PECE – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MBA EM ENGENHARIA FINANCEIRA

ALEX NUNES DE SOUSA

UMA ESTIMATIVA PARA O CAPITAL ADICIONAL BASEADO NO RISCO DE SUBSCRIÇÃO DE SEGURO DE VIDA EM GRUPO UTILIZANDO A SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Monografia apresentada à banca examinadora da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo do curso de *MBA* em Engenharia Financeira.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Chela

SÃO PAULO
2015

MBA-EF
2015
S85e

588

Escola Politécnica - EPEL
31500023588

M2015C

FICHA CATALOGRÁFICA

Sousa, Alex. N.

Uma estimativa para o capital adicional baseado no risco de subscrição de seguro de vida em grupo utilizando a simulação de Monte Carlo / Alex N. Sousa

2015

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Chela

1. Solvência. 2. Capital de Risco Subscrição. 4. Requerimento de Capital. 5. Atuária. 6. Quantificação de risco. 7. Modelo de Monte Carlo. I. Monografia MBA Engenharia Financeira – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – PECE - POLI

[27106657]

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me dado forças durante do esse período.

Ao professor Dr. João Luiz Chela, pela paciência durante a orientação e pelas aulas sobre Simulação Numérica Aplicada a Finanças que foram fundamentais para o meu desenvolvimento.

Aos colegas e aos demais professores do curso, pela troca de experiências e a convivência.

À minha querida mãe Maria José pelo amor incondicional, e excelência na criação sem a presença paterna, e hoje poder desfrutar de momentos maravilhosos.

À família Sandra Madureira e Mario Fontes, pelo apoio, carinho e incentivo constante nessa caminhada.

À Roberta Morais minha namorada pelo amor, compreensão e apoio durante os momentos em que eu estive ausente.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a fórmula padrão de cálculo do capital adicional baseado no risco de subscrição, a qual foi elaborada pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), abrangendo os conceitos de requerimentos de capital aplicados a uma Seguradora do ramo Vida Grupo.

O estudo busca estimar os sinistros futuros por meio de simulação de cenários do capital mínimo de subscrição com aplicação do método de simulação estocástica (simulação de Monte Carlo), adotando-se a visão da pior perda possível. O capital projetado é para cobrir o risco de subscrição dos pagamentos das obrigações para o próximo exercício social da empresa em um período de 12 meses.

O estudo também apresenta conceitos sobre solvência e o modelo de supervisão baseada em risco no mercado de seguros brasileiro sobre o aspecto de previsão do capital requerido.

Por fim o estudo apresenta duas estimativas de capital de subscrição, cada um baseado em um intervalo de confiança dado o cenário, e compara os resultados com a atual situação do patrimônio líquido ajustado da sociedade seguradora observada, e descreve cada resultado como são avaliados no contexto de solvência.

Palavras-chave: requerimento de capital regulatório. Risco de subscrição. Solvência. Simulação monte carlo. Perda. Sinistros. Value at Risk.

ABSTRACT

This work aims to present the additional capital calculation standard formula based on underwriting risks, which was drawn up by the Superintendence of Private Insurance (SUSEP), covering the concepts of capital requirements applied to a Group Life Insurance.

The study aims to estimate future claims by simulation scenarios the minimum subscription capital with application of stochastic simulation method (Monte Carlo simulation), adopting the vision of the worst possible loss. The capital is designed to cover the payment of underwriting risk of the obligations for the company's next fiscal year in a period of 12 months.

The study also presents concepts of solvency and risk-based supervision model in the Brazilian insurance market over the look of forecast capital requirements.

Finally, the study shows two estimates of underwriting risk capital, each based on a confidence interval given the scenario, and compares the results with the current situation of statutory surplus of the insurance company observed, and describes each as a result are evaluated in the context solvency.

Keywords: Regulatory capital. Underwriting risk. Solvency. Monte Carlo simulation. Loss. Claims. Value at Risk.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS 9
LISTA DE FIGURAS 10
LISTA DE GRÁFICOS 11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS 12
Introdução 11
Contextualização 11
Motivação 11
Objetivo 12
Estrutura do Trabalho 13
1. Contexto sobre o Seguro e Requerimento de Capital no Brasil 15
1.1. Dinâmica do Seguro de Vida em Grupo 15
1.1.1. Prêmios e Sinistros 15
1.1.2. Subscrição de Riscos em Vida Grupo 18
1.2. História das Normas de Requerimento de Capital no Brasil 18
1.2.1. Estrutura de Requerimento de Capital 20
1.2.2. Capital Base (CB) 20
1.2.3. Capital de Risco (CR) 21
1.2.3.1. Capital de Risco baseado no Risco de Subscrição (CRsubs) 22
1.2.3.2. Capital de Risco baseado no Risco de Crédito (CRcred) 22
1.2.3.3. Capital de Risco baseado no Risco Operacional (CRoper) 22
1.2.3.4. Capital de Risco baseado no Risco de Mercado (CRmerc) 23
1.2.4. Conceito de Solvência e Insuficiência 23
1.2.4.1. Patrimônio Líquido Ajustado 23
1.2.4.2. Solvência 24
1.2.4.3. Provisões Técnicas 25
1.3. Fórmula Padrão para Cálculo do Risco de Subscrição 28
1.3.1. Parcela 1 - Risco de Emissão/Precificação (pi, j) 29
1.3.2. Parcela 2 - Risco de Provisão de Sinistro (pk, l) 29
1.3.3. Região de Atuação e Classe de Negócios 31
1.3.4. Grupo e Ramos 33
2. Revisão Teórica 34
2.1. Simulação de Monte Carlo 34

2.2. Value at Risk 34
2.2.1. Definição 34
2.3. Distribuição Gama α, β 35
3. Tratamentos dos Dados 37
3.1. Base de Dados 37
3.2. Premissas e Restrições do Modelo 39
4. Aplicação e Resultados 40
4.1. Aplicação 40
4.2. Histograma das Distribuições 43
4.3. Resultado dos Sinistros após a Simulação Numérica 44
Considerações Finais 50
5. Referências Bibliográficas 51
6. Anexos 53
6.1. Tabelas de Fatores e Matriz de Correlações 53
6.2. Banco de Dados SES 57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro resumo dos Prêmios Retidos do Mercado Brasileiro (atualizado até Nov/2014) 17
Tabela 2 - Quadro resumo dos Sinistros Retidos do Mercado Brasileiro (atualizado até Nov/2014) 17
Tabela 3- Parcela variável conforme a região de atuação 21
Tabela 4- Matriz de Correlação para Cálculo do CR 21
Tabela 5- Das Exigências do Capital 23
Tabela 6 - Saldo das Provisões em 30/11/2014 27
Tabela 7 - Região de Atuação 31
Tabela 8- Classes de Negócio 31
Tabela 9 - Abertura do Grupo Ramo referente a classe de Negócio 32
Tabela 10- Dados coletados do SES 38
Tabela 11 - Medidas dos Dados 41
Tabela 12 - Tabela resumo: Média, Desvio Padrão, Alfa e Beta por classe de negócio 41
Tabela 13 - Simulação dos 10.000 cenários por classe de negócio 42
Tabela 14 - Resultados dos valores por classe de negócio para cada IC calculado . 44
Tabela 15 - Resultado dos Sinistros com IC de 90,00% 46
Tabela 16 - Ilustração prov.danos dos sinistros com IC de 90,00% 47
Tabela 17 - Ilustração do cálculo emi.danos dos Prêmios 47
Tabela 18 - Resultado do cálculo do capital de subscrição para IC 90,00% 47
Tabela 19 - Resultado do cálculo do capital de subscrição para IC 99,95% 48
Tabela 20 - Matriz de Fatores de Correlação entre os Segmentos Mercados "i" / "j" referente ao Risco de Provisão de Sinistro 53
Tabela 21 - Matriz de Fatores de Correlação entre os Segmentos Mercados "i" / "j" referente ao Risco de Emissão/Precificação 54
Tabela 22 - Tabela de Fatores (Padrão e Reduzidos) de Risco de Provisão de Sinistro da Classe de Negócio "k" 55
Tabela 23 - Tabela de Fatores Risco de Emissão/Precificação do Segmento de Mercado "i" e região de atuação 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do Cálculo (Passo 1) 12
Figura 2 - Ilustração do Cálculo (Passo 2) 13
Figura 3 - Ilustração do Cálculo (Passo 3) 13
Figura 4 - Pilares Solvência II (Fonte: SUSEP - 2013) 25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução Prêmios e Sinistros Retidos (Jan/2013 a Nov/2014) 16
Gráfico 2 - Distribuição de Prêmios e Sinistros 39
Gráfico 3 - Histograma de Distribuição dos Sinistros para a Classe de Negócio 13 .. 43
Gráfico 4 – Histograma de Distribuição dos Sinistros para Classe de Negócios 14 .. 43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CB:	Capital Base
CMR:	Capital Mínimo Requerido
CNSeg:	Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais, Previdência Privada e Vida, Saúde Suplementar e Capitalização
CNSP:	Conselho Nacional de Seguros Privados
CR:	Capital de Risco
EAPC:	Entidades abertas de previdência complementar
FENASEG:	Federação Nacional das Empresas de Seguros Privados e de Capitalização
IBNR:	Incurred but not reported (Provisão de Sinistros Ocorridos e Não Avisados)
IC:	Intervalo de Confiança
PCC:	Provisão Complementar de Cobertura
PDR:	Provisão de Despesas Relacionadas
PLA:	Patrimônio Líquido Ajustado
PPNG:	Provisão de Prêmios Não Ganhos
PPNG-RVNE:	Provisão de Prêmios Não Ganhos de Riscos Vigentes e Não Emitidos
PSL:	Provisão de Sinistros a Liquidar
SES:	Sistema de Estatística da Susep
SUSEP:	Superintendência de Seguros Privados
VaR:	Value At Risk

Introdução

Contextualização

No mercado de seguros, as Seguradoras que comercializam produtos de vida em grupo são fiscalizadas e seguem as normas editadas pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda.

A regulação de garantias financeiras é feita por meio da constituição obrigatória de provisões técnicas e capital mínimo requerido, sendo esse formado por um capital base (CB) de acordo com o segmento de mercado e região de atuação[1] e capital baseado em risco (CR)[2].

Motivação

A principal motivação para a realização do estudo foi explorar o método de mensuração de risco por meio da metodologia VaR (Value at Risk) que mede a pior perda ao longo de determinado período, juntamente com simulação de Monte Carlo, que permite realizar diversos cenários.

Aplicar o método juntamente ao cálculo padrão de capital baseado no risco de subscrição e conhecer a pior perda e a severidade de potenciais sinistros, o que impacta diretamente na adequação de capital e permite à seguradora absorver perdas significativas não previstas.

O trabalho realizado por CHAN et al (2008) descreve que o risco de subscrição pode ser entendido como o risco associado à adequação: (a) das bases técnicas utilizadas na precificação e (b) da constituição das provisões técnicas, sendo, portanto, um dos principais riscos inerentes à atividade seguradora.

Na mesma linha FRAGA (2005) explica que o risco de precificação se refere à possibilidade do montante dos sinistros a ser pagos pela sociedade ser maior que o prêmio a ser recebido, enquanto o risco de provisão refere-se à cobertura emitida e

---

[1] Conforme *Tabela 7 - Região de Atuação*

[2] Conforme capítulo 1.2.3

ganha, porém ainda não totalmente liquidada, sendo, portanto, sujeita ao desenvolvimento adverso dos sinistros.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal estudar uma sociedade seguradora e construir um modelo para estimar a pior perda e a severidade de potenciais sinistros futuros, e adicionar ao cálculo padrão de capital baseado no risco de subscrição desenvolvido pelo órgão regulador SUSEP para supervisionar as seguradoras e exigir que estejam em conformidade com o regime de solvência.

Serão apresentados os resultados das simulações, e será avaliado se o capital de risco calculado com a pior perda está em conformidade com o Patrimônio existe.

Para alcançar esse objetivo, será apresentado o conceito de seguros de vida em grupo, capital baseado em risco de subscrição, solvência em seguradora, tipos de riscos, teoria de Monte Carlo, bem como os conceitos de distribuição de probabilidades e tratamento de dados estatísticos.

Abaixo uma breve Ilustração do Cálculo em 3 passos:

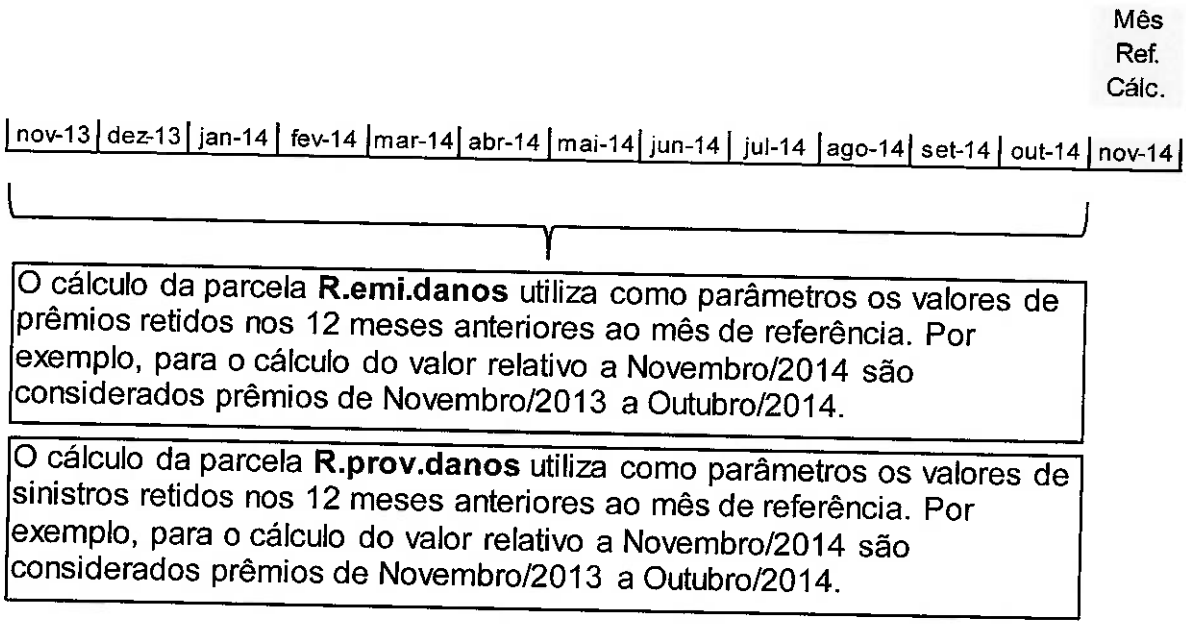

Figura 1 - Ilustração do Cálculo (Passo 1)

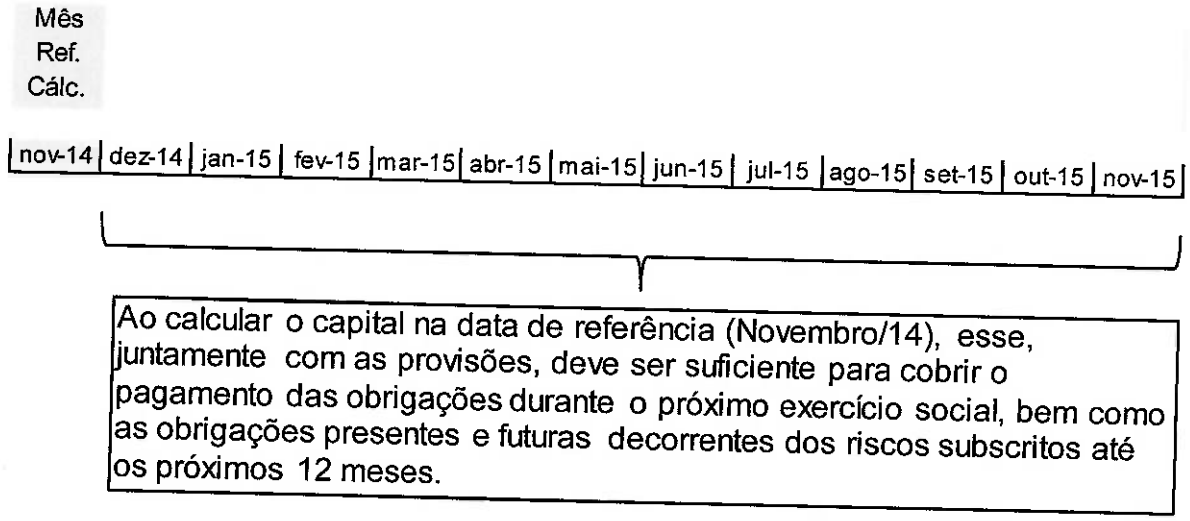

Figura 2 - Ilustração do Cálculo (Passo 2)

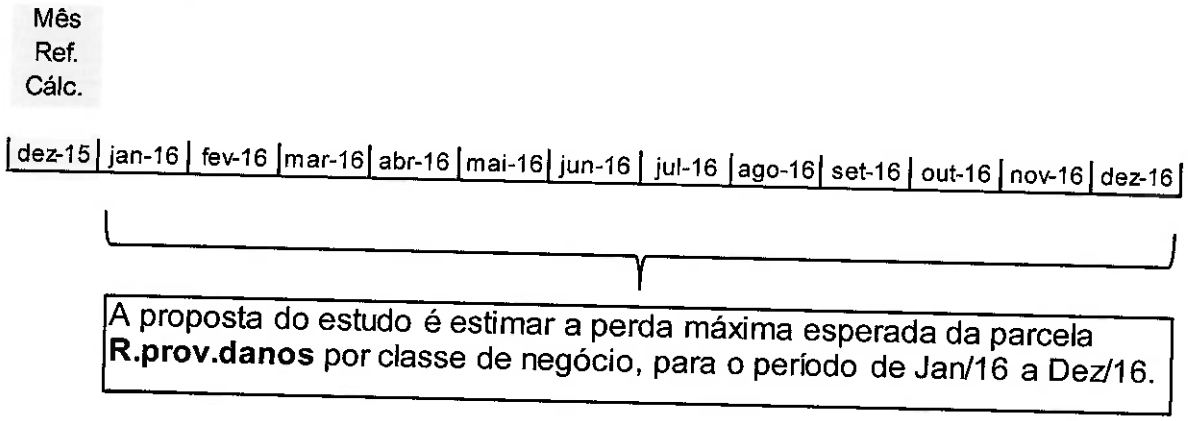

Figura 3 - Ilustração do Cálculo (Passo 3)

Estrutura do Trabalho

O trabalho compreende esta Introdução, quatro capítulos e as Considerações Finais, os quais são descritos resumidamente a seguir.

Na Introdução são apresentados a motivação, objetivo e a estrutura do trabalho proposta.

O capítulo 1 focará na apresentação dos principais conceitos relacionados à dinâmica do mercado de seguros e sua atual regulação bem como um breve histórico sobre os demais tipos de riscos existentes para o mercado de seguros, o conceito de solvência e seus indicadores. Neste capítulo também será apresentada toda a estrutura do capital baseado no risco de subscrição e seus componentes.

O capítulo 2 faz uma breve revisão teórica sobre a definição do Value at Risk e do modelo de simulação de Monte Carlo bem como sobre a técnica estatística utilizada para a construção do trabalho.

No capítulo 3 está a parte quantitativa do trabalho, neste capítulo serão apresentados como os dados foram extraídos e tratados, bem como as premissas adotadas e impostas ao modelo desenvolvido.

No capítulo 4 iremos apresentar as simulações realizadas do modelo proposto como estimativa das perdas que compõe o cálculo do capital, bem como os resultados obtidos e suas respectivas observações.

Nas considerações finais será apresentado o resultado final das simulações, bem como os prós e contras da análise e as dificuldades encontradas durante o processo.

1. Contexto sobre o Seguro e Requerimento de Capital no Brasil

1.1. Dinâmica do Seguro de Vida em Grupo

Segundo a FUNENSEG (2000, p. 71), "o contrato do seguro de vida em grupo só é firmado após a manifestação unilateral do estipulante que nela expressa seu desejo de segurar as pessoas pertencentes a determinado grupo segurável". Em face desta manifestação, a Companhia de Seguros, como segurador, pode aceitar ou recusar o que lhe foi proposto.

Uma das principais características do Seguro de Vida em Grupo é a existência do estipulante, pessoa jurídica que contrata o seguro e que fica investida dos poderes de representação dos segurados perante a Seguradora. Trata-se de uma modalidade de seguro de vida na qual a cobertura é oferecida a um grupo de pessoas, sob um único contrato. Os contratos são celebrados em termos anualmente renováveis. Tais seguros são fundamentados no regime financeiro de repartição simples, em que os prêmios são fixados para, em geral, o período de um ano.

As principais coberturas de risco oferecidas ao contratar um seguro são seguintes: morte por qualquer causa, morte acidental e invalidez.

1.1.1. Prêmios e Sinistros

É preciso distinguir prêmio de sinistro.

O **prêmio** é o preço do seguro, ou seja, é o valor que o segurado paga à seguradora para que esta assuma os riscos cobertos pelo contrato de seguro. Os prêmios podem ser classificados em únicos ou periódicos, em função da forma como os mesmos serão pagos pelo segurado ao segurador.

FERREIRA (2010) apresenta outra forma de classificação dos prêmios, a qual é dada em função da composição dos seus custos, que podem ser desdobrados em: de risco, puro, comercial e bruto. O prêmio de risco indica, na sua essência, a esperança matemática dos sinistros futuros. O prêmio puro é uma resultante do prêmio de risco, no qual é agregado uma margem ou carregamento técnico de segurança para cobrir possíveis flutuações estatísticas do risco.

O **sinistro** compreende a ocorrência do acontecimento previsto em contrato de seguro e que, legalmente obriga a Seguradora a indenizar.

Abaixo seguem os quadros resumo dos prêmios e sinistros retidos do mercado de seguros do Brasil.

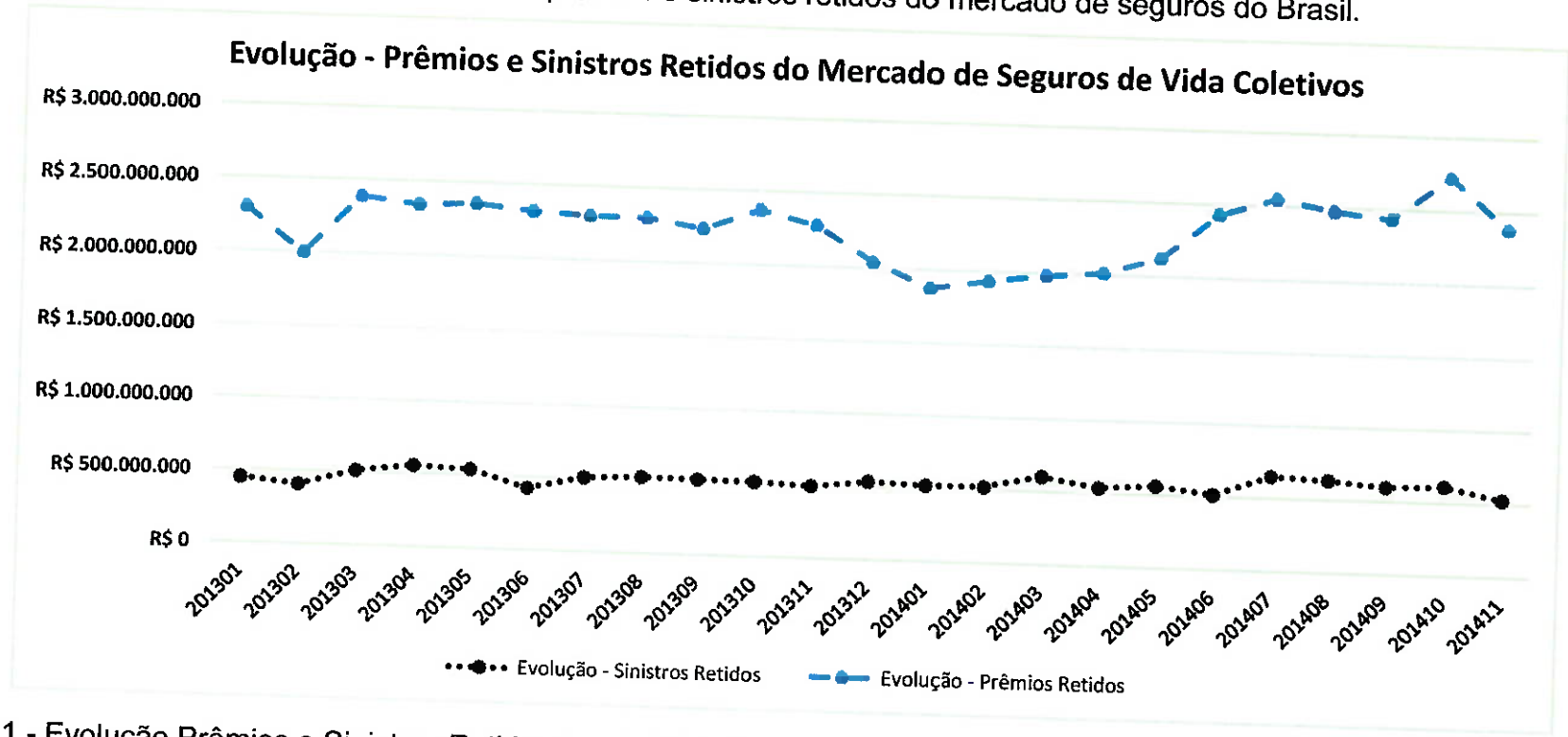

Gráfico 1 - Evolução Prêmios e Sinistros Retidos (Jan/2013 a Nov/2014)

O gráfico acima apresenta a evolução de prêmios e sinistros retidos do mercado de seguros brasileiro dos grupos e ramos referente as classes de negócios 13 e 14 são eles: 0929 - Seguro Funeral; 0993 - Vida agrupado; 0936 - Perda do Certificado de Habilitação de Voo – PCHV; 0969 – Viagem; 0977 - Prestamista (exceto Habitacional e Rural); 0980 – Educacional; 0981 - Acidentes Pessoais Coletivo (Run-off); 0982 - Acidentes Pessoais; 0984 - Doenças Graves ou Doença Terminal; 0987 - Desemprego/Perda de Renda; 0990 - Eventos Aleatórios.

Tabela 1 - Quadro resumo dos Prêmios Retidos do Mercado Brasileiro (atualizado até Nov/2014)

Grupo e Ramo de Atuação	201401	201402	201403	201404	201405	201406	201407	201408	201409	201410	201411
0929 - Seguro Funeral	20.138.656	24.723.077	21.446.837	20.964.944	23.269.235	23.964.324	23.989.615	21.568.014	23.118.330	23.179.120	23.119.499
0936 - Perda do Certificado de Habilitação de Voo - PCHV	882	1.219	735	760	1.040	947	177	1.108	2.066	1.803	587
0969 - Viagem	4.258.223	6.557.906	9.472.913	6.835.614	6.786.458	8.361.165	8.075.388	6.850.189	8.070.992	14.036.006	8.571.701
0977 - Prestamista (exceto Habitacional e Rural)	459.499.863	419.035.237	442.767.180	482.730.359	536.959.276	752.193.662	592.034.487	612.803.607	530.494.458	827.415.725	664.552.126
0980 - Educacional	1.892.964	3.163.560	2.310.874	1.698.440	2.088.676	2.618.112	2.508.184	2.667.981	2.143.006	2.469.630	1.545.525
0981 - Acidentes Pessoais Coletivo (Run-off)	276.712	227.654	227.472	284.855	334.307	334.731	30.782		30.115	43.667	86.374
0982 - Acidentes Pessoais	281.901.632	304.886.849	285.023.913	287.531.654	318.001.091	375.174.371	363.383.527	361.720.940	363.924.385	358.739.067	337.317.452
0984 - Doenças Graves ou Doença Terminal	23.225.380	28.675.437	25.893.852	26.342.303	28.300.712	36.873.282	41.555.832	36.694.271	43.753.028	38.571.657	36.107.090
0987 - Desemprego/Perda de Renda	1.587.522	1.711.667	2.297.787	3.206.993	2.721.993	2.978.457	2.589.581	2.103.324	3.003.180	2.303.906	1.536.498
0990 - Eventos Aleatórios	39.480.426	41.953.305	38.319.390	45.435.636	39.024.696	46.302.323	40.364.870	44.512.271	43.095.154	39.756.972	41.087.138
0993 - Vida	523.165.740	579.828.745	550.764.243	595.606.772	603.413.181	667.898.522	820.402.586	756.282.271	819.179.874	802.678.357	742.963.531
Total Geral	1.355.427.998	1.410.764.657	1.378.525.195	1.470.638.330	1.560.900.667	1.916.699.896	1.894.935.032	1.845.203.977	1.836.814.589	2.109.195.911	1.856.887.521

Tabela 2 - Quadro resumo dos Sinistros Retidos do Mercado Brasileiro (atualizado até Nov/2014)

Grupo e Ramo de Atuação	201401	201402	201403	201404	201405	201406	201407	201408	201409	201410	201411
0929 - Seguro Funeral	12.711.743	15.646.737	11.358.286	10.524.239	5.573.642	3.226.083	4.205.664	5.245.779	5.307.904	6.033.691	5.075.188
0936 - Perda do Certificado de Habilitação de Voo - PCHV				-7.624				-890			
0969 - Viagem	2.106.161	2.392.764	2.983.869	2.443.118	3.627.186	3.899.357	3.652.116	391.447	4.194.782	2.872.917	3.231.771
0977 - Prestamista (exceto Habitacional e Rural)	77.442.683	69.386.656	76.129.153	84.337.649	110.756.359	162.931.849	106.130.748	118.772.198	102.612.529	99.505.153	87.272.464
0980 - Educacional	2.362.915	1.920.962	4.835.325	1.283.368	5.332	2.849.124	4.601.335	1.645.927	1.460.203	2.100.375	849.153
0981 - Acidentes Pessoais Coletivo (Run-off)	1.549.485	1.150.829	2.337.037	1.931.407	-451.960	-7.701.120	988.137	1.517.246	-49.473	-2.133.970	-3.137.295
0982 - Acidentes Pessoais	56.280.159	54.528.988	81.606.114	72.592.129	65.002.138	-1.248.191	71.591.651	72.986.448	66.867.690	67.855.755	51.138.893
0984 - Doenças Graves ou Doença Terminal	7.176.099	7.910.632	5.603.272	6.184.541	9.441.982	4.652.787	6.379.922	7.809.618	6.543.647	7.754.819	7.233.667
0987 - Desemprego/Perda de Renda	685.993	-77.471	281.798	467.761	405.194	236.744	62.680	212.933	461.243	402.798	447.564
0990 - Eventos Aleatórios	9.292.932	7.550.407	10.030.116	9.012.301	10.591.459	8.505.578	11.722.706	17.029.976	11.173.445	10.985.082	6.662.268
0993 - Vida	354.890.079	366.922.919	413.841.880	354.598.468	361.321.111	341.089.453	444.996.276	410.656.004	403.287.565	420.247.181	373.630.206
Total Geral	524.498.248	527.333.423	609.006.849	543.367.357	566.272.443	518.441.664	654.331.234	636.266.686	601.859.535	615.623.802	532.403.878

Acima as tabelas 1 e 2 apresentam o detalhamento dos prêmios e sinistros retidos dos meses de Janeiro/2014 a Novembro/2014 por cada grupo e ramo que representam as classes de negócios 13 e 14.

1.1.2. Subscrição de Riscos em Vida Grupo

O princípio da subscrição de grupo é determinar as características do plano e assegurar que os participantes individuais de modo geral estejam de acordo com aquelas características. Uma destas características fundamentais, no Seguro de Vida em Grupo contratados por meio de empregadores, é que os proponentes individuais devem ser suficientemente saudáveis para cumprir suas obrigações no seu trabalho.

1.2. História das Normas de Requerimento de Capital no Brasil

Entre 2002 e 2007, o capital mínimo para operação exigido das sociedades seguradoras, entidades abertas de previdência complementar (EAPC) e sociedades de capitalização era definido pela RESOLUÇÃO CNSP nº 73/02. Nesta norma, o capital mínimo era composto apenas de um valor definido conforme as regiões do país em que operavam. Exclusivamente para as sociedades seguradoras, o capital mínimo ainda era comparado com a Margem de Solvência (MS) definida pela RESOLUÇÃO CNSP nº 08/89, sendo exigido o maior entre os dois valores.

Em janeiro de 2008 entrou em vigor a RESOLUÇÃO CNSP nº 178/07, instituindo o Capital Mínimo Requerido (CMR) para as sociedades seguradoras, estruturado como a soma de um Capital Base (CB), definido conforme as regiões de operação, mais um Capital Adicional (CA) calculado de forma a refletir com maior precisão os riscos suportados por cada sociedade seguradora. Ao mesmo tempo, entrou em vigor a RESOLUÇÃO CNSP nº 158/06, com anexos alterados pela CIRCULAR SUSEP nº 355/07, instituindo o Capital Adicional baseado no Risco de Subscrição (CAsubs) referente às operações de danos, ficando para serem ainda regulamentados componentes do Capital Adicional referentes a outras classes de riscos. Para as EAPC's e sociedades de capitalização não houve alteração, permanecendo o requerimento de capital deste definido pela RESOLUÇÃO CNSP nº 73/02.

Para os resseguradores locais, em dezembro de 2007, entraram em vigor a RESOLUÇÃO CNSP nº 169/07, instituindo também para estas companhias o CMR, e a RESOLUÇÃO CNSP nº 170/07, definindo o cálculo do CAsubs. Esta última foi substituída pela RESOLUÇÃO CNSP nº 188/08 em abril de 2008.

Em janeiro de 2011, houve mudanças no cálculo dos requerimentos de capital de todas supervisionadas, com a entrada em vigor das seguintes normas:

- RESOLUÇÃO CNSP nº 227/10 Unifica as regras de capital, instituindo CMR para todas as sociedades reguladas. Com efeito, foram revogadas a RESOLUÇÃO CNSP nº 178/07 (CMR de sociedades seguradoras) e a RESOLUÇÃO CNSP nº 169/07 (CMR de Resseguradores Locais).
- RESOLUÇÃO CNSP nº 228/10 Institui o Capital Adicional baseado no Risco de Crédito (CAcred) para todas as sociedades supervisionadas.
- CIRCULAR SUSEP nº 411/10 - Substitui a CIRCULAR SUSEP nº 355/07 na função de alterar os anexos da RESOLUÇÃO CNSP nº 158/06, atualizando a forma de cálculo do CAsubs das sociedades seguradoras.
- CIRCULAR SUSEP nº 413/10 Define instruções complementares para o cálculo do CAsubs nos casos de constituição, fusão, cisão, incorporação e transferência de carteira das sociedades seguradoras e resseguradores locais.
- CIRCULAR SUSEP nº 414/10 Define instruções complementares para o cálculo do CAsubs dos resseguradores locais.

Em 2013 entrou em vigor as resoluções:

- RESOLUÇÃO CNSP nº 280/13 Estabelece critérios para o Capital de Risco de Subscrição das operações de seguro e previdência complementar realizadas pelas sociedades seguradoras e entidades abertas de previdência complementar.
- RESOLUÇÃO CNSP nº 282/13 Substitui a RESOLUÇÃO CNSP nº 227/10. Altera a denominação do Capital Adicional, que passa a se chamar Capital de Risco, e estabelece novos critérios para o cálculo do Capital Mínimo Requerido, tornando-o equivalente ao maior valor entre o Capital Base, o Capital de Risco e a Margem de Solvência.
- RESOLUÇÃO CNSP nº 283/13 Institui o Capital de Risco baseado no Risco Operacional (CRoper) para todas as sociedades supervisionadas.
- RESOLUÇÃO CNSP nº 284/13 Institui o Capital de Risco baseado no Risco de Subscrição para as sociedades de capitalização.

Por fim, as mudanças mais recentes se deram com a entrada em vigor das seguintes normas:

- RESOLUÇÃO CNSP nº 316/14 Institui o capital mínimo requerido para autorização e funcionamento e sobre o plano de regularização de solvência das sociedades seguradoras, das entidades abertas de previdência complementar, das sociedades de capitalização e dos resseguradores locais. Revoga a RESOLUÇÃO CNSP nº 282/13 e altera a RESOLUÇÃO CNSP nº 280/13.
- RESOLUÇÃO CNSP nº 317/14 Institui o Capital de Risco baseado no Risco de Mercado para as sociedades seguradoras, entidades abertas de previdência complementar, sociedades de capitalização e resseguradores locais.

1.2.1. Estrutura de Requerimento de Capital

A atual estrutura de requerimento de capital no Brasil está segmentada da seguinte forma, Capital Base (CB) + Capital de Risco (CR), que é baseado nos seguintes riscos: Risco de Subscrição (CRsubs), Risco de Crédito (CRcred), Risco Operacional (CRoper) e Risco de Mercado (CRmerc) que está previsto para implementação em Dezembro de 2016.

1.2.2. Capital Base (CB)

O **Capital Base:** montante fixo de capital que a sociedade supervisionada deverá manter, a qualquer tempo, conforme disposto nos anexos I a III da Resolução nº 316/2014.

O capital-base, por sua vez, é constituído por uma parcela fixa de R$1.200.000,00, correspondente à autorização para atuar em ramos elementares e de pessoas, e por uma parcela variável conforme a região de atuação (Tabela 1). O capital-base exigido para operar em todo o território nacional é de R$ 15.000.000,00

Tabela 3- Parcela variável conforme a região de atuação

Região	Estados	Parcela Variável (R$)
1	AM, PA, AC, RR, AP, RO	R$ 120.000,00
2	PI, MA, CE	R$ 120.000,00
3	PE, RN, PB, AL	R$ 180.000,00
4	SE, BA	R$ 180.000,00
5	GO, DF, TO, MT, MS	R$ 600.000,00
6	RJ, ES, MG	R$ 2.800.000,00
7	SP	R$ 8.800.000,00
8	PR, SC, RS	R$ 1.000.000,00

Parcela Fixa (R$)	R$ 1.200.000,00
Capital base para operar em todo país	R$ 15.000.000,00

1.2.3. Capital de Risco (CR)

O **Capital de risco** (CR): montante variável de capital que a sociedade supervisionada deverá manter, a qualquer tempo, para garantir os riscos inerentes à operação. Conforme o ANEXO IV e Art. 1º da Resolução CNSP nº 316/2014. O capital de risco para as sociedades e entidades supervisionadas será constituído de acordo com a fórmula a seguir:

$$\mathrm{CR} = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} \times \mathrm{CR}_i \times \mathrm{CR}_j} + \mathrm{CR}_{\mathrm{oper}}$$

Considera os conceitos abaixo:

CR = Capital de Risco

CR_i e CR_j = Parcelas do Capital baseadas nos riscos "i" e "j" respectivamente.

ρ_{ij} = Elemento da linha "i" e coluna "j" da matriz de correlação dos Capitais de Riscos, conforme o Tabela abaixo:

Tabela 4- Matriz de Correlação para Cálculo do CR

j \ *i*	CRsubs	CRcred	CRmerc
CRsubs	1,00	0,50	0,25
CRcred	0,50	1,00	0,25
CRmerc	0,25	0,25	1,00

$\mathrm{CR}_{\mathrm{oper}}$ = parcela do capital de risco baseada no risco operacional;

No cálculo do capital de risco, CR_i e CR_j serão substituídos por:

CR_{subs} = Parcela do capital de risco baseada no risco de subscrição;

CR_{cred} = Parcela do capital de risco baseada no risco de crédito;

CR_{merc} = Parcela do capital de risco baseada no risco de mercado

1.2.3.1. Capital de Risco baseado no Risco de Subscrição (CRsubs)

A possibilidade de ocorrência de perdas que contrariem as expectativas da sociedade supervisionada, associadas, diretamente ou indiretamente, às bases técnicas e atuariais utilizadas para cálculo de prêmios, contribuições e provisões técnicas, decorrentes das operações que atendam a critérios específicos, a serem regulamentados pela Susep.

1.2.3.2. Capital de Risco baseado no Risco de Crédito (CRcred)

O **capital de risco baseado no Risco de Crédito (CRcred)** refere-se ao montante variável de capital que uma sociedade supervisionada deverá manter, a qualquer tempo, para garantir o risco de crédito a que está exposta. O cálculo é segregado em duas parcelas e a sua forma de cálculo é determinada pelo Anexo I da Resolução CNSP n° 228 de 2010:

1.2.3.3. Capital de Risco baseado no Risco Operacional (CRoper)

O **Capital de Risco baseado no Risco Operacional (CRoper)** envolve possibilidade de ocorrência de perdas resultantes de falha, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas e sistemas, ou decorrentes de fraudes ou eventos externos, incluindo-se o risco legal e excluindo-se os riscos decorrentes de decisões estratégicas e à reputação da instituição. Conforme está definido na RESOLUÇÃO CNSP nº 283/2013.

1.2.3.4. Capital de Risco baseado no Risco de Mercado (CRmerc)

O **Capital de Risco baseado no Risco de Mercado (CRmerc)** refere-se à possibilidade de ocorrência de perdas resultantes de flutuações dos mercados financeiros, que causam mudanças na avaliação econômica de ativos e passivos das sociedades supervisionadas. Conforme está definido na RESOLUÇÃO CNSP nº 317/2014.

1.2.4. Conceito de Solvência e Insuficiência

Uma vez calculado o capital mínimo requerido, dependendo do grau de insuficiência do patrimônio líquido ajustado, são diferenciadas as exigências do órgão regulador, conforme a *Tabela 5- Das Exigências do Capital*

Tabela 5- Das Exigências do Capital

Insuficiência do PLA em relação ao CMR	Das Exigências do Capital
Até 50%	PRS – Plano de Regularização de Solvência (Art.4)
Entre 50% e 70%	Regime Especial de Direção-Fiscal (Art. 5)
Superior a 70%	Liquidação Extrajudicial (Art. 6)

Resolução CNSP nº 316/2014

1.2.4.1. Patrimônio Líquido Ajustado

Conforme Art. 2º disposto na Resolução CNSP N° 300/2013, consideram-se **Patrimônio Líquido Ajustado (PLA):** patrimônio líquido contábil ou patrimônio social contábil, conforme o caso, ajustado por adições e exclusões, para apurar, mais qualitativa e estritamente, os recursos disponíveis que possibilitem às sociedades supervisionadas executarem suas atividades diante de oscilações e situações adversas, devendo ser líquido de elementos incorpóreos, de ativos de elevado nível de subjetividade de valoração ou que já garantam atividades financeiras similares, e de outros ativos cuja natureza seja considerada pelo órgão regulador como impróprias para resguardar sua solvência.

1.2.4.2. Solvência

A nova regra de solvência editada pela SUSEP procura seguir os princípios básicos estabelecidos pelo Solvência II, desenvolvido pela União Europeia, englobando os riscos de subscrição, crédito, operacional e mercado.

A solvência pode ser entendida aqui como suficiência de ativos para a cobertura das obrigações. Isso significa dizer que ao calcular o capital em uma data de referência, esse, juntamente com as provisões, deve ser suficiente para cobrir o pagamento das obrigações durante o próximo exercício social, bem como as obrigações presentes e futuras decorrentes dos riscos subscritos até os próximos 12 meses.

No Solvência II, risco de subscrição é definido como risco de perda ou mudança adversa no valor das provisões, devido à inadequação da precificação e das hipóteses utilizadas no provisionamento.

Conforme MELO e NEVES (2012), estar solvente é ter mais ativos que obrigações, em determinado patamar, com determinada confiança. Esse patamar depende do país onde a companhia esteja operando e como o regulador define os níveis teóricos de solvência. Se a companhia possuir ativos superiores a alguns destes níveis, então ela está em um estado de "solvência regulatória", satisfazendo requerimentos regulatórios.

Solvência I: No início da década de 70, foi introduzido nos países membros da União Europeia o projeto Solvência I, o qual consistia na observância de um montante mínimo de capital destinado à absorção de eventuais perdas, sendo o modelo de cálculo considerado relativamente simples, à semelhança do segmento bancário representado, até então, pelo Acordo da Basiléia.

Solvência II: Trata-se de uma política de regulação de seguros adotada, mas ainda a vigor, pela União Européia. Em 2009, foi aprovada a Resolução Legislativa do Parlamento Europeu (Solvência II, 2009), que define as diretrizes para o mercado de seguros e Resseguros na Europa. Nesse documento, entre outros assuntos relevantes, são definidos os critérios para obtenção do capital requerido baseado em riscos.

Os três pilares do Solvência II.

Pilar 1: Aborda requisitos quantitativos, onde se incluem critérios harmonizados de cálculo de provisões técnicas e outros mecanismos de segurança, como o requisito de capital de solvência e o requisito de capital mínimo.

Pilar 2: Contempla requisitos qualitativos, nomeadamente em termos de governança, controle interno, gestão de risco e processo de supervisão.

Pilar 3: Engloba os requisitos de transparência e de prestação de informação às autoridades de supervisão e aos restantes 'stakeholders'.

A figura abaixo para ilustrar:

Figura 4 - Pilares Solvência II (Fonte: SUSEP - 2013).

1.2.4.3. Provisões Técnicas

As provisões técnicas representam um instrumento fundamental na gestão de uma empresa que assume riscos. Se as provisões técnicas estiverem superdimensionadas elas comprometem a distribuição de lucros da sociedade, por outro lado se estiverem subdimensionadas, elas podem conduzir à insolvência da sociedade.

A constituição de provisões técnicas, juntamente com a alocação de capital busca cobrir as perdas esperadas e inesperadas da entidade. A literatura acadêmica, normalmente, considera que a provisão deve cobrir as perdas esperadas, enquanto o capital se destina à cobertura das perdas inesperadas, sendo a somatória das perdas esperadas e inesperadas correspondente ao nível de confiança relativo à exposição ao risco de perdas do portfólio, análogo ao conceito de VaR (value at risk) de uma carteira.

STOLF (2008) define dois conceitos importantes sobre perdas:

a) Perdas Esperadas (Expected Loss – EL): podem ser consideradas como uma variável intrínseca às atividades da instituição, sendo tidas como o valor esperado das perdas. Perdas dessa natureza devem ser cobertas por provisões adequadas.

b) Perdas Inesperadas (Unexpected Loss – UL): as perdas inesperadas estão diretamente ligadas às incertezas do negócio. A estimativa dessas perdas passa pela determinação de uma taxa de insolvência que usualmente a instituição deseja para seu negócio, pois isso lhe proporcionará definir o nível de significância. Portanto, temos que o capital econômico deve ser igual ao montante capaz de absorver perdas em nível existente entre as perdas esperadas e inesperadas.

Na tabela abaixo está o saldo das provisões técnicas em 30/11/2014.

PPNG e PPNG-RVNE: A Provisão de Prêmios Não Ganhos (PPNG) deve ser constituída para a cobertura dos valores a pagar relativos a sinistros e despesas a ocorrer.

PSL: A Provisão de Sinistros a Liquidar (PSL) deve ser constituída para a cobertura dos valores a liquidar relativos a sinistros avisados.

IBNR: A Provisão de Sinistros Ocorridos e Não Avisados (IBNR) deve ser constituída para a cobertura dos valores a liquidar relativos a sinistros ocorridos e não avisados.

PCC: A Provisão Complementar de Cobertura (PCC) deve ser constituída quando for constatada insuficiência na constituição das provisões técnicas.

Tabela 6 - Saldo das Provisões em 30/11/2014

Grupo Ramo	Classe de Negócio	PPNG	PPNG-RVNE	PSL	IBNR	OUTRAS	PCC	PDR
0929	13	2.947	1.130	460.298	362.777	73.748	0	20.022
0977	14	57.996.020	2.831.639	8.340.150	6.037.423	893.511	2.932.107	134.311
0980	14	0	658	37.075	861	0	0	55
0982	14	7.981.470	1.693.415	33.402.356	26.653.751	5.826.778	0	627.653
0984	14	10.363	0	1.263.813	769.582	707.499	0	16.763
0990	14	7.936.786	1.134.933	1.391.101	1.986.493	290.683	0	41.149
0993	13	54.778.180	2.412.132	165.480.123	63.261.429	43.122.488	125.451.451	1.601.372
0994	14	0	0	0	0	-6.473	0	14
1329	14	0	0	0	203	0	0	4
1381	14	2.647.395	39.003	20.522.764	4.788.254	731.880	0	120.218
1383	14	0	0	396.462	263.330	3.155.909	0	0
1384	14	303.868	17	0	8.730	0	0	174
1390	14	9.494	0	0	561	0	0	11
1391	14	398.930	0	400.000	87.832	202.544	0	277
1392	14	0	0	0	0	2.883.674	0	4.933
TOTAL	**13**	**54.781.127**	**2.413.261**	**165.940.422**	**63.624.206**	**43.196.236**	**125.451.451**	**1.621.394**
	14	**77.284.326**	**5.699.665**	**65.753.720**	**40.597.019**	**14.686.005**	**2.932.107**	**945.562**
	GERAL	**132.065.453**	**8.112.926**	**231.694.142**	**104.221.224**	**57.882.241**	**128.383.558**	**2.566.956**

1.3. Fórmula Padrão para Cálculo do Risco de Subscrição

O Cálculo do Risco de Subscrição é dividido em sete parcelas, e para esse estudo abordaremos as parcelas 1 e 2 referentes a operação de danos conforme o artº 5 da RESOLUÇÃO 280/13, pois as demais parcelas tratam do risco individual e previdência.

- **Operações de danos**

Parcela 1 - Risco de emissão/precificação (R.emi.danos)
Parcela 2 - Risco de provisão de sinistros (R.prov.danos)

- **Operações de vida individual e previdência**

Parcela 3 - Risco nas provisões de eventos ocorridos (R.prov.vi.prev)
Parcela 4 - Risco das coberturas de risco durante o período de cobertura, para planos em regime financeiro de repartição (R.mort.inv.rep)
Parcela 5 - Risco das coberturas de risco durante o período de cobertura, para planos em regime financeiro de capitalização (R.mort.inv.cap)
Parcela 6 - Risco das coberturas por sobrevivência (R.sobr)
Parcela 7 - Risco das despesas administrativas (R.desp)

A Resolução CNSP nº 280, de 2013, trata da fórmula de cálculo do capital mínimo requerido para a cobertura do risco de subscrição, prevendo duas possibilidades: uma utilizando fatores mais agravados (fatores padrão) que acarretam em maior necessidade de capital quando a empresa não dispõe de um modelo interno de avaliação de risco e outra, com fatores reduzidos, caso a instituição possua um modelo interno.

É importante esclarecer que, diferentemente do setor bancário, no mercado segurador brasileiro não é permitida a utilização do próprio modelo interno ou dos parâmetros deste para determinação do capital mínimo requerido regulatório, mas apenas a aplicação de fatores mais suavizados para tal fim.

1.3.1. Parcela 1 - Risco de Emissão/Precificação (pi, j)

O montante de capital referente ao risco de subscrição de emissão/precificação, será calculado, com base nos fatores de risco constantes na *Tabela 23 - Tabela de Fatores Risco de Emissão/Precificação do Segmento de Mercado "i" e região de atuação*, aplicando a seguinte fórmula:

$$\text{R.emi.danos} = \sqrt{\sum_{i=1}^{51}\sum_{j=1}^{51}\left(\mathrm{f}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{prem}} \times \mathrm{premio}_{i}^{m}\right) \times \left(\mathrm{f}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{prem}} \times \mathrm{premio}_{j}^{m}\right) \times \mathrm{p}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{prem}}}$$

$\mathrm{f}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{prem}}$: Fator relativo ao risco de emissão/precificação do segmento de mercado "*i*";

premio_{i}^{m} : Montante de prêmio retido dos últimos 12 meses anteriores ao mês de cálculo "m" do segmento de mercado "i", devendo-se considerar para efeito do cálculo do prêmio apenas aqueles referentes a riscos já emitidos;

$\mathrm{p}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{prem}}$: fator de correlação entre os segmentos de mercado "i" e "j", relativo aos riscos de emissão/precificação conforme (*Tabela 21 - Matriz de Fatores de Correlação entre os Segmentos Mercados "i" / "j" referente ao Risco de Emissão/Precificação*).

Prêmio Retido: calculado de acordo com a seguinte fórmula: prêmio emitido (+) prêmio de co-seguro aceito (–) prêmio de co-seguro cedido – prêmios cancelados (–) prêmios restituídos (–) prêmios cedidos em resseguro (+) prêmios aceitos em retrocessão;

1.3.2. Parcela 2 - Risco de Provisão de Sinistro (pk, l)

O montante de capital referente ao risco de subscrição de provisão de sinistro será calculado com base nos fatores de risco constantes na *Tabela 22 - Tabela de Fatores (Padrão e Reduzidos) de Risco de Provisão de Sinistro da Classe de Negócio "k"*, aplicando a seguinte fórmula:

$$\text{R.prov.danos} = \sqrt{\sum_{k=1}^{17}\sum_{l=1}^{17}\left(f_{k}^{\mathrm{prov}} \times \mathrm{sinistro}_{k}^{m}\right) \times \left(f_{l}^{\mathrm{prov}} \times \mathrm{sinistro}_{l}^{m}\right) \times p_{k,l}^{\mathrm{prov}}}$$

f_{k}^{prov}: fator relativo ao risco de provisão de sinistro da classe de negócio "k";

sinistro_k^m: montante de sinistro retido dos últimos 12 meses anteriores ao mês de cálculo "m" da classe de negócio "k";

$p_{k,l}^{\text{prov}}$: fator de correlação entre as classes de negócio "k" e "l", relativo ao risco de provisão de sinistro, conforme *Tabela 20 - Matriz de Fatores de Correlação entre os Segmentos Mercados "i" / "j" referente ao Risco de Provisão de Sinistro.*

Sinistro Retido: total de sinistros ocorridos, líquidos de resseguro.

A fórmula final do Capital Baseado no Risco de Subscrição é determinada da seguinte maneira:

$$\text{CR}_{\text{subs}} = \sqrt{\text{V}' \times \text{M} \times \text{V}}$$

Onde a Matriz M representa a correlação entre as 7 parcelas.

$$\text{M} = \begin{bmatrix} 1{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}50 & 0{,}50 & 0{,}25 & 0{,}25 \\ 0{,}00 & 1{,}00 & 0{,}80 & 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 \\ 0{,}00 & 0{,}80 & 1{,}00 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}00 & 0{,}25 \\ 0{,}50 & 0{,}00 & 0{,}25 & 1{,}00 & 0{,}75 & 0{,}25 & 0{,}25 \\ 0{,}50 & 0{,}00 & 0{,}25 & 0{,}75 & 1{,}00 & 0{,}50 & 0{,}25 \\ 0{,}25 & 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}25 & 0{,}50 & 1{,}00 & 0{,}25 \\ 0{,}25 & 0{,}00 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 & 1{,}00 \end{bmatrix}$$

Onde o Vetor das Parcelas é:

$$\text{V} = \begin{bmatrix} \text{R. emi. danos} \\ \text{R. prov. danos} \\ \text{R. prov. vi. prev} \\ \text{R. mort. inv. rep} \\ \text{R. mort. inv. cap} \\ \text{R. sobr} \\ \text{R. desp} \end{bmatrix}$$

As parcelas **R.prov.vi.prev, R.mort.inv.rep, R.mort.inv.cap, R.sobr** e **R.desp** não são objeto de estudo para o estudo, nesse caso são consideradas como zero.

1.3.3. Região de Atuação e Classe de Negócios

Para cálculo do capital baseado no risco de subscrição referente a parcela de danos a SUSEP trata como região de atuação 3 agrupamentos por estados do Brasil

Tabela 7 - Região de Atuação

Região de Atuação	Estados
1	AM,PA,AC,RR,AP,RO,PI,MA,CE, PE,RN,PB,AL,SE,BA,GO,DF,TO,MT,MS
2	RJ, ES, MG, PR, SC, RS
3	SP

Tabela 8- Classes de Negócio

Classe de Negócio	Nome da classe de Negócio
01	Residencial
02	Condominial
03	Empresarial
04	Patrimonial Demais
05	Riscos Especiais
06	Responsabilidades
07	Cascos
08	Automóvel
09	Transporte Nacional
10	Transportes Demais
11	Riscos Financeiros
12	Crédito
13	Vida em Grupo
14	Pessoas Demais
15	Habitacional
16	Rural/Animais
17	Outros

A aplicação será referente as classes de negócios 13 (Vida em Grupo) e 14 (Pessoas Demais).

Tabela 9 - Abertura do Grupo Ramo referente a classe de Negócio

Classe de Negócio	Nome da classe de Negócio	Código do Grupo Ramo	Nome do Ramo
13	Vida em Grupo	0929	Seguro Funeral
		0993	Vida
14	Pessoas Demais	0936	Perda do Certificado de Habilitação de Vôo – PCHV
		0969	Viagem
		0977	Prestamista (exceto Habitacional e Rural)
		0980	Educacional
		0981	Acidentes Pessoais Individual (run-off)
		0982	Acidentes Pessoais
		0984	Doenças Graves ou Doença Terminal
		0987	Desemprego/Perda de Renda
		0990	Eventos Aleatórios

1.3.4. Grupo e Ramos

Para o estudo abordaremos apenas os ramos do Grupos Pessoas Coletivo identificado por dois dígitos (09).

A legislação que trata o Código do Grupo e Ramo é a Circular SUSEP nº 395/2009 e a Circular nº 455/2012, que estabelece a codificação dos ramos de seguro e dispõe sobre a classificação das coberturas contidas em planos de seguro, para fins de contabilização.

Para fins de armazenamento de dados, o código do ramo de seguro é composto pelos campos "Grupo" e "Identificador do Ramo", totalizando 4 (quatro) dígitos. Exemplo: **0993** (Grupo = 09 e Ramo = 93).

Grupo: conjunto de ramos que possuem alguma característica comum;

Ramo: conjunto de coberturas diretamente relacionadas ao objeto ou objetivo do plano de seguro. **Ramo Principal:** é o ramo do plano de seguro que melhor o caracteriza, sendo definido a partir das coberturas que o compõem.

2. Revisão Teórica

2.1. Simulação de Monte Carlo

Conforme JORION (2003), o nome Monte Carlo deriva do famoso cassino, fundado em 1862, no sul da França (em Mônaco, na verdade). Qual a melhor forma de se referir a sorteios aleatórios, roleta e jogos de azar?

O conceito básico por trás da abordagem Monte Carlo consiste em simular, repetidamente, um processo estocástico para variável financeira de interesse, de modo a cobrir grande quantidade de situações possíveis. Essas varáveis são tiradas de uma distribuição de probabilidade predeterminada, dada como conhecida. Portanto, as simulações criam novamente a distribuição inteira do valor da carteira. Inicialmente, aborda-se um caso simples, com apenas uma variável aleatória.

2.2. Value at Risk

2.2.1. Definição

O VaR, de forma intuitiva, sintetiza a maior (ou pior) perda esperada dentro de determinado período de tempo e intervalo de confiança. De modo mais formal, o VaR descreve o percentil da distribuição de retornos projetada sobre um horizonte estipulado. Se c for o nível de confiança selecionado, o VaR corresponderá ao (1 – c) percentil da distribuição. Por exemplo, com nível de confiança de 95%, o VaR deve ser tal que ele exceda 5% do número total de observações da distribuição (Jorion, Philippe, p.19).

O VaR é um método de mensuração de risco que utiliza técnicas estatísticas, comumente usadas em outras áreas técnicas. Formalmente, o VaR mede a pior perda esperada ao longo de determinado intervalo de tempo, sob condições normais de mercado e dentro de determinado nível de confiança. Com base em fundamentos científicos, fornece aos usuários uma medida concisa do risco de mercado.

2.3. Distribuição Gama (α, β)

A distribuição gama tem grande importância tanto na teoria estatística quanto nas aplicações da metodologia estatística, fornecendo uma representação útil para muitas situações físicas. Como a soma de variáveis exponenciais independentes tem distribuição gama, torna-se adequada para a teoria dos contadores aleatórios e outros processos estocásticos associados com o tempo, em particular, aqueles relativos às precipitações meteorológicas e aos estudos envolvendo tempo de vida de componentes.

Nesse sentido, fez-se uso da distribuição gama, a qual é a uma das mais flexíveis.

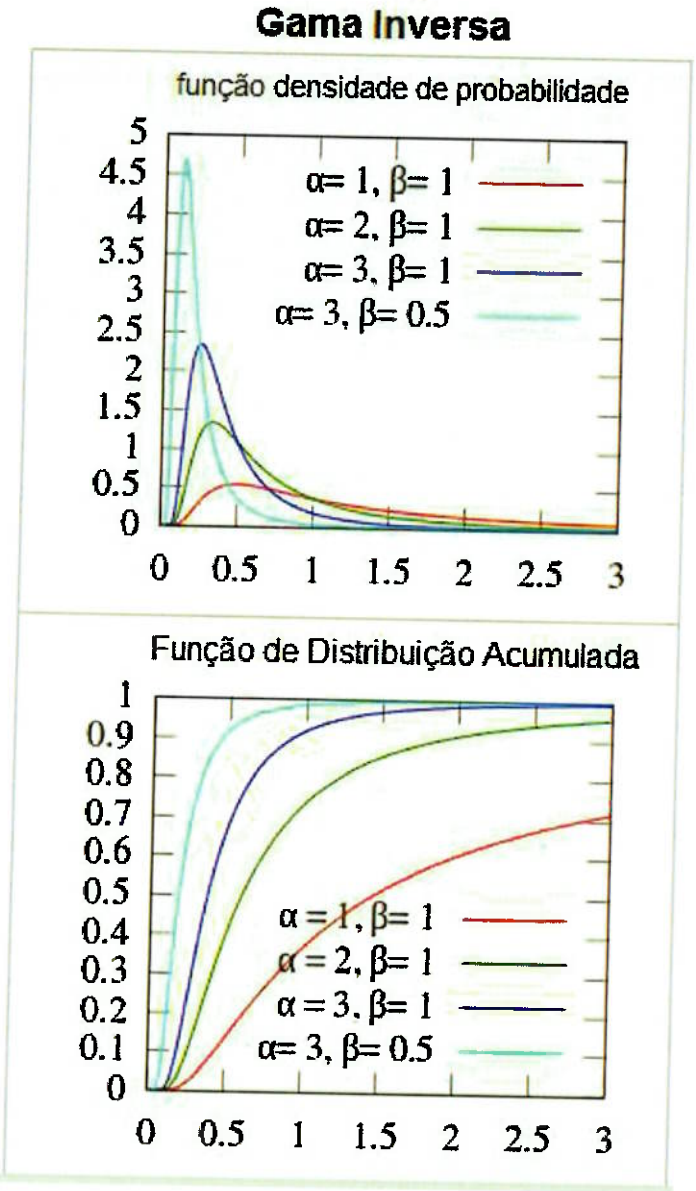

Figure 1 - Exemplo de Distribuição Gama (α, β)

Quando uma variável **aleatória** X tem distribuição Gama com parâmetros $\alpha > 0$ e $\beta > 0$, sua função de densidade é dada por:

$f(x) = \frac{\beta^{\alpha}.x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)}.e^{-\beta.x}$ $onde(x > 0)$, em que $\Gamma(\alpha)$ é função Gama, definida como:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1}.e^{-x}dx = [-x^{\alpha-1}.e^{-x} + \int e^{-x}.(\alpha-1).x^{\alpha-2}\,dx]_0^{\infty}$$

$$= (\alpha-1).\int_0^{\infty} x^{\alpha-2}.e^{-x}dx = (\alpha-1).\Gamma(\alpha-1)$$

$$= (\alpha-1).(\alpha-2).(\alpha-3)\ldots\ \Gamma(1) = (\alpha-1)!$$

Sua função de distribuição acumulada é dada por:

$$F_X(x) = P(x \leq a) = \frac{1}{\beta^{\alpha}.\Gamma(\alpha)}.\int_0^{a} x^{\alpha-1}.e^{-\frac{x}{\beta}}dx.$$

Média é a média aritmética da distribuição. O desvio padrão é o desvio padrão da distribuição (valor positivo).

Observações: $\alpha = \frac{m^2}{\sigma^2}$; $\beta = \frac{\sigma^2}{m}$

Onde m é média e σ (sigma) é o desvio padrão.

A distribuição Gama Inversa é definida por $X \sim GI(\alpha,\beta)$ e sua função de densidade é dada por:

$$p(x|\alpha,\beta) = \frac{\beta^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)}x^{-(\alpha+1)}e^{\frac{-\beta}{x}}, \qquad x > 0 \text{ para } \alpha,\beta > 0$$

$$E(X) = \frac{\beta}{\alpha-1} e\ V(X) = \frac{\beta^2}{(\alpha-1)^2.(\alpha-2)}$$

3. Tratamentos dos Dados

3.1. Base de Dados

A Susep disponibiliza para qualquer pessoa um banco de dados para quem deseja ter acesso às informações sobre o mercado de Seguros, Previdência e Resseguros por meio do sitio <http://www.susep.gov.br/menu/estatisticas-do-mercado/ses-sistema-de-estatisticas-da-susep-1> no Item "**Estatística do Mercado**"; "**SES – Sistema de Estatísticas da SUSEP**". O banco de dados utilizado atualizado até 30 de Novembro de 2014. O tratamento das informações está descrito no **Banco de Dados SES** na página 57.

Tabelas dispostas no banco de dados Microsoft Access utilizadas foram:

- **Ses_cias:** contém os códigos e nomes de cada empresa. Nesse caso utilizou-se apenas o código de companhia de número 6351.
- **Ses_pl_margem:** contém os valores do patrimônio líquido ajustado por data e sociedade.
- **Ses_provramos**: contém os valores das provisões técnicas por data, utilizada para obter os valores da PPNG, PSL, IBNR, PDR e PCC em 30 de Novembro de 2014.
- **Ses_seguros:** contém os valores dos prêmios e sinistros por ramo, data e sociedade, utilizada para cálculo do indicador de sinistralidade (sinistro retido/prêmio ganho).
- **SES_UF2:** Contém os valores dos prêmios por ramo, estado, data e seguradora, utilizada para cálculo do capital mínimo requerido para a cobertura do risco de subscrição.
- **SES_ValoresMovRamos:** Contém os valores dos sinistros prêmios por ramo, data e seguradora, utilizada para cálculo do capital mínimo requerido para a cobertura do risco de subscrição.

Tabelas e Consultas criadas para tratamento das informações:

Tabelas:

Região: Codificação das Regiões de Atuação por número;

ClassedeNegocios: Define as classes de negócios conforme o código grupo ramos;
Consultas: Prêmio_Retido, Sinistro_Retido e Seguros

Os dados extraídos das consultas apresentaram valores zerados para os prêmios de Dez/2013 e os valores de sinistros do mesmo, estavam muito abaixo da realidade dos dados anteriores, por simplificação foram atribuídos os mesmos dados do mês de Janeiro/2014.

Tabela 10- Dados coletados do SES

Período	Prêmio Retido	Classe de Negócio	Região 1 - Prêmio Retido	Região 2 - Prêmio Retido	Região 3 - Prêmio Retido	Sinistro Retido
01/dez/13	31.782.300	13	2.417.957	9.833.086	19.531.257	15.795.326
01/dez/13	21.078.601	14	1.301.819	4.302.373	15.474.409	6.827.643
01/jan/14	31.782.300	13	2.417.957	9.833.086	19.531.257	15.795.326
01/jan/14	21.078.601	14	1.301.819	4.302.373	15.474.409	6.827.643
01/fev/14	31.092.731	13	4.532.332	8.699.924	17.860.476	20.785.206
01/fev/14	25.262.860	14	8.262.114	10.321.769	6.678.977	5.586.948
01/mar/14	26.932.526	13	2.753.278	7.376.643	16.802.606	20.194.397
01/mar/14	18.856.208	14	845.908	2.987.589	15.022.711	3.663.791
01/abr/14	39.927.066	13	3.832.183	13.785.724	22.309.159	18.648.605
01/abr/14	35.495.654	14	7.436.483	12.411.211	15.647.959	6.378.947
01/mai/14	35.686.176	13	3.313.773	11.639.877	20.732.526	22.710.348
01/mai/14	36.399.557	14	9.699.948	13.554.944	13.144.665	7.359.275
01/jun/14	21.716.226	13	2.703.224	8.386.416	10.626.586	20.426.405
01/jun/14	18.966.677	14	6.197.881	9.052.672	3.716.124	6.559.684
01/jul/14	39.267.106	13	4.791.089	10.630.935	23.845.083	23.301.985
01/jul/14	37.820.256	14	8.907.303	12.319.636	16.593.318	4.538.909
01/ago/14	51.070.088	13	5.098.445	15.815.207	30.156.437	21.769.701
01/ago/14	53.988.451	14	12.725.724	19.772.319	21.490.408	5.054.186
01/set/14	35.357.981	13	3.274.190	10.970.037	21.113.754	15.468.033
01/set/14	25.905.359	14	3.713.744	7.621.933	14.569.682	7.856.006
01/out/14	36.153.147	13	3.355.387	11.018.376	21.779.384	18.353.479
01/out/14	26.190.627	14	4.170.474	7.932.662	14.087.491	4.920.361
01/nov/14	33.544.451	13	2.967.023	11.012.129	19.565.299	20.092.791
01/nov/14	25.681.817	14	4.431.018	8.597.348	12.653.451	5.827.907

A tabela acima apresenta os dados coletados da sociedade observada referente a prêmios e sinistros retidos conforme as duas classes de negócios 13 e 14, para os prêmios retidos conforme as 3 regiões de atuações.

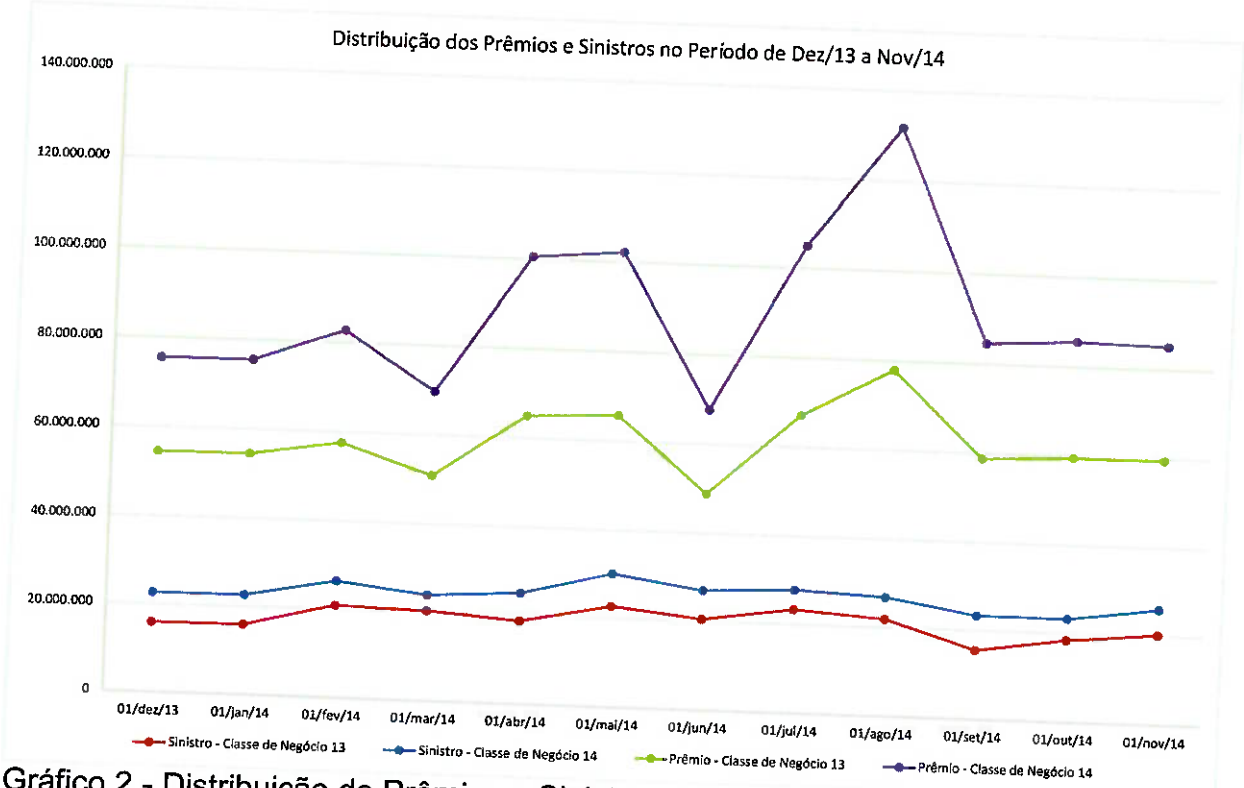

Gráfico 2 - Distribuição de Prêmios e Sinistros

3.2. Premissas e Restrições do Modelo

A data de referência do cálculo é 31/12/2014, faz-se necessário estimar os prêmios para os próximos 12 meses, ou seja, para o ano 2015, tendo, no caso específico, assumido o mesmo valor dos prêmios retidos do ano de referência.

A simulação foi de 10000 cenário para cada classe de negócios.

- Sociedade Seguradora não dispõe de modelo interno para uso do benefício de fatores reduzido de risco;
- Assumir que o PLA será o mesmo apurado em 30 de Novembro de 2014 para os demais meses;
- Para efeito de comparação com o PLA, os demais Riscos (Crédito, Operacional e Mercado) como não foram abordados os cálculos nesse estudo assume-se que será um percentual do PLA:
    - Risco de Crédito: 9,3%
    - Risco de Operacional: 0,7%
    - Risco de Mercado: 0% ainda em fase de desenvolvimento.

4. Aplicação e Resultados

4.1. Aplicação

Após o levantamento dos dados o seguinte tratamento foi realizado utilizando as próprias funções internas do Microsoft Excel 2013:

Média, Desvio Padrão e Coeficiente de correlação para cada classe de negócios do período de Dez/13 a Nov/14.

Média aritmética:

Sintaxe da função Excel: =MÉDIA(núm1, [núm2], ...)

É a soma dos valores (x) da variável dividida pelo número de valores.

$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$ onde n é o tamanho da amostra.

Desvio Padrão Amostra:

Sintaxe da função Excel:

DESVPAD.A(núm1,[núm2],...]) usa a seguinte fórmula

$$\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Onde x é média da amostra MÉDIA(núm,núm) e n é o tamanho da amostra

Coeficiente de Correlação:

Sintaxe da função Excel:

CORREL(Matriz1,Matriz2)

A equação para o coeficiente de correlação é

$$Correl(X,Y) = \frac{\sum(x-\bar{x}).(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2.(y-\bar{y})^2}}$$

E em que $\bar{x}$ e $\bar{y}$ são as médias de amostra MÉDIA(MATRIZ1), MÉDIA(MATRIZ2)

Abaixo seguem os resultados das medidas dos dados coletados:

Tabela 11 - Medidas dos Dados

	Classe de Negócios	
	13	14
Média Prêmio:	34.526.008,40	28.893.722,35
Média Sinistro:	19.445.133,55	5.950.108,33
Desvio Padrão Prêmio:	7.258.850,18	10.315.646,37
Desvio Padrão Sinistro:	2.679.310,89	1.241.056,17
Coeficiente de Correlação entre Prêmio e Sinistro:	0,22285461	-0,139827537

A explicação para o coeficiente de correlação entre prêmio e sinistro é de fraca correlação para as duas classes de negócios, pois ambas estão abaixo de 0,3, o que pode significar que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. Caso houvesse uma forte correlação trataríamos de estimar os prêmios.

Por hipótese, admitiremos que a severidade das perdas do sinistro obedece uma distribuição Gama. Para estimar os parâmetros da distribuição Gama, a partir dos dados coletados, podemos empregar o método dos momentos Alpha e Beta, conforme apresentado no item **Distribuição Gama** (α, β).

Tabela 12 - Tabela resumo: Média, Desvio Padrão, Alfa e Beta por classe de negócio

Classe de Negócios:	13	14
Média: Hist. 12 meses (sinistros)	19.445.133,55	5.950.108,33
Desvio Padrão: Hist. 12 meses (sinistros)	2.679.310,89	1.241.056,17
Alfa	52,67	22,99
Beta	369.177,56	258.855,86

Fórmula para cada cenário do sinistro estimado:

São estimados como segue abaixo:

O Excel possui uma função: INV.GAMA(PROBABILIDADE;ALFA;BETA) retorna o inverso da distribuição cumulativa Gama.

PROBABILIDADE: é a probabilidade associada à distribuição gama.

ALFA: é um parâmetro da distribuição.

BETA: é um parâmetro da distribuição.

E a função ALEATÓRIO() que gera uma número aleatório entre 0 e 1.

Para realizar essa tarefa, basta inserir a função ALEATÓRIO() como a probabilidade associada, logo a função será:

INV.GAMA(ALEATÓRIO();ALFA;BETA)

Tabela 13 - Simulação dos 10.000 cenários por classe de negócio

	Classe 13	Classe 14
Cenários	Simulação	Simulação
1	22.206.384,87	6.058.621,40
2	18.208.742,56	5.377.205,60
3	15.938.623,61	7.077.637,31
4	16.846.421,89	6.510.665,40
5	16.448.485,45	5.273.266,79
6	16.239.137,65	7.161.866,65
7	20.727.199,62	5.298.974,64
8	22.189.510,21	4.359.349,31
9	26.304.363,86	3.673.636,28
10	17.807.525,41	5.846.532,84
11	16.710.639,80	5.411.116,96
...	...	...
9999	16.163.020,49	4.744.400,82
10000	17.508.512,16	8.149.682,60

Abaixo temos o Histograma da distribuição de frequência dos sinistros para cada classe de negócio.

4.2. Histograma das Distribuições

Os histogramas abaixo apresentam o resultado dos 10.000 cenários simulados com a inversa da distribuição gama com os parâmetros para cada classe de negócio.

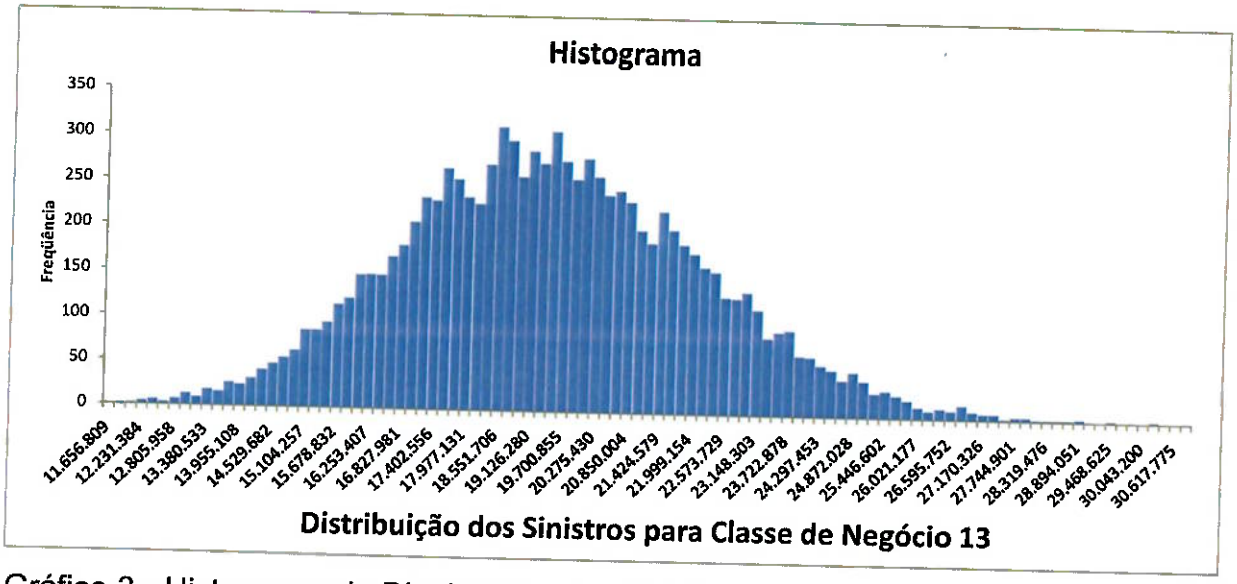

Gráfico 3 - Histograma de Distribuição dos Sinistros para a Classe de Negócio 13

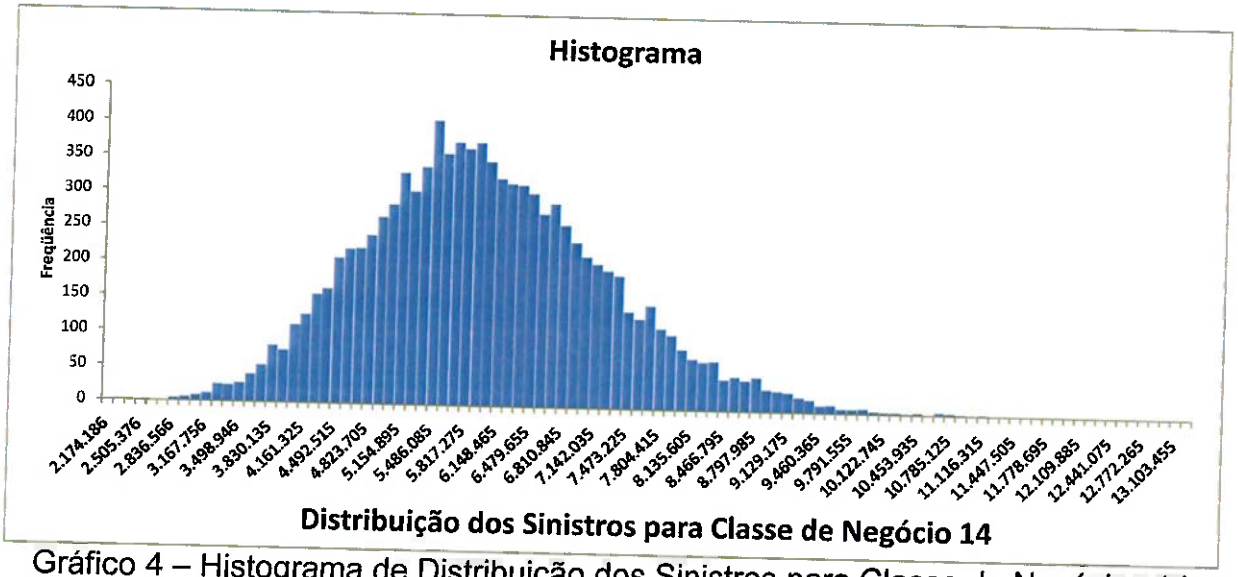

Gráfico 4 – Histograma de Distribuição dos Sinistros para Classe de Negócios 14

4.3. Resultado dos Sinistros após a Simulação Numérica

A partir do resultado dos 10.000 cenários é possível então calcular os **sinistros** por meio do Percentil de cada cenário, utilizando como parâmetro um intervalo de confiança (IC). Na tabela abaixo temos os resultados para os seguintes (IC): 50,00%, 60,00%, 70,00%, 80,00%, 90,00%, 95,00%, 97,50%, 99,00%, 99,50%, 99,95% e 99,99%, para as classes de negócios 13 e 14.

Tabela 14 - Resultados dos valores por classe de negócio para cada IC calculado

Classe de Negócios:	13	14		
Média: Hist. 12 meses (sinistros)	19.445.133,55	5.950.108,33		
Desvio Padrão: Hist. 12 meses (sinistros)	2.679.310,89	1.241.056,17		
Alfa	52,67	22,99		
Beta	369.177,56	258.855,86		
Média: Cenários	19.467.541,39	5.937.336,02		
Mínimo: Cenários	10.930.499,87	2.439.355,10		
Máximo: Cenários	32.391.282,55	11.723.656,87		
INTERVALO DE CONFIANÇA (IC):	PERCENTIL		x 12 meses	% sobre IC de 50%
50,00%	19.356.330,13	5.832.551,96	302.266.584,98	
60,00%	20.031.254,49	6.174.433,73	314.468.258,69	4,0%
70,00%	20.814.072,41	6.528.229,44	328.107.622,15	8,5%
80,00%	21.699.639,53	6.958.850,58	343.901.881,37	13,8%
90,00%	22.940.507,20	7.584.302,32	366.297.714,26	21,2%
95,00%	24.072.516,08	8.110.237,50	386.193.042,95	27,8%
97,50%	25.054.471,70	8.584.326,53	403.665.578,72	33,5%
99,00%	26.084.379,37	9.209.898,86	423.531.338,81	40,1%
99,50%	26.753.950,90	9.686.228,19	437.282.149,06	44,7%
99,90%	28.805.119,81	10.774.430,63	474.954.605,23	57,1%
99,95%	29.582.874,74	11.086.822,41	488.036.365,82	61,5%
99,99%	31.581.435,81	11.264.302,62	514.148.861,21	70,1%

A tabela acima apresenta os valores do percentil para cada IC, o seu resultado em 12 meses para cada classe de negócio, e uma breve comparação em percentual do quanto aumenta o montante de sinistros em relação ao IC de 50,00%.

Após os resultados de cada IC apurado, o próximo passo é adotar um valor de IC para simular o capital.

No caso da primeira estimativa realizada com IC = 90,00% que favorece para um cenário mais realista, o aumento significativo é de 21% dos sinistros em relação ao IC de 50%.

Os sinistros são alocados em cada mês de Dezembro/2014 a Novembro/15, conforme a (*Tabela 15 - Resultado dos Sinistros com IC de 90,00%*). Na (*Tabela 16 - Ilustração prov.danos dos sinistros com IC de 90,00%*).

Tabela 15 - Resultado dos Sinistros com IC de 90,00%

Período	Prêmio Retido	Classe de Negócio	Região 1 - Prêmio Retido	Região 2 - Prêmio Retido	Região 3 - Prêmio Retido	Sinistro Retido
01/dez/13	31.782.300	13	2.417.957	9.833.086	19.531.257	15.795.326
01/dez/13	21.078.601	14	1.301.819	4.302.373	15.474.409	6.827.643
01/jan/14	31.782.300	13	2.417.957	9.833.086	19.531.257	15.795.326
01/jan/14	21.078.601	14	1.301.819	4.302.373	15.474.409	6.827.643
01/fev/14	31.092.731	13	4.532.332	8.699.924	17.860.476	20.785.206
01/fev/14	25.262.860	14	8.262.114	10.321.769	6.678.977	5.586.948
01/mar/14	26.932.526	13	2.753.278	7.376.643	16.802.606	20.194.397
01/mar/14	18.856.208	14	845.908	2.987.589	15.022.711	3.663.791
01/abr/14	39.927.066	13	3.832.183	13.785.724	22.309.159	18.648.605
01/abr/14	35.495.654	14	7.436.483	12.411.211	15.647.959	6.378.947
01/mai/14	35.686.176	13	3.313.773	11.639.877	20.732.526	22.710.348
01/mai/14	36.399.557	14	9.699.948	13.554.944	13.144.665	7.359.275
01/jun/14	21.716.226	13	2.703.224	8.386.416	10.626.586	20.426.405
01/jun/14	18.966.677	14	6.197.881	9.052.672	3.716.124	6.559.684
01/jul/14	39.267.106	13	4.791.089	10.630.935	23.845.083	23.301.985
01/jul/14	37.820.256	14	8.907.303	12.319.636	16.593.318	4.538.909
01/ago/14	51.070.088	13	5.098.445	15.815.207	30.156.437	21.769.701
01/ago/14	53.988.451	14	12.725.724	19.772.319	21.490.408	5.054.186
01/set/14	35.357.981	13	3.274.190	10.970.037	21.113.754	15.468.033
01/set/14	25.905.359	14	3.713.744	7.621.933	14.569.682	7.856.006
01/out/14	36.153.147	13	3.355.387	11.018.376	21.779.384	18.353.479
01/out/14	26.190.627	14	4.170.474	7.932.662	14.087.491	4.920.361
01/nov/14	33.544.451	13	2.967.023	11.012.129	19.565.299	20.092.791
01/nov/14	25.681.817	14	4.431.018	8.597.348	12.653.451	5.827.907
01/dez/14	31.782.300	13	2.417.957	9.833.086	19.531.257	22.950.716
01/dez/14	21.078.601	14	1.301.819	4.302.373	15.474.409	7.643.584
01/jan/15	31.782.300	13	2.417.957	9.833.086	19.531.257	22.950.716
01/jan/15	21.078.601	14	1.301.819	4.302.373	15.474.409	7.643.584
01/fev/15	31.092.731	13	4.532.332	8.699.924	17.860.476	22.950.716
01/fev/15	25.262.860	14	8.262.114	10.321.769	6.678.977	7.643.584
01/mar/15	26.932.526	13	2.753.278	7.376.643	16.802.606	22.950.716
01/mar/15	18.856.208	14	845.908	2.987.589	15.022.711	7.643.584
01/abr/15	39.927.066	13	3.832.183	13.785.724	22.309.159	22.950.716
01/abr/15	35.495.654	14	7.436.483	12.411.211	15.647.959	7.643.584
01/mai/15	35.686.176	13	3.313.773	11.639.877	20.732.526	22.950.716
01/mai/15	36.399.557	14	9.699.948	13.554.944	13.144.665	7.643.584
01/jun/15	21.716.226	13	2.703.224	8.386.416	10.626.586	22.950.716
01/jun/15	18.966.677	14	6.197.881	9.052.672	3.716.124	7.643.584
01/jul/15	39.267.106	13	4.791.089	10.630.935	23.845.083	22.950.716
01/jul/15	37.820.256	14	8.907.303	12.319.636	16.593.318	7.643.584
01/ago/15	51.070.088	13	5.098.445	15.815.207	30.156.437	22.950.716
01/ago/15	53.988.451	14	12.725.724	19.772.319	21.490.408	7.643.584
01/set/15	35.357.981	13	3.274.190	10.970.037	21.113.754	22.950.716
01/set/15	25.905.359	14	3.713.744	7.621.933	14.569.682	7.643.584
01/out/15	36.153.147	13	3.355.387	11.018.376	21.779.384	22.950.716
01/out/15	26.190.627	14	4.170.474	7.932.662	14.087.491	7.643.584
01/nov/15	33.544.451	13	2.967.023	11.012.129	19.565.299	22.950.716
01/nov/15	25.681.817	14	4.431.018	8.597.348	12.653.451	7.643.584

Tabela 16 - Ilustração prov.danos dos sinistros com IC de 90,00%

CLASSE DE NEGÓCIO (k)	SINISTRO RETIDO (R$) ($sinistro_k^m$)	FATOR DE RISCO (f_k^{prov})	
		Padrão	Reduzido
13	275.408.589,83	0,18	0,15
14	91.723.008,28	0,18	0,15

Para os prêmios mantêm a premissa dos mesmos valores dos 12 meses anteriores (Dez/13 a Nov/14).

Tabela 17 - Ilustração do cálculo emi.danos dos Prêmios

CLASSE DE NEGÓCIO	REGIÃO DE ATUAÇÃO	SEGMENTO DE MERCADO (i)	PRÊMIO RETIDO (R$) ($premio_i^m$)	FATOR DE RISCO (f_i^{prem})	
				Padrão	Reduzido
13	1	37	41.456.838,42	0,32	0,30
13	2	38	129.001.439,12	0,32	0,30
13	3	39	243.853.823,27	0,32	0,30
14	1	40	68.994.236,55	0,27	0,25
14	2	41	113.176.828,81	0,27	0,25
14	3	42	164.553.602,82	0,27	0,25

Tabela 18 - Resultado do cálculo do capital de subscrição para IC 90,00%

Resultado do Cálculo Capital de Risco Baseado no Risco de Subscrição Estimado

Data Base:	01/dez/15
Intervalo de Confiança:	90,00%

Executar Cálculo

Data Base	01/dez/14	01/dez/15
PLA	390.662.113,00	390.662.113,00
Risco de Subscrição	202.138.718,27	205.242.611,92
Risco de Crédito	36.331.576,51	36.331.576,51
Risco de Mercado	0,00	0,00
Risco de Operacional	2.734.634,79	2.734.634,79
Capital Mínimo Requerido Total	225.274.660,82	228.347.801,20
Suficiência/Insuficiência de Capital (%)	173,416%	171,082%

Matriz de Diversificação de Riscos			
	CR_{subs}	CR_{cred}	CR_{merc}
CR_{subs}	1,00	0,50	0,25
CR_{cred}	0,50	1,00	0,25
CR_{merc}	0,25	0,25	1,00

Para a primeira estimativa de capital de subscrição conforme a *Tabela 18 - Resultado do cálculo do capital de subscrição para IC 90,00%* observou-se que na data-base de Dez/15 com valor de 205.242.611,92, comparado ao capital de subscrição na data-base de Dezembro/2014 com valor de 202.138.718, o aumento foi de 1,5%.

A interpretação do resultado obtido para essa primeira estimativa diz que, se o comportamento dos prêmios e sinistros forem seguir esse cenário, a sociedade seguradora terá que manter o capital de 205.242.611,92 para suportar os riscos subscritos até os próximos 12 meses, mais os demais capitais de risco (Crédito, Operacional e Mercado) ao qual estabelece o Capital Mínimo Requerido (CMR).

O CMR fica estabelecido em 228.347.801,20 comparado ao Patrimônio Líquido Ajustado (PLA) de 390.662.113 a relação de suficiência é de 71%, ou seja, a companhia está suficiente em 162.314.312, o que garante uma segurança para níveis de perdas mais altas.

A segunda estimativa explora a elevação do intervalo de confiança para 99,95% que representa um aumento significativo de 61% dos sinistros em relação ao IC de 50% conforme *Tabela 19 - Resultado do cálculo do capital de subscrição para IC 99,95%*. Esse aumento pode-se considerar um evento de catástrofe que provoca uma grande destruição de perdas de vida humanas.

Tabela 19 - Resultado do cálculo do capital de subscrição para IC 99,95%

Resultado do Cálculo Capital de Risco Baseado no Risco de Subscrição Estimado

Data Base:	01/dez/15
Intervalo de Confiança:	99,95%

Executar Cálculo

Data Base	01/dez/14	01/dez/15
PLA	390.662.113,00	390.662.113,00
Risco de Subscrição	202.138.718,27	211.971.192,94
Risco de Crédito	36.331.576,51	36.331.576,51
Risco de Mercado	0,00	0,00
Risco de Operacional	2.734.634,79	2.734.634,79
Capital Mínimo Requerido Total	225.274.660,82	235.012.523,76
Suficiência/Insuficiência de Capital (%)	173,416%	166,230%

Matriz de Diversificação de Riscos

	CR_{subs}	CR_{cred}	CR_{merc}
CR_{subs}	1,00	0,50	0,25
CR_{cred}	0,50	1,00	0,25
CR_{merc}	0,25	0,25	1,00

Observou-se que na data-base de Dez/15 o capital de subscrição, simulado

com o IC de 99,95% o valor é de 211.971,192,94, comparado ao valor na data-base de Dezembro/2014 com valor de 202.138.718,27 o aumento foi de 4,9%.

Se o comportamento dos prêmios e sinistros forem seguir esse cenário, a sociedade seguradora terá que manter o capital de 211.971.192,94 para suportar os riscos subscritos até os próximos 12 meses, o CMR fica estabelecido em 235.012.523,76 comparado ao Patrimônio Líquido Ajustado (PLA) de 390.662.113 a relação de suficiência é de 66%, ou seja, a companhia está suficiente em 155.649.589,30 isso garante que a companhia está altamente suficiente, pois suportou um cenário de perda elevadíssima.

Considerações Finais

Com base nas informações apresentadas no capítulo anterior, para a simulação de capital de subscrição, considerando o intervalo de confiança em nível de 90,00% dos sinistros como um cenário mais realista, observou-se que o resultado do capital para as perdas estimadas se mostrou suficiente perante ao patrimônio líquido ajustado existente na época, o que garante que a sociedade está solvente para o exercício dos próximos 12 meses a partir de Janeiro de 2016.

Para a simulação de capital de subscrição, considerando o intervalo de confiança em nível de 99,95% dos sinistros como perdas estimadas, o que caracteriza como sinistros elevadíssimos para o período, o modelo apresentou uma necessidade de capital na qual o patrimônio líquido ajustado da época demonstrou suportar confortavelmente as perdas estimadas, o que garante uma confiança nos ativos que a sociedade detém para suportar eventos não esperados.

Conforme demonstrado nas simulações realizadas neste trabalho, é possível se ter uma previsão da necessidade de capital ao estimar os sinistros futuros com base no acompanhamento dos negócios existentes e criar uma responsabilidade no dimensionamento em termos de provisão para perdas de sinistros não esperados.

O trabalho observou apenas uma distribuição de probabilidade, a gama, como próximos avanços será essencial testar com outras distribuições.

O modelo desenvolvido pode ser estendido para outras classes de negócios, sendo necessária a adaptação ao segmento de mercado do qual irá tratar.

Assim, é possível concluir com base nos resultados apresentados, que o modelo pode ser utilizado na prática como um importante instrumento de monitoramento de solvência para os negócios no ramo de vida em grupo.

5. Referências Bibliográficas

BERNSTEIN, Peter L. Desafio aos Deuses: A Fascinante História do Risco. Editora Campus, 2ª Edição, 1997.

CHAN, L. B. Risco de subscrição frente às regras de solvência do mercado segurador brasileiro. Tese (doutorado) USP. São Paulo, 2010.

Dicionário de seguros: vocabulário conceituado de seguros. 3ª ed. Rio de Janeiro: Funenseg, 2011. 255 p.

FERNANDES, César A. B. A. Gerenciamentos de Riscos em Projetos: Como usar o Microsoft Excel para realizar a Simulação Monte Carlo. Disponível em: < http://www.bbbrothers.com.br/files/pdfs/artigos/simul_monte_carlo.pdf>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2015.

FERREIRA, P. P. Modelos de precificação e ruína para seguros de curto prazo. Rio de Janeiro : FUNENSEG, 2010. 224p.

FUNENSEG. Seguro de pessoas: vida individual, vida em grupo e acidentes pessoais. Rio de Janeiro: Funenseg, 193p., 2000.

FRAGA, Eduardo. Avaliação do risco de subscrição de prêmio utilizando inferência Bayesiana. Revista Brasileira de Risco e Seguro. Rio de Janeiro, v. 1, nº 1, p.64-83, abr/jul. 2005. Disponível em: <http://www.rbrs.com.br/arquivos/rbrs_1_4.pdf>. Acesso em: 29 de Novembro de 2014.

JORION, Philippe. Value at risk: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiro. 2.ed. São Paulo. Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2003.

MANO, C. C. A.; FERREIRA, P. P. Aspectos Atuariais e Contábeis das Provisões Técnicas. Funenseg, 1ª edição, 432 p. 2009.

MELO, E. F. L.; NEVES, C. R. Solvência no Mercado de Seguros e Previdência – Coletânea de Estudos. Funenseg. 1ª edição. 2012.

RODRIGUES, José Angelo. Gestão de Risco Atuarial. São Paulo: Saraiva, 2008.

SOLVÊNCIA II. Insurance and reinsurance (Solvency II) (recast). European Parliament Legislative Resolution, April/2009.

STOLF, Wagner Albres. Quantificação do risco de crédito: um estudo de caso utilizando o modelo Creditrisk+. Piracicaba: 2008. Dissertação (Mestrado em

Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

SUSEP. Superintendência de Seguros Privados. Resolução CNSP nº 280, de 30 de janeiro de 2013. "Sobre os critérios de estabelecimento do capital de risco de subscrição das operações de seguro e previdência complementar realizadas pelas sociedades seguradoras e entidades abertas de previdência complementar".

_____. Superintendência de Seguros Privados. Resolução CNSP nº 300 de 16 Dezembro de 2013. "Institui regras e procedimentos para o cálculo do patrimônio líquido ajustado exigido das entidades abertas de previdência complementar, sociedades de capitalização, sociedades seguradoras e resseguradores locais".

_____. Superintendência de Seguros Privados. Resolução CNSP nº 302 de 16 Dezembro de 2013. "Dispõe sobre o capital mínimo requerido para autorização e funcionamento e sobre o plano de regularização de solvência das sociedades seguradoras, das entidades abertas de previdência complementar, das sociedades de capitalização e dos resseguradores locais".

_____. Superintendência de Seguros Privados. Resolução CNSP nº 316 de 25 Setembro de 2014. "Dispõe sobre o capital mínimo requerido para autorização e funcionamento e sobre o plano de regularização de solvência das sociedades seguradoras, das entidades abertas de previdência complementar, das sociedades de capitalização e dos resseguradores locais".

_____. Superintendência de Seguros Privados. Capital mínimo requerido. Disponível em: <http://www.susep.gov.br/menu/informacoes-ao-mercado/solvencia/capital-minimo-requerido>. Acesso em 18 de outubro de 2014.

_____. Superintendência de Seguros Privados. Circular nº 395 de 3 Dezembro de 2009. "Estabelece a codificação dos ramos de seguro e dispõe sobre a classificação das coberturas contidas em planos de seguro, para fins de contabilização".

_____. Superintendência de Seguros Privados. Circular nº 455 de 6 Dezembro de 2012. "Altera a Circular Susep nº 395, de 3 de dezembro de 2009, e dispõe sobre a classificação de coberturas contidas em planos de microsseguro para fins de contabilização".

6. Anexos

6.1. Tabelas de Fatores e Matriz de Correlações

Tabela 20 - Matriz de Fatores de Correlação entre os Segmentos Mercados "i" / "j" referente ao Risco de Provisão de Sinistro

MATRIZ DE FATORES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE NEGÓCIO "k" E "l" - RISCO DE PROVISÃO DE SINISTRO ($\rho^{prov}_{k,l}$)																	
k \ l	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,00	0,70	0,80	0,89	0,50	0,50	0,50	0,60	0,85	0,85	0,50	0,50	0,52	0,65	0,50	0,50	0,50
2	0,70	1,00	0,75	0,70	0,50	0,50	0,50	0,78	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
3	0,80	0,75	1,00	0,88	0,50	0,50	0,50	0,81	0,95	0,82	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
4	0,89	0,70	0,88	1,00	0,50	0,50	0,50	0,60	0,85	0,82	0,50	0,50	0,58	0,55	0,50	0,50	0,50
5	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
6	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
7	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
8	0,60	0,78	0,81	0,60	0,50	0,50	0,50	1,00	0,73	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
9	0,85	0,55	0,95	0,85	0,50	0,50	0,50	0,73	1,00	0,93	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
10	0,85	0,50	0,82	0,82	0,50	0,50	0,50	0,50	0,93	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
11	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
12	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
13	0,52	0,50	0,50	0,58	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,80	0,50	0,50	0,50
14	0,65	0,50	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,80	1,00	0,50	0,50	0,50
15	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50
17	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00

Tabela 21 - Matriz de Fatores de Correlação entre os Segmentos Mercados "i" / "j" referente ao Risco de Emissão/Precificação

MATRIZ DE FATORES DE CORRELAÇÃO ENTRE OS SEGMENTOS DE MERCADO "i" E "j" - RISCO DE EMISSÃO/PRECIFICAÇÃO ($\rho^{EP}_{i,j}$)

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
1	1,00	0,70	0,80	0,50	0,50	0,40	0,50	0,45	0,40	0,45	0,50	0,50	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,35	0,15	0,15	0,60	0,30	0,40	0,40	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,17	0,10	0,10	0,11	0,10	0,35	0,20	0,20	0,25	0,20	0,20	0,10	0,25	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,29
2	0,70	1,00	0,90	0,50	0,50	0,35	0,50	0,44	0,45	0,45	0,50	0,50	0,15	0,15	0,15	0,20	0,15	0,15	0,45	0,15	0,15	0,30	0,40	0,35	0,25	0,15	0,10	0,10	0,10	0,40	0,35	0,15	0,10	0,10	0,11	0,10	0,20	0,30	0,35	0,60	0,65	0,65	0,65	0,10	0,34	0,25	0,20	0,22	0,10	0,10	0,24	0,10
3	0,80	0,90	1,00	0,50	0,45	0,55	0,50	0,55	0,65	0,45	0,50	0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,45	0,30	0,70	0,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,10	0,20	0,15	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,65	0,60	0,65	0,10	0,25	0,29	0,12	0,10	0,33	0,10	0,15	0,11
4	0,50	0,50	0,50	1,00	0,70	0,80	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,15	0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,30	0,35	0,30	0,10	0,10	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,10	0,10	0,22	0,20	0,20	0,25	0,25	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,17
5	0,50	0,50	0,45	0,70	1,00	0,90	0,45	0,60	0,45	0,50	0,50	0,50	0,15	0,15	0,15	0,20	0,15	0,15	0,65	0,15	0,25	0,45	0,30	0,40	0,14	0,30	0,10	0,10	0,10	0,15	0,30	0,25	0,10	0,10	0,12	0,10	0,20	0,25	0,20	0,35	0,30	0,25	0,10	0,18	0,10	0,15	0,12	0,23	0,10	0,21	0,10
6	0,40	0,35	0,55	0,80	0,90	1,00	0,45	0,45	0,55	0,45	0,50	0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30	0,35	0,25	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,20	0,35	0,30	0,25	0,10	0,18	0,10	0,15	0,12	0,23	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21
7	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	1,00	0,70	0,80	0,50	0,45	0,50	0,15	0,15	0,45	0,15	0,40	0,60	0,15	0,15	0,25	0,30	0,30	0,30	0,35	0,25	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,25	0,10	0,11	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,35	0,35	0,35	0,10	0,36	0,28	0,10	0,17	0,13	0,10	0,10	0,21
8	0,45	0,44	0,55	0,50	0,60	0,45	0,70	1,00	0,90	0,50	0,40	0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,35	0,35	0,60	0,15	0,30	0,45	0,30	0,40	0,39	0,19	0,20	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	0,17	0,20	0,25	0,20	0,20	0,20	0,20	0,12	0,10	0,10	0,35	0,10	0,10	0,67	0,26	0,10
9	0,40	0,45	0,65	0,45	0,45	0,55	0,80	0,90	1,00	0,55	0,50	0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,50	0,15	0,15	0,30	0,35	0,30	0,67	0,46	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,20	0,35	0,30	0,35	0,10	0,10	0,10	0,14	0,10	0,10	0,22	0,20	0,10
10	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,55	1,00	0,70	0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,30	0,30	0,45	0,36	0,19	0,10	0,10	0,30	0,15	0,10	0,25	0,10	0,10	0,10	0,19	0,20	0,20	0,20	0,45	0,40	0,50	0,10	0,11	0,12	0,23	0,10	0,19	0,10	0,10	0,10
11	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40	0,50	0,70	1,00	0,90	0,15	0,15	0,15	0,15	0,60	0,40	0,15	0,15	0,40	0,30	0,35	0,30	0,25	0,10	0,30	0,10	0,10	0,15	0,30	0,10	0,15	0,10	0,10	0,20	0,40	0,45	0,30	0,25	0,20	0,10	0,10	0,10	0,55	0,10	0,16	0,30	0,17	0,10
12	0,50	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,80	0,90	1,00	0,15	0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,35	0,30	0,35	0,25	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,20	0,25	0,25	0,30	0,10	0,11	0,26	0,21	0,16	0,10	0,10	0,13
13	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,00	0,35	0,42	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,13	0,33	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30	0,10	0,39	0,22	0,10	0,10	0,10
14	0,15	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,35	1,00	0,40	0,17	0,23	0,24	0,10	0,31	0,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,29	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,45	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,42	0,40	1,00	0,19	0,25	0,46	0,10	0,10	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,49	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,44	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,60	0,10	0,10	0,10	0,10	0,32	0,10	0,10
16	0,15	0,20	0,15	0,15	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,17	0,19	1,00	0,32	0,54	0,10	0,25	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,53	0,10	0,10
17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,15	0,60	0,15	0,10	0,21	0,25	0,32	1,00	0,47	0,36	0,10	0,43	0,10	0,27	0,38	0,10	0,10	0,17	0,15	0,10	0,11	0,55	0,10	0,26	0,11	0,24	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,17	0,10	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10
18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,60	0,35	0,15	0,15	0,40	0,15	0,10	0,24	0,46	0,54	0,47	1,00	0,40	0,10	0,35	0,10	0,10	0,18	0,10	0,10	0,62	0,10	0,10	0,10	0,22	0,10	0,22	0,52	0,10	0,25	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,35	0,10	0,10	0,14	0,10	0,16	0,12	0,10	0,10
19	0,35	0,45	0,40	0,15	0,65	0,40	0,15	0,60	0,50	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,36	0,40	1,00	0,50	0,48	0,31	0,10	0,10	0,24	0,46	0,16	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,26	0,24	0,23	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,10
20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,31	0,10	0,25	0,10	0,10	0,50	1,00	0,47	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,34	0,43	0,19	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
21	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,15	0,25	0,30	0,15	0,15	0,40	0,15	0,20	0,10	0,14	0,10	0,43	0,35	0,48	0,47	1,00	0,10	0,10	0,10	0,16	0,32	0,52	0,10	0,10	0,10	0,42	0,10	0,10	0,13	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,18	0,48	0,10	0,23	0,10	0,10	0,10
22	0,60	0,30	0,45	0,30	0,45	0,30	0,30	0,45	0,30	0,30	0,30	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,31	0,10	0,10	1,00	0,75	0,75	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,14	0,10	0,15	0,12	0,10	0,11	0,17	0,15	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,36	0,10	0,10
23	0,30	0,40	0,30	0,35	0,30	0,30	0,35	0,30	0,35	0,30	0,35	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,75	1,00	0,80	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	0,39	0,10	0,10	0,28	0,27	0,19	0,20	0,10	0,10	0,10	0,34	0,10	0,10	0,10	0,27	0,10
24	0,40	0,35	0,70	0,30	0,40	0,30	0,30	0,40	0,30	0,45	0,30	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,38	0,18	0,10	0,10	0,10	0,75	0,80	1,00	0,27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,46	0,22	0,10	0,24	0,10	0,10	0,37	0,64	0,64	0,57	0,10	0,21	0,24	0,50	0,10	0,42	0,10	0,23	0,10
25	0,40	0,25	0,50	0,10	0,14	0,35	0,10	0,39	0,67	0,36	0,25	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,24	0,10	0,16	0,10	0,10	0,27	1,00	0,70	0,75	0,30	0,35	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,33	0,10	0,10	0,20	0,18	0,12	0,10	0,18	0,25	0,35	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10
26	0,10	0,15	0,10	0,10	0,30	0,35	0,10	0,19	0,46	0,19	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,46	0,10	0,32	0,10	0,10	0,10	0,70	1,00	0,85	0,30	0,50	0,55	0,36	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,17	0,24	0,23	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,11	0,10	0,10	0,13
27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,55	0,20	0,10	0,10	0,30	0,10	0,13	0,10	0,49	0,10	0,17	0,62	0,16	0,10	0,52	0,10	0,10	0,10	0,75	0,85	1,00	0,35	0,30	0,45	0,10	0,10	0,10	0,24	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,63	0,10	0,10
28	0,12	0,10	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,33	0,10	0,10	0,19	0,15	0,10	0,10	0,34	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,35	1,00	0,70	0,75	0,10	0,15	0,10	0,10	0,15	0,24	0,10	0,55	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10	0,10	0,10
29	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,30	0,10	0,15	0,20	0,10	0,10	0,27	0,10	0,10	0,10	0,43	0,10	0,10	0,10	0,10	0,35	0,50	0,30	0,70	1,00	0,85	0,10	0,10	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,44	0,38	0,14	0,41	0,10	0,10	0,15	0,11
30	0,10	0,40	0,20	0,10	0,15	0,20	0,10	0,10	0,10	0,15	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,19	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,55	0,45	0,75	0,85	1,00	0,35	0,27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,29	0,31	0,30	0,38	0,10	0,10	0,13	0,10	0,20	0,10	0,10	0,22	0,33
31	0,10	0,35	0,25	0,10	0,30	0,10	0,10	0,15	0,20	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,55	0,22	0,30	0,10	0,42	0,10	0,10	0,10	0,10	0,36	0,10	0,10	0,10	0,35	1,00	0,55	0,60	0,13	0,15	0,10	0,10	0,40	0,25	0,38	0,43	0,46	0,10	0,10	0,10	0,27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20
32	0,17	0,15	0,10	0,10	0,25	0,25	0,10	0,35	0,25	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,27	0,55	1,00	0,70	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,18	0,10	0,10	0,10	0,20
33	0,10	0,10	0,20	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,26	0,22	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,46	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,60	0,70	1,00	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,32	0,35	0,27	0,10	0,10	0,10	0,37	0,10	0,50	0,10	0,10	0,10
34	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,11	0,17	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,29	0,10	0,12	0,11	0,12	0,10	0,10	0,13	0,14	0,11	0,22	0,10	0,10	0,24	0,10	0,21	0,10	0,13	0,10	0,30	1,00	0,55	0,60	0,10	0,10	0,24	0,10	0,10	0,10	0,52	0,10	0,10	0,33	0,10	0,29	0,31	0,10	0,10
35	0,11	0,11	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,17	0,24	0,10	0,10	0,10	0,35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,55	1,00	0,70	0,10	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10
36	0,10	0,10	0,10	0,22	0,10	0,10	0,17	0,10	0,10	0,19	0,10	0,10	0,10	0,10	0,44	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10	0,10	0,15	0,39	0,24	0,10	0,10	0,10	0,24	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,60	0,70	1,00	0,30	0,10	0,10	0,25	0,25	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10
37	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,00	0,90	0,90	0,40	0,45	0,50	0,17	0,30	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
38	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,20	0,25	0,25	0,20	0,20	0,40	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,15	0,10	0,21	0,40	0,25	0,10	0,10	0,17	0,10	0,90	1,00	0,95	0,45	0,50	0,50	0,10	0,10	0,10	0,19	0,43	0,10	0,10	0,10	0,10
39	0,20	0,35	0,20	0,25	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,45	0,20	0,10	0,10	0,10	0,15	0,25	0,16	0,10	0,11	0,10	0,11	0,28	0,37	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,29	0,25	0,10	0,40	0,24	0,10	0,10	0,90	0,95	1,00	0,55	0,55	0,50	0,10	0,10	0,10	0,47	0,15	0,19	0,10	0,10	0,10
40	0,25	0,60	0,65	0,25	0,35	0,35	0,20	0,35	0,45	0,45	0,30	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,10	0,26	0,10	0,10	0,17	0,27	0,64	0,20	0,17	0,10	0,10	0,10	0,31	0,38	0,10	0,32	0,10	0,10	0,25	0,40	0,45	0,55	1,00	0,96	0,95	0,10	0,26	0,24	0,58	0,36	0,38	0,10	0,14	0,10
41	0,20	0,65	0,60	0,20	0,30	0,35	0,20	0,30	0,40	0,45	0,25	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,43	0,10	0,24	0,10	0,10	0,15	0,19	0,64	0,18	0,24	0,10	0,10	0,10	0,30	0,43	0,10	0,35	0,10	0,10	0,25	0,45	0,50	0,55	0,96	1,00	0,95	0,10	0,22	0,23	0,53	0,33	0,31	0,10	0,15	0,10
42	0,20	0,65	0,65	0,20	0,25	0,35	0,20	0,35	0,50	0,42	0,20	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,10	0,23	0,10	0,10	0,13	0,20	0,57	0,12	0,23	0,10	0,10	0,10	0,38	0,46	0,10	0,27	0,10	0,10	0,30	0,50	0,50	0,50	0,95	0,95	1,00	0,10	0,15	0,18	0,49	0,34	0,30	0,10	0,10	0,10
43	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,60	0,21	0,10	0,10	0,35	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,52	0,10	0,10	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,00	0,80	0,75	0,10	0,10	0,10	0,44	0,10	0,10
44	0,25	0,14	0,25	0,10	0,18	0,36	0,10	0,10	0,11	0,47	0,10	0,11	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,18	0,10	0,10	0,10	0,21	0,18	0,10	0,10	0,10	0,44	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,26	0,22	0,15	0,80	1,00	0,85	0,18	0,45	0,43	0,10	0,16	0,10
45	0,25	0,25	0,29	0,10	0,10	0,28	0,10	0,10	0,12	0,53	0,10	0,26	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,48	0,10	0,10	0,10	0,24	0,25	0,10	0,10	0,10	0,38	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,31	0,10	0,10	0,24	0,23	0,18	0,75	0,85	1,00	0,12	0,39	0,27	0,10	0,10	0,10
46	0,10	0,20	0,12	0,10	0,15	0,10	0,35	0,14	0,23	0,19	0,55	0,26	0,10	0,10	0,10	0,10	0,55	0,14	0,10	0,10	0,13	0,10	0,34	0,50	0,35	0,10	0,10	0,10	0,14	0,10	0,27	0,10	0,37	0,33	0,10	0,10	0,10	0,19	0,47	0,58	0,53	0,49	0,10	0,18	0,12	1,00	0,50	0,35	0,10	0,15	0,10
47	0,10	0,22	0,10	0,10	0,12	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,39	0,10	0,10	0,27	0,10	0,10	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,10	0,40	0,41	0,20	0,10	0,18	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,43	0,15	0,36	0,33	0,34	0,10	0,45	0,39	0,50	1,00	0,45	0,10	0,10	0,10
48	0,10	0,10	0,33	0,10	0,23	0,13	0,10	0,10	0,19	0,10	0,16	0,16	0,22	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,42	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,29	0,10	0,10	0,10	0,10	0,19	0,38	0,31	0,30	0,10	0,43	0,27	0,35	0,45	1,00	0,10	0,10	0,14
49	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,67	0,22	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,32	0,53	0,10	0,42	0,82	0,12	0,10	0,36	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,63	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,31	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,44	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,00	0,30	0,30
50	0,10	0,24	0,15	0,10	0,21	0,10	0,26	0,20	0,10	0,12	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10	0,17	0,41	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,27	0,23	0,11	0,10	0,10	0,10	0,15	0,22	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,

Tabela 22 - Tabela de Fatores (Padrão e Reduzidos) de Risco de Provisão de Sinistro da Classe de Negócio "k"

CLASSE DE NEGÓCIO (k)	SINISTRO RETIDO (R$) ($sinistro_k^m$)	FATOR DE RISCO (f_k^{prov})	
		Padrão	Reduzido
1		0,30	0,24
2		0,33	0,26
3		0,35	0,30
4		0,35	0,30
5		0,18	0,15
6		0,18	0,15
7		0,18	0,15
8		0,18	0,15
9		0,50	0,42
10		0,55	0,48
11		0,18	0,15
12		0,18	0,15
13		0,18	0,15
14		0,18	0,15
15		0,18	0,15
16		0,18	0,15
17		0,18	0,15

A tabela acima, na parte destacada em cor amarelo, representa a entrada dos dados do somatório dos 12 últimos meses dos sinistros retidos.

Tabela 23 - Tabela de Fatores Risco de Emissão/Precificação do Segmento de Mercado "i" e região de atuação

CLASSE DE NEGÓCIO	REGIÃO DE ATUAÇÃO	SEGMENTO DE MERCADO (i)	PRÊMIO RETIDO (R$) ($premio_i^{ret}$)	FATOR DE RISCO (f_i^{prem})	
				Padrão	Reduzido
1	1	1		0,24	0,23
1	2	2		0,24	0,23
1	3	3		0,24	0,23
2	1	4		0,25	0,24
2	2	5		0,25	0,24
2	3	6		0,25	0,24
3	1	7		0,30	0,27
3	2	8		0,30	0,27
3	3	9		0,30	0,27
4	1	10		0,22	0,20
4	2	11		0,22	0,20
4	3	12		0,22	0,20
5	1	13		0,22	0,20
5	2	14		0,22	0,20
5	3	15		0,22	0,20
6	1	16		0,22	0,20
6	2	17		0,22	0,20
6	3	18		0,22	0,20
7	1	19		0,22	0,20
7	2	20		0,22	0,20
7	3	21		0,22	0,20
8	1	22		0,22	0,20
8	2	23		0,22	0,20
8	3	24		0,28	0,26
9	1	25		0,26	0,24
9	2	26		0,42	0,36
9	3	27		0,42	0,36
10	1	28		0,42	0,36
10	2	29		0,35	0,28
10	3	30		0,35	0,28
11	1	31		0,35	0,28
11	2	32		0,22	0,20
11	3	33		0,22	0,20
12	1	34		0,22	0,20
12	2	35		0,22	0,20
12	3	36		0,22	0,20
13	1	37		0,22	0,20
13	2	38		0,32	0,30
13	3	39		0,32	0,30
14	1	40		0,32	0,30
14	2	41		0,27	0,25
14	3	42		0,27	0,25
15	1	43		0,27	0,25
15	2	44		0,22	0,20
15	3	45		0,22	0,20
16	1	46		0,22	0,20
16	2	47		0,22	0,20
16	3	48		0,22	0,20
17	1	49		0,22	0,20
17	2	50		0,22	0,20
17	3	51		0,22	0,20
				0,22	0,20

A tabela acima, na parte destacada em cor amarelo, representa a entrada dos dados do somatório dos 12 últimos meses dos prêmios retidos.

6.2. Banco de Dados SES

Tabelas Criadas para facilitar o agrupamento das Regiões de Atuação e Classe de Negócios

- **ClassedeNegocios**: Define as classes de negócios conforme o código grupo ramos

ClassedeNegocios				
claCodigo	codigograram	claNome	Nome do Ramo	Ramo
13	929	Vida em Grupo	29 - Auxílio Funeral	29
13	993	Vida em Grupo	93 - VIDA EM GRUPO	93
14	936	Pessoas Demais	36 - Perda Certif. Habilit. de Vôo-PCHV	36
14	969	Pessoas Demais	69 - Viagem	69
14	977	Pessoas Demais	77 - Prestamista (exceto Habit e Rural)	77
14	980	Pessoas Demais	80 - Educacional	80
14	981	Pessoas Demais	81 - ACIDENTES PESSOAIS - INDIVIDUAL	81
14	982	Pessoas Demais	82 - Acidentes Pessoais	82
14	984	Pessoas Demais	84 - Doenças Graves ou Doença Terminal	84
14	987	Pessoas Demais	87 - Desemprego/Perda de Renda	87
14	990	Pessoas Demais	90 - Eventos Aleatórios	90

- Região: Define por meio código conforme a Unidade de Federação

Região	
UFSigla	uf número
AC	1
AL	1
AM	1
AP	1
BA	1
CE	1
DF	1
ES	2
GO	1
MA	1
MG	2
MS	1
MT	1
PA	1
PB	1
PE	1
PI	1
PR	2

Região	
UFSigla	uf número
RJ	2
RN	1
RO	1
RR	1
RS	2
SC	2
SE	1
SP	3
TO	1

Consultas Desenvolvidas por meio das tabelas para extração dos dados históricos.

- **Premio_Retido**:

SQL:

SELECT SES_UF2.coenti, SES_UF2.damesano, SES_UF2.ramos, Região.[uf número], Sum(SES_UF2.premio_ret) AS SomaDepremio_ret, ClassedeNegocios.claCodigo, ClassedeNegocios.claNome
FROM (SES_UF2 LEFT JOIN Região ON SES_UF2.UF = Região.UFSigla) LEFT JOIN ClassedeNegocios ON SES_UF2.ramos = ClassedeNegocios.codigograram
WHERE (((SES_UF2.gracodigo)=9))
GROUP BY SES_UF2.coenti, SES_UF2.damesano, SES_UF2.ramos, Região.[uf número], ClassedeNegocios.claCodigo, ClassedeNegocios.claNome
HAVING (((SES_UF2.coenti)=6351) AND ((SES_UF2.damesano)>=200901) AND ((ClassedeNegocios.claCodigo)="13" Or (ClassedeNegocios.claCodigo)="14"))
ORDER BY SES_UF2.damesano;

- **Sinistro_Retido**:

SQL:

SELECT SES_ValoresMovRamos.coenti, SES_ValoresMovRamos.damesano, SES_ValoresMovRamos.cmpid, Val([gracodigo] & [ramcodigo]) AS GRUPO_RAMO, Sum(SES_ValoresMovRamos.valor) AS SomaDevalor, ClassedeNegocios.claCodigo, ClassedeNegocios.claNome
FROM SES_ValoresMovRamos LEFT JOIN ClassedeNegocios ON SES_ValoresMovRamos.ramcodigo = ClassedeNegocios.Ramo
WHERE (((SES_ValoresMovRamos.gracodigo)=9))
GROUP BY SES_ValoresMovRamos.coenti, SES_ValoresMovRamos.damesano, SES_ValoresMovRamos.cmpid, Val([gracodigo] & [ramcodigo]), ClassedeNegocios.claCodigo, ClassedeNegocios.claNome
HAVING (((SES_ValoresMovRamos.coenti)=6351) AND ((SES_ValoresMovRamos.cmpid)=12231 Or (SES_ValoresMovRamos.cmpid)=6951) AND ((ClassedeNegocios.claCodigo)="13" Or (ClassedeNegocios.claCodigo)="14"))
ORDER BY SES_ValoresMovRamos.damesano;

- **Seguros**:

SQL:

```
SELECT Ses_seguros.damesano, [sinistro]/Sum([premio_ganho]) AS Sinistralidade,
Sum(Ses_seguros.premio_ganho) AS SomaDepremio_ganho,
Sum([sinistro_retido]+[sinistro_ocorrido]) AS sinistro, ClassedeNegocios.claCodigo,
ClassedeNegocios.claNome
FROM Ses_seguros LEFT JOIN ClassedeNegocios ON Ses_seguros.coramo =
ClassedeNegocios.codigograram
WHERE (((Ses_seguros.coenti)=6351))
GROUP BY Ses_seguros.damesano, ClassedeNegocios.claCodigo,
ClassedeNegocios.claNome
HAVING (((Ses_seguros.damesano)>=200901) AND
((ClassedeNegocios.claCodigo)="13" Or (ClassedeNegocios.claCodigo)="14"))
ORDER BY Ses_seguros.damesano;
```

- **Provisões**:

SQL:

```
SELECT Ses_provramos.damesano, Ses_provramos.coenti,
Ses_provramos.coramo, Ses_provramos.ppng, Ses_provramos.ppngrvne,
Ses_provramos.psl, Ses_provramos.ibnr, Ses_provramos.outras,
Ses_provramos.pcc, Ses_provramos.pdr
FROM Ses_provramos
WHERE (((Ses_provramos.damesano)=201411) AND
((Ses_provramos.coenti)=6351))
ORDER BY Ses_provramos.coramo;
```

- **PLA**:

SQL:

```
SELECT Ses_pl_margem.coenti, Ses_pl_margem.damesano,
Ses_pl_margem.plajustado
FROM Ses_pl_margem
WHERE (((Ses_pl_margem.coenti)=6351) AND
((Ses_pl_margem.damesano)=201411));
```