

2 MODELO INTERNO

2.1. O que é um modelo

Jewell [1980] define um modelo é uma representação da realidade usada para simular um processo, entender uma situação ou fenômeno, prever um resultado ou analisar um problema. A abstração e simplificação da realidade visam facilitar a compreensão de relações e estruturas complexas, isolando aspectos de importância primordial para o fenômeno a ser examinado.

Modelos podem variar de uma representação simplificada a uma muito complexa, dependendo dos interesses, recursos da entidade e do fenômeno a ser modelado. Entretanto, um fenômeno complexo não requer necessariamente um modelo complexo.

Um modelo matemático é estruturado como um conjunto de relações matemáticas verificáveis ou procedimentos lógicos usados para representar um fenômeno observado. Salvo algumas simplificações necessárias, este deve ser capaz de reproduzir o mundo real do fenômeno, supor hipóteses alternativas sobre suas causas e/ou prever seu comportamento futuro.

No contexto de uma instituição financeira, um modelo deve evidenciar seus resultados financeiros, operacionais e econômicos. A maioria das operações de uma instituição está relacionada a diferentes tipos de riscos, tais como riscos macroeconômicos, risco de não pagamento da contraparte e risco de eventos extremos não esperados. O não gerenciamento desses riscos pode comprometer a saúde financeira da entidade.

Um modelo de gerenciamento de risco de uma instituição financeira deve incorporar os principais processos de negócios da organização. Ele deve captar os riscos relevantes envolvidos nesses processos, suas causas, intensidade e severidade. Usualmente, o modelo estruturado contém uma série de sub-modelos interligados, cada qual responsável pela mensuração de uma (ou grupo de) área(s) ou negócio da companhia.

O modelador deve ter conhecimento da área de risco a ser modelada e da natureza da questão a ser investigada. É importante que o gestor da instituição estudada tenha conhecimento das limitações e suposições do modelo e como se deve analisar os resultados. Essa integração entre o modelador e o gestor possibilita a construção de um modelo mais acurado com resultados mais consistentes.

2.2.

Considerações importantes na construção de um modelo

A construção de um modelo requer o uso de simplificações e suposições da realidade. Descrever fielmente todos os aspectos envolvidos e todas as variáveis internas e externas que afetam os sistemas modelados é uma tarefa intangível. Assim, algumas simplificações são feitas de forma a se obter uma melhor compreensão do fenômeno.

Modelos excessivamente simplificados ou modelos construídos a partir de suposições simplificadas ou inadequadas podem falhar na determinação da real magnitude de riscos que a companhia está exposta. A seleção de suposições inadequadas pode ocorrer se não existir uma expertise suficiente da questão abordada, ou mesmo se as suposições são baseadas em dados históricos que não mais refletem a situação econômico-financeira da companhia e do mercado que ela está inserida.

Geralmente, um modelo é construído a partir de informações extraídas do banco de dados da companhia. Um modelo com resultados consistentes requer dados consistentes. Nem sempre é possível obter dados de qualidade suficiente, ou não se tem muita informação de como esses dados foram coletados. Nesses casos o modelador deverá avaliar a razoabilidade de se usar esses dados. Quanto menor a qualidade dos dados maior a necessidade de julgamentos subjetivos. Esse julgamento também é necessário na avaliação de atividades que não podem ser quantificadas.

2.3.

Modelo interno de determinação de capital econômico de uma instituição financeira

O desenvolvimento de práticas de gestão de risco e a maior preocupação com a solvência das instituições financeiras, juntamente com a sofisticação dos requerimentos regulatórios, culminaram no aumento da elaboração de modelos internos para auxiliar o gerenciamento das atividades da instituição. O termo “modelo interno” tem sido usado para identificar modelos construídos para seguradoras com o intuito de gerenciar seus riscos, obter seu valor econômico e requerimentos de capital.

