro abrangido pelo resseguro, os resultados bruto e líquido obtidos são exactamente os mesmos. De qualquer forma, o custo de resseguro foi considerado no resultado deste risco.

Um pressuposto assumido na modelação deste risco foi a consideração do *run-off* da carteira da Companhia de Seguros, situação que se justifica tendo em conta a calibração apresentada no desenvolvimento do novo modelo de solvência. Assim, assume-se que não existe produção nova, nem produção continuada, considerando a extinção gradual das apólices à medida que elas vão vencendo e, portando os sinistros a considerar não são os relativos ao exercício de 2007 completo, mas sim os que ocorrerão do dia 1 de Janeiro de 2007 até ao completo vencimento das apólices.

Os resultados associados ao risco de insuficiência de prémios obtém-se subtraindo à soma da provisão para prémios não adquiridos, PPNA, com a provisão para risos em curso, PRC, o valor do custo com o resseguro e os valores dos custos agregados simulados (aos quais foram imputados custos de gestão). A partir da construção da função de distribuição empírica dos resultados deste risco, que se pode consultar no Anexo 9, pode finalmente avaliar-se a suficiência (ou não) das provisões constituídas, determinando para isso os valores do VaR e do TVaR.

Os resultados podem ser observados no Quadro 7 na página seguinte.

Medidas de Risco	Grau de Confiança		
	95%	99%	99,5%
<i>VaR</i>	184.850	134.041	117.603
<i>TVaR</i>	158.235	111.984	90.182

Quadro 7 - Resultados finais associados ao Risco de Insuficiência de Prémios

À semelhança do que se concluiu para o risco adverso de reservas, os valores obtidos revelam prudência da Seguradora estudada, apesar de esta se reflectir com menor margem.

Observando novamente o VaR a 99,5%, conclui-se que a Companhia de Seguros tem capacidade para fazer face à sinistralidade futura, sem necessitar de alocar qualquer montante para fazer face ao risco de insuficiência de prémios.

5.2.3 Risco de Eventos Extremos

Caracterizados pela dependência entre riscos, ou seja, situações em que um só evento origina mais do que um sinistro, os sinistros catastróficos são geralmente associados a fenómenos da natureza, tais como sismos, tempestades ou furacões. Por este motivo, com vista à modelação deste risco utilizar-se-ão dados do ramo Patrimoniais da Empresa em estudo, e não de Automóvel, como havia sido feito até aqui.

Tratando-se de sinistros de baixa frequência mas de grande severidade, têm grande impacto nos resultados de uma empresa de seguros.

No entanto, a sua modelação é em geral difícil por falta de dados históricos por parte das companhias de seguros, nomeadamente em Portugal onde este tipo de sinistros não se tem verificado, sendo as companhias resseguradoras as detentoras de informação global que permite a construção de um modelo para estudar este tipo de sinistros.

Em Portugal, dada a insuficiência de dados, qualquer modelo que se assuma é, portanto, o reflexo de um estudo a nível mundial realizado pelas resseguradoras. Tendo em conta o capital em risco de uma seguradora, e a sua localização geográfica, acaba por ser a resseguradora a avaliadora dos cenários possíveis a que a companhia está sujeita.

Fruto desse estudo realizado pelas companhias resseguradoras são apresentados às seguradoras vários cenários possíveis da perda máxima esperada (Probable Maximum Loss, PML) em função do período de retorno de um sinistro considerado catastrófico, dado o perfil de risco da seguradora.

Com vista à modelação do risco de eventos extremos (ou catastróficos), e dado que não existem dados disponíveis ao nível da Companhia de Seguros, como já se referiu, a abordagem que se seguiu (e note-se que este é apenas um exemplo) foi tentar determinar uma

distribuição que se ajustasse às probabilidades de ocorrência de um sinistro com uma determinada magnitude (em termos de indemnização associada), apresentadas pela resseguradora.

Desta forma assumiu-se que as indemnizações deste tipo de sinistros seguem uma distribuição de Pareto Truncada, no valor a partir do qual a probabilidade de ocorrência de um sinistro com essa magnitude é já extremamente reduzida, e cuja determinação dos parâmetros teve em conta a exposição ao risco da Companhia de Seguros.

Recorrendo ao Método da Transformada Inversa, foram então gerados 10.000 valores que pertencem à distribuição de Pareto referida, com o objectivo de modelar este risco testando a suficiência da provisão para desvios de sinistralidade.

No Anexo 10 pode ser consultado o gráfico da distribuição empírica dos montantes simulados. Numa fase inicial, tendo em conta o prémio recebido pela seguradora, determinou-se a distribuição empírica dos resultados brutos de resseguro, onde se calculou, um a um, a diferença entre o prémio recebido e o montante do sinistro simulado descontado da provisão para desvios de sinistralidade.

Posteriormente teve-se em conta o tratado de resseguro da empresa para este tipo de eventos (do tipo *Excess of Loss*) que, como se compreende, vai reduzir significativamente as responsabilidades da Seguradora. Os resultados líquidos de resseguro foram então obtidos tendo por base o montante dos sinistros retidos (já descontados da provisão para desvios de sinistralidade) e subtraídos dos prémios retidos (diferença entre o prémio recebido e o prémio cedido à resseguradora).

A partir da construção da função de distribuição empírica dos resultados deste risco, pode avaliar-se a suficiência (ou não) das provisões constituídas, determinando para isso os valores do VaR e do TVaR.

Os resultados podem ser observados no Quadro 8.

<i>Medidas de Risco</i>	<i>Grau de Confiança</i>		
	<i>95%</i>	<i>99%</i>	<i>99,5%</i>
<i>VaR</i>	-136.094	-178.090	-186.490
<i>TVaR</i>	-594.988	-2.152.357	-4.754.653

Quadro 8 - Resultados finais associados ao Risco de Eventos Extremos

Conforme se pode constatar pela análise deste quadro o requisito de capital para este tipo de risco excede o valor da provisão constituída.

Tendo como referência a medida de risco VaR a 99,5% (considerando um período de retorno de 1 em 200 anos), conclui-se que a Companhia de Seguros que se tomou como exemplo, não tem capacidade para fazer face a sinistros de natureza catastrófica, tendo em conta os pressupostos assumidos, e que necessitaria de alocar um requisito de capital de 186.490 u.m., para além do valor da provisão que constitui.

Uma justificação para o facto dos valores obtidos para o TVaR serem consideravelmente inferiores aos obtidos através da outra medida de risco prende-se com o facto dos montantes da cauda da distribuição não serem reduzidos por efeito do resseguro, uma vez que já não são por ele abrangidos.

5.2.4 Agregação dos resultados e cálculo do Requisito de Capital Final

Depois de determinadas as funções de distribuição de probabilidade de cada um dos riscos modelados, pôde obter-se a função de distribuição agregada dos vários riscos inerentes ao risco de subscrição somando os requisitos de capital individuais calculados.

Assim, foram somados, risco a risco, cada um dos valores simulados apurando-se 10.000 valores possíveis para os resultados da Seguradora para o ano de 2007. Essa simulação permitiu a construção da função de distribuição empírica dos resultados agregados e o apuramento do requisito final de capital para o risco de subscrição através das medidas de risco VaR e TVaR para cada um dos diferentes níveis de confiança, à semelhança do que foi feito para cada um dos riscos individualmente.

Convém salientar o facto de que esta agregação (que foi feita somando os valores individuais do requisito de capital calculado para cada um dos riscos¹⁴) contempla os 3 tipos de risco que fazem parte do risco de subscrição não vida, mas que não inclui a análise de todas as linhas de negócio (só foi contemplado o ramo automóvel e o ramo patrimoniais).

A consideração de todas as linhas de negócio e de todos os factores de risco deverá ser feita, e é um dos princípios objectivos das seguradoras e, em particular da Seguradora em estudo. Esse projecto abrangente, que se pretende realizar num futuro próximo, permitirá à companhia de seguros determinar o requisito de capital global tendo em conta a sua realidade de exposição ao risco, objectivo fulcral do projecto Solvência II.

No Quadro 9 encontra-se resumida a informação apurada e o resultado da agregação.

	<i>Medidas de Risco</i>	<i>Grau de Confiança</i>		
		<i>95%</i>	<i>99%</i>	<i>99,5%</i>
<i>Risco Adverso de Reservas (Ramo Automóvel)</i>	<i>VaR</i>	2.766.804	2.450.070	2.344.492
	<i>TVaR</i>	2.600.517	2.314.930	2.179.302
<i>Risco de Insuficiência de Prémios (Ramo Automóvel)</i>	<i>VaR</i>	184.850	134.041	117.603
	<i>TVaR</i>	158.235	111.984	90.182
<i>Risco de Eventos Extremos (Ramo Patrimoniais)</i>	<i>VaR</i>	-136.094	-178.090	-186.490
	<i>TVaR</i>	-594.988	-2.152.357	-4.754.653
<i>Resultado Final</i>	<i>VaR</i>	2.815.560	2.406.021	2.275.605
	<i>TVaR</i>	2.163.764	274.558	-2.485.169

Quadro 9 - Resultado final após agregação dos riscos considerados

Como se pode observar, considerando a medida de risco VaR, a Empresa de Seguros estudada apresenta resultados muito positivos relativamente aos requisitos de capital a constituir. Devido, talvez, à sua política conservadora na constituição das diversas provisões, como se foi observando ao longo da modelação dos diversos riscos, essas provisões revelaram-se suficientes para fazer face às suas responsabilidades

Se considerarmos a medida de risco TVaR, mais conservadora, a Companhia estudada necessitaria, no final do ano de 2006, de um requisito de capital inerente ao risco de

¹⁴ Uma abordagem possível para a agregação dos vários factores de risco pode ser consultada em Garcia (2003).

subscrição de mais 2.485.169 u.m. para, com um nível de confiança de 99,5%, assegurar a solvência, honrando os compromissos por ela assumidos.

Se o objectivo fosse a construção de um modelo interno global em que se procedesse à modelação não só do risco de subscrição mas de todos os factores de risco a que a Companhia estava exposta, tendo em conta todas as linhas de negócio por ela exploradas, devia comparar-se o valor do requisito de capital obtido com o capital próprio da Companhia. Desta forma iria concluir-se se este era suficiente para fazer face ao requerimento de capital e, caso fosse inferior a seguradora teria necessidade de reforçar o seu capital, uma vez que não se encontrava bem capitalizada.

Note-se apenas que o requisito de capital obtido se deve em muito aos pressupostos assumidos, nomeadamente a consideração do efeito do resseguro e à modelação feita para o risco de eventos extremos.

6 CONCLUSÃO

O projecto Solvência II, que se espera pôr em prática em meados de 2012, é certamente um dos maiores desafios lançados nos últimos anos quer para as Companhias de Seguros quer para as Autoridades de Supervisão revelando impactos significativos numa multiplicidade de áreas.

Para as Seguradoras, mais do que o estabelecimento de novas regras para a determinação de requisitos de margem de solvência em que haverá uma relação directa entre o risco assumido e o capital exigido, este projecto representa o assumir de uma nova filosofia de gestão.

Dar-se-á maior importância à avaliação e controlo dos riscos e à adequação permanente dos capitais próprios a esses mesmos riscos, definindo os diferentes factores de risco a que estão sujeitas as Companhias de Seguros e estudando as correlações entre eles.

Para as Autoridades de Supervisão o desafio de manter uma forte e efectiva protecção dos tomadores de seguros e beneficiários, exigindo às Companhias de Seguros a incorporação de elementos quantitativos e qualitativos nas exigências de capital, é apoiado pela atribuição de poderes e meios para avaliar a solvência das empresas numa óptica prospectiva e orientada para os riscos.

Ao nível internacional, o novo modelo de solvência pretende reforçar a competitividade das Empresas pertencentes à União Europeia definindo para isso um nível de protecção standard para todas as Seguradoras independentemente da sua forma legal, tamanho ou localização. Para tal, aposta numa abordagem supervisonal harmonizada, que permita a convergência das práticas de supervisão também como uma necessidade de incremento da cooperação entre as várias Autoridades de Supervisão.

Ao mesmo tempo, as Empresas de Seguros são fortemente incentivadas à adopção de ferramentas mais avançadas de monitorização e gestão de riscos, contribuindo para isso a utilização de técnicas de mitigação e transferência de riscos e o desenvolvimento de modelos internos parciais ou globais, por forma a melhorar o conhecimento do perfil de risco da Seguradora e, portanto, adequar de uma forma mais realista as suas necessidades de capital. O requisito de capital resultante do modelo interno não tem que ser necessariamente menor ao que resulta da aplicação da fórmula standard, dependendo sim do perfil de risco da

Companhia e da forma como ele se aproxima do perfil do mercado, dado que o modelo standard foi calibrado tendo em atenção esses dados.

No entanto, a utilização da abordagem standard pode ser uma alternativa para as Companhias de menor dimensão até porque o desenvolvimento de modelos internos vai exigir às Empresas de Seguros consideráveis investimentos quer ao nível da construção e manutenção de bases de dados com informação fiável e relevante, quer ao nível da aposta na formação técnica dos seus quadros de pessoal, nomeadamente no que diz respeito à função de gestão do risco.

