

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Produção

Trabalho de Formatura

**MODELO DE GESTÃO DE RISCO
OPERACIONAL**

Daniela de Matos Rodrigues
Orientador: Melvin Cymbalista

2001

*HF 2001
R 618.m*

“DEUS NÃO JOGA DADOS COM O UNIVERSO.”

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e meus irmãos que, mesmo distantes, tanto me amaram e auxiliara.

Ao professor Melvin Cybalista pela compreensão, ensinamentos e orientação prestados.

A Lourenço Miranda por ter me conduzido no “maravilhoso” mundo dos riscos.

Aos colegas do banco, especialmente a Elaine, o Rodrigo, a Nádia, a Letícia e a Adriana pela amizade e compreensão.

A todos os professores que me acompanharam pela vida, desde a tia Dijanira.

Aos amigos e colegas da faculdade por todos os bons momentos vividos nos últimos anos.

Ao Arthur por todo seu amor e carinho,

Minha sincera gratidão,

Daniela de Matos Rodrigues.

SUMÁRIO

Este trabalho consiste na aplicação de técnicas quantitativas e qualitativas de gerenciamento de risco operacional em instituições bancárias. Sua função principal está em conceituar, identificar e medir risco operacional. O resultado final obtido é um valor de perdas possível, que deverá ser suportado por capital acionário alocado para este fim.

Para a análise qualitativa será utilizada a Auto-avaliação de riscos, que nos fornece (fatores de) risco identificados e priorizados. No modelo quantitativo, as perdas decorrentes da materialização dos riscos serão modeladas. Os cálculos foram realizados utilizando o MS-Excell 97.

Com algumas adaptações, o modelo proposto também pode ser utilizado em empresas de diferentes setores.

ÍNDICE

Capítulo 1: Introdução

1.1 Introdução	2
1.2 O Banco	2
1.2.1 Histórico do Banco.....	2
1.2.2 A Diretoria de Riscos.....	4
1.2.3 Área de Riscos Operacionais e o Desenvolvimento deste Trabalho	5
1.3 Definição do Problema	6
1.4 Objetivos e Escopo do Trabalho.....	7

Capítulo 2: O Conceito de Risco

2.1 Introdução	11
2.2 Teoria de Riscos	12
2.2.1 Histórico	12
2.2.2 Teoria do Risco.....	13
2.2.3 Definindo Riscos	14
2.3 Gestão de Riscos	14
2.4 Tipos de Risco	16
2.4.1 Gestão de Riscos Financeiros.....	17
2.4.2 Riscos Operacionais	20

Capítulo 3: O Acordo da Basiléia

3.1 Introdução	25
3.2 Histórico – O Acordo da Basiléia.....	25
3.3 Risco Operacional e as Normas Regulatórias	27
3.3.1 Padrões Qualitativos	29
3.3.2 Diretrizes Quantitativas	30

Capítulo 4: Abordagem Qualitativa de Riscos Operacionais

4.1 Introdução	32
4.2 Vantagens e desvantagens	33
4.3 A Auto-avaliação de Riscos Operacionais.....	35
4.4 Identificação dos riscos	38
4.4.1 Molduras de risco	39
4.5 Avaliação dos riscos	40
4.5.1 Tipos de Impacto.....	43
4.6 Priorização	44

Capítulo 5: Abordagem Quantitativa : Modelo de Perdas

5.1 Introdução	50
5.2 Bases de Dados de Perdas Operacionais	52
5.3 Dados para modelos de perdas.....	54
5.4 Perdas Históricas	57
5.4.1 Aderência dos dados.....	58
5.4.2 Modelagem de Frequências	60
5.4.2.1 Processos Estocásticos	60
5.4.3 Modelagem de Impacto: Distribuições de Probabilidade	65
5.4.3.1 Distribuição Normal.....	65
5.4.3.2 Distribuição Lognormal	67
5.4.4 Testes de Aderência	69
5.4.4.1 Teste de aderência pelo χ^2	69
5.4.4.2 Método de Kolmogorov-Smirnov	70
5.4.5 Agregação de perdas: A Simulação de Monte Carlo	71
5.4.6 Distribuições Agregada de Perdas – Valores de perdas	75
5.5 Perda Subjetiva: Definido distribuições a partir da opinião de especialistas.....	78
5.5.1 Fontes de erros	80
5.5.2 Técnicas de modelagem.....	82
5.5.3 Distribuições utilizadas.....	83
5.6 Perdas Externas: Modelo para Eventos Externos	84
5.6.1 Bases de dados de eventos externos.....	84
5.6.2 Modelagem dos dados	85
5.7.3 A distribuição Beta.....	87

Capítulo 6: Aplicação do Modelo de Perdas

6.1 Introdução	87
6.2 Perdas Históricas	87
6.3 Valores mensais de perdas	92
6.4 Modelo de Perdas Históricas.....	97
6.4.1 Distribuição de Frequência	97
6.4.2 Aderência Impacto.....	99
6.4.3 Simulação	101
6.5 Validação do Modelo de Perdas	102
6.6 Alocação de Capital	104

Capítulo 7: Conclusão e Recomendações

7.1 Validação do Modelo de Perdas	102
--	------------

Anexo 1: Aderência à Lognormal	114
Anexo 2: Aderência dos dados truncados à Lognormal.....	115
Anexo 3: Aderência a Poisson.....	116
Anexo 4: Aderência do Impacto.....	117
Anexo 5: Aderência da Distribuição Final.....	118

Referência Bibliográfica.....	119
--------------------------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Organograma da Diretoria de Riscos.

Figura 2.1: Moldura de Gestão de Risco integrada.

Figura 4.1: Etapas da Auto-avaliação de Riscos.

Figura 4.2: Resultados obtidos no RSA.

Figura 5.1: Processo de Modelagem dos dados (frequência e impacto).

Figura 5.2: Esquema de simulação de Monte Carlo.

Figura 5.3: Processo de Geração de Números Aleatórios.

Figura 5.4: Esquema de modelagem de estimativas subjetivas.

Figura 5.5: Esquema de modelagem de eventos externos.

Figura 5.6: Distribuições PERT.

Figura 5.7: Distribuições PERT com várias médias calculadas.

Figura 6.1: Gráfico de porcentagem do número de eventos.

Figura 6.2: Gráfico da soma de perda por evento.

Figura 6.3: Histograma da soma mensal dos eventos.

Figura 6.4: Gráfico para seleção de limite de corte.

Figura 6.5: Histograma das perdas acima de R\$ 50.000,00.

Figura 6.6: Histograma de frequência dos eventos mensais.

Figura 6.7: Histograma do impacto dos eventos.

Figura 6.8: Histograma da distribuição agreeda de perdas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Números atuais de AAB Real.

Tabela 4.1: Levantamento de riscos através de questionários ou entrevistas.

Tabela 4.2: Comparação entre FMEA e RSA.

Tabela 4.3: Classificação de Probabilidade e Impacto dos eventos.

Tabela 4.4: Principais riscos apresentados pela Diretoria de Tecnologia.

Tabela 4.5: Avaliação dos riscos da tabela 4.4.

Tabela 4.6: Consequências possíveis dos eventos.

Tabela 4.7: Pesos associados à probabilidade e ao impacto.

Tabela 4.8: Tabela de priorização, segundo a severidade.

Tabela 5.1: Perdas a serem mapeadas.

Tabela 5.2: Comparação entre as variações do modelo de perdas.

Tabela 5.3: Caracterização da Distribuição de Poisson.

Tabela 5.4: Caracterização da Distribuição de Normal.

Tabela 5.5: Caracterização da Distribuição de Lognormal.

Tabela 5.6: Níveis de capital de grandes instituições brasileiras.

Tabela 6.1: Média de valores por tipo de ocorrência.

Tabela 6.2: Teste de aderência da distribuição mensal de perdas.

Tabela 6.3: Teste de aderência para valores acima de R\$50.000,00

Tabela 6.4: Tabela de frequências mensais agrupadas em classes.

Tabela 6.5: Teste de aderência da frequência dos eventos mensais.

Tabela 6.6: Tabela dos impactos agrupados em classes.

Tabela 6.7: Teste de aderência dos impactos à distribuição Lognormal.