Órgãos reguladores internacionais dos setores bancário e securitário têm incentivado a adoção de modelos internos em apoio ao gerenciamento de riscos, para a determinação do capital requerido, em bases econômicas, para a operação de uma instituição financeira. Capital econômico é a quantidade de capital que instituições financeiras precisam manter para cobrir perdas potenciais provenientes de suas atividades. A diferença do capital econômico para uma avaliação tradicional é que esta mensuração baseia-se no balanço econômico da instituição e não em valores contábeis.

De uma forma geral, os requerimentos de capital eram baseados em modelos muito simplificados como, por exemplo, aplicação de fatores determinados a partir de dados condensados do mercado. Esses métodos não eram capazes de refletir a natureza de risco da companhia.

O capital econômico pode ser determinado a partir de um balanço realista em que todos os valores são convertidos a valor de mercado, ou a partir de um modelo dinâmico em que os passivos são avaliados no tempo e trazidos a valor presente. Essas duas formas de avaliação são denominadas de Melhor Estimativa do Passivo (*Best Estimate Liabilities – BEL*) e Análise Financeira Dinâmica (*Dinamical Financial Analysis – DFA*).

Muito mais que satisfazer requerimentos regulatórios de capital, um modelo interno pode ser usado para avaliação de passivos, gestão da relação ativo/passivo, desenho de produtos e precificação de seguros. Esses modelos, quando bem estruturados, determinam o nível de capital mais apropriado e auxiliam em decisões ótimas baseadas em riscos.

Existem diferentes utilidades de um modelo interno elaborado para uma companhia. Interesses de alguns agentes, conforme citados em IAA (2007), são explicitados a seguir:

- Reguladores: minimizar riscos sistêmicos através do modelo, protegendo os segurados e a companhia de uma insolvência;
- Atuários: proteger os interesses de investidores, avaliar e quantificar requerimentos regulatórios;
- Alta Gestão: apoiar a fixação dos objetivos estratégicos e adequar as práticas de gestão;
- Investidores, analistas de mercado: minimizar risco de perda de investidores e avaliar o retorno dos investimentos.

2.3.1. Estrutura de um modelo interno

A elaboração de um modelo interno de determinação de capital requer a incorporação de uma série de fatores. É preciso analisar a companhia como um todo, identificando riscos provenientes das estratégias da companhia, do mercado que está inserida, concorrência, entre outros. O modelo deve descrever, da melhor maneira possível, a realidade da companhia e deve ser capaz de mensurar o impacto de uma possível mudança de estratégia, de política de subscrição, de oscilações não esperadas, entre outros.

Esses modelos demandam o uso de suposições sobre comportamento futuro de variáveis externas e internas à companhia. Entendem-se como variáveis externas aquelas que não podem ser controladas, tais como variáveis macroeconômicas e mudanças em legislações que afetam os negócios da companhia. Variáveis internas são aqueles que podem ser controladas, como por exemplo: política de subscrição da companhia, mix de produtos e mix de investimentos.

Todas essas suposições, e algumas possíveis simplificações da realidade devem ser feitas com cautela. Modelos sobre um mesmo sistema, mas com premissas diferentes, podem gerar resultados distintos. De acordo com IAA (2007), as suposições podem ser divididas em duas classes: suposições baseadas no planejamento estratégico da Companhia e suposições baseadas na experiência própria da companhia.

2.3.1.1.

Suposições baseadas no planejamento estratégico da companhia

As suposições baseadas no planejamento estratégico da companhia referem-se a políticas e ações futuras da companhia em diferentes cenários, seja para diminuir ou mitigar efeitos não favoráveis de riscos associados a novos negócios, em mudanças na estratégia de investimento, ou no uso de derivativos e hedging.

- Estratégia de investimento: estratégias de investimento podem ser dinâmicas e sensíveis a mudanças no desenvolvimento econômico. O modelo deve refletir as ações da companhia diante dessas circunstâncias. Se a companhia espera mudar seu mix de investimentos, essas mudanças precisam ser modeladas.
- Derivativos e *Hedging*: políticas de *hedging* podem ser usadas para mitigar alguns tipos de risco, deixando a companhia menos vulnerável.
- Novos negócios: apesar de usualmente aumentarem a necessidade de capital, um novo negócio lucrativo pode levar a uma menor projeção de requerimento de capital. Qualquer desvio na estratégia de implementação de um novo negócio deve ser monitorado. É preciso ter agilidade para quantificar os efeitos dessa mudança a fim de que a companhia possa responder, sem maiores danos, a esses desvios não esperados.

2.3.1.2.

Suposições baseadas na experiência própria da companhia

As suposições baseadas na experiência própria da companhia incluem sua política de subscrição e seu histórico de retorno de investimentos. A descrição da experiência sob um contrato de seguro pode exigir muitas suposições tais como a frequência e severidade de sinistros. Essas suposições são, frequentemente, dependentes da política de subscrição de riscos do segurador. Portanto o modelo precisa refletir a experiência particular da companhia.

Estas suposições podem ser baseadas em dados internos, dados do mercado segurador ou dados externos de outras empresas. Dados históricos da companhia refletem seus sinistros, custos e taxas, além da sua exposição ao risco no início do

período de projeção. Mudanças em procedimentos internos e mudanças em fatores externos podem reduzir a adequação dos dados históricos como base para projetar resultados futuros.

Quando os dados internos não são adequados para parametrizar o modelo, é possível considerar os dados do mercado segurador. No entanto, deve-se avaliar se ocorreram mudanças significativas em companhias que contribuíram para esse banco de dados, e se essas mudanças distorceram a tendência dos dados.

Dados externos podem ser usados para avaliar fatores que não são específicos do mercado segurador, tais como o comportamento de variáveis macroeconômicas, retorno de investimentos, preço de ativos, política de taxaço do governo, dentre outras.

Além das suposições mencionadas, o modelador deve decidir pelo uso de modelos determinísticos ou estocásticos e o horizonte de avaliação do modelo. Essas decisões dependem do tempo disponível para realizar o projeto, dos recursos computacionais necessários a um modelo mais complexo, do custo total a ser despendido e da exatidão requerida pela questão a ser respondida.

2.3.1.3.

Modelo determinístico x estocástico

Um modelo deve considerar diversas situações futuras as quais a companhia poderá passar. Cada uma dessas situações é chamada de cenário. Esses cenários podem ser determinados a partir de um processo estocástico que captura a incerteza e a variabilidade dos riscos modelados, ou a partir de situações críticas determinísticas baseadas na experiência da companhia e em julgamentos subjetivos.

Modelos estocásticos são mais informativos e capturam não somente a aleatoriedade de acontecimentos futuros, mas também as incertezas nas suposições e processos. Um modelo estocástico produz uma distribuição probabilística do resultado e não somente um resultado único. A calibração de um modelo estocástico requer uma quantidade suficiente de dados de boa qualidade para estimar os parâmetros e verificar se as suposições e as distribuições são adequadas. Quanto maior o número de variáveis estocásticas envolvidas, mais complexo será o modelo e maior será o tempo de processamento.

Nos modelos determinísticos, nenhum dos parâmetros envolvidos são aleatórios, e o resultado produzido é um valor único. As vantagens estão na facilidade de comparação com outros modelos, no tempo de processamento e custo do projeto. Os modelos determinísticos são recomendados quando os dados disponíveis ou a expertise são limitados. A dificuldade desse método é determinar os cenários mais apropriados que irão compor o modelo e seus respectivos pesos.

A exatidão de um modelo vai depender do número de cenários usados, do uso de um apropriado gerador de cenários ou distribuição de probabilidade e a efetividade do modelo em capturar as características subjacentes à companhia. O gerador de cenários deve cobrir toda classe de experiências possíveis. O modelador deve conhecer a origem e a calibração do gerador para avaliar se é adequado para a questão a ser respondida.

2.3.1.4. Horizonte de avaliação

O horizonte de avaliação do modelo pode ser determinado por requerimentos regulatórios ou por práticas profissionais padrão. Quando um horizonte de tempo curto é requerido, pode-se fazer uso de um modelo de período simples, com a vantagem de se poder usar uma aproximação estocástica analítica. A deficiência desse modelo em contrapartida a um modelo multi período é que esse não reflete o impacto das ações dos gestores nos riscos que continuam em desenvolvimento após o horizonte de avaliação.

Os órgãos reguladores, de uma maneira geral, estão preocupados com a solvência da companhia em um período de um ano. Entretanto, riscos assumidos no período de avaliação podem gerar sinistros no ano subsequente, ou sinistros que somente sejam avisados no ano subsequente. Assim é recomendável uma análise num horizonte de tempo ampliando, considerando todo o tempo de desenvolvimento dos sinistros. A incorporação de todos os compromissos assumidos pela seguradora na data base de avaliação, mesmo que esses venham a ocorrer após o período de análise, garante uma avaliação mais precisa da atual situação econômico-financeira da companhia.

2.3.2. Implementação de um modelo interno

A implementação de um modelo interno requer mais que a definição de uma metodologia adequada e de uma avaliação de dados. É preciso ter um planejamento para inserir o modelo na rotina da companhia e não torná-lo um objeto sem utilidade gerencial a ser tão somente apresentado ao regulador.

Os modelos internos vão atrair os interesses e impactar diversas áreas da companhia. Portanto, boas práticas de comunicação são essenciais na sua construção. Uma falha de comunicação pode levar no desenvolvimento de um modelo que não capte exatamente os riscos e o gerenciamento de riscos da companhia. Isso resultaria na perda de credibilidade do modelo e até mesmo poderia afetar a percepção do valor da companhia.

A natureza dinâmica do mercado segurador requer que todos os processos de implementação e modelagem sejam revistos constantemente, desde os dados, suposições, até a política de tecnologia de informação. Esse monitoramento tem o objetivo de estar sempre aprimorando o modelo, captando e corrigindo falhas, e incorporando mudanças estratégicas e do mercado.

Testes de “stress” e análises de sensibilidade podem ser aplicados ao modelo para estimar o impacto de um ou mais movimentos extremos em um fator de risco particular, ou nos parâmetros. Esses testes também auxiliam na avaliação do domínio do modelo, ou seja, em quais situações o modelo não é adequado.

Trata-se, portanto, de um ciclo de controle interno que deve acompanhar e mensurar todos os passos da companhia. Essa dinâmica no processo permite à companhia tomar medidas suficientemente rápidas em situações de stress, evitando um problema financeiro maior.

2.3.3. Tipos de riscos

Os riscos de uma atividade seguradora geralmente são divididos em risco de mercado, risco de crédito, risco legal, risco de subscrição, risco de liquidez e risco operacional.

Risco de mercado está relacionado aos retornos esperados de ativos em decorrência de variações dos fatores que impactam a dinâmica do preço do ativo,

como taxas de juros, taxas de câmbio, índices de inflação, preços de imóveis e cotações de ações, etc. Júnior (2007) diz que o risco de mercado pode ser dividido em quatro grandes áreas: risco do mercado acionário, risco do mercado de câmbio, risco do mercado de juros e risco do mercado de commodities. As exposições a riscos de mercado são controladas e administradas através da gestão de descasamentos de moedas, vencimentos e taxas de juros.

Risco de Crédito é o risco de possíveis perdas quando uma das contrapartes deixa de honrar, total ou parcialmente, seus compromissos. Esse risco tem grande destaque na indústria bancária. De acordo com Prado et al (2007), os sistemas de avaliação e gerenciamento de risco de crédito estão cada vez mais sofisticados, e alguns bancos de varejo brasileiros têm desenvolvido e implementado, com sucesso, técnicas de avaliação de créditos individuais. O risco de crédito também engloba o risco político, em que existem restrições ao fluxo livre de capitais entre países, estados e municípios; e o risco país, como no caso das moratórias de países latino-americanos.

Risco Legal é uma medida de incerteza relacionada aos retornos de uma instituição por falta de um completo embasamento legal de suas operações, incluindo documentação insuficiente, ilegalidade, etc. A falta de representatividade e/ou autoridade por parte de um negociador, também pode ser considerado como um risco legal.

Risco de Subscrição é definido pela SUSEP como uma situação econômica adversa que contraria as expectativas da entidade no momento da elaboração de sua política de subscrição no que se refere às incertezas existentes tanto na definição da tábua biométrica e da taxa de juros, quanto na constituição das provisões técnicas, ou seja, a probabilidade de erro na precificação de um produto e/ou no cálculo de reservas técnicas. O risco de subscrição também é definido como Risco de Compromisso Atuarial.

Risco de Liquidez está relacionado com a facilidade/ dificuldade com que se pode converter um ativo em dinheiro vivo, pelo valor de mercado, a qualquer momento antes do seu vencimento. Os investimentos podem ser considerados com liquidez garantida (fundos de investimento, poupança e títulos públicos), sem liquidez antes do vencimento ou carência (fundos de capital garantido, títulos de capitalização e previdência) ou podem depender da disponibilidade de comprador (ações no mercado à vista, debêntures, imóveis).

Risco Operacional são todos os demais riscos enfrentados pelas entidades, com exceção dos referentes a mercado, crédito, legal e de subscrição. Está relacionado a possíveis perdas resultantes de sistemas e controles inadequados, falhas de gerenciamento e erros humanos. Risco operacional pode ser dividido em três grandes áreas: risco organizacional, risco de operações e risco pessoal.

2.4. Análise financeira dinâmica

Existem diferentes modelos usados no gerenciamento de riscos e determinação de capital mínimo para a operação de uma companhia. A metodologia mais usada na construção desses modelos é denominada Análise financeira dinâmica - *DFA*.

A análise financeira dinâmica é uma combinação de softwares, métodos, conceitos, processos e práticas. De acordo com Embrechts (2007), trata-se de um modelo que visa replicar a realidade da companhia, refletindo sua estrutura financeira e operacional com o objetivo de avaliar os riscos e benefícios associados com seu planejamento estratégico.

O diferencial da *DFA* é sua capacidade de integrar as diferentes classes de negócio e os diferentes riscos que a companhia está exposta. Análises financeiras e atuariais clássicas abordam diferentes aspectos da companhia de forma isolada. A análise financeira dinâmica modela a reação da companhia em resposta a um grande número de riscos integrados.

O termo “Análise Financeira Dinâmica” é geralmente usado em seguradoras do ramo não-vida. Em seguradoras do ramo vida, técnicas com essas características são geralmente denominadas de Avaliação do relacionamento Ativo/Passivo (*Asset and Liability Management – ALM*). Em bancos, métodos similares são chamados de Análise de Balanço (*Balance Sheet Management*).

2.4.1. Características da DFA

A *DFA* realiza projeções das diversas classes de negócios da companhia, mensurando o sucesso dos negócios e identificando estratégias ótimas de conduta. Essa análise tende a ser muito complexa, impossibilitando uma representação matemática. É necessário o uso de softwares complexos com simulações

computacionais de grande escala, bem como o uso de técnicas formais de otimização.

Essa ferramenta reflete a estrutura interna de operação da companhia, incluindo atividades de seguros e contratos de resseguro, políticas de investimento, políticas de hedging, bem como aspectos regulatórios e taxaço que podem influenciar seus resultados financeiros.

Os riscos relevantes da companhia e os fatores externos que afetam esses riscos são avaliados de uma forma conjunta, estudando a interação entre eles. Diversas formas de dependência podem ser avaliadas, seja entre os fatores de riscos, entre contratos, como também a dependência temporal desses fatores. O modelo é processado sob diferentes cenários econômicos que contemplam a estratégia da companhia definida pela alta gestão.

2.4.2.

Gerador de cenários e calibração do modelo

O gerador de cenários deve conter modelos estocásticos para um grande número de fatores de riscos das diversas classes de negócio da companhia. Conforme descrito em *Encyclopedia of Actuarial Science* (2004), o gerador de cenários deve satisfazer os seguintes requerimentos:

- Deve ser capaz de captar a dependência entre os fatores de risco e a dependências temporais;
- Deve avaliar situações adversas e não somente o comportamento usual dos fatores de risco;
- Deve modelar não somente as perdas ocorridas, mas também o desenvolvimento dessas perdas no tempo.

Essa técnica requer a estimação de vários parâmetros internos e externos à companhia. A modelagem de fatores macroeconômicos tais como taxa de juros e inflação deve ter uma atenção especial. Em geral, os modelos econômicos tradicionais foram desenvolvidos a partir de conveniências matemáticas e comportamentos usuais das variáveis, negligenciando eventos extremos e situações adversas. Como o interesse do gerenciamento de riscos está justamente nos resultados desfavoráveis à companhia, é preciso desenvolver um modelo

econômico que contemple oscilações não esperadas e eventos extremos, a fim de conseguir resultados mais refinados e precisos.

O principal desafio na geração de cenários para a *DFA* é produzir os componentes dos modelos de uma forma integrada, modelando suas dependências em todas as estruturas possíveis. Por causa de fatores como a elasticidade do mercado, muitas dessas dependências têm um comportamento não linear. Modelos que captam dependências lineares são menos complexos, entretanto possuem sérias limitações quando os valores extremos são importantes. Algumas formas de captar estruturas de dependência não lineares serão estudadas no capítulo 5.

Um aspecto importante do gerador de cenários consiste na sua calibração, atribuindo valores aos parâmetros do modelo estocástico. Esses valores são estimados a partir de dados da companhia e julgamento dos gestores. No entanto, costuma-se ter poucos dados de qualidade frente à grande quantidade de parâmetros que precisa ser estimada, que gera uma grande incerteza sob os parâmetros determinados. Nesses casos, é importante realizar análises de sensibilidade e testes de stress para avaliar o domínio do modelo.

2.4.3. Análise e apresentação dos resultados

Em geral a *DFA* é usada para determinar qual deve ser a conduta ótima de gestão da instituição diante de vários cenários econômicos possíveis e diferentes estratégias. É possível avaliar a lucratividade e as perdas da companhia em cada área de negócio, os benefícios e os riscos marginais de mudanças de estratégia e de inclusão de novos negócios, bem como a solvência da instituição. Variáveis internas comumente exploradas pela *DFA* são: mix de negócios e investimentos; contratos de resseguro incluindo as possíveis dependências entre esses contratos; alocação de capital em diferentes classes de investimento e para cada classe de negócio; e políticas de subscrição de riscos.

A saída de uma simulação de *DFA* consiste em um grande número de resultados possíveis para diversas variáveis. É necessário o uso de técnicas estatísticas e representações gráficas dessas informações para facilitar análises e conclusões.

O primeiro passo consiste em determinar quais as variáveis serão estudadas, tais como perdas incorridas e retorno dos investimentos. Então é analisado um

grande número de resultados simulados para essas variáveis. Em geral, essas informações são condensadas em uma distribuição empírica para cada variável da seguinte forma:

$$\hat{F}_x(x) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N 1(X_k \leq x)$$

em que $F_x(x)$ é a distribuição acumulada da variável x e N o número de resultados simulados para essa variável.

Para uma melhor análise e comparação com outros resultados é calculada a média (μ) e o desvio padrão (σ) empíricos das variáveis, como segue:

$$\hat{\mu}_x(x) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N X_k$$

$$\hat{\sigma}(x) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (X_k - \hat{\mu})^2}$$

Para um gerenciamento de riscos é mais interessante avaliar o potencial de resultados desfavoráveis que estão concentrados nas caudas das distribuições. As mensurações de risco mais usadas para essa peculiaridade são o Valor em Risco (*Value at Risk – VaR*) e o Valor em Risco na Cauda (*Tail Value at Risk – TVaR*). Essas e outras medidas de riscos são apresentadas no capítulo 3.