Da análise realizada ao modelo standard e aos vários estudos de impacto quantitativo que têm sido realizados pelo CEIOPS nota-se o esforço em tentar reproduzir o mais fielmente possível a situação global das Empresas de Seguros Europeias, tendo em conta, exactamente, que se está a desenvolver uma forma única para representar a realidade de diversas empresas com realidades distintas. Há, por isso, um trabalho ainda a ser feito na calibração de vários parâmetros estando desde já assente que se vai optar por uma abordagem o mais possível consistente com o mercado, tanto para activos como para passivos.

A construção de modelos de solvência baseados no risco tem vindo a ser implementada já há alguns anos em diversos países fora da União Europeia, como são o caso dos Estados Unidos da América, Canadá ou Austrália. No entanto, mesmo países que haviam adoptado as directivas de solvência actualmente em vigor na União Europeia, como o caso do Reino Unido ou da Suíça (embora não pertencente à União Europeia chegou a adoptar o modelo de Solvência I), sentiram necessidade de construir eles próprios um modelo de solvência que retratasse as especificidades do seu negócio segurador. Alguns baseados em factores, outros assentes em modelos matemáticos, todos tiveram a preocupação de estudar independentemente os diferentes factores de risco e a forma como eles se relacionam.

Da aplicação do modelo do Reino Unido à Empresa de Seguros que se tomou como exemplo para a aplicação prática notou-se um aumento do valor da margem de solvência a constituir quando comparado com a aplicação do modelo de Solvência I. No entanto, estes resultados têm que ser analisados com alguma prudência uma vez que a implementação do modelo do Reino Unido se fez com algumas simplificações inerentes ao facto de não haver um conhecimento profundo deste modelo.

Analisando a abordagem utilizada no último estudo de impacto quantitativo para calibração do novo modelo de solvência, nota-se uma forte inspiração no modelo standard desenvolvido pela Suíça a vários níveis, nomeadamente no que diz respeito a algumas calibrações e à metodologia utilizada para a valorização dos passivos. No entanto, este modelo apresenta diferentes especificidades que tornaram inviável a sua implementação com os dados da Companhia, com vista a um exercício comparativo, nomeadamente ao nível do tratamento da informação disponível.

A aplicação prática desenvolvida neste trabalho teve como objectivo exemplificar o que poderá ser o desenvolvimento de um modelo interno nas Companhias de Seguros. Para tal, apenas se teve em conta o risco de subscrição modelando-se os factores de risco a ele inerentes utilizando medidas de risco para o cálculo do requisito de capital associado a cada um deles.

Neste estudo deu-se particular atenção ao requisito de capital determinado através da medida de risco *Value at Risk* a 99,5% de confiança, por ser a que, em princípio, será escolhida para efeitos de Solvência II. Concluiu-se que, tendo em conta os pressupostos assumidos e os parâmetros determinados no modelo, a Empresa estudada apresenta provisões técnicas suficientes para fazer face aos requisitos de capital determinados em cada um dos riscos. Observou-se também que a medida de risco *Tail Value at Risk* se apresenta mais conservadora.

Note-se, no entanto, que foram assumidos pressupostos que influenciam significativamente os resultados finais. Um deles foi a consideração do efeito de resseguro que diminuiu de forma relevante os requisitos de capital (evidenciando a sua importância como ferramenta na mitigação de riscos). Outro foi a escolha da distribuição, e seus parâmetros, para a modelação do risco de eventos extremos, dada a insuficiência de informação disponível.

Como proposta de trabalho futuro fica a modelação dos vários riscos incorridos por uma Empresa de Seguros para as várias linhas de negócio, dando especial atenção à determinação da interdependência entre eles e à sua agregação. Um outro desenvolvimento futuro prende-se com um estudo mais aprofundado do risco de eventos catastróficos dada a sua importância na solvabilidade global das Companhias de Seguros.

BIBLIOGRAFIA

Artzner, P. (1999), *Application of Coherent Risk Measures to Capital Requirements in Insurance*, North American Actuarial Journal 3, pp. 11-25.

Australian Prudential Regulatory Authority (2002), *Internal Model Based Method*, Guidance Note GGN 110.2, Sydney, NSW, site da APRA.

Bonnard, R., Greenwood, M. e Greybe, S. (1999), *Bootstrapping Reserve Estimates*, Presented to the Actuarial Society of South Africa.

Barroso, M. e Rodriguez, S. (2004), *Critical Analysis of the European Union Solvency Model for Non-Life Insurance Companies: the Portuguese Case*, Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão.

Caravina, T. (2006), *Solvência II - um Incentivo ao Desenvolvimento de Modelos Internos na Gestão de Riscos - Aplicação a uma Companhia de Seguros Não Vida*, Tese de Mestrado, Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão.

Centeno, M. (2003), *Teoria do Risco na Actividade Seguradora*, Colecção Económicas, Oeiras: Celta Editora.

Comité Européen des Assurances (2007), *CEA Guidance on Quantitative Impact Study 3*, site do CEA.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2006a), *QIS1 - Summary Report*, site do CEIOPS.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2006b), *Quantitative Impact Study 2 - Technical Specifications*, site do CEIOPS.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2007), *QIS3 - Technical Specifications - Part I: Instructions*, site do CEIOPS.

Comissão Europeia (1999), *MARKT/2095/99 - Revisão da situação Financeira Global das Seguradoras*, site da Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2001a), *MARKT/2027/01 - Solvency II- Presentation of the Proposed Work*, site da Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2001b), MARKT/2085/01 - *Risk-Based Capital Systems*, site da Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2002), MARKT/2515/02 - *Risk Models of Insurance Companies or Groups*, site da Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2003a), MARKT/2509/03 - *Concepção de um Futuro Sistema de Solvência Prudencial na União Europeia - Recomendações dos Serviços da Comissão*, site da Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2003b), MARKT/2539/03 - *Solvency II - Reflections on the general outline of a framework directive and mandates for further technical work*, site da Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2007), *Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho aos Seguros de Vida e Não Vida, ao Acesso à Actividade de Seguros e Resseguros e ao seu Exercício*, site da Comissão Europeia.

Cummins, J., Harrington, S. e Niehaus, H. (1993), *An Economic Overview of Risk Based Capital Requirements for the Property-Liability Industry*, *Journal of Insurance Regulation*, Summer, pp. 427-447.

Davison, A. e Hinkley, D. (1997), *Bootstrap Methods and their Application*, Cambridge: Cambridge University Press.

Efron, B. e Tibshirani, R. (1993), *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman and Hall.

England, P. e Verral, R. (1999), *Analytic and Bootstrap Estimates of Prediction Errors in Claim Reserving*, *Insurance: Mathematics and Economics*, Vol. 25, Issue 3, pp. 281-293.

Financial Services Authority (2001), *Consultation Paper 97- Integrated Prudential Sourcebook*, London: The Financial Services Authority.

Financial Services Authority (2002), *Consultation Paper 136 - Individual Capital Adequacy Standards*, London: The Financial Services Authority.

Financial Services Authority (2003), *Consultation Paper 190 - Enhanced Capital Requirements and Individual Capital Assessments for Non-Life Insurers*, London: The Financial Services Authority.

Federal Office of Private Insurance (2004), *White Paper of the Swiss Solvency Test*, site da Swiss Federal Office of Private Insurance.

Federal Office of Private Insurance (2006), *The Swiss Experience with Market Consistent Technical Provisions - the Cost of Capital Approach*, site da Swiss Federal Office of Private Insurance.

Garcia, R. (2003), *Apliação do Tail Condicional Expectation à Determinação do Requisito de Capital de uma Empresa de Seguros Não Vida*, Tese de Mestrado, Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão.

Guimarães, R. e Cabral, J. (1999), *Estatística*, Lisboa: McGraw-Hill.

Instituto de Seguros de Portugal (2007a), *Solvência II - Estudos de Impacto Quantitativo (QIS 2)*, site do Instituto de Seguros de Portugal.

Instituto de Seguros de Portugal (2007b), *Nota técnica sobre o tratamento da modalidade Acidentes de Trabalho no exercício QIS3*, site do Instituto de Seguros de Portugal.

Instituto de Seguros de Portugal (2007c), *Aplicação do teste para o Risco Catastrófico Não Vida*, site do Instituto de Seguros de Portugal.

International Actuarial Association (2004), *A Global Framework for Insurer Solvency Assessment*, Ottawa: International Actuarial Association.

International Association of Insurers Supervisors (2000), *On Solvency, Solvency Assessments and Actuarial Issues*, site da IAIS.

Leflaive, V. (2001), *The Supervision of Insurance Solvency: Comparative Analysis in OECD Countries*, Paris: Directorate for Financial and Enterprise Affairs - Organization for Economic Co-operation and Development.

Linder U. e Ronkainen, V. (2004), *Solvency II - Towards a New Insurance Supervisory System in the European Union*, Scandinavian Actuarial Journal 2004, Issue 6, pp. 462-474.

Luder, T. (2005), *Swiss Solvency Test in Non-Life Insurance*, Bern: Swiss Federal Office of Private Insurance.

Mack, T. (1993a), *Distribution-Free Calculation of the Standard Error of Chain Ladder Reserve Estimates*, Astin Bulletin, Vol. 23, n.º 2, pp. 231-225.

Mack, T. (1993b), *Measuring the Variability of Chain Ladder Reserve Estimates*, Casualty Actuarial Society, Vol. 1, pp.101-182.

Mack, T. (1999), *The Standard Error of Chain Ladder Reserve Estimates: Recursive Calculation and Inclusion of a Tail Factor*, Astin Bulletin, Vol. 29, n.º 2, pp. 361-366.

McCullagh, P. e Nelder, J. (1989), *Generalized Linear Models*, 2nd Edition, London: Chapman and Hall.

McNeill, A., Frey, R. e Embrechts, P. (2005), *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools*, Princeton Series in Finance, Princeton: Princeton University Press.

Office of Superintendent of Financial Institutions Canada (2001), *Use of Internal Models for Determining Required Capital Segregated Fund Risks*, Instruction Guide (Insurance), site da OSFI.

Office of Superintendent of Financial Institutions Canada (2003), *Minimum Continuing Capital and Surplus Requirement*, Guideline A (Insurance), site da OSFI.

Pinheiro, P. (1999), *Análise Actuarial de Provisões para Sinistros - uma Aplicação do Método Bootstrap*, Tese de Mestrado, Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão.

Pinheiro, P., Silva, J. e Centeno, M. (2000), *Bootstrapping Methodology in Claims Reserving*, Lisboa: Centro de Matemática Aplicada À Previsão e Decisão Económica, Instituto Superior de Economia e Gestão.

Ramos, F. (2000), *Aplicação dos Modelos Lineares Generalizados à Previsão de Reservas para Sinistros*, Tese de Mestrado, Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão.

Renshaw, A. E Verral, R. (1998), *A Stochastic Model Underlying the Chain Ladder Technique*, British Actuarial Journal, Vol. 4, n.º 4, pp. 903-923.

Swiss Reinsurance Company (2006), *Sigma nº 4/2006 - Solvency II: an Integrated Risk Approach for European Insurers*, site da Swiss Re.

Wirch, J. e Hardy, M. (1999), *A Synthesis of Risk Measures for Capital Adequacy*, Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 25, Issue 3, pp. 337-347.

Legislação:

- Decreto-Lei n.º 94-B/1998, de 17 de Abril de 1998

(Regula as condições de acesso e de exercício da actividade seguradora e resseguradora no território da Comunidade Europeia, incluindo a exercida no âmbito territorial institucional das zonas francas, por empresas de seguros com sede social em Portugal, bem como as condições de acesso e de exercício da actividade seguradora e resseguradora em território português, por empresas de seguros sediadas em outros Estados membros)

- Decreto-Lei n.º 251/2003, de 14 de Outubro de 2003

(Altera e republica o Decreto-Lei n.º 94-B/98, de 17 de Abril)

- Directiva 91/674/CEE, de 19 de Dezembro de 1991

(Directiva do Conselho relativa às contas anuais e às contas consolidadas das empresas de seguros)

- Directiva 2002/13/CE, de 5 de Março de 2002

(Directiva Comunitária de Solvência I do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Directiva 73/239/CEE do Conselho relativamente aos requisitos em matéria de margem de Solvência aplicáveis às empresas de seguro não vida)

- Directiva 2002/87/CE, de 16 de Dezembro de 2002

(Terceira Directiva sobre o Seguro Não Vida, relativa à coordenação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas respeitantes ao seguro directo não vida e que altera as directivas 73/239/CEE e 88/357/CEE)

- Norma Regulamentar do ISP n.º 14/2005-R, de 29 de Novembro

(Princípios aplicáveis ao desenvolvimento dos sistemas de gestão de riscos e de controlo interno das empresas de seguros)

Sites consultados:

APS - www.apseguradores.pt

CEA - www.cea.assur.org

CEIOPS - www.ceiops.com

Comissão Europeia - www.ec.europa.eu/internal_market/insurance/index_en.htm

FOPI - www.bpv.admin.ch

FSA - www.fsa.gov.uk

ISP - www.isp.pt

OCDE - www.oecd.org

OSFI - www.osfi-bsif.gc.ca

Swiss Reinsurance - www.swissre.com

ANEXO 1 - Modelo de Solvência em vigor na União Europeia para o cálculo da Margem de Solvência Exigida

Ramos Não Vida

A margem de solvência requerida é definida pelo maior dos seguintes valores obtidos, tendo em conta uma óptica de prémios ou uma óptica de sinistros. O cálculo destes valores é definido pelas fórmulas:

Óptica dos Prémios (prémios brutos emitidos)

Índice de Prémios = (18% dos primeiros 50M€ + 16% do excedente) x taxa de retenção

Óptica dos Sinistros (sinistros brutos emitidos¹⁵)

Índice de Sinistros = (26% dos primeiros 35M€+ 23% do excedente) x taxa de retenção

Em ambas as situações a taxa de retenção é dada por:

$$\text{Taxa de Retenção} = \frac{\text{Sinistros Líquidos}}{\text{Sinistros Brutos}} \text{ (até um limite de 50\%)}$$

No seguro de responsabilidade civil (com excepção da responsabilidade civil automóvel) e nos seguros marítimo e de aviação, o índice multiplica-se por um factor 1,5.