Tabela 6.8: Distribuição agregada de perdas.

Tabela 6.9: Teste de aderência dos eventos históricos ao Modelo de Perdas.

Tabela 6.10: Capital previsto para ser alocado.

RESUMO

Este trabalho consiste na aplicação de técnicas quantitativas e qualitativas de gerenciamento de risco operacional em instituições financeiras, fortemente regulamentadas por entidades supervisoras, como o *Bank of International Settlements* (BIS), onde está baseado o Comitê da Basileia, e o Banco Central (Bacen) brasileiro. Com algumas adaptações também pode ser utilizado em empresas de diferentes setores.

Sua função principal está em conceituar, identificar e medir risco operacional, aplicando um Modelo de Perdas. O resultado final obtido é um valor de perdas possível, que deverá ser suportado por capital acionário alocado para este fim. Além disso, também deverá ser a consolidação da experiência de Gestão de Riscos Operacionais. É um trabalho pioneiro nas instituições financeiras brasileiras. Deverá ser melhorado à medida que for aplicado, embora sua principal restrição seja de ordem técnica, isto é, a captura de todas as perdas operacionais sofridas pela organização.

É importante ressaltar que este não é um trabalho de risco de crédito, nem de mercado. Portanto, não iremos analisar perdas decorrentes do não pagamento de empréstimos ou devido a oscilações de mercado. Também iremos excluir eventos que não possuem impacto direto no capital do banco, mas que podem afetar seus resultados futuros, decorrentes de problemas (riscos) estratégicos ou de imagem.

Capítulo 1

Introdução

Descrição da experiência na empresa,
do problema e do objetivo do trabalho.

1.1 Introdução

No capítulo introdutório iremos contextualizar o problema abordado. Iniciaremos descrevendo a estrutura da organização onde o trabalho foi realizado e as mais recentes transformações sofridas por ela. Será abordada a prática de gestão de riscos na organização, particularmente de riscos operacionais.

O próximo passo é a definição do problema. Discutiremos os principais fatores que motivaram o estudo de riscos operacionais. E, em seguida, será discutido o objetivo deste trabalho.

No capítulo seguinte será melhor explorado o conceito de risco e seu gerenciamento.

1.2 O Banco

1.2.1 Histórico do Banco

O Banco Abn Amro (AAB) tem sua matriz na Holanda, mas está presente no país há 84 anos. Ganhou maior amplitude nacional após 1998, com a aquisição do Banco Real, por US\$4 bilhões. Internacionalmente, o AAB já está consolidado em mais de 70 países, sendo um dos maiores bancos do mundo.

Embora a fusão tenha sido o fato mais marcante da história nacional do banco nos últimos anos, promovendo um imenso aumento na carteira de clientes, principalmente no segmento do varejo, em janeiro de 2001, entrou em vigor a nova estrutura mundial do grupo Abn Amro, que alterou profundamente o perfil do banco no mundo.

Foram definidas três linhas de negocio globais. São elas:

- *Wholesale Clients (WCS)*: Ou atacado, com atendimento voltado a grandes empresas e instituições de atuação mundial;
- *Consumer and Commercial Clients (C&CC)*: Pessoas físicas e empresas de pequeno e médio porte, e corporações locais;
- *Private Clients and Asset Management (PCAM)*: Clientes do segmento *private* e gestão de recursos de terceiros;

Cada unidade do grupo em nos diferentes países foi alocada dentro de um desses segmentos, exceto pela unidade holandesa, a norte-americana e a brasileira, que foram divididas nos três segmentos. No Brasil ocorreu a necessidade de segregar as linhas de negócio do banco em três unidades, cada uma delas especializada em um dos segmentos. As áreas de suporte, como e o caso da Diretoria de Riscos, entretanto, continuam sendo compartilhadas entre os três segmentos.

Alguns números referentes ao AAB no Brasil (também chamado Abn Amro Real ou apenas Real), estão na tabela abaixo:

Funcionários	21.316
Clientes	4.8 mi
Pontos de atendimento	3.900
Carteira de varejo Total	R\$15 bilhões
Total de ativos (atual)	R\$29 bilhões
Total de ativos (1999)	R\$ 24bi

Tabela 1.1: Números atuais do AAB Real.

Transcrito de documentação interna.

1.2.2 A Diretoria de Riscos

A Diretoria de Riscos do AAB Real apresenta uma estrutura pouco usual, quando comparada a de outros bancos. Ela congrega todas as áreas de risco da unidade, incluindo Crédito (pessoa física e jurídica), Mercado e Operacional. A grande vantagem dessa estrutura é que ela permite uma agregação dos três tipos de risco. A maior parte das instituições prefere manter suas unidades de risco mais alinhadas com as áreas de negócio. Desse modo, a área de crédito se subordina à linha de negócios, assim como área de mercado está subordinada à Tesouraria.

O organograma abaixo reflete essa estrutura:

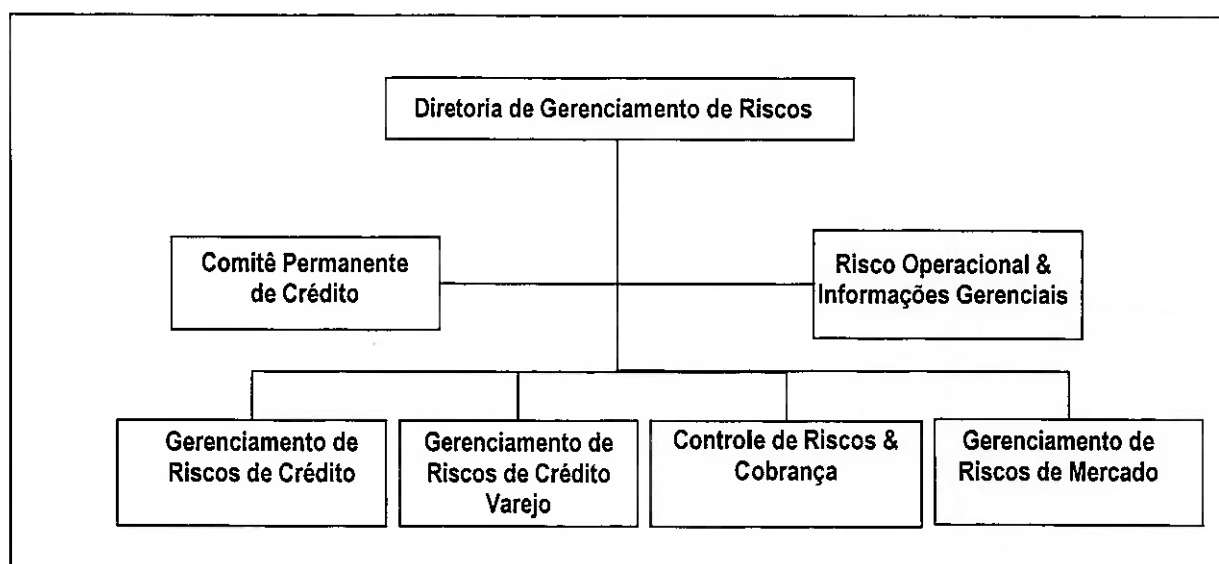


Figura 1.1: Organograma da Diretoria de Riscos.

Transcrito de documentação interna da empresa.

O Departamento de Riscos Operacionais é bem recente nesta estrutura. Foi oficialmente criado em Março de 2001, embora suas atividades tenham começado no ano anterior, sendo desempenhadas por uma consultoria externa. Pelo fato de ser muito nova e estar numa fase de criação de políticas e desenvolvimento de ferramentas, a área mantém relações estreitas uma outra estrutura do banco, chamada *Corporate Centre*, baseada na matriz, em Amsterdã.

O *Corporate Centre* tem como missão estabelecer políticas e suportar sua implementação. Está concentrado na estratégia global do banco, investimentos e novas aquisições, alocação de recursos e busca de sinergia entre os vários negócios do grupo. Está dividido em varias áreas, entre elas a de Comunicação Corporativa, Tecnologia, Financeira, de Recursos Humanos e, finalmente, a de Gestão de Riscos, ao qual a área de Riscos Operacionais esta subordinada funcionalmente.

1.2.3 Área de Riscos Operacionais e o Desenvolvimento deste Trabalho

Segundo as normas do banco, um departamento de riscos operacionais devera estar presente dentro de cada uma das grandes unidades do banco (o Brasil e a terceira maior, ficando atras apenas da Holanda e dos Estados Unidos). Sua função e disseminar a gestão de riscos operacionais por toda a instituição, sempre respeitando o fato que a gestão de riscos operacionais e parte da função de todas as áreas do banco, isto é, todos os funcionários da instituição são diretamente responsáveis por seus riscos.

A área trabalha com vários projetos, todos profundamente relacionados com todo o banco. Os principais são:

- Auto-avaliacão de Riscos – RSA: Método estruturado segundo o qual os riscos dos processos da organização são identificados e priorizados;
- Aprovação de Novos Produtos: E a identificação e avaliação dos riscos operacionais dos produtos comercializados pelo banco;
- Base de dados de perdas – CLD: Levantamento de todas as perdas operacionais diretas da organização acima de um valor estabelecido estrategicamente (atualmente o valor sugerido e de US\$ 20.000,00). O objetivo final da CLD e permitir a modelagem das perdas para fins de alocação de capital para cobrir os eventos operacionais;

- Indicadores de Risco: Definição de indicadores que representam a exposição e o risco da instituição.

Este trabalho relaciona-se com dois desses projeto, ou seja, a Auto-avaliação de Riscos e a Base de Dados de Perdas. Ele foi iniciado em fevereiro de 2001, quando ingressei na área, na função de Trainee.

1.3 Definição do Problema

O ambiente de negócios para instituições financeiras mudou drasticamente nos últimos anos. Avanços tecnológicos, e revolução da informação, a abertura global dos mercados, sofisticação dos produtos financeiros e o advento do comércio eletrônico (*e-commerce*) guiaram essas mudanças. A complexidade resultante nos negócios, e a necessidade de gerenciar os riscos associados a elas, trouxeram à tona um novo campo de estudo, chamado riscos operacionais.

Na maioria das instituições financeiras, entretanto, o gerenciamento de risco tem historicamente focado os riscos de crédito e mercado. Alguns eventos recentes, entretanto, mostraram que é preciso prestar tanta ou mais atenção aos riscos operacionais. Perdas decorrentes de falhas de humanas e interrupção de sistema, indenizações milionárias por culpa de práticas que prejudicaram clientes, invasão de sites, multas e licenças de operação caçadas devido ao descumprimento de normas regulatórias e mesmo a falência de instituições por procedimentos sem controles são algumas das consequências desses eventos, que poderiam ter sido evitados por práticas adequadas de gestão de riscos operacionais.

Para o melhor entendimento do escopo da gestão de riscos operacionais nos bancos de varejo, nosso principal foco neste trabalho, é preciso conhecer a

natureza das mudanças pelas quais o setor passou. Pode-se dizer que o Banco Real Abn Amro passou por todas as mudanças descritas abaixo:

- Maior número de serviços e produtos oferecidos pelos bancos para atender a procura de novas soluções por seus cliente;
- Novos canais de atendimento, como por exemplo a Internet;
- Novas tecnologias e intensificação da sua utilização para o processamento de transações;
- Alcance global das instituições;
- Racionalização do setor, através de fusões e aquisições, trouxeram novos desafios de integração cultural e tecnológica, além de aumentar a demanda por eficiência operacional (para cobrir os gastos com a aquisição/fusão).

Diante de todas essas mudanças, tornou-se imperativo estruturar a gestão de riscos operacionais dentro das instituições financeiras. Embora esse setor tenha sido o primeiro a ser explicitamente cobrado pelo gerenciamento dos riscos operacionais, empresas de outras indústrias também se virão obrigadas a repensar a gestão de riscos, principalmente quando esta se mostrar insuficiente ou inadequada para enfrentar perdas ou mesmo a exigência dos acionistas.

No próximo item será mostrado como pretendemos atacar o problema de gestão de riscos operacionais e quais são os resultados esperados que motivaram o desenvolvimento deste trabalho.

1.4 Objetivos e Escopo do Trabalho

O objetivo desse trabalho é fornecer às empresas financeiras (e mesmo não-financeiras, com poucas adaptações), um modelo para a identificação e mensuração do risco operacional a que estão expostas. A análise qualitativa de

riscos viabiliza a adoção de práticas de gestão e criação de controles para estes riscos e suas causas. A quantificação de riscos operacionais será utilizada para alocação de capital acionário para suportar perdas e também para avaliar a performance de produtos e linhas de negócios, ou seja, seu retorno ajustado ao risco.

Serão abordadas também as exigências de entidades regulatórias, signatárias do Comitê da Basileia, para validação das práticas de gestão de risco. Esses critérios de validação orientaram a execução deste trabalho, uma vez que não foi possível encontrar muitas obras tratando do assunto, que é bastante recente.

A análise qualitativa que será explicada é a Auto-avaliação de Riscos (*Risk Self-assessment*, ou RSA). A auto avaliação é bastante semelhante ao FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), uma ferramenta bastante conhecida de avaliação de processos e produtos.

Para a quantificação será utilizado o Modelo de Perdas Históricas. Basicamente ele consiste no levantamento de perdas internas da instituição, sua modelagem segundo a frequência dos eventos e seu impacto e, por fim, a agregação dessas duas variáveis em uma única distribuição, chamada Distribuição de Perdas.

A contribuição deste trabalho está em integrar práticas de gestão qualitativa de riscos operacionais com um modelo quantitativo. É relevante também por aplicar o Modelo de Perdas Históricas, utilizando dados reais e obtendo importantes resultados práticos de medidas de risco operacional.

A seguir é descrita a estrutura e a organização do trabalho, que é definida fundamentalmente por 6 blocos: Conceitualização; Regulamentação; Análise Qualitativa; Mensuração; Aplicação Modelo de Perdas e Conclusão.

A Conceitualização está no capítulo 2. Iremos discutir o conceito de risco e sua aplicação nas instituições bancárias.

A Regulamentação está no capítulo 3. O comitê da Basiléia, suas normas e requisitos para gestão de riscos operacionais serão apresentados.

A Análise Qualitativa é explicada no capítulo 4. Será explicado o processo de identificação de riscos, classificação e priorização.

A Mensuração, no capítulo 4, apresenta e explica os Modelos de Perdas Históricas, Subjetivas e Externas. Será dado um maior destaque ao Modelo de Perdas Históricas, pois é o único que será utilizado para cálculo de capital, pois pode ser testado e é menos sensível a erros de avaliação subjetiva.

Na Aplicação do Modelo de Perdas, que está no capítulo 5, iremos desenvolver o Modelos de Perdas Históricas. Explicaremos os dados coletados, em seguida modelaremos freqüência e impacto, e depois apresentaremos os resultados da agregação.

O capítulo 6 é a Conclusão, onde apresentamos considerações finais em relação ao funcionamento e pontos críticos do modelo. Algumas sugestões e melhorias também foram citadas.

Capítulo 2

O Conceito de Risco

O conceito de Risco, suas modalidades e Gestão.

2.1 Introdução

O conceito de risco é bastante intuitivo. Uma pessoa poderia dizer que uma situação é arriscada quando existe a chance de alguma coisa não dar certo. É natural que, em seguida, essa pessoa pense no porquê daquela situação ser arriscada, ou seja, as causas de existir a possibilidade de nem tudo ocorrer conforme o planejado. Essa pessoa pensa ainda no que poderia ocorrer se realmente desse tudo errado, ou seja, as consequências do evento. Por fim, é provável que ela comece a pensar o que poderia ser feito para diminuir a chance de algo dar errado, isto é, reduzir o risco. Poderia ainda criar alternativas para consertar a situação, após a ocorrência do evento.

Essa pessoa acabou de realizar o processo de análise do risco. É provável que qualquer um de nós tenha passado pela situação descrita acima. As empresas fazem isso o tempo todo. A grande dificuldade está em sistematizar esse processo e, um pouco mais além, calcular a chance de algo dar errado, ou seja, o risco.

O objetivo deste capítulo é formalizar o conceito de risco e sua gestão. Iniciamos mostrando sua origem e desenvolvimento ao longo da história. Iremos explicitar o conceito e mostrar como o risco tem sido (ou deveria ser) gerenciado em projetos e processos dentro das empresas. Descreveremos os tipos de risco, isto é, estratégico, de negócio e financeiro, dando um enfoque maior na gestão de riscos financeiros e suas modalidades, principalmente os riscos operacionais.

2.2 Teoria de Riscos

2.2.1 Histórico

A capacidade de definir o que poderá acontecer no futuro e de optar entre várias alternativas é central às sociedades contemporâneas. A administração do risco nos guia por uma ampla gama de tomada de decisões, da alocação de riquezas, à manutenção da saúde pública, da condução da guerra ao planejamento familiar, do pagamento de prêmios de seguros ao uso de cinto de segurança, da plantação de milho ao planejamento de novos produtos.

BERSTEIN(1997) conta a história da evolução do conceito de risco, desde o surgimento da teoria das probabilidades até a demonstração matemática da importância da diversificação, a principal estratégia adotada na mitigação de riscos por investidores ou gerentes de empresas.

Segundo o autor citado, o estudo do risco começou no renascimento, quando as pessoas se libertaram das restrições feudais, principalmente de cunho religioso. Os progressos foram ainda maiores quando consideramos o desenvolvimento do capitalismo, das artes e da ciência. Conta-se que um nobre francês, com gosto pelo jogo e pela matemática, desafiou o matemático francês Blaise Pascal a decifrar um enigma: Como dividir as apostas de um jogo de azar entre dois jogadores, que foi interrompido quando um deles estava vencendo? Pascal, com estreita colaboração de Pierre de Fermat, conduziu a descoberta da teoria das probabilidades, o núcleo matemático do risco.

Com os anos, os matemáticos transformaram a teoria das probabilidades de um brinquedo de apostadores em um instrumento poderoso de organização, interpretação e aplicação das transformações. À medida que as idéias iam se acumulando, surgiam as técnicas quantitativas de administração de riscos. Em 1738, o matemático e cientista Daniel Bernoulli, sobrinho de Jacob Bernoulli, que

também contribuiu com métodos de amostragem estatística, definiu pela primeira vez o processo sistemático pelo qual a maioria das pessoas realiza escolhas e chega a decisões.

Em 1952, o ganhador do prêmio Nobel, Harry Markowitz demonstrou matematicamente porque colocar todos os ovos na mesma cesta é uma estratégia inaceitavelmente arriscada, e porque a diversificação é o melhor negócio para um investidor ou gerente de empresa.

A história do risco sempre esteve ligada a uma disputa entre aqueles que afirmam que as melhores decisões de baseiam na quantificação e nos números, sendo determinados pelos padrões do passado, e os que baseiam suas decisões em graus de crença mais subjetivos sobre o futuro incerto.

BERSTEIN(1997) conta ainda que a palavra “risco” deriva do italiano antigo *riscare*, que segundo o autor, significa “ousar”. Risco é uma opção, e não um vaticínio, isto é, deve ser entendido como uma escolha de tomar ou não maior exposição, e não como o destino, em que você invariavelmente é impelido a aceitar os eventos.

2.2.2 Teoria do Risco

O mundo em que vivemos está mudando, e sempre esteve, basta observar no início deste capítulo que a evolução do conceito de risco esteve sempre ligado ao progresso da humanidade. Infelizmente não sabemos o quanto essas mudanças irão nos afetar. Quando usamos a palavra “Risco”, ela captura tanto os efeitos das mudanças quanto nossa capacidade de predizê-la, isto é, a “variabilidade” e a “incerteza” inerentes à mudança.

Isso significa que quando nosso conhecimento e entendimento das causas e do impacto das mudanças aumenta, o risco enfrentado diminui. Mas nem todo

conhecimento irá remover a totalidade dos riscos. Alguns riscos são inerentes ao negócio. A cuidadosa seleção dos riscos aos quais está exposta é parte da “*core competency*” de qualquer empresa. Aceitar esses riscos como parte do negócio é um importante passo no sentido de gerenciá-los.

2.2.3 Definindo Riscos

Risco de um projeto ou de uma organização pode ser definido como a chance de que um evento ou condição venha a ocorrer e tenha um efeito negativo sobre um objetivo do projeto ou de um processo da organização. Assim, podemos distinguir duas componentes primárias do risco: A possibilidade de ocorrência do evento que irá afetar a organização (chance) e as conseqüências desta ocorrência sobre os objetivos da organização (impacto).

Além disso, todo risco possui uma causa, também chamada fator de risco e, se o risco se materializar, também possui uma conseqüência. Por exemplo, a escolha de funcionários para desempenhar uma tarefa tem como risco a não execução, no prazo, qualidade e custo especificados. A causa pode ser a seleção de funcionários pouco experientes e, a conseqüência, multas pela não entrega no prazo e mesmo atraso do projeto final, do qual aquela tarefa faz parte.

2.3 Gestão de Riscos

FADIGAS(1999) ressalta que riscos de projetos têm sido enfrentados por engenheiros através da FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) e da Confiabilidade. A Análise do Modo e Efeito de Falhas (FMEA) começou a ser utilizada no final da década de 50 e tem como finalidade a análise crítica de projetos de produto (FMEA de produto) e de processo (FMEA de processo).

O objetivo da FMEA¹ pode ser definido da seguinte forma:

“O objetivo de uma FMEA é identificar todos os modos de falha em potencial dentro de um projeto (de produto ou de processo), todas as possibilidades de falhas catastróficas e críticas, de tal maneira que elas possam ser eliminadas ou minimizadas através da correção do projeto, o mais cedo possível.”

Ainda segundo Fadigas (1999), a Gestão de Riscos pode ser definida como a identificação, avaliação e resposta aos riscos da organização (ou do projeto), de modo sistemático durante toda a vida (do projeto) da organização, atendendo, na melhor forma possível, os interesses de seus objetivos. Ela procura minimizar a possibilidade e as consequências dos riscos adversos aos objetivos da organização. A gestão de riscos consiste dos seguintes processos:

- 1- Planejamento da Gestão de Riscos: decidindo como os riscos serão abordados;
- 2- Identificação do Risco;
- 3- Avaliação do Risco: execução de uma análise qualitativa dos riscos para avaliar seus efeitos nos objetivos e priorizá-los. Pode ser seguida, ou não, de uma análise quantitativa – medição da probabilidade e impacto dos riscos.
- 4- Planejamento da resposta ao Risco: elaboração e implementação de procedimentos e técnicas para reduzir as ameaças aos objetivos e para reforçar oportunidades. É importante ressaltar nesse momento que respostas significam controles preventivos, que atuam antes da materialização do risco, ou seja, antes da ocorrência do evento. Existem também controles reativos, ou contingências, que atuam após a ocorrência dos eventos, como, por exemplo, a recuperação por seguros;

¹ O conceito da Análise de Modo e Efeito de Falhas será melhor explorado quando explicarmos as técnicas qualitativas de análise de risco, no capítulo 4.

- 5- Monitoração e controle do Risco: monitoração dos riscos residuais, identificação de novos riscos, execução de planos de redução dos riscos, e avaliação de sua eficácia durante todo o ciclo de vida do projeto;

A gestão de riscos sofre variações de acordo com a indústria considerada. Neste trabalho, o foco será dado no setor financeiro, que apresenta sua gestão de riscos bastante ativa, em função da sua forte regulamentação. As particularidades desse setor serão analisadas nos próximos itens deste capítulo.

2.4 Tipos de Risco

Segundo autores como SECURATO (1996), DUARTE JÚNIOR (1996) e JORION (1997), as empresas estão sujeitas a três tipos de riscos: de Negócio, Estratégico e Financeiros. Segue definição desses riscos:

- **Risco de Negócio**: é aquele que a empresa assume deliberadamente para criar vantagem competitiva e agregar valor para os acionistas. Está diretamente relacionado ao mercado de atuação e envolve principalmente inovação tecnológica, projeto do produto e marketing;
- **Risco Estratégico**: é resultante de alterações profundas no cenário político-econômico, desviando a economia e o mercado para direções fundamentalmente distintas das previstas pela estratégia da empresa. Esse tipo de risco, de difícil combate, pode ser amenizado pela diversificação de produtos e de mercados.
- **Risco Financeiro**: se refere a possíveis perdas, de várias naturezas, no mercado financeiro. A exposição a este tipo de risco pode ser controlada, permitindo que seja cuidadosamente medida e que se possa planejá-las em função de inevitáveis movimentos adversos de mercado.

A gestão de riscos financeiros, assim como as principais variações desse tipo de risco serão melhor discutidas em seguida.

2.4.1 Gestão de Riscos Financeiros

Sistemas de controle e de gestão de riscos em instituições financeiras são essenciais para prevenir perdas e proteger o capital. As dimensões do risco dos produtos financeiros e de estratégias de negócios devem ser completamente entendidos, monitorados e controlados pela gerência de riscos da instituição. Os níveis de risco que uma instituição financeira deve assumir, através de linhas de negócios em mercados de capitais de uma maneira geral, devem ser determinados pela tolerância e "apetite" ao risco estabelecidos pela empresa e pela habilidade dos seus gestores de risco em efetivamente lidar com essas operações e com as posições de capital da instituição.

Para os mercados de capitais e para as atividades de negócios, risco pode ser definido como a perda em potencial em um instrumento, carteira ou atividade de negócio. Geralmente, os riscos se referem ao impacto de algum evento sobre o valor financeiro e a receita provenientes do instrumento, da atividade ou da carteira correspondente. Gerenciamento, controle ou gestão de riscos é o processo pelo qual gestores identificam, calculam, monitoram e controlam todos os riscos associados às atividades de uma instituição financeira.

A crescente complexidade da indústria financeira e o escopo dos instrumentos financeiros fizeram com que o gerenciamento de risco fosse uma atividade mais complexa de ser realizada e de ser avaliada. Uma instituição deve possuir um sistema de riscos integrado, que agregue todas as atividades de negócios da instituição. Além disso, as metodologias de gerenciamento de risco disponíveis no mercado e o escopo dos negócios estão em constante e contínua evolução, tornando a gestão dos riscos um processo cada vez mais dinâmico. O sistema de

gerenciamento de risco deve estar sempre apto a agregar, identificar e controlar todos e quaisquer riscos colocados pelo mercado de capitais e atividades de negócio e devem ter impacto significativo na política de alocação de capital e de ativos da instituição.

Segue uma descrição dos diferentes tipos de riscos:

- **Risco de Mercado:** é o risco de que o valor de um instrumento financeiro ou uma carteira de instrumentos sofra alteração como resultado de uma mudança nas condições de mercado (por exemplo, na taxa de juros);
- **Risco de Liquidez de *Funding* (Financiamento):** refere-se à habilidade ou à capacidade de encontrar facilidades de financiamento ou de re-investimento, dificuldades que aparecem devido ao descasamento de fluxos de caixa;
- **Risco de Liquidez de Mercado:** refere-se ao risco de se tornar incapaz de liquidar posições em aberto rápido o suficiente e em quantidades suficientes a preços razoáveis para evitar impactos financeiros adversos;
- **Risco de Crédito de Contra-parte:** é o risco que a contra-parte de uma transação falhe com o cumprimento dos termos e condições de um contrato ou acordo, assim causando ao detentor da reclamação (reclamante) uma perda no fluxo de caixa ou no valor de mercado;
- **Risco de Crédito de *Settlement/Clearing* (Liquidação):** risco da contra-parte que recebeu um pagamento ou remessa de ativos/bens falhar no momento da entrega dos ativos/bens ou do pagamento acordado. Pode-se considerar, ainda, risco que dificuldades técnicas interrompam a entrega/remessa (*settlement*) apesar da habilidade ou da vontade da contra-parte de pagar/honrar com as obrigações contratuais;

- **Risco Operacional:** Engloba o risco de falhas humanas, de sistemas de gravação, monitoramento ou transmissão de dados/informação em realizar ou contabilizar adequadamente transações ou posições tomadas pela instituição, assim como a exposição a eventos externos ou criminais.
- **Risco Legal:** é o risco que a transação não possa ser consumada por algum impedimento ou barreira legal, tais como: documentação inadequada, proibições regulatórias ou impeditórias sobre alguma parte específica e a incapacidade de forçar legalmente a liquidação da transação e a incapacidade de exercer o direito sobre colaterais no caso de falência da contra-parte;
- **Risco de Reputação ou de Imagem:** risco emergente da opinião pública negativa em relação aos produtos ou atividades da instituição.

A determinação de que se o sistema de risco da instituição financeira pode ou não medir e controlar os riscos é de fundamental importância. Os componentes principais de um processo de gestão de risco correto (saudável) são: técnicas de medida de risco compreensíveis, estrutura detalhada de limites, linhas de conduta e de ação e outros parâmetros usados para a tomada de risco e um sistema de informação forte e robusto para monitorar e reportar claramente e de maneira confiável os riscos. Iremos explorar de maneira bem abrangente o processo de gestão de riscos operacionais nas instituições.

2.4.2 Riscos Operacionais

Risco operacional não é um novo risco. Na verdade, é o primeiro risco que os bancos precisam gerenciar, mesmo antes de fazer um empréstimo ou intermediar uma operação de comércio, por exemplo. Entretanto, a idéia de que risco operacional é uma área, com sua própria estrutura de gerenciamento, ferramentas e processos, assim como risco de crédito e mercado tem sido tratados há pelo menos uma década, é recente. As instituições financeiras gerenciavam seus riscos operacionais através da manutenção de uma cultura de controles, diariamente, em cada unidade de negócio, com o suporte de áreas como auditoria interna, *Compliance* e Controles Internos. Segundo pesquisa promovida pela Associação dos Bancos Britânicos (BBA), a criação e divulgação de “*Best Practices*” ainda é a abordagem mais adotada pela maioria dos bancos nas suas práticas de gestão de riscos.

Apenas nos últimos cinco anos os bancos começaram a desenvolver funções exclusivamente voltadas para o desenvolvimento de uma linguagem comum de gerenciamento de risco, políticas e ferramentas de avaliação e mensuração. Esse esforço permitiu a convergência para uma definição bastante geral de risco operacional, que as organizações procuram adaptar segundo suas necessidades. Essa definição pode ser expressa da seguinte forma: “Risco operacional é o risco de perda resultante de processos, pessoas ou sistemas falhos ou inadequados ou devido a eventos externos.”. Uma possível moldura para representar a inter-relação entre todas as partes que compõem a gestão de riscos foi sugerida na pesquisa promovida pela BBA (Associação dos Bancos Britânicos) e está transcrita abaixo:



Figura 2.1: Moldura de gestão de risco integrada

Adaptado da *Operational Risk Management Survey*

Na Moldura de Gestão de Risco Integrada, podemos distinguir os seguintes componentes:

Estratégia: a gestão de riscos começa com uma visão geral das estratégias e objetivos da organização e as metas das diversas linhas de negócio, produtos e gestores. É no nível estratégico que se define o “apetite ao risco” da instituição, ou seja, a priorização dos riscos e os limites de exposição.

Políticas de Risco: Comunicação formal à organização a abordagem e da importância do gerenciamento de risco. Políticas geralmente incluem a definição de risco operacional a ser adotada, abordagens, responsabilidades e diretrizes gerais;

Processo de Gestão de Riscos: Estabelece os procedimentos gerais para a gestão de riscos operacionais; Devem incluir mapeamento de riscos, fatores ou causas e efeitos (perdas);

Controles: definição de controles internos e estratégias de mitigação de risco como seguros, para riscos já identificados;

Avaliação: programas para garantir que os controles e políticas estão sendo seguidos e determinam o nível de severidade. Pode incluir fluxo de processos e sistemáticas de auto-avaliação;

Mensuração: Uma combinação de medidas financeiras e não financeiras, indicadores de risco e capital econômico para suportar o atual nível de risco;

Reporte: Informação para a alta gestão, visando aumentar a consciência dos riscos e priorizar recursos;

Mitigação de Risco: são controles ou programas especialmente projetados para reduzir a exposição, frequência ou severidade de um evento, eliminar ou transferir o risco (seguros). Deve haver a diferenciação entre respostas, que são controles capazes de minimizar riscos e planos de contingência, que atuam após a materialização do risco;

Gestão de operações: Gestão de riscos que ocorre nas próprias linhas de frente e retaguarda da organização.

Cultura Organizacional: em risco operacional, aspectos culturais como comunicação, claro entendimento dos objetivos e treinamento.

Gerenciar os riscos operacionais de uma instituição financeira tem se tornado uma das características fundamentais de uma prática saudável de gestão de riscos em instituições financeiras no mercado globalizado. Principalmente, depois da publicação das emendas ao acordo do Comitê da *Basiléia* (*Basle Committee on Banking Supervision 1st Report - 1988 Accord - G10 Group - Bank of International Settlements, Basel - Switzerland, www.bis.org*): emenda de junho de 1999 sobre uma novo perfil para a adequação de capital (*A New Capital Adequacy Framework, Consultative Paper - Basel Committee on Banking Supervision*) e o relatório de setembro de 1998 sobre gerenciamento de risco operacional (*Operational Risk Management - Basel Committee on Banking Supervision*).

Medir o risco operacional requer tanto uma estimativa da probabilidade de um evento de perda operacional ocorrer e o tamanho em potencial da perda. Muitas aproximações feitas até o momento confiam, até certo ponto, nos fatores de risco que fornecem alguma indicação da possibilidade de um evento de perda operacional aconteça. Os fatores de risco são geralmente quantitativos, mas podem ser estimados a partir da avaliação subjetiva. Sempre que possível, os fatores de risco poderiam estar relacionados com a experiência de perda histórica para que surja uma metodologia compreensível e de linguagem acessível. Poucas instituições começaram a coletar e armazenar dados de suas experiências com perdas operacionais. Estimar uma distribuição de perdas históricas também pode requerer dados de várias firmas, a fim de capturar eventos de baixa probabilidade e de alto custo para a organização.

Capítulo 3

O Acordo da Basiléia

Histórico, escopo e a regulamentação da gestão de riscos operacionais.

3.1 Introdução

Em 5 de julho de 1991, os supervisores bancários da Grã-Bretanha e outros 60 países fecharam as agências do Banco Internacional de Crédito e Comércio (BCCI), uma instituição baseada em Luxemburgo. Nas semanas seguintes, tornou-se pública a história de um banco no centro de uma rede internacional de crimes, espionagem e intriga. Muitas foram as lições aprendidas do escândalo BCCI, mas nenhuma tão importante quanto a necessidade de uma grande regulamentação para instituições bancárias internacionais.

Iremos explorar neste capítulo as principais iniciativas regulatórias que atingiram o setor financeiro, de um modo geral e, em seguida, mais focado na regulamentação de riscos operacionais. Serão apresentados os principais critérios qualitativos e quantitativos aos quais os bancos estão submetidos e discutir a questão da alocação de capital. As normas regulatórias são essenciais no nosso trabalho, pois elas irão orientar e validar o desenvolvimento dos modelos qualitativos e quantitativos que serão abordados nos próximos capítulos.

3.2 Histórico – O Acordo da Basiléia

Apesar de outros casos tão graves quanto o do BCCI¹ ainda terem ocorrido, os supervisores bancários fizeram um enorme progresso na coordenação de políticas regulatórias, e, há 13 anos, alcançaram um acordo financeiro de amplitude mundial. O acordo da Basiléia, concluído em 15 de julho de 1988, pelos bancos centrais dos países do Grupo dos 10 (G-10), resultaria na “convergência

¹ O exemplo mais frequentemente citado de abalo no sistema financeiro por erros humanos e falta de controles é o do Barings, em 1996, que resultou na quebra do centenário banco inglês.

internacional de supervisão regulatória governando a adequação de capital de bancos internacionais” (Comitê da Basileia, 1988).

Banqueiros, supervisores bancários, e observadores das negociações concluíram que o acordo tinha duas razões principais: Em primeiro lugar, apesar de muitos bancos centrais terem expressado preocupações com relação a à erosão de níveis de capital em bancos comerciais, as definições do que realmente constituiria capital bancário e quanto capital deveria ser aportado não estavam claras. E segundo lugar, diferenças nacionais nos requerimentos de adequação de capital estavam sendo exploradas como uma vantagem competitiva no mercado financeiro, pois, considerando-se as outras variáveis do mercado relativamente iguais, bancos com a necessidade de capital regulatório menor podem cobrar menos pelos seus serviços e ainda dar aos seus acionistas um retorno maior. Assim, um acordo comum precisava ser criado para estabelecer critérios e mesmo punições em casos de descumprimento.

Muitas críticas legítimas do Acordo da Basileia devem ser consideradas, como o forte incentivo dado aos bancos para adquirirem papéis do governo, que receberam baixa classificação de risco e, conseqüentemente exigiam menor alocação de capital. Por outro lado, não havia distinção entre o total de capital a ser alocado para “bons” ou “maus” empréstimos, sendo que nos dois casos deveria ser alocado o mesmo nível de capital para suportar eventuais “calotes”. Os bancos estariam tentados a entrar em negócios mais arriscados, com taxas de retorno mais altas, para compensar o custo do capital alocado.

As vantagens e desvantagens competitivas trazidas pelas novas regras jamais seriam concretizadas se o capital regulatório não se tornasse obrigatório, com punições claras. Em 1988 foi introduzido o sistema de medida de capital conhecido como Acordo da Basileia, que instituiu uma moldura de medida para o risco de crédito. Desde 1988 essa moldura tem sido progressivamente utilizada, não apenas nos países membros, mas em quase todos os bancos internacionais

do mundo. Basicamente, o acordo de 1988 institui uma abordagem padrão para alocação de capital para risco de crédito, que correspondia a cerca de 8% de todo o capital próprio da instituição. Isso significava que para cada 100 unidades monetárias (u.m). negociadas pelos bancos, 8 u.m. deveriam ser capital dos acionistas do grupo.

3.3 Risco Operacional e as Normas Regulatórias

Risco operacional também não é novo para entidades regulatórias. Na verdade tem sido enfrentado através do desenvolvimento de normas para garantir a manutenção de rigorosos sistemas e controles internos, assim como diretrizes que os bancos devem cumprir. Em junho de 1999 o comitê substituiu o acordo de 1988, que tratava principalmente da cobertura de empréstimos, pela Nova Moldura para Adequação de Capital, explicitando o gerenciamento de risco operacional, além dos outros riscos. Essa moldura consiste de três pilares:

- **Requerimento de capital mínimo**: que visa refinar as regras de alocação de capital estabelecidas desde o acordo de 1988;
- **Revisão supervisora**: principalmente na avaliação de processos internos das instituições e adequação de capital;
- **Disciplina do mercado**: fortalecida através da exigência de clareza nas transações e valores refletidos nos balanços contábeis.

Um segundo documento consultativo (CP2), levando em conta comentários realizados pelos membros da indústria e incorporando novos trabalhos realizados pelo comitê foi apresentado em 2001, introduzindo a nova moldura de riscos que entrará em vigor a partir de 2004. Nesse novo documento, várias alterações foram feitas no que se refere ao conceito de risco e nas abordagens que serão utilizadas para medi-lo.

Segundo a revisão do comitê, risco operacional foi definido como "o risco de perdas diretas resultantes de processos internos pessoas e sistemas falhos ou inadequados ou de eventos externos". Essa definição inclui risco legal. Perdas indiretas decorrentes de riscos operacionais, risco estratégico e reputacional, entretanto, estão excluídos para fins de alocação de capital

Uma outra distinção importante foi feita entre Causas de Riscos Operacionais, ou seja, situações que levam ao incremento do risco, Eventos, que podem ser de fato medidos, ou seja, a materialização dos riscos, e os Efeitos dos eventos sobre a organização, principalmente perdas financeiras. Quando consideramos a gestão de riscos, devemos ter em mente esses três fatores. Causas de risco, entretanto, dificilmente são passíveis de quantificação, ficando restritas à análise qualitativa. Na análise quantitativa iremos explorar tanto os eventos quanto a perda associada.

Os principais critérios segundo os quais a gestão de riscos operacionais de uma instituição será avaliada são:

- ♦ Ter um controle de riscos independentes e auditoria, incluindo o gerenciamento independente de risco operacional;
- ♦ Usar efetivamente o sistema de reporte de risco;
- ♦ Envolvimento do corpo diretivo;
- ♦ Documentação apropriada dos sistemas de gestão de risco;

Em termos quantitativos é exigido:

- ♦ Um sistema apropriado de risco (base de dados), tanto para fornecer tanto os dados necessários para o cálculo do capital, quanto para gerenciamento e modelagem dessas informações. A base deverá conter pelo menos 3 anos de perdas antes da validação, que ocorrerá no final de 1994.
- ♦ Capital mínimo para suportar eventos operacionais.

Iremos discutir a partir de agora alguns desses requisitos, focando na questão do capital regulatório e seu impacto nas linha de negócio da empresa.

3.3.1 Padrões Qualitativos

Três conjunto de diretrizes têm sido utilizadas pelos administradores financeiros:

Diretrizes do setor para boas práticas de operações: as principais práticas difundidas nessas diretrizes e que foram de fato implementadas referem-se à segregação de funções entre a linha de frente (*front-office*) e a retaguarda (*back-office*), gestão independente de riscos, auditorias periódicas, sistema de informações gerencias (MIS) e integração de riscos de toda a empresa.

Diretrizes para controles internos: Define alguns elementos que deverão ser incorporados pelas organizações nos seus controles internos, como a avaliação de riscos por processos, disseminação da cultura de controles, informação e comunicação efetivas e flexibilização das operações, que devem sempre ser monitoradas.

Diretrizes para a qualidade dos processos e recursos: Tradicionalmente restrita à empresas manufatureiras, o TQM, definido pela ISO como “abordagem gerencial de uma organização centrada na qualidade, baseada na participação de todos os seus membros e visando um sucesso de longo prazo, através da satisfação do cliente, e benefício de todos os membros da organização e da sociedade”, tem atingido cada vez mais bancos de varejo e seguradoras. As diretrizes para a qualidade dos processos e recursos são baseadas na definição do TQM e têm sido implementadas principalmente através de listas de verificação e molduras para processos e criação de produtos.

3.3.2 Diretrizes Quantitativas

As duas principais preocupações das entidades regulatórias está na criação de bases, capazes de suportar perdas operacionais e agregar os riscos das diferentes linhas de negócio, e na alocação capital para suportar essas perdas. A questão da base será analisada no capítulo 6, onde explicaremos a abordagem qualitativa.

Nosso foco, portanto, será a questão da alocação de capital. O CP2 (Documento Consultativo número 2), apresenta três abordagens para cálculo de capital, com diferentes níveis de complexidade:

Abordagem do Indicador Básico: Bancos que adotarão o indicador básico terão que alocar capital para risco operacional baseados em um indicador simples de volume de negócio, isto é, um indicador de exposição, por exemplo, a receita bruta da instituição. As entidades supervisoras irão definir uma porcentagem desse valor, que deverá ser alocada para cobrir os riscos operacionais. Essa deverá ser a abordagem em que os níveis de capital deverão ser mais altos, ou seja, representa uma “punição” para organizações que não desenvolveram uma sistema de gerenciamento de riscos.

Abordagem Padrão: Pela abordagem padrão, os bancos serão divididos em 8 linhas de negócio. Para cada linha de negócio, será definido um indicador de exposição, que será multiplicado por um fator, definido pelos supervisores. Este fator dependerá de um estudo realizado para cada uma das linhas, considerando-se a performance das organizações nessas linhas. Essa abordagem, assim como a do Indicador Básico, tem caráter bastante punitivo, pois a porcentagem será a mesma para todas as instituições, independente da existência ou não de controles.

Abordagens de Mensuração Avançada (AMA): A AMA é o reconhecimento por parte da Basileia das abordagens quantitativas que estão sendo desenvolvidas por diversas instituições financeiras, baseadas nas próprias perdas sofridas por essas instituições. O nível de alocação de capital mínimo, que espera-se que seja obtido através da AMA, é de 75% do valor que deveria ser alocado segundo a Abordagem Padrão. O CP2 não restringe a AMA a nenhuma das técnicas já desenvolvidas de mensuração de risco, como por exemplo, o Modelo de Perdas, que será utilizado nesse trabalho. Cada abordagem será analisada caso a caso pelo Comitê, sendo que no CP2 apenas são sugeridas algumas técnicas já validadas. A AMA deixa de ser uma abordagem baseada no volume, o que significa que organizações com grande volume, mas com bons controles, não serão punidas pelo seu tamanho.

Grande parte das organizações provavelmente serão inseridas na Abordagem Padrão. O objetivo do AAB é ser aceito na AMA, o que representa uma considerável economia de capital, tendo em vista seu volume de negócio. Esse trabalho é o primeiro esforço no sentido de desenvolver um método de mensuração para a organização, baseado nos Modelos de Perdas, já explorados pelas empresas de Seguros. O prazo final para desenvolver e validar nosso modelo é 2004, com pelo menos três anos de dados de perdas coletados e modelados.

Não pretendemos incluir no nosso modelo valores de perdas obtidos a partir de avaliações subjetivas e mesmo eventos externos, pois dificilmente modelos baseados nessas estimativas seriam validados pelo Comitê da Basileia no atual estágio de desenvolvimento desses modelos. Espera-se que, no futuro, esse assunto seja abordado pelo Comitê e uma nova forma de incluir outros tipos de estimativas (que não as obtidas através de dados históricos) possam ser citadas e validadas.

Capítulo 4

Análise Qualitativa: Identificando Riscos Operacionais

Descrição do método de levantamento de riscos, causas e consequências e sua priorização.

4.1 Introdução

No capítulo anterior discutimos alguns dos requisitos que devem ser cumpridos pelas instituições financeiras para que sua gestão de riscos seja validada pelo Comitê da Basileia. Esses requisitos são de natureza tanto qualitativa quanto quantitativa. Iremos resumir todos os requisitos em dois tipos de análises distintas: a análise qualitativa, dos fatores ou causas que alimentam o risco, que será discutido nesse capítulo, e análise quantitativa, de perdas, que será discutido no capítulo seguinte.

Não é difícil concluir que as análises quantitativa e qualitativa são complementares, sendo que o papel da análise qualitativa é identificar riscos e perdas, enquanto a análise quantitativa avalia os riscos. É comum que a junção desses dois processos seja chamada genericamente "Análise de Risco", ou seja, ela se inicia na identificação do risco, passando pela sua avaliação, até a tomada de decisão, que pode incluir ou não a alocação de capital, se essa for uma exigência regulatória da indústria considerada, chegando até a comunicação aos *stakeholders*.

Apenas para facilitar nosso estudo, iremos dedicar esse capítulo apenas aos aspectos qualitativos e semi-quantitativos da análise de risco segundo o AAB, chamada RSA (Auto-avaliação de Riscos), que nada mais é do que o processo de identificação de riscos e fatores, classificação desses riscos segundo a moldura institucional e uma etapa de priorização desses riscos conforme seu impacto na organização. O RSA guarda uma estreita semelhança com uma técnica bastante conhecida pelos engenheiros, a chamada Análise de Modo e Efeito de Falhas (FMEA), que também será explorada neste capítulo.

Antes, porém, de apresentarmos as etapas que constituirão nosso modelo qualitativo, vamos discutir um pouco sua aplicabilidade, vantagens e

desvantagens da sua utilização. Toda a análise quantitativa, que chamamos de modelagem de perdas, será feita no capítulo seguinte.

4.2 Vantagens e desvantagens

A relevância dos modelos qualitativos pode ser entendida sob duas óticas distintas: para o gestor das unidades onde os riscos foram identificados, a análise qualitativa será utilizada no processo de gerenciamento internos dos riscos. Para a área de Riscos Operacionais, os dados qualitativos são importantes em duas situações:

- **Insuficiência de dados**: nem sempre as bases de perdas históricas cobrem todos os eventos da organização, seja pela deficiência da fonte de dados, geralmente os sistemas contábeis, seja pelo pequeno histórico (um ou dois anos) das informações.
- **Mudanças significativas de cenário**: bases de dados históricos internas pressupõem que os fatores de risco e mesmo a exposição da organização aos riscos seja constante no tempo. Isso nem sempre é verdade. Uma fusão, por exemplo, traz consigo novos fatores de risco, além de ampliar consideravelmente a base de clientes e o número de transações (exposição).

Além disso, modelos qualitativos são muito importantes quando consideramos eventos com grande impacto indireto, mas cujo impacto financeiro direto não é tão relevante. São os eventos relacionados a riscos de Tecnologia e Recursos Humanos, por exemplo. No caso de tecnologia, as perdas diretas referem-se a danos a ativos, como equipamentos de informática, ou ao custo de re-trabalho de analistas. As perdas indiretas, entretanto, atingem proporções muito maiores, como perda de dados, sistemas fora do ar, etc. Quando consideramos danos a um

servidor, o perda direta pela necessidade de substituição de alguma peça é de R\$20.000,00. A perda da compensação nacional de cheques, pela indisponibilidade parcial das informações contidas nesse servidor podem chegar a R\$20.000.000,00.

O mesmo ocorre nos eventos relacionados a Recursos Humanos. Um exemplo recente foi o prejuízo causado pelos ataques terroristas ao *World Trade Center*, em Nova Iorque, em setembro último. Os prejuízos, incluindo gastos para a reconstrução de um memorial no local do atentado foram estimados em US\$40 bi. Alguém ousaria estimar a perda decorrente da morte das vítimas do atentado?

Assim, os modelos qualitativos serão utilizados para a avaliação de riscos que vão além das perdas diretas, em situações complexas. A principal ferramenta da análise qualitativa de riscos é a Auto-avaliação de Riscos Operacionais (RSA), que pode ser definida como um processo estruturado no qual gestores e participantes dos processos identificam e avaliam seus próprios riscos, segundo a chance de ocorrência de um evento e o impacto, dado que ocorreu o evento. O RSA, assim como o FMEA, relaciona os tipos de falhas (eventos) com seus efeitos, as causas do tipo de falha, os riscos de ocorrerem falhas e os mecanismos atuais para prevenção da ocorrência. Existe apenas uma distinção entre os focos das duas abordagens: no caso do RSA, o foco está na causa dos riscos, isto é, as situações que contribuem para o aumento do risco, enquanto no FMEA o foco está nos eventos que podem ocorrer, isto é, a materialização do risco.

A maior crítica às técnicas qualitativas está na dificuldade de testar os resultados, ou seja, compará-los com dados e situações do passado. A técnica de análise qualitativa que será apresentada neste capítulo, isto é, Auto-avaliação de Riscos, tem sido a ferramenta melhor aceita, inclusive por instituições reguladoras, como o *Federal Reserv Bank*, dos EUA, para a gestão de Riscos Operacionais, pois promove, junto aos gestores, a conscientização dos riscos existentes em cada

processo, ou seja, é adequada tanto para a área de Riscos Operacionais, quanto para as unidades onde aparecem os riscos.

4.3 A Auto-avaliação de Riscos Operacionais

Como já foi dito anteriormente, o modelo mais frequentemente utilizado pelas instituições financeiras tem sido a Auto-avaliação de Riscos (RSA), também chamado Auto-avaliação de Controles de Riscos (CRSA). A premissa básica da auto-avaliação é que os responsáveis pelo processo são aqueles que melhor conhece seus riscos, e, portanto, são capazes de avaliar a chance e o impacto do evento ocorrer.

A Auto-avaliação pode ser realizada através de questionários ou entrevistas, sendo que os prós e os contras da utilização de uma dessas técnicas aparece abaixo:

Recursos	Pontos Fortes	Pontos fracos
Questionários	Rapidamente respondido; Não demanda entrevistador; Customização para diferentes funções.	Pouco abrangente; Ênfase maior dada a procedimentos operacionais e não à riscos/controles, adquirindo caráter de auditoria.
Entrevistas	Mais detalhada; Promove conscientização de conceitos de Riscos, Fatores de Risco e Controles.	Dificuldades para tabulação/comparação de resultados.

Tabela 4.1: Levantamento de Riscos através de questionários e entrevistas.

Elaborado pelo autor.

Após o levantamento dos riscos (através de questionários ou entrevistas), deve ser feita uma avaliação dos riscos segundo a chance de ocorrência e o impacto de cada eventos. Em geral, essa avaliação é feita em um *workshop*, quando todos os participantes discutem, avaliam e propõem controles para fatores e riscos identificados.

A descrição completa de um RSA no Abn Amro Bank aparece no esquema abaixo:

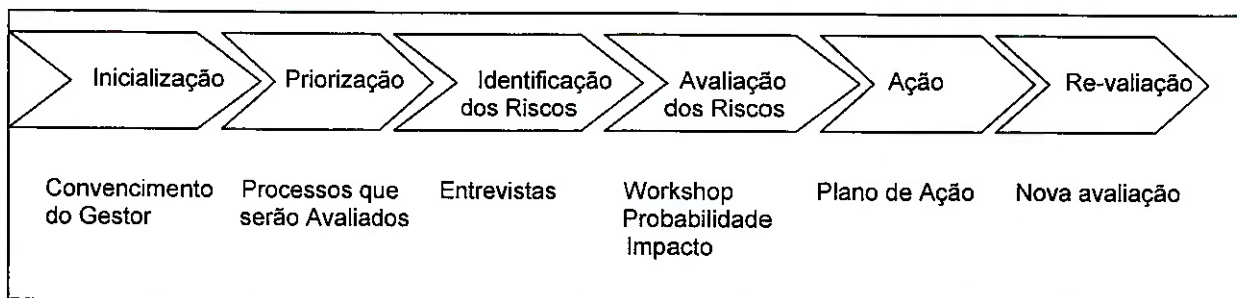


Figura 4.1: Etapas da Auto-avaliação de Riscos.

Transcrito do "*The Risk Self-Assessment Toolkit*", AAB, 2000.

No esquema acima estão todas as etapas do RSA. Essas etapas são análogas aos componentes da FMEA, como pode ser observado no quadro abaixo:

FMEA	Descrição	RSA
Função	Descrição concisa da tarefa que o processo/item do produto deve desempenhar.	É o objetivo do processo, levantado durante a entrevista.
Tipo (modo) de Falha	Descrição da maneira pela qual o item pode falhar.	Tipo de evento que pode ocorrer e exemplos de ocorrência.
Efeito da Falha	É a consequência da ocorrência da falha. Pode ser local ou global.	Consequência do risco.
Causa da Falha	Descrição simples e concisa das causas que podem das origem ao tipo de falha considerado.	Causa ou fator de risco.

FMEA	Descrição	RSA
Controles Atuais	Medidas de controle existentes que objetivam prevenir a ocorrência ou detectar a falha, antes que ela atinja o cliente.	Controles existentes.
Índice de Ocorrência (O)	É definido em função da estimativa da probabilidade de ocorrência de uma causa de falha e dela resultar a falha, dentro de um intervalo de tempo especificado.	Probabilidade de ocorrência do evento (ou sua frequência, representado por P).
Índice de Gravidade (G)	Deve refletir a avaliação das conseqüências que o cliente sofre, assumindo-se que a falha ocorreu.	Impacto, dado que ocorreu o evento (I).
Índice de Detecção (D)	Assumindo a ocorrência da falha, é a probabilidade de detecção antes do produto chegar ao cliente.	Está incluso no item controles.
Índice de Risco (I)	É calculado pelo produto dos três índices, isto é, $I = O \cdot G \cdot D$, utilizado na priorização da tomada de ação.	É chamada de criticidade. É calculada a partir do produto cartesiano de $(P \times I)$

Tabela 4.2: Comparação entre FMEA e RSA.

Elaborado pelo autor.

Dois resultados são particularmente interessantes na Auto-avaliação de Riscos. O primeiro é a relação entre a frequência e o impacto dos eventos, também chamada criticidade, que aparece na tabela acima. O segundo é o que relaciona criticidade com os controles atuantes. Esses dois resultados são exemplificados nos exemplos abaixo:

