

2 Previsão de Reservas em Seguros

2.1 Introdução

Segundo Rob Kaas *et al.*[9], até há algumas décadas, portfólios compostos por seguros não-vida eram financiados através de um sistema de “pay-as-you-go”. Todos os ressarcimentos de um ano em particular eram pagos pelos prêmios arrecadados neste mesmo ano, não importando o ano em que foi originado o sinistro. O balanço financeiro do portfólio era realizado assegurando que haveria uma equivalência entre os prêmios coletados e as indenizações pagas em um ano particular. Ganhos e perdas técnicas surgiram devido à diferença entre a receita de prêmios e as indenizações pagas durante o ano.

Sinistros ocorridos em um ano em particular frequentemente não são finalizados neste mesmo ano. Como apontado em Hart *et al.*[14], existem dois componentes principais deste atraso:

- atraso em reportar o sinistro;
- atraso em finalizar sinistros reportados.

A duração total destes atrasos varia de alguns dias até vários anos. Indenizações de propriedades, onde as dívidas a pagar são claras, tendem a ser reportadas quase que imediatamente e geralmente são finalizadas assim que o segurador conclui a parte burocrática. Por outro lado, alguns casos podem levar anos desde a data de ocorrência do sinistro até serem reportados ao segurador, e ainda podem levar anos para serem liquidados, principalmente se a dívida é duvidosa. Para alguns casos de sinistros corporais (físicos), o segurador pode ter que realizar pagamentos regulares para o resto da vida do segurado.

Ou seja, como observado por De Jong & Zehnwirth[2], o tempo total do atraso é desconhecido no momento em que ocorre o sinistro. Além disso, o valor total desta ocorrência também é desconhecido até que ela

seja finalizada. Entretanto, as companhias precisam realizar uma provisão adequada de forma a contemplar estas dívidas futuras.

A provisão de reservas consiste em duas componentes correspondendo aos dois tipos de atraso mostrados anteriormente:

- IBNR (*incurred but not reported reserves*) – reservas referentes a dívidas que ocorreram, mas só foram avisadas *após* a data da contabilidade.
- IBNER (*incurred but not enough reported reserves*) – reservas referentes a dívidas que foram avisadas, mas só irão ser pagas após a data da contabilidade.

Assim como em De Jong & Zehnwirth[2], também não se pretende fazer distinção entre essas duas componentes. A técnica a ser apresentada no capítulo 4 realizará a estimação da soma destas duas componentes.

2.1.1

Estimação por Ocorrências

Tradicionalmente, as dívidas referentes a sinistros reportados têm sido estimadas caso-a-caso. Isto é geralmente satisfatório para classes de ocorrências com “caudas curtas”, onde a maioria das ocorrências levam pouco tempo para serem liquidadas e o montante a ser pago é geralmente bem definido. Neste caso, a estimação de IBNR pode ser realizada nas primeiras semanas do ano seguinte.

Para classes de sinistros de “caudas longas”, entretanto, é problemático se estimar as dívidas baseando-se somente na análise caso a caso, uma vez que:

- Ocorrências IBNR são ignoradas. É necessário determinar a provisão IBNR separadamente;
- Estimação por ocorrência é baseada nas informações disponíveis no instante atual, não levando em conta o desenvolvimento (desenrolar) dos sinistros.

De forma a tratar estes problemas, foram desenvolvidos modelos de previsão que assumem que existe um padrão consistente no histórico de ocorrências passadas. Estes modelos, chamados de “técnicas de *runoff*”, são usados para se projetar os pagamentos de indenizações futuras.

2.2

Formato dos Dados – Triângulo de runoff

Para a maioria das técnicas de *runoff*, as informações sobre indenizações devem ser organizadas no formato *runoff*. Esse formato consiste em tabelar as ocorrências (pagamentos, números, estimacão por ocorrência, etc) de acordo com o ano em que o sinistro ocorreu (ano de origem) e o ano em que o pagamento (ou outra ação qualquer) foi realizado. A diferença entre o ano do pagamento e o ano de origem é chamado de ano de desenvolvimento. Outros períodos de tempo também podem ser usados (como meses, semestres), principalmente para ocorrências de “cauda curta”.

A tabela 2.1, extraída de Hart *et al.*[14], é um exemplo de organização dos dados no formato de *runoff*.

Ano de Origem w	Desenvolvimento d							OS
	0	1	2	3	4	5	6	
1982							86	133
1983						109	102	179
1984					151	134	96	152
1985				291	179	118	156	231
1986			371	363	192	172	90	198
1987		617	429	389	236	120	181	276
1988	510	665	457	429	224	180	170	208
1989	734	862	664	331	247	233	208	340
1990	711	769	659	720	488	312		
1991	624	760	671	834	669			
1992	770	805	1067	1109				
1993	1202	1455	1670					
1994	1793	2524						
1995	2340							

Tabela 2.1: Pagamentos de sinistros realizados até 1995 (unidade milhar).

Há um limite de “anos de desenvolvimento” possíveis para cada conjunto de dados. No exemplo da tabela 2.1, são considerados disponíveis os pagamentos para *sete* “anos de acidente” individuais; os valores para anos anteriores são, então, combinados. Segundo Hart *et al.*[14], essa combinação é chamada de *cauda*. Ao invés de se utilizar pagamentos no ano de desenvolvimento 7+, pode-se utilizar um valor estimado ao final do ano de desenvolvimento 6. Esse valor está representado na tabela 2.1 como “OS”.

O grande objetivo das técnicas de *runoff* é completar o triângulo vazio da parte inferior direita da tabela. A maioria das técnicas de *runoff*

somente fazem uso do triângulo formado pelos anos de origem que possuem dados no desenvolvimento 0 (no nosso exemplo, do ano 1988 em diante). Também é importante ressaltar que os dados podem ser representados de forma cumulativa, por ano de origem. A escolha entre a utilização da forma incremental ou da forma cumulativa depende da técnica *runoff* específica empregada. A tabela 2.2 apresenta um exemplo de tabela com pagamentos cumulativos.

Ano de Origem w	Desenvolvimento d							
	0	1	2	3	4	5	6	OS
1988	510	1175	1632	2061	2285	2465	2635	2843
1989	734	1596	2260	2591	2838	3071	3279	3619
1990	711	1480	2139	2859	3347	3659		
1991	624	1384	2055	2889	3558			
1992	770	1575	2642	3751				
1993	1202	2657	4327					
1994	1793	4317						
1995	2340							

Tabela 2.2: Pagamentos cumulativo de sinistros (unidade milhar).

Não só os dados de pagamentos dos sinistros podem ser expressos na forma *runoff*. O número de sinistros reportados, números de sinistros finalizados, entre outros dados quantitativos, também podem ser representados na forma *runoff*.

2.3

Método de estimação Chain Ladder

O método *Chain Ladder* foi a primeira técnica de *runoff* a ser desenvolvida. Ele é o modelo mais simples e parte da suposição de que há um padrão consistente nos atrasos de pagamento dos sinistros. Baseado em dados cumulativos, os pagamentos realizados em cada ano de desenvolvimento (atraso ou defasagem) representam um novo “degrau” na “escada” dos pagamentos acumulados, como afirmado em Hart *et al.*[14]. No topo da escada, todos os pagamentos terão sido efetuados em relação a um ano de origem particular.

Ainda segundo Hart *et al.*[14], se existe um padrão consistente de atraso no pagamento dos sinistros, podemos definir M_k como a razão dos pagamentos acumulados no final do ano de desenvolvimento k e os pagamentos acumulados no final do ano de desenvolvimento $k - 1$.

Assim, o valor esperado do total dos pagamentos para cada ano de origem pode ser expresso por

$$IC_w = CP_{w,d} \prod_{d+1}^{\infty} M_k \quad (2-1)$$

onde IC_w é o valor estimado dos sinistros ocorridos para o ano de origem w , $CP_{w,d}$ é o pagamento acumulado dos sinistros, para o ano de origem w , Desenvolvimento d , e M_k – como definido por Mack[12] – é dado por

$$M_k = \frac{\sum_{j=1}^{T-k} CP_{j,k}}{\sum_{j=1}^{T-k} CP_{j,k-1}}, \quad k = 1, 2, \dots, T-1. \quad (2-2)$$

onde T é o número de “anos de acidente” (ou origem) presente nos dados.

Os pagamentos cumulativos em anos de desenvolvimento intermediários são dados por

$$CP_{w,d} = CP_{w,0} \prod_1^d M_k \quad (2-3)$$

A reserva de sinistro estimada (*outstanding amounts*) referente ao ano de origem w , ao final do Desenvolvimento d é

$$OS_{w,d} = CP_{w,d} \left(\left(\prod_{d+1}^{\infty} M_k \right) - 1 \right) \quad (2-4)$$

Conclui-se, assim, que a base de avaliação do método *Chain Ladder* é especificada pelos pagamentos acumulados até a data da avaliação e as razões cumulativas de *runoff* M_k .

As razões M_k podem ser estimadas através dos pagamentos acumulados como na tabela 2.2. As razões para o exemplo da tabela 2.2 encontram-se na tabela 2.3.

As razões médias calculadas na tabela 2.3 são razões da *soma* dos pagamentos correspondentes em anos de desenvolvimento sucessivos. Segundo Hart *et al.*[14], foi demonstrado que a razão da soma dos pagamentos é menos suscetível a pequenas flutuações nos valores individuais do que a média das razões. Esta tabela é importante para ajudar no diagnóstico do método, como aponta Booth *et al.*[1]. Para ilustrar exemplificaremos como foi o cálculo da razão média para os Desenvolvimentos 4 e 5:

$$M_5 = \frac{\sum_{j=1}^3 CP_{j,5}}{\sum_{j=1}^3 CP_{j,4}} = \frac{2465 + 3071 + 3659}{2285 + 2838 + 3347} = 1,0856$$

O valor para M_7 foi calculado através da razão

$$M_7 = \frac{CP_{OS}}{CP_6}$$

onde $CP_{OS} = CP_6$ mais estimativas caso-a-caso dos valores extremos, no final do ano de desenvolvimento 6.

As razões selecionadas da tabela 2.3 serão utilizadas para completar o triângulo vazio da tabela 2.2. Os pagamentos cumulativos projetados encontram-se na tabela 2.4. A última coluna desta tabela apresenta a estimativa do custo total incorrido em cada “ano de acidente”.

A reserva estimada é calculada como a diferença entre o custo total incorrido e os pagamentos acumulados até a data atual (valores que encontram-se na diagonal da tabela 2.4).

Como colocado por Hart *et al.*[14], é importante salientar que o método

Ano de Origem w	Desenvolvimento d						
	0:1	1:2	2:3	3:4	4:5	5:6	6:7+
1988	2,3039	1,3889	1,2629	1,1087	1,0788	1,0690	1,0789
1989	2,1744	1,4160	1,1465	1,0953	1,0821	1,0677	1,1037
1990	2,0816	1,4453	1,3366	1,1707	1,0932	1,0700	1,1000
1991	2,2179	1,4848	1,4058	1,2316	1,0900	1,0700	1,1000
1992	2,0455	1,6775	1,4198	1,2000	1,0900	1,0700	1,1000
1993	2,2105	1,6285	1,4000	1,2000	1,0900	1,0700	1,1000
1994	2,4077	1,6300	1,4000	1,2000	1,0900	1,0700	1,1000
1995	2,2400	1,6300	1,4000	1,2000	1,0900	1,0700	1,1000
Média	2,2358	1,5258	1,3191	1,1565	1,0856	1,0683	1,0927
Selecionado	2,2400	1,6300	1,4000	1,2000	1,0900	1,0700	1,1000

Tabela 2.3: Razões dos pagamentos acumulados de sinistros.

Ano de Origem w	Desenvolvimento d							
	0	1	2	3	4	5	6	6+
1989	734	1596	2260	2591	2838	3071	3279	3607
1990	711	1480	2139	2859	3347	3659	3915	4307
1991	624	1384	2055	2889	3558	3878	4150	4565
1992	770	1575	2642	3751	4501	4906	5250	5775
1993	1202	2657	4327	6058	7269	7924	8478	9326
1994	1793	4317	7037	9851	11822	12886	13788	15166
1995	2340	5242	8544	11961	14354	15645	16741	18415

Tabela 2.4: Pagamentos cumulativos projetados.

Ano de Origem	Estimativa do Valor incorrido	Pagamentos Realizados	Reserva Esti- mada
1989	3607	3279	328
1990	4307	3659	648
1991	4565	3558	1007
1992	5775	3751	2024
1993	9326	4327	4999
1994	15166	4317	10849
1995	18415	2340	16075
Total	61161	25231	35930

Tabela 2.5: Reserva Estimada.

chain ladder também pode ser utilizado para o número de sinistros, sinistros ocorridos, sinistros finalizados, etc.