Ramo Vida

Para os seguros de vida a margem de solvência requerida é calculada da seguinte forma:

$$\text{MSE} = 4\%^{16} \text{ das provisões matemáticas brutas x taxa de retenção das provisões matemáticas} + 0,3\%^{17} \text{ do capital em risco x taxa de retenção do capital em risco}$$

¹⁵ Considera-se neste caso a média dos custos com sinistros dos últimos 3 exercícios.

¹⁶ Para o negócio *unit-linked* esta percentagem é de 1%.

¹⁷ Para apólices com vigência máxima de 3 anos a percentagem é de 0,1% e para apólices com vigência entre 3 a 5 anos a percentagem é de 0,15%.

onde,

$$\text{Taxa de Retenção das Provisões Matemáticas} = \frac{\text{Provisões Líquidas}}{\text{Provisões Brutas}} \text{ (até um limite de 85\%)}$$

$$\text{Taxa de Retenção do Capital em Risco} = \frac{\text{Capital em Risco Líquido}}{\text{Capital em Risco Bruto}} \text{ (até um limite de 50\%)}$$

Fundo de Garantia Mínima

De uma forma geral, definiu-se fundo de garantia mínima como um terço da margem de solvência requerida, sujeito a um mínimo de 3.000.000€, 2.250.000€ ou 1.500.000€ consoante se trate, respectivamente, de uma empresa pública ou de uma sociedade anónima com sede em Portugal; de uma mútua de seguros ou de uma sucursal de empresa de seguros com sede fora do território da União Europeia (ver Decreto-Lei n.º 251/2003).

Além das normas de solvência, a União Europeia, definiu ainda orientações acerca dos investimentos para as provisões técnicas. Estipulou restrições às classes de activos que podiam ser investidas pelos seguradores, bem como relativamente à quota máxima reservada a cada uma delas. A regulamentação para os investimentos reflectem o facto de que os riscos de investimento (dos activos) não estão contemplados na determinação dos requisitos do capital de solvência.

De acordo com as directivas da União Europeia, o capital disponível corresponde aos activos da Seguradora, livre de todas as responsabilidades menos os valores intangíveis. Se o capital disponível não cumprisse com os requisitos de solvência os responsáveis de supervisão podiam impor medidas correctivas ao Segurador.

ANEXO 2 - Modelo de Solvência I aplicado à Companhia de Seguros em estudo

Margem de Solvência Disponível (valores apresentado em u.m.)

A			
(1)	Capital Social Realizado / Fundo de Estabelecimento, excluindo acções próprias	4.500.000,00	
a)	Capital Social Realizado / Fundo de Estabelecimento	4.500.000,00	
b)	Acções Próprias		
(2)	Reservas	220.448,06	
a)	Reservas de Reavaliação	193.329,17	
b)	Reserva Legal	7.668,76	
c)	Outras Reservas	19.450,13	
d)	Prémios de Emissão	0,00	
(3)	Resultado de Ganhos e Perdas, deduzido de distribuições	65.480,64	
a)	Resultados transitados	-875.372,90	
b)	Resultado líquido do exercício	940.853,54	
c)	Distribuição de resultados do exercício	0,00	
(4)	Total (1) + (2) + (3)	4.785.928,69	
(5)	Acções preferenciais e empréstimos subordinados, até ao limite de 50% da margem de solvência disponível / exigida	1.000.000,00	
a)	Acções preferenciais com duração determinada	0,00	
b)	Acções preferenciais sem duração determinada	0,00	
c)	Empréstimos subordinados com prazo fixo	0,00	
d)	Empréstimos subordinados sem prazo fixo	1.000.000,00	
(6)	Títulos de duração indeterminada e outros instrumentos, num máximo de 50% da margem de solvência disponível / exigida	0,00	
(7)	Total (5) + (6)	1.000.000,00	
	Total A = (4) + (7)		5.785.928,69
B			
(8)	Metade da parte do Capital Social ainda não realizado, desde que a parte realizada atinja, pelo menos, 25% do valor do Capital Social até ao limite de 50% da margem de solvência disponível / exigida	0,00	
(9)	Reforços de quotizações, até ao limite de 50% da margem de solvência disponível / exigida	0,00	
(10)	Total (8) + (9)	0,00	
(11)	Parte dos lucros futuros da empresa relativos à actividade VIDA	0,00	
a)	Lucro anual previsto	0,00	
b)	Duração residual média (≤ 6 anos)	0,00	
(12)	Diferença devida à não zillmerização ou zillmerização parcial	0,00	
(13)	Total (11) + (12)	0,00	
	Total B = (10) + (13)		0,00
C			
(14)	Participações e outros instrumentos em entidades participadas	0,00	
a)	Dedução dos elementos previstos nas alíneas d) a f) do n.º 4 do artigo 96.º e d) a f) do n.º 4 do artigo 98.º do Decreto-Lei n.º 94-B/98	0,00	
a ₁)	Participações detidas em empresas de seguros, empresas de resseguros, sociedades gestoras de participações no sector dos seguros, instituições de crédito, sociedades financeiras, instituições financeiras e empresas de investimento	0,00	
a ₂)	Acções preferenciais, empréstimos subordinados, títulos de duração indeterminada e outros instrumentos detidos relativamente às entidades definidas na alínea d) do n.º 4 do artigo 96.º e alínea d) do n.º 4 do artigo 98.º do Decreto-Lei n.º 94-B/98	0,00	
b)	Dedução alternativa prevista no n.º 6 do artigo 96.º e no n.º 6 do artigo 98.º do Decreto-Lei n.º 94-B/98	0,00	
b ₁)	Parte proporcional do requisito de margem de solvência/fundos próprios		
b ₂)	Parte proporcional, em função da participação detida, da margem de solvência disponível/fundos próprios		
b ₃)	Dupla utilização dos elementos constitutivos da margem de solvência/fundos próprios e criação intragrupo de capital (não eliminados em a ₁) e a ₂)		
(15)	Elementos que não estejam livres de toda e qualquer obrigação previsível	892.266,33	
(16)	Imobilizações incorpóreas	0,00	

(17)	Diferença devida à aplicação do critério alternativo para os títulos de rendimento fixo	0,00	
	Títulos de rendimento fixo avaliados pelo critério referido no n.º 10.1.3 do "Plano de Contas para as Empresas de Seguros"		
a)			
b)	Títulos de rendimento fixo avaliados ao seu valor actual		
(18)	Responsabilidade com pensões de reforma	0,00	
a)	Montante financiado	197.577,25	
a ₁)	<i>Fundo de pensões</i>	27.667,18	
a ₂)	<i>Provisão matemática de seguros de renda vitalícia imediata ou temporária</i>		
a ₃)	<i>Provisão matemática de outros contratos de seguro</i>	169.910,07	
b)	Valor actual das pensões em pagamento		
b ₁)	<i>Garantidas através de seguros de renda vitalícia imediata ou temporária</i>		
b ₂)	<i>Garantidas através de outros meios de financiamento</i>		
c)	Valor actual da responsabilidade por serviços passados (current)		
d)	Valor actual da responsabilidade por serviços passados (projected)	197.577,25	
	Total C = Total de (14) a (18)		892.266,33
	TOTAL dos elementos constitutivos do Fundo de Garantia = (A - C)		4.893.662,37
	TOTAL dos elementos constitutivos da Margem de Solvência Disponível = (A + B - C)		4.893.662,37

Margem de Solvência Exigida Não Vida

A

Seguros Não Vida (excluindo RC Aeronaves, RC Embarcações Marítimas, Lacustres e Fluviais, RC Geral e o Seguro de Doença praticado segundo a técnica do seguro de vida)

(1)	Prémio brutos emitidos / Prémios adquiridos (seguro directo + resseguro aceite)	16.013.843,56	
a)	Prémio brutos emitidos (seguro directo + resseguro aceite)	16.013.843,56	
b)	Prémios adquiridos (seguro directo + resseguro aceite)	15.842.090,79	
(2)	Impostos e Taxas	196.538,40	
a)	<i>Taxa para o Organismo de Controlo</i>	38.412,72	
b)	<i>Valor dos vistos dos cartões de Responsabilidade Civil Automóvel</i>	25.562,12	
c)	<i>Percentagem para o Fundo de Garantia Automóvel</i>	132.563,57	
d)	<i>Outros impostos e taxas incidindo s/a actividade das Sucursais / Regime LPS</i>	0,00	
e)	<i>Outros</i>	0,00	
(3)	Total (1) - (2)	16.817.306,16	
(4)	Soma dos custos com sinistros brutos (seguro directo + resseguro aceite) dos três / sete últimos exercícios	29.530.348,65	
(5)	Soma dos custos com sinistros, parte dos resseguradores, dos três / sete últimos exercícios	2.203.893,93	
	Seguros RC Aeronaves, RC Embarcações Marítimas, Lacustres e Fluviais e RC Geral		
(6)	Prémio brutos emitidos / Prémios adquiridos (seguro directo + resseguro aceite)	346.662,54	
a)	Prémio brutos emitidos (seguro directo + resseguro aceite)	346.662,54	
b)	Prémios adquiridos (seguro directo + resseguro aceite)	326.222,87	
(7)	Impostos e Taxas	835,65	
a)	<i>Taxa para o Organismo de Controlo</i>	835,65	
b)	<i>Outros impostos e taxas incidindo s/a actividade das Sucursais / Regime LPS</i>	0,00	
c)	<i>Outros</i>	0,00	
(8)	Total (6) - (7)	346.826,89	
(9)	Soma dos custos com sinistros brutos (seguro directo + resseguro aceite) dos três últimos exercícios	255.643,05	
(10)	Soma dos custos com sinistros, parte dos resseguradores, dos três últimos exercícios	306,08	
(11)	Resultado na óptica dos prémios (I)		2.723.803,21
	Seguro Doença praticado segundo a técnica do seguro de vida		
(12)	Prémio brutos emitidos / Prémios adquiridos (seguro directo + resseguro aceite)	0,00	
a)	Prémio brutos emitidos (seguro directo + resseguro aceite)	0,00	
b)	Prémios adquiridos (seguro directo + resseguro aceite)	0,00	
(13)	Impostos e Taxas	0,00	
a)	<i>Taxa para o Organismo de Controlo</i>	0,00	
b)	<i>Outros impostos e taxas incidindo s/a actividade das Sucursais / Regime LPS</i>	0,00	
c)	<i>Outros</i>	0,00	
(14)	Total (12) - (13)	0,00	

(15)	Soma dos custos com sinistros brutos (seguro directo + resseguro aceite) dos três últimos exercícios	0,00	
(16)	Soma dos custos com sinistros, parte dos resseguradores, dos três últimos exercícios	0,00	
(17)	Resultado na óptica dos prémios (II)		0,00
(18)	Resultado na óptica dos prémios (I + II)		2.723.803,21
B			
Seguros Não Vida (excluindo RC Aeronaves, RC Embarcações Marítimas, Lacustres e Fluviais, RC Geral e o seguro de Doença praticado segundo a técnica do seguro de vida)			
(19)	Média dos custos com sinistros brutos (seguro directo + resseguro aceite) dos últimos três / sete exercícios	9.843.449,55	
Seguro RC Aeronaves, RC Embarcações Marítimas, Lacustres e Fluviais e RC Geral			
(20)	Média dos custos com sinistros brutos (seguro directo + resseguro aceite) dos últimos três exercícios	85.214,35	
(21)	Resultado na óptica dos sinistros (III)		2.401.486,55
Seguro Doença praticado segundo a técnica do seguro de vida			
(22)	Média dos custos com sinistros brutos (seguro directo + resseguro aceite) dos últimos três exercícios	0,00	
(23)	Resultado na óptica dos sinistros (IV)		0,00
(24)	Resultado na óptica dos sinistros (III + IV)		2.401.486,55
C			
(25)	Margem de solvência exigida para os ramos Não Vida - ano precedente	2.532.819,46	
(26)	Provisão para sinistros, líquida de resseguro - no final do ano	16.359.910,86	
(27)	Provisão para sinistros, líquida de resseguro - no final do ano precedente	14.102.689,06	
(28)	Resultado (V)		2.532.819,46

MARGEM DE SOLVÊNCIA - RESUMO

I -	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DO FUNDO DE GARANTIA		4.893.662,37
II -	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DA MARGEM DE SOLVÊNCIA		4.893.662,37
MARGEM DE SOLVÊNCIA A CONSTITUIR			
III -	ACTIVIDADE NÃO VIDA		
	Resultado na óptica dos prémios (I + II)	2.723.803,21	
	Resultado na óptica dos sinistros (III + IV)	2.401.486,55	
	Resultado limite do n.º 8 do artigo 97.º (V)	2.532.819,46	
	Fundo de Garantia mínimo legal	750.000,00	
	Montante da Margem de Solvência a Constituir		2.723.803,21
	Montante do Fundo de Garantia a Constituir		907.934,40
IV -	ACTIVIDADE VIDA E DE FUNDOS DE PENSÕES		
	Resultado (I + II)	0,00	
	Resultado (III)	0,00	
	Resultado (IV + V)	0,00	
	Resultado (VI)	0,00	
	Resultado (VII)	0,00	
	Total	0,00	
	Fundo de Garantia mínimo legal		
	Montante da Margem de Solvência a Constituir		0,00
	Montante do Fundo de Garantia a Constituir		0,00
V -	MONTANTE TOTAL DA MARGEM DE SOLVÊNCIA A CONSTITUIR		2.723.803,21
VI -	MONTANTE TOTAL DO FUNDO DE GARANTIA A CONSTITUIR		907.934,40
VII -	EXCESSO/INSUFICIÊNCIA DA MARGEM DE SOLVÊNCIA = (II - V)		2.169.859,16
VIII -	TAXA DE COBERTURA DA MARGEM DE SOLVÊNCIA = (II / V)		179,66%

**ANEXO 3 - Modelo de Solvência II - Quantitative Impact Study 3 aplicado à
Companhia de Seguros em estudo**

Cálculo do MCR, Minimum Capital Requirement (valores expressos em milhares de u.m.)

MCR final calculation	MCR	MCR|AMCR	MCR|AMCR	MCR|AMCR
MCR alternative 1	2.613	2.613	2.613	2.613
MCR alternative 2	2.365	2.365	2.365	2.365
Absolute minimum (AMCR) (in M€)		1	2	3

MCR before RPS calculation	Market risks	Underwriting risks			Aggregated result
		Life	Non-Life	Health	
Alternative 1	666	0	2.365	0	2.613
Alternative 2	0	0	2.365	0	2.365
correlation with market risk	100%	25%	25%	25%	
correlation with life UW risk	25%	100%	0%	25%	
correlation with non-life UW risk	25%	0%	100%	0%	
correlation with health UW risk	25%	25%	0%	100%	

Reduction for profit sharing	TPwp	TPsurrender	TPbenefits	RPS
Provisions	0	0	0	0

Market risks component	Inputs	MCR1 factors	MCR2 factors	Interest rate shocks results		Interest rates result	MCRmkt
				Up	Down		
Equity and UCITS exposure	925	12%	12%				Alternative 1: 666
Property exposure	0	8%	8%				Alternative 2: 0
Fixed income assets (life)	0	5,4%					
Fixed income assets (non-life)	18.390	2,7%					
Fixed income assets (total)	18.390						
Fixed inc. assets (w/out gov't bonds)	0		2,5%				
Technical provisions	17.938						
Mean duration of fixed inc assets	1						
Mean duration of TP	1						
Alternative 2 market risk sub-components	Equity	Property	Spread	Up	Down	result	
sub-risk result	0	0	0	0	0	0	

Non-life underwriting risks component	net earned P	net claims TP	alpha param	beta param
Accident and health - workers compensation	3.406	1.151	10,0%	19,5%
Accident and health - health insurance	35	1	4,0%	10,0%
Accident and health - others/default	764	199	6,5%	19,5%
Motor, third party liability	4.746	7.713	13,0%	16,5%
Motor, other classes	1.624	202	13,0%	10,0%
Marine, aviation and transport	49	45	16,5%	19,5%
Fire and other damage to property	2.787	480	13,0%	13,0%
Third-party liability	280	54	13,0%	19,5%
Credit and suretyship	0	0	16,5%	13,0%
Legal expenses	10	0	6,5%	13,0%
Assistance	102	0	10,0%	13,0%
Miscellaneous non-life insurance	1	0	16,5%	19,5%
NP reins property	0	0	19,5%	19,5%
NP reins casualty	0	0	19,5%	26,5%
NP reins MAT	0	0	19,5%	26,5%
All lines	13.804	9.846		
Herfindahl diversification indices	23,7%	63,1%	Floor	
Factors	65,0%	79,4%	65%	MCRnl: 2.365

Life underwriting risk component	Input I.5.30	Factors I.5.33	Sub result	Sub risk	MCRlife
Net capital at risk	0	0,025%	0	Mortality	0
Net death benefits	0	0,15%	0	Longevity	
Unit linked provisions (gross)	0	0,15%	0	Unit-Linked	

Health underwriting risks	Input I.5.35	Factor 1	Factor 2	MCR health
Number of insured persons	0	128%	5	0
Annual gross benefits	0			

Additional information	
1/3 SCR	1.963
1/3 SCR internal model	0
Required solvency margin (Solv I)	2.653
Minimum guarantee fund	884

Market risk charge excluding free assets (optional)	
for MCR alternative 1	0
for MCR alternative 2	0

Cálculo do BSCR, Basic Solvency Capital Requirement, e do SCR, Solvency Capital Requirement
(valores expressos em milhares de u.m.)

	Market risk	Default risk	Underwriting risks			Aggregation 13.26	BSCR 13.26	SCRop	SCR 13.16
			Life	Health	Non-Life				
Basic SCR and SCR calculation	1.313	20	125	0	5.035	5.531	359	5.890	
correlation with SCRmkt	100%	25%	25%	25%	25%	Future disc benefits 0 BSCR reduction		Group adjustment	
correlation with SCRdef	25%	100%	25%	25%	50%				
correlation with SCRlife	25%	25%	100%	25%	0%				
correlation with SCRhealth	25%	25%	25%	100%	0%				
correlation with SCRnl	25%	50%	0%	0%	100%				
Mitigating effect of FPS (KC)	0		0	0		0	0		
Internal model results	0	0	0	0	0		0	0	

Risks details	QIS3 model		Internal model risks
	Risks	Mitigation	
Market risks	1.313	0	0
<i>interest risk</i>	502	0	0
<i>equity</i>	1.213	0	0
<i>property</i>	0	0	0
<i>spread</i>	0	0	0
<i>concentration</i>	0	0	0
<i>currency</i>	0	0	0
Default risks	20		0
Life underwriting	125	0	0
<i>Mortality</i>	0	0	0
<i>Longevity</i>	85	0	0
<i>Disability</i>	0	0	0
<i>Lapse</i>	0	0	0
<i>Expenses</i>	11	0	0
<i>Revision</i>	68		0
<i>CAT</i>	0	0	0
Health underwriting	0	0	0
<i>Expenses risk</i>	0	0	0
<i>Claims</i>	0	0	0
<i>Accumulation</i>	0	0	0
Non-life underwriting	5.035		0
<i>Premium and reserve risk</i>	5.031		0
<i>Cat risk</i>	200		0
Operational risk	359		0

SCR coverage		
SCR eligible	SCR surplus	SCR ratio
6.543	653	111,1%

Optional information	
SCR without free assets	5.406
SCR with alternate SCRmkt	5.557

ANEXO 4 - Modelo de Solvência RBC em vigor nos Estados Unidos da América

Identificação dos riscos e respectivos requisitos de capital, tendo como base o documento MARKT/2085/01 (Comissão Europeia, 2001b):

R₀ - Risco decorrente da detenção de outras Seguradoras e outros riscos extra-patrimoniais:

Este risco é a soma de dois requisitos de capital: no primeiro caso o requisito de capital é igual ao valor contabilístico das acções detidas ou ao RBC da filial e no segundo caso o requisito é determinado em função das responsabilidades extra-patrimoniais.

R₁ - Risco dos activos de taxa fixa:

Requisito correspondente à aplicação, nas obrigações, de um coeficiente determinado em função da qualidade do emitente (desde 0% para as obrigações do estado, até 30% para os emitentes em incumprimento). Os coeficientes correspondentes aos 10 maiores emitentes são duplicados. Quanto maior for o número de emitentes em presença, menores são os coeficientes a aplicar.

R₂ - Outros riscos de Investimento:

Requisito correspondente à aplicação, a todos os activos de rendimento variável, de um coeficiente determinado, sendo 15% para as acções e 10% para os imóveis. Os coeficientes correspondentes aos 10 maiores emitentes são duplicados.

R₃ - Risco de crédito:

Requisito correspondente à aplicação de um coeficiente a todos os créditos detidos pela empresa de seguros sobre resseguradores e outros agentes. Para créditos sobre resseguradores o coeficiente é 10%.

R₄ - Risco de provisionamento:

Requisito correspondente à aplicação de diferentes coeficientes às provisões para sinistros dos diferentes ramos. Os coeficientes são determinados através de factores fixados pela autoridade de supervisão (baseados na pior experiência observada no mercado nos últimos 10 anos), ajustados depois de acordo com a experiência da empresa. O requisito só é aplicável se o seu valor for superior à margem implícita na provisão para sinistros, decorrente do facto desta ser calculada sem a utilização de factores de desconto.

R₅ - Risco de insuficiência dos prémios:

Requisito correspondente à aplicação de um coeficiente aos prémios emitidos em cada ramo. Os coeficientes são fixados através de factores fixados pela autoridade de supervisão, ajustados de acordo com a experiência da empresa. Os factores fixados pela autoridade de supervisão são baseados no pior rácio de sinistralidade observado no mercado nos últimos 10 anos. A ideia base é semelhante à que se encontra na génese do cálculo da provisão para riscos em curso usada em Portugal.

Ajustamentos no cálculo dos riscos de subscrição, R₄ e R₅

É efectuada uma dedução para ter em conta a diversificação do negócio (pode ir até 30% de R₄ ou R₅).

É aplicado um incremento nas situações em que a empresa de seguros apresenta uma taxa de crescimento de prémios superior a 10% num período de três anos.

Cálculo do Risk Based Capital Total (Ajustamento de Covariância)

$$RBC = R_0 + \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2 + R_5^2}$$

ANEXO 5 - Modelo de Solvência do Reino Unido para o cálculo do *Enhanced Capital Requirement* aplicado à Companhia de Seguros em estudo

Requisito de Capital resultante dos factores aplicados aos Activos

ACTIVOS				VALOR DOS ACTIVOS	FACTORES RELATIVOS AO RISCO DOS ACTIVOS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DOS ACTIVOS	
Investimentos	Terrenos e Edifícios			-	7,5%	-	
	Investimentos em empresas do grupo e associadas	Partes de Capital em Empresas do Grupo	Insurance dependants	-	0,0%	-	
			Outras	-	7,5%	-	
		Obrigações e outros empréstimos a Empresas do Grupo		-	3,5%	-	
		Partes de Capital em empresas associadas		695.051	7,5%	52.129	
		Obrigações e outros empréstimos a Empresas Associadas		-	3,5%	-	
	Outros investimentos financeiros	Acções e outros títulos de rendimento variável e unidades de participação em fundos de investimento		6.837.584	16,0%	1.094.013	
		Fundos do mercado monetário		-	0,0%	-	
		Obrigações e outros títulos de rendimento fixo	Governamentais	12.119.938	3,5%	424.198	
			Outros	-	3,5%	-	
		Participações em pools de investimento		-	16,0%	-	
		Loans secured by mortgages - Investimentos relativos a seguros de vida em que o risco de investimento é suportado pelo tomador de seguro		-	2,5%	-	
		Outros empréstimos		-	2,5%	-	
		Depósitos com instituições de crédito e instituições financeiras aprovadas.		2.233.999	0,0%	-	
	Outros		-	7,5%	-		
	Depósitos			-	3,5%	-	
	Participação dos resseguradores nas provisões técnicas	Provisões para prémios não adquiridos			477.018	2,5%	11.925
		Sinistros pendentes			1.363.704	2,5%	34.093
		Outros			-	2,5%	-
Devedores	Devedores de operações de seguro directo	Segurados	1.415.275	4,5%	63.687		
		Intermediários	-	3,5%	-		
	Devedores de operações de resseguro		-	2,5%	-		
	Outros devedores		3.533.105	1,5%	52.997		
	Subscritores de capital		-	0,0%	-		
Outros Activos	Activos tangíveis - Imobilizações corpóreas e existências		250.516	7,5%	18.789		
	Depósitos bancários e caixa		167	0,0%	-		
	Outros - Inclui Imobilizações incorpóreas e Impostos diferidos		2.206.001	0,0%	-		
Pagamentos Antecipados e accrued income	Juros a receber		238.513	0,0%	-		
	Custos de aquisição diferidos		-	0,0%	-		
	Outros acréscimos e diferimentos		788.091	0,0%	-		
TOTAL				32.158.958	5,4%	1.751.831	

Requisito de Capital resultante dos factores aplicados aos Prémios e às Provisões Técnicas

CLASSE DE NEGÓCIO	PRÉMIOS EMITIDOS	FACTORES DE CAPITAL APLICÁVEIS AOS PRÉMIOS EMITIDOS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DOS PRÉMIOS	PROVISÕES TÉCNICAS	FACTORES DE CAPITAL APLICÁVEIS ÀS PROVISÕES TÉCNICAS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DAS PROV. TÉCNICAS
Grupo de reporte: Seguro directo Ramo Automóvel – Seguros Particulares						
Seguro automóvel de particulares - <i>comprehensive</i>	-	10,00%	-	-	9,00%	-
Seguro automóvel de particulares - <i>non-comprehensive</i>	-	10,00%	-	-	9,00%	-
Motociclos	-	10,00%	-	-	9,00%	-
Grupo de reporte: Seguro Directo Ramo Automóvel – Seguros de Empresas						
Frotas	-	10,00%	-	-	9,00%	-
Veículos comerciais (não frotas)	-	10,00%	-	-	9,00%	-
Total Ramo Automóvel	6.370.096,29	10,00%	637.009,63	10.410.242,68	9,00%	936.921,84
Grupo de reporte: Seguro directo Ramo de Acidentes e Doença						
Seguro directo saúde de particulares	-	5,00%	-	-	7,50%	-
Planos de reembolso de despesas de saúde	-	5,00%	-	-	7,50%	-
Acidentes pessoais e doença	-	5,00%	-	-	7,50%	-
Viagens	-	5,00%	-	-	7,50%	-
Total Ramo de Acidentes e Doença	4.169.828,35	5,00%	208.491,42	1.869.017,83	7,50%	140.176,34
Habitação e todos os riscos domésticos	2.786.920,50	10,00%	278.692,05	1.336.962,50	10,00%	133.696,25
Danos patrimoniais e roubo empresas - <i>Commercial</i>	-	10,00%	-	-	10,00%	-
Engenharia - <i>all risks</i>	-	10,00%	-	-	10,00%	-
Contractors - <i>all risks</i>	-	10,00%	-	-	10,00%	-
Energia	-	10,00%	-	-	10,00%	-
Pacotes Multiriscos para empresas	-	10,00%	-	-	10,00%	-
Grupo de reporte: Seguro directo particulares Perdas pecuniárias						
Assistência	101.582,75	25,00%	25.395,69	115.465,92	14,00%	16.165,23
Crédito	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Extensões de garantias	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Despesas legais	9.878,75	25,00%	2.469,69	12.962,00	14,00%	1.814,68
Grupo de reporte: Seguro directo Empresas - Perdas pecuniárias						
Fidelidade e garantias contratuais	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Indemnizações de empréstimos	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Crédito	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Perdas consequências	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Navios fretados Suretyship	-	25,00%	-	-	14,00%	-

CLASSE DE NEGÓCIO	PRÉMIOS EMITIDOS	FACTORES DE CAPITAL APLICÁVEIS AOS PRÉMIOS EMITIDOS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DOS PRÉMIOS	PROVISÕES TÉCNICAS	FACTORES DE CAPITAL APLICÁVEIS ÀS PROVISÕES TÉCNICAS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DAS PROV. TÉCNICAS
Grupo de reporte: Seguro directo Empresas seguros de Responsabilidade						
Responsabilidade Civil Empregadores	-	14,00%	-	-	14,00%	-
Responsabilidade Civil Produtos	-	14,00%	-	-	14,00%	-
Responsabilidade Civil Pública	280.032,50	14,00%	39.204,55	96.345,75	14,00%	13.488,41
Indmnizações profissionais	-	14,00%	-	-	14,00%	-
Grupo de reporte: Seguro directo Aviação						
Responsabilidade Civil Aviação	-	32,00%	-	-	14,00%	-
Aviation hull	-	32,00%	-	-	14,00%	-
Riscos espaciais e satélites	-	32,00%	-	-	14,00%	-
Grupo de reporte: Seguro directo Marítimo						
Responsabilidade Civil Marítimo	10.619,06	22,00%	2.336,19	8.466,75	17,00%	1.439,35
Pescas	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Recreio	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Riscos de guerra	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Protecção e indemnização	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Freight demurrage and defence	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Grupo de reporte: Seguro directo Transporte						
Bens em trânsito	30.453,80	12,00%	3.654,46	8.485,11	14,00%	1.187,92
Grupo de reporte: Seguro directo Diversos						
Seguro directo vários	-	25,00%	-	-	14,00%	-
SUB-TOTAL Seguro Directo	13.759.412,00	8,70%	1.197.253,67	13.857.948,53	8,98%	1.244.890,00
Grupo de reporte: Tratados de resseguro não proporcionais						
Não proporcional acidentes e doença	130.381,81	35,00%	45.633,63	-	16,00%	-
Não proporcional automóvel	155.823,65	10,00%	15.582,36	377.423,63	14,00%	52.839,31
Não proporcional transporte	-	16,00%	-	-	15,00%	-
Não proporcional aviação	-	61,00%	-	-	16,00%	-
Não proporcional marítimo	-	38,00%	-	-	17,00%	-
Não proporcional patrimoniais não catastrófico	-	53,00%	-	-	12,00%	-
Não proporcional patrimoniais catastrófico	244.391,48	53,00%	129.527,48	756.427,42	12,00%	90.771,29
Não proporcional Resp Civil não automóvel	6.598,66	14,00%	923,81	-	14,00%	-
Não proporcional perdas pecuniárias	-	39,00%	-	-	14,00%	-
Não proporcional patrimoniais cobertura agregada	-	53,00%	-	-	12,00%	-

CLASSE DE NEGÓCIO	PRÉMIOS EMITIDOS	FACTORES DE CAPITAL APLICÁVEIS AOS PRÉMIOS EMITIDOS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DOS PRÉMIOS	PROVISÕES TÉCNICAS	FACTORES DE CAPITAL APLICÁVEIS ÀS PROVISÕES TÉCNICAS	CAPITAL RESULTANTE DO FACTOR DAS PROV. TÉCNICAS
Grupo de reporte: Tratados de resseguro proporcionais						
Proporcional Acidentes e Doença	-	12,00%	-	-	16,00%	-
Proporcional Automóvel	316.620,02	10,00%	31.662,00	-	12,00%	-
Proporcional Transportes	-	12,00%	-	-	15,00%	-
Proporcional Aviação	-	33,00%	-	-	16,00%	-
Proporcional Marítimo	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Tratados proporcionais patrimoniais	860.143,27	23,00%	197.832,95	72.366,53	12,00%	8.683,98
Proporcional Responsab. Civil Não-Automóvel	-	14,00%	-	-	14,00%	-
Proporcional Perdas Pecuniárias	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Proporcional Cobertura Agregada	-	23,00%	-	-	12,00%	-
Proporcional Seguros Diversos	28.451,26	-	-	79.049,11	-	-
Grupo de reporte: Resseguro Facultativo						
Facultativo Acidentes e Doença	-	5,00%	-	-	7,50%	-
Facultativo Automóvel	-	10,00%	-	-	9,00%	-
Facultativo patrimoniais de particulares	-	10,00%	-	-	10,00%	-
Facultativo perdas financeiras de particulares	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Facultativo patrimoniais de empresas	531.382,68	10,00%	53.138,27	6.567,12	10,00%	656,71
Facultativo Respons. Civil Não-Automóvel	-	14,00%	-	-	14,00%	-
Facultativo perdas financeiras de empresas	-	25,00%	-	-	14,00%	-
Facultativo marítimo	-	22,00%	-	-	17,00%	-
Facultativo aviação	-	32,00%	-	-	14,00%	-
Facultativo transportes	-	12,00%	-	-	14,00%	-
SUB-TOTAL Resseguro Cedido	2.273.792,82	20,86%	474.300,51	1.291.833,81	11,84%	152.951,29
Grupo de reporte: Resseguro vários						
Resseguro Aceite - Vários	-	39,00%	-	-	14,00%	-
TOTAL GERAL	16.033.205	10,43%	1.671.554,2	15.149.782	9,23%	1.397.841

ANEXO 6 - Modelo Standard para o Risco de Subscrição no SST

CY Risk - Current Year Risk

No que diz respeito aos sinistros futuros, para a modelação do risco associada a perdas com sinistros a ocorrer no ano em estudo, o SST propõe que estes devem ser modelados separando os sinistros considerados graves, e que têm por norma baixa frequência, daqueles que são considerados leves/normais, que são caracterizados por uma alta frequência.

No que diz respeito a alguns sinistros catastróficos pode optar-se por uma modelação usando cenários.

A modelação dos sinistros leves/normais consiste na estimação dos prémios adquiridos futuros e da variabilidade da taxa de sinistralidade para cada uma das diferentes linha de negócio. Com esses valores e com os coeficientes de correlação entre as LoB (fornecidos pela FOPI), calculam-se a média e a variância da distribuição global desses sinistros, recorrendo, por exemplo, a uma distribuição Gama.

Os sinistros graves são modelados individualmente por LoB, usando uma distribuição de Poisson Composta, isto é, assumindo que o número de sinistros segue uma distribuição de Poisson. Para o montante do sinistro assume-se uma distribuição de Pareto para cada LoB, com parâmetros pré-definidos.

A Figura 6, na página seguinte, ilustra o que foi descrito anteriormente.

PY Risk- Previous Year Risk

Com vista à obtenção da distribuição de probabilidades das reservas de ganhos e perdas, deverão usar-se as volatilidades históricas dos resultados das reservas para estimar a variância de cada LoB. Assumindo a independência entre as várias LoB, a variância agregada é dada pela soma das variâncias. O modelo assume que o valor das reservas segue uma distribuição Lognormal de média zero e variância igual ao valor obtido pela agregação das variâncias.

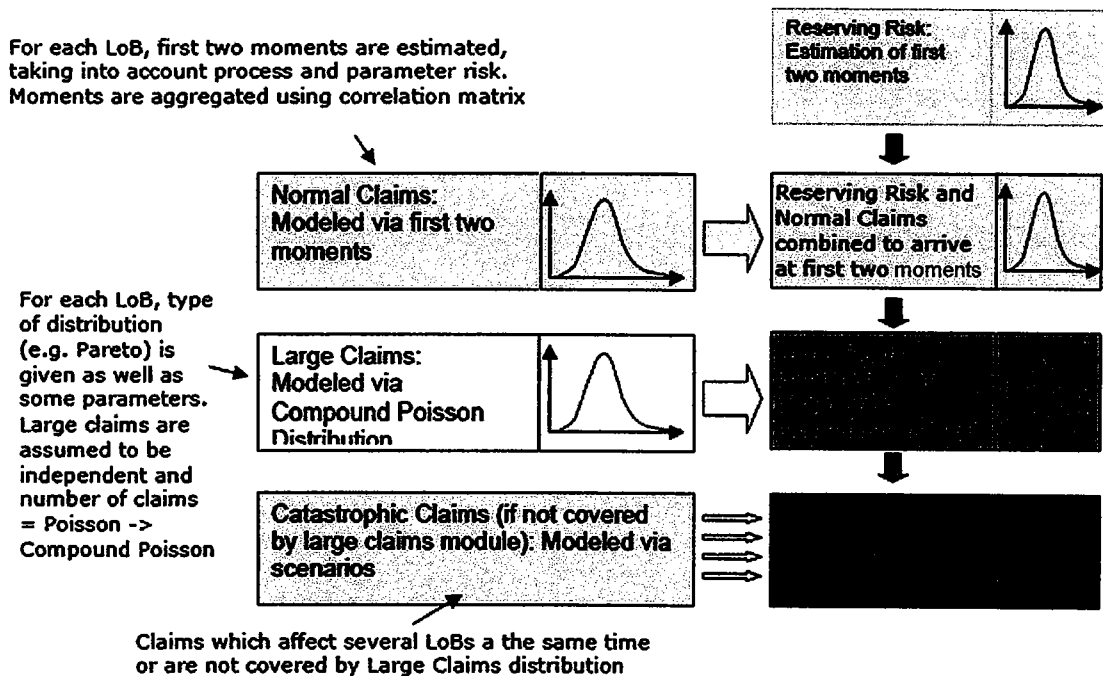


Figura 6 - Modelação standard para o Current Year Risk no SST (fonte: FOPI, 2004)

Agregação

Conforme se pode ver na Figura 7, a agregação no modelo de subscrição não vida é feita da seguinte forma: inicialmente faz-se a agregação dos sinistros leves/normais com o resultado obtido das reservas, e assume-se que a distribuição agregada resultante é uma Lognormal com média e variância conhecidas, calculadas à custa dos dois primeiros momentos da distribuição dos sinistros e da distribuição das reservas (usando uma matriz de correlação fornecida). Considerando a independência entre os dois diferentes tipos de sinistros considerados (sinistros leves/normais e grandes) e o resultado das reservas, a distribuição de Poisson Composta com a Pareto é agregada à Lognormal, obtida após a agregação anterior.

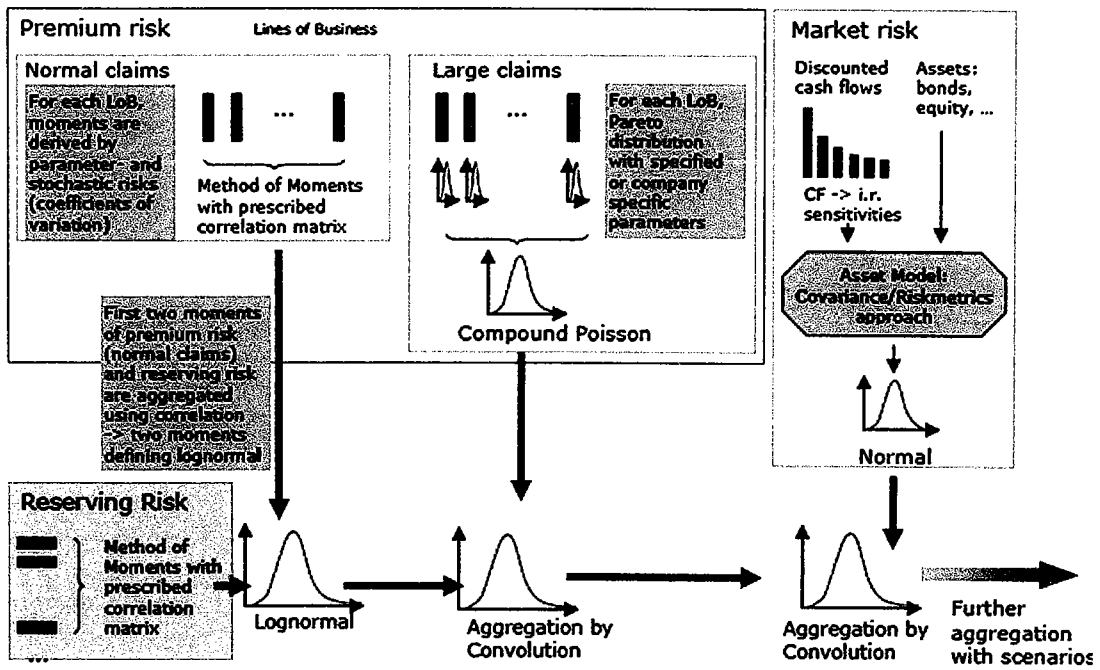


Figura 7 - Cálculo do modelo Standard Não Vida no SST (fonte: FOPI, 2004)

ANEXO 7 - Modelação do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas - Aplicação do Modelo de Thomas Mack

Considere-se a matriz de desenvolvimento dos montantes pagos incrementais apresentada no Quadro 2.

Comece-se por calcular as estimativas dos factores de desenvolvimento f_k por aplicação do método Chain Ladder, considerando a matriz de montantes acumulados, representada no Quadro 10.

Ano Ocor.	Ano Desenvolvimento									
	0	1	2	3	4	5	6	7	∞	
1999	688.233	1.182.173	1.411.132	1.512.610	1.587.696	1.627.163	1.638.495	1.641.458	1.887.677	
2000	1.260.456	1.971.232	2.093.080	2.128.174	2.256.913	2.305.210	2.377.238			
2001	1.628.355	2.471.647	2.637.392	2.966.180	3.060.802	3.137.474				
2002	1.888.123	2.630.794	2.976.148	3.227.411	3.408.787					
2003	1.997.724	2.878.152	3.238.359	3.365.281						
2004	1.912.052	2.642.401	2.916.536							
2005	1.636.034	2.328.304								
2006	1.745.270									

k	0	1	2	3	4	5	6	7
f_k	1,463	1,109	1,068	1,049	1,024	1,021	1,002	1,150

Quadro 10 - Matriz de montantes pagos acumulados e estimativa dos factores de desenvolvimento

Antes de continuarmos a aplicação do método Chain Ladder, verifiquemos a adequabilidade dos factores de desenvolvimento e verifiquemos os pressupostos assumidos por Mack. As técnicas seguidas para testar cada um dos pressupostos referidos, relativamente ao conjunto de dados em análise, podem ser consultadas em Mack (1993b).

Assim, relativamente ao primeiro pressuposto, dado que para um k fixo, a equação (1) traduz uma relação linear entre os montantes $C_{i,k+1}$ e $C_{i,k}$, de declive f_k , foram analisar-se os gráficos da regressão linear associada (assumindo a ordenada na origem igual a zero).

Como se pode observar pela análise gráfica da pela Figura 8, a recta de declive f_k revela um ajuste aceitável aos dados observados, podendo, desta forma assumir-se que existe proporcionalidade entre dados de colunas adjacentes, verificando-se o pressuposto enunciado em (1).

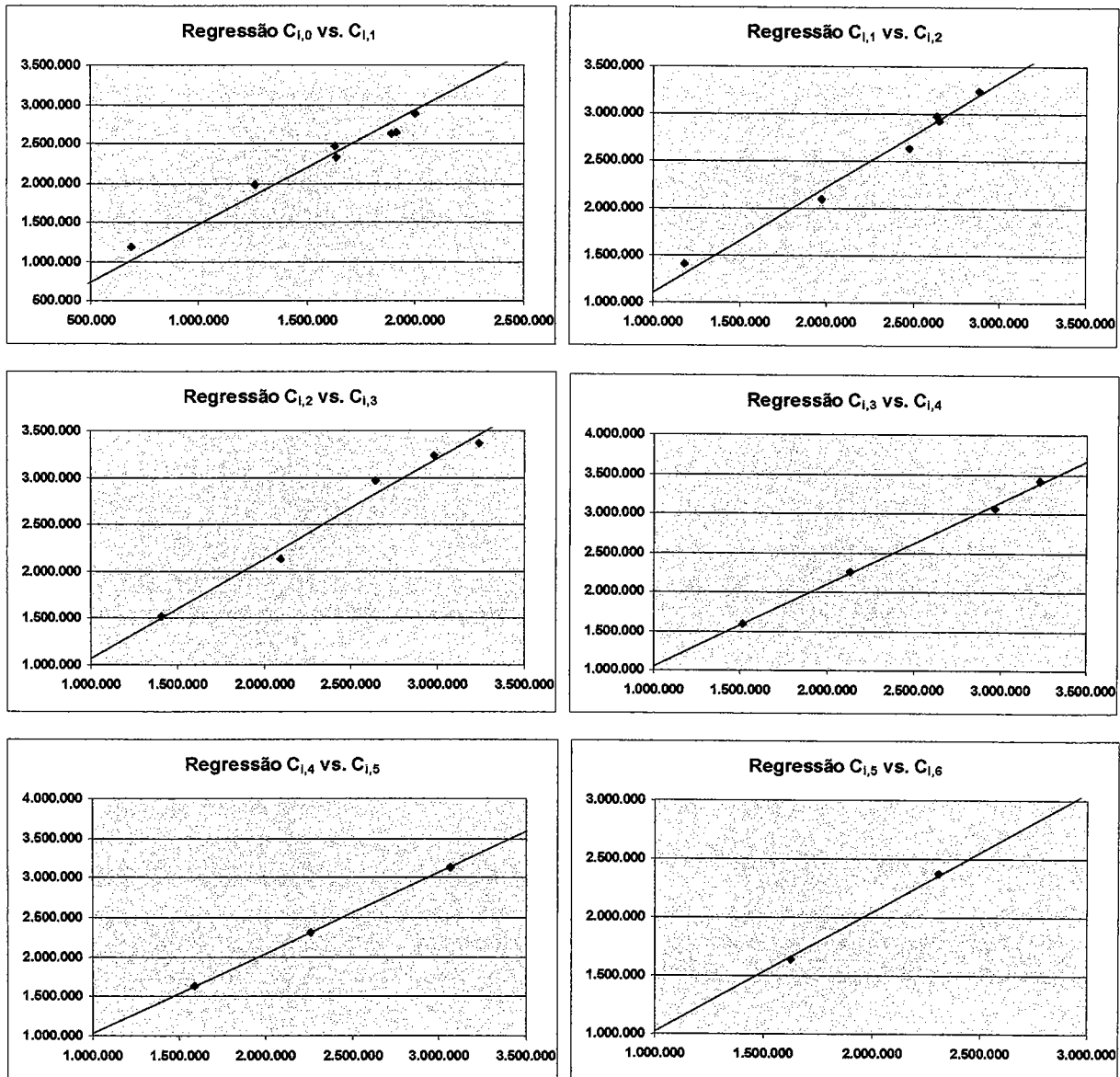


Figura 8 - Ajustamento dos dados aos factores de desenvolvimento f_k

Com o objectivo de testar a validade do terceiro pressuposto enunciado por (3), em Mack (1993b) sugere-se que, a partir da representação gráfica dos pares ordenados

$$\left(\frac{C_{i,k+1} - C_{i,k} \cdot f_k}{\sqrt{C_{i,k}}}, C_{i,k} \right), \text{ para } k \text{ fixo, não se verifique qualquer tipo de tendência.}$$

Na Figura 9 estão representados os resíduos ponderados, que mostram os desvios entre os dados observados e os dados estimados utilizando os parâmetros f_k . Conforme se pode observar verifica-se uma dispersão de carácter aleatório do conjunto dos dados, confirmando-se, portanto, o terceiro pressuposto.

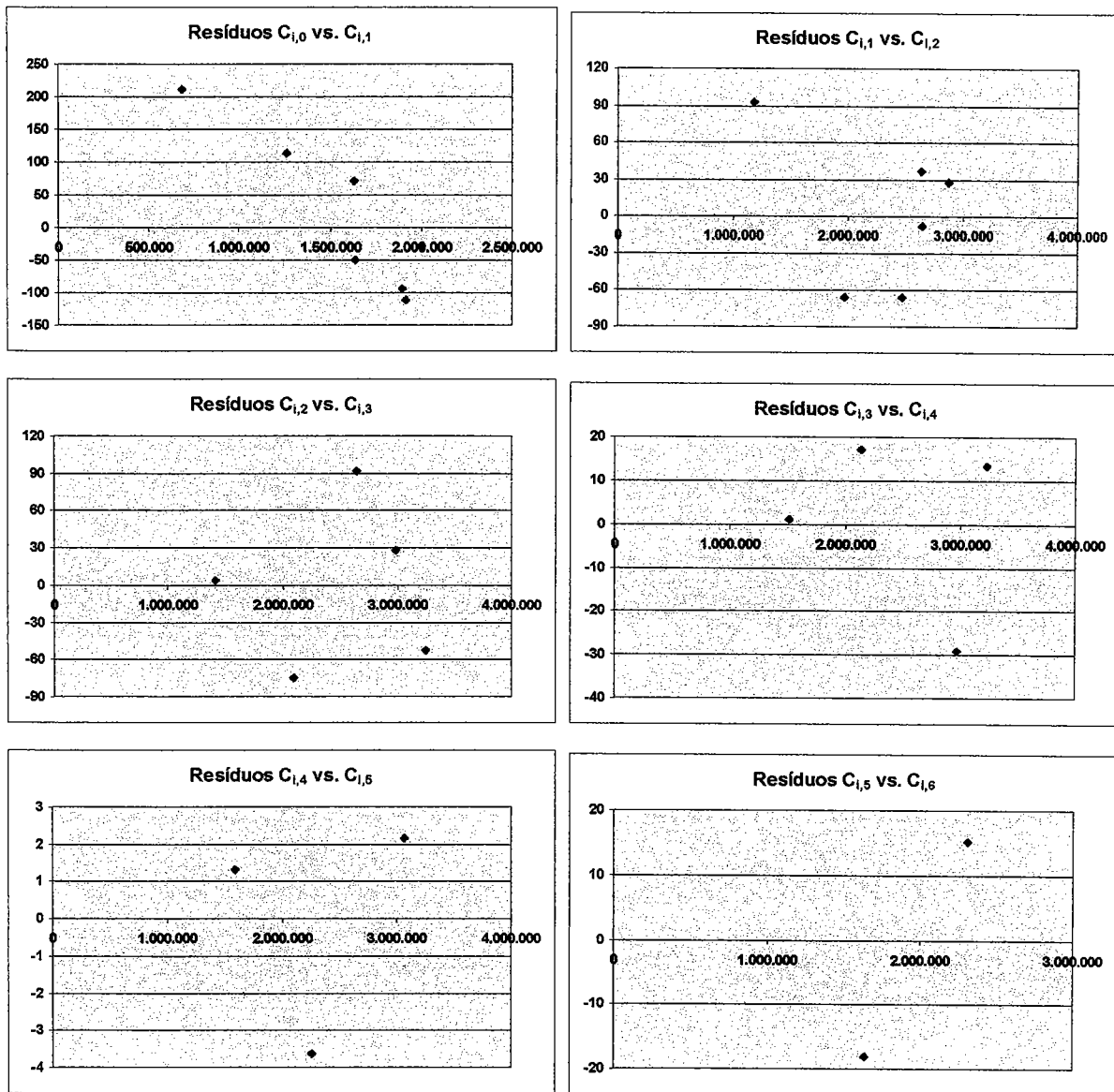


Figura 9 - Resíduos ponderados

Posto isto, dadas as análises efectuadas envolvendo os valores estimados de f_k , pode concluir-se que os estimadores determinados para os factores de desenvolvimento são adequados ao conjunto de dados utilizado.

Seguidamente vai testar-se o conjunto de dados quanto à inexistência de correlações entre factores de desenvolvimento individuais adjacentes.

Para tal efectuou-se o teste de Spearman exposto em Mack (1993b), obtendo-se para estimativas do coeficiente de correlação de Spearman, T_k , os valores apresentados no Quadro 11 da página seguinte.

k	1	2	3	4	5
T_k	0,029	0,300	-0,800	-1,000	1,000

Quadro 11 - Coeficientes de Correlação de Spearman

Como o valor para a estimativa final T é -0,13714, e este se situa no intervalo de confiança $[-0,17416 ; 0,17416]$, determinado tendo em atenção o documento de Mack já referido, pode concluir-se pela não correlação entre os factores de desenvolvimento.

Por último, testaram-se os dados quanto à independência entre os anos de ocorrência. O teste efectuado, mais uma vez exposto em Mack (1993b), permitiu concluir que os valores observados para cada ano de ocorrência são, de facto independentes, dado que o valor estimado para a variável aleatória Z , utilizada no teste, se situa no intervalo de confiança $[4,10947 ; 10,14053]$ ($Z=7$).

Depois de verificados todos os pressupostos, e de serem aceites os valores estimados para os factores de desenvolvimento, podem finalmente calcular-se os montantes futuros esperados, bem como as estimativas para o valor da provisão, apresentados no Quadro 12.

Ano Ocor.	Ano Desenvolvimento									Provisão Estimada
	0	1	2	3	4	5	6	7	∞	
1999	688.233	1.182.173	1.411.132	1.512.610	1.587.696	1.627.163	1.638.495	1.641.458	1.887.677	246.219
2000	1.260.456	1.971.232	2.093.080	2.128.174	2.256.913	2.305.210	2.377.238	2.381.538	2.738.769	361.531
2001	1.628.355	2.471.647	2.637.392	2.966.180	3.060.802	3.137.474	3.203.983	3.209.779	3.691.245	553.772
2002	1.888.123	2.630.794	2.976.148	3.227.411	3.408.787	3.489.958	3.563.940	3.570.387	4.105.945	697.158
2003	1.997.724	2.878.152	3.238.359	3.365.281	3.529.474	3.613.519	3.690.120	3.696.795	4.251.314	886.034
2004	1.912.052	2.642.401	2.916.536	3.115.646	3.267.660	3.345.471	3.416.389	3.422.569	3.935.955	1.019.419
2005	1.636.034	2.328.304	2.581.180	2.757.396	2.891.930	2.960.794	3.023.558	3.029.027	3.483.381	1.155.077
2006	1.745.270	2.552.640	2.829.881	3.023.075	3.170.572	3.246.071	3.314.883	3.320.879	3.819.011	2.073.741
										6.992.950

Quadro 12 - Aplicação da Metodologia Chain Ladder

Posteriormente, aplica-se o modelo proposto por Thomas Mack para calcular a variabilidade da estimativa da provisão, determinando-se, para tal, a estimativa para o EQM de cada um dos factores de desenvolvimento, o EQM da provisão estimada para cada ano e o EQM da provisão total. Assim, determina-se o EP da provisão estimada para cada ano e o EP da provisão total, dados pela raiz quadrada dos EQM respectivos.

Note-se que para a estimação de $EQM(\hat{f}_7)$ deverá ter-se em conta que $\hat{f}_0 \geq \hat{f}_7 \geq \hat{f}_1$ e que, portanto, $E\hat{Q}M(\hat{f}_0) \geq E\hat{Q}M(\hat{f}_7) \geq EQM(\hat{f}_1)$, conforme se pode observar no Quadro 13.

k	0	1	2	3	4	5	6	7
\hat{f}_k	1,463	1,109	1,068	1,049	1,024	1,021	1,002	1,150
σ_k^2	14614,76	3868,03	4368,29	438,61	9,78	562,39	9,78	8528,90
$EQM(\hat{f}_k)$	1,327E-03	2,808E-04	3,535E-04	4,460E-05	1,416E-06	1,430E-04	5,969E-06	4,759E-04

Quadro 13 - Estimativas do EQM dos parâmetros f_k

Finalmente, considerando um grau de confiança de 95%, obtêm-se os intervalos de confiança dos resultados obtidos para as provisões, tendo em conta os valores dos EP determinados, cujos valores são apresentados no Quadro 14.

Ano	Provisão Estimada	Erro Padrão	EP(%)	Intervalo de Confiança	
				Lim Inf	Lim Sup
1999	246.219	123.621	50%	3.927	488.511
2000	361.531	151.942	42%	63.730	659.332
2001	553.772	191.342	35%	178.748	928.796
2002	697.158	204.084	29%	297.160	1.097.156
2003	886.034	215.200	24%	464.250	1.307.818
2004	1.019.419	259.482	25%	510.844	1.527.994
2005	1.155.077	278.236	24%	609.744	1.700.411
2006	2.073.741	390.390	19%	1.308.590	2.838.891
TOTAL	6.992.950	899.452	13%	5.230.056	8.755.843

Grau de Confiança = 95%

Quadro 14 - Resultados finais do modelo de Thomas Mack

ANEXO 8 - Modelação do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas - Aplicação da Metodologia *Bootstrap*

Inicialmente considera-se matriz de desenvolvimento dos pagamentos incrementais apresentada no Quadro 2.

As provisões estimadas são as representadas no Quadro 12 no Anexo 7, uma vez que, como já foi referido, a aplicação do MLG de Poisson com sobre-dispersão origina as mesmas provisões que as determinadas pelo método Chain Ladder.

Por aplicação do modelo de Poisson com sobre-dispersão, os valores modelizados $\hat{\mu}_{i,j}$ para os montantes do triângulo superior da matriz são os apresentados no Quadro 15.

Ano Ocor.	Ano Desenvolvimento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	inf.
1999	862.660	399.070	137.036	95.493	72.905	37.318	34.012	2.964	246.219
2000	1.251.605	578.998	198.821	138.548	105.776	54.143	49.347		
2001	1.686.882	780.359	267.966	186.731	142.563	72.973			
2002	1.876.398	868.030	298.071	207.710	158.579				
2003	1.942.831	898.762	308.624	215.064					
2004	1.798.713	832.093	285.730						
2005	1.591.889	736.415							
2006	1.745.270								

Quadro 15 - Matriz de dados incrementais modelizados

Os resíduos utilizados foram os resíduos de Pearson não corrigidos, cuja matriz está representada no Quadro 16.

Ano Ocor.	Ano Desenvolvimento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	inf.
1999	-187,799	150,176	248,317	19,369	8,076	11,121	-122,980	0,000	0,000
2000	7,912	173,184	-172,626	-277,937	70,604	-25,127	102,099		
2001	-45,062	71,241	-197,470	328,741	-126,969	13,690			
2002	8,560	-134,551	86,606	95,563	57,247				
2003	39,382	-19,338	92,851	-190,063					
2004	84,508	-111,538	-21,692						
2005	34,988	-51,442							
2006	0,000								

Quadro 16 - Resíduos de Pearson não corrigidos

Após verificar que estes resíduos apresentam um padrão satisfatório, não revelando tendências que possam sugerir dependência entre si (ver Figura 10), e após excluir os resíduos de valor nulo, todos os outros foram sujeitos ao processo de reamostragem dos resíduos.

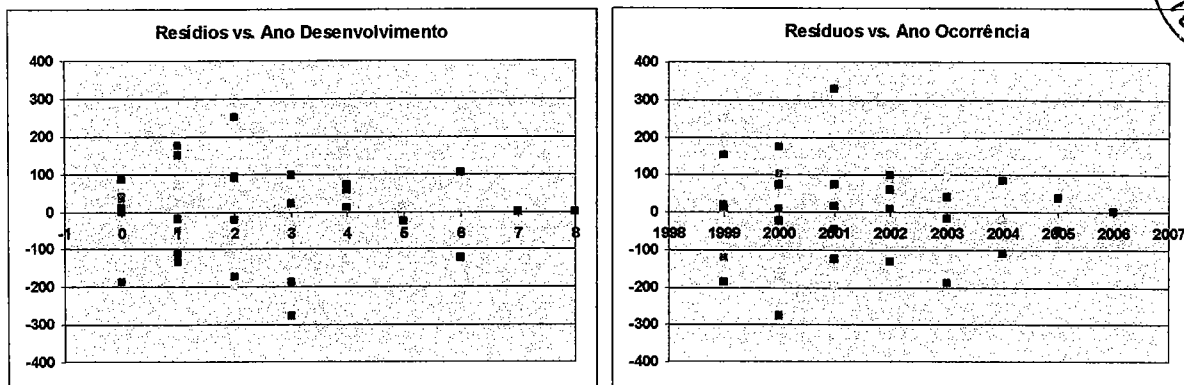
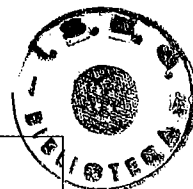


Figura 10 - Análise gráfica dos resíduos por Ano de Desenvolvimento e Ano de Ocorrência

Um exemplo de reamostragem de resíduos é apresentado no Quadro 17.

Ano Ocor.	Ano Desenvolvimento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	inf.
1999	11,121	71,241	102,099	13,690	-19,338	-172,626	71,241	8,560	-25,127
2000	-19,338	-25,127	86,606	248,317	-111,538	71,241	84,508		
2001	-122,980	-19,338	150,176	-21,692	57,247	8,560			
2002	-187,799	-25,127	328,741	102,099	-51,442				
2003	-25,127	34,988	8,560	-134,551					
2004	-51,442	11,121	-45,062						
2005	7,912	-187,799							
2006	-197,470								

Quadro 17 - Resíduos simulados (exemplo)

Estes resíduos são depois convertidos num conjunto de pseudo-dados dos montantes pagos, por forma a calcular as respectivas estimativas de provisão simuladas, recorrendo aos MLG ou ao método Chain Ladder (uma vez que se verifica a condição de que a soma dos montantes relativos a cada coluna da matriz é não negativa).

A matriz de pseudo-dados obtida para o exemplo de resíduos dado acima e a respectiva estimativa de provisão, designada por pseudo-reserva, é dada no Quadro 18.

Ano Ocor.	Ano Desenvolvimento									Provisão Estimada
	0	1	2	3	4	5	6	7	Ultimate	
1999	872.989	1.317.064	1.491.895	1.591.618	1.659.302	1.663.273	1.710.424	1.713.854	1.970.932	257.078
2000	1.229.970	1.789.848	2.027.286	2.258.262	2.327.762	2.398.483	2.466.603	2.471.549	2.842.282	375.679
2001	1.527.156	2.290.432	2.636.137	2.813.494	2.977.672	3.052.958	3.139.600	3.145.895	3.617.780	564.822
2002	1.619.148	2.463.768	2.941.317	3.195.559	3.333.653	3.405.438	3.502.084	3.509.106	4.035.472	701.820
2003	1.907.808	2.839.740	3.153.119	3.305.785	3.453.138	3.527.497	3.627.606	3.634.880	4.180.112	874.328
2004	1.729.721	2.571.959	2.833.601	3.045.250	3.180.990	3.249.488	3.341.708	3.348.409	3.850.670	1.017.069
2005	1.601.871	2.177.128	2.474.110	2.658.907	2.777.426	2.837.235	2.917.754	2.923.605	3.362.146	1.185.018
2006	1.484.396	2.186.534	2.484.800	2.670.396	2.789.427	2.849.493	2.930.361	2.936.237	3.376.673	1.892.277
										6.868.091
k	0	1	2	3	4	5	6	7		
f _k	1,473	1,136	1,075	1,045	1,022	1,028	1,002	1,150		

Quadro 18 - Matriz de pseudo-dados e respectiva pseudo-reserva (exemplo)

Após aplicação do processo de reamostragem um número considerável de vezes, no caso 10.000, permitiu obter um total de 10.000 estimativas para as provisões relativas a cada ano de ocorrência, bem como a provisão total.

O gráfico da função de distribuição empírica das provisões simuladas, que através de um teste Kolmogorov-Smirnov mostrou ter uma boa aproximação à distribuição Normal, apresenta-se na Figura 11.

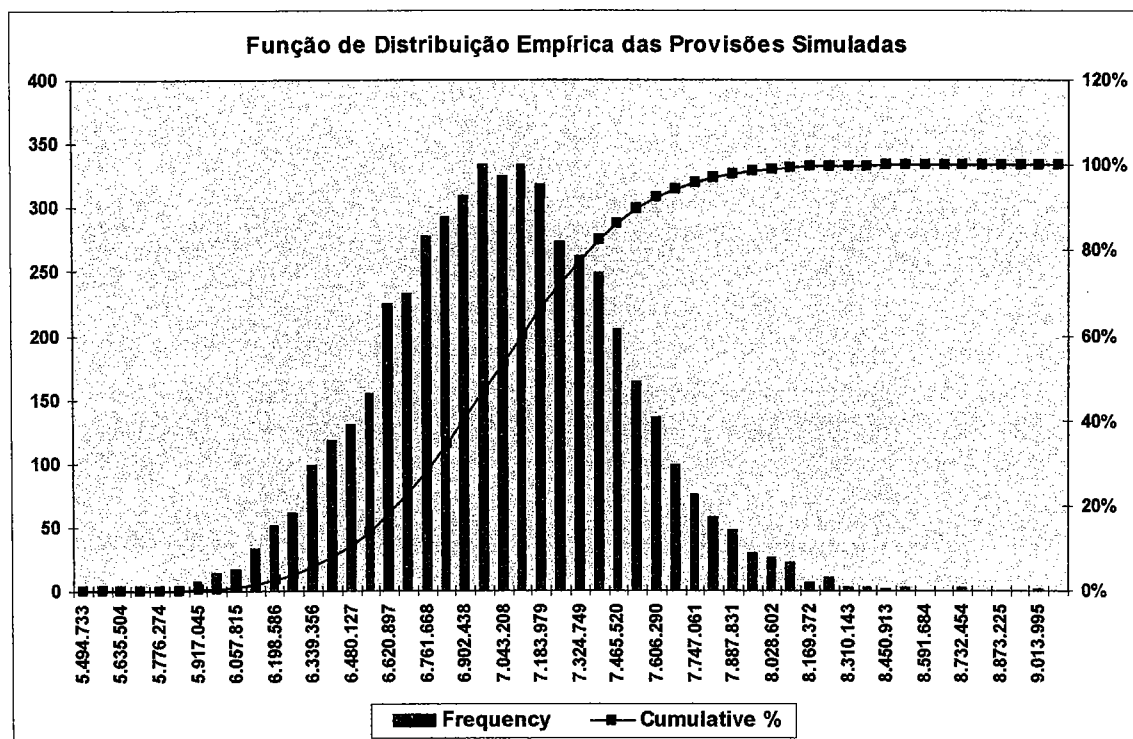


Figura 11 - Função de distribuição empírica das provisões simuladas

Os resultados finais, obtidos pela técnica *Bootstrap* podem ser consultados no Quadro 19.

Ano	Provisão Estimada	Desvio Padrão	Variabilidade do Modelo	Variabilidade dos Dados	Erro Padrão	Erro Padrão (%)	Intervalos de Confiança	
							Lim Inf	Lim Sup
1999	246.880	24.084	31.234	79.800	85.695	34,71%	78.921	414.839
2000	362.250	31.776	41.209	96.664	105.082	29,01%	156.294	568.206
2001	554.034	54.786	71.049	119.545	139.064	25,10%	281.473	826.596
2002	698.748	70.227	91.074	134.253	162.229	23,22%	380.785	1.016.711
2003	886.106	88.355	114.584	151.184	189.700	21,41%	514.301	1.257.910
2004	1.022.839	103.515	134.244	162.430	210.725	20,60%	609.826	1.435.851
2005	1.158.004	120.679	156.502	172.829	233.158	20,13%	701.022	1.614.986
2006	2.077.663	223.585	289.956	231.499	371.034	17,86%	1.350.449	2.804.876
Total	7.006.523	422.609	548.060	425.122	693.613	9,90%	5.647.067	8.365.980

Grau de Confiança = 95%

Quadro 19 - Resultados finais da aplicação da metodologia *Bootstrap*

Na Figura 12 apresenta-se o gráfico da função de distribuição do resultado do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas, após dedução do valor da provisão para sinistros da Companhia à função de distribuição empírica das provisões simuladas (Figura 11).

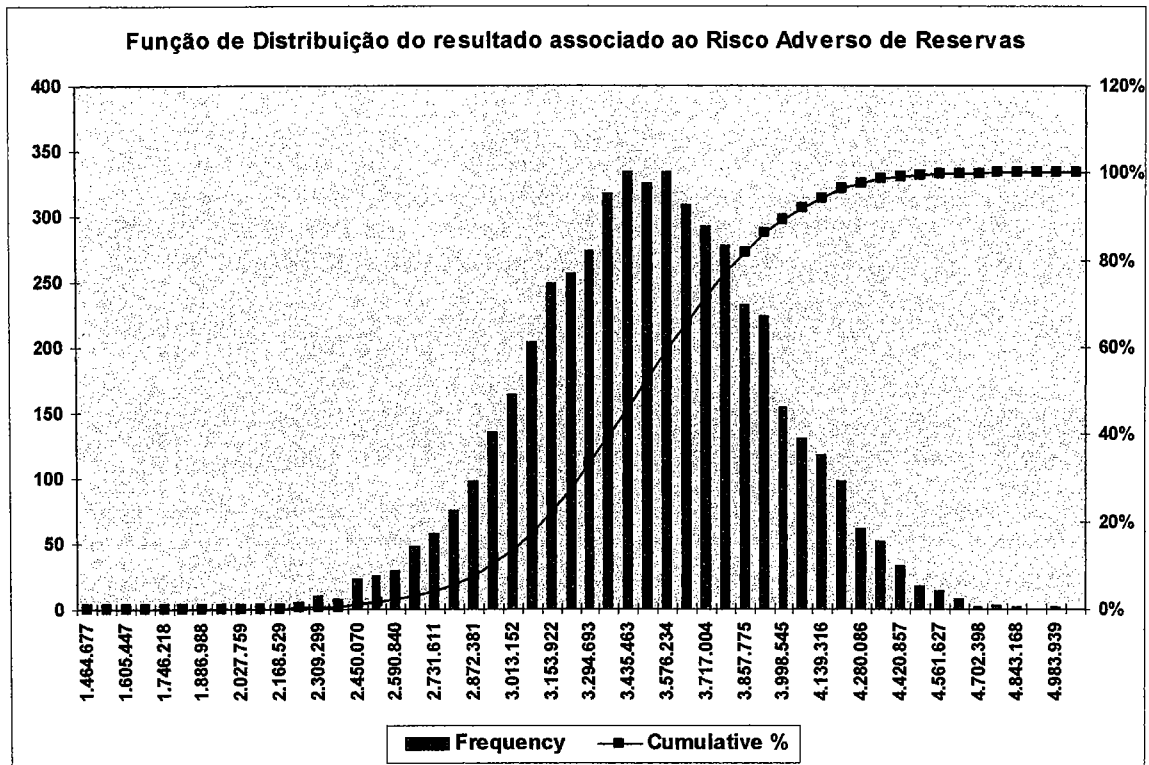


Figura 12 - Função de distribuição empírica do resultado do Risco de Desenvolvimento Adverso de Reservas

ANEXO 9 - Modelação do Risco de Insuficiência de Prémios para fazer face à Sinistralidade Futura

Inicialmente procedeu-se à modelação do número de sinistros por apólice, testando qual a distribuição teórica que melhor se ajustava. Para tal efectuou-se um teste do χ^2 , a um nível de significância de 5%, para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa, cujos parâmetros foram estimados recorrendo ao método da máxima-verosimilhança.

Conforme se pode verificar no Quadro 20, a distribuição que melhor se ajustou ao número de sinistros por apólice foi a Binomial Negativa.

Distribuição	Parâmetros	Estimativa Parâmetros	Graus Liberdade	Estatística de Teste	Valor Tabelado	P-Value	Teste
Poisson	lambda =	0,07479	2	269,0031	5,991	0,000	Não se aceita
Binomial Negativa	alfa = p =	1,03095 0,93235	1	0,2655	3,841	0,606	Aceita-se

Quadro 20 - Distribuições para modelação do número de sinistros

Desta forma, a distribuição do número de sinistros da carteira de apólices em vigor a 31/12/2006 pode ser considerada como a soma de n Binomiais Negativas i.i.d., de parâmetros $n\alpha$ e p , em que o n representa o número de apólices em vigor no final do ano.

Posteriormente foram testadas várias distribuições com vista a determinar qual a que melhor se ajustava aos custos com sinistros (montantes pagos mais provisões para sinistros). Recorrendo a um teste de Kolmogorov-Smirnov, com um grau de significância de 5%, a distribuição escolhida foi a Lognormal, conforme se pode observar no Quadro 21.

Distribuição	Estat. de Teste	Valor Crítico	Teste
Exponencial	37,22%	13,60%	Não se aceita
Gama	68,21%		Não se aceita
Lognormal	12,07%		Aceita-se
Pareto	21,72%		Não se aceita

Quadro 21 - Distribuições para modelação do custo com sinistros

Assumindo que o número de sinistros segue uma distribuição Binomial Negativa e que o custo com sinistros segue uma distribuição Lognormal, simularam-se 10.000 valores para as indenizações agregadas, cuja função de distribuição empírica se encontra representada na Figura 13 (através de um teste Kolmogorov-Smirnov os dados revelaram seguir uma distribuição Normal).

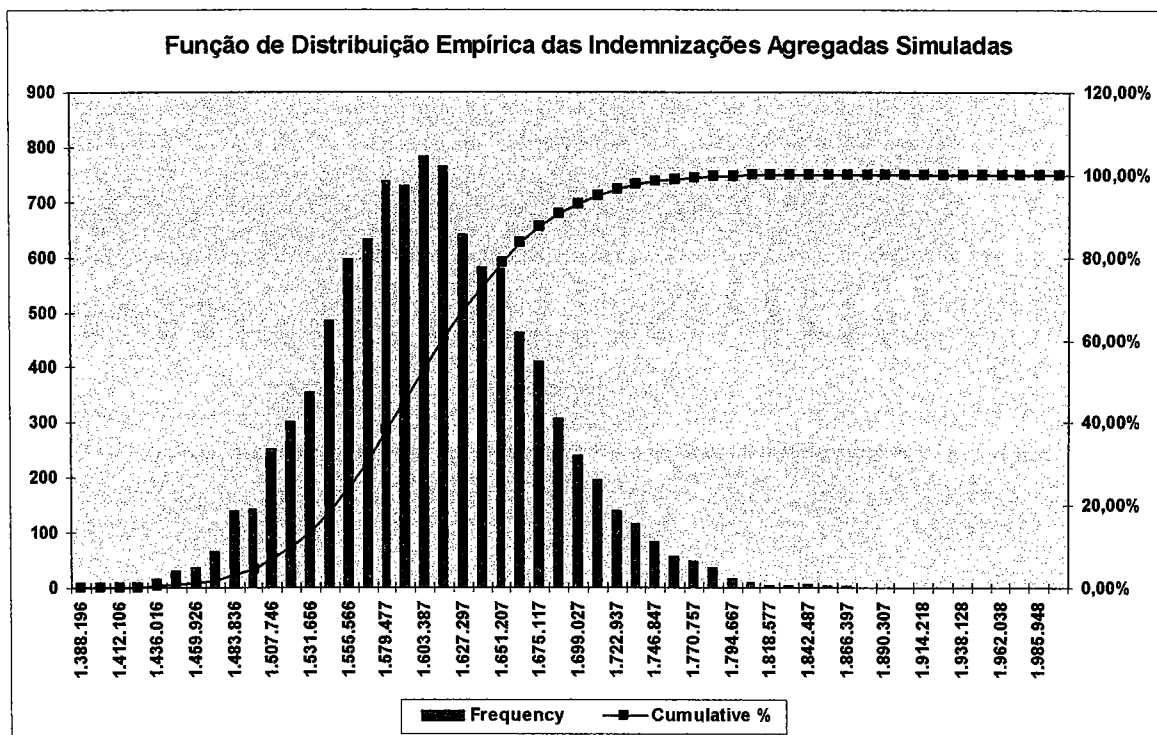


Figura 13 - Função de distribuição empírica das indenizações agregadas simuladas

Ao valor da PPNA e da PRC subtraiu-se o custo com o resseguro e os valores das indenizações simuladas, um a um, com vista à obtenção dos resultados do risco de Insuficiência de Prêmios para fazer face à sinistralidade Futura, cuja função de distribuição empírica se encontra representada na Figura 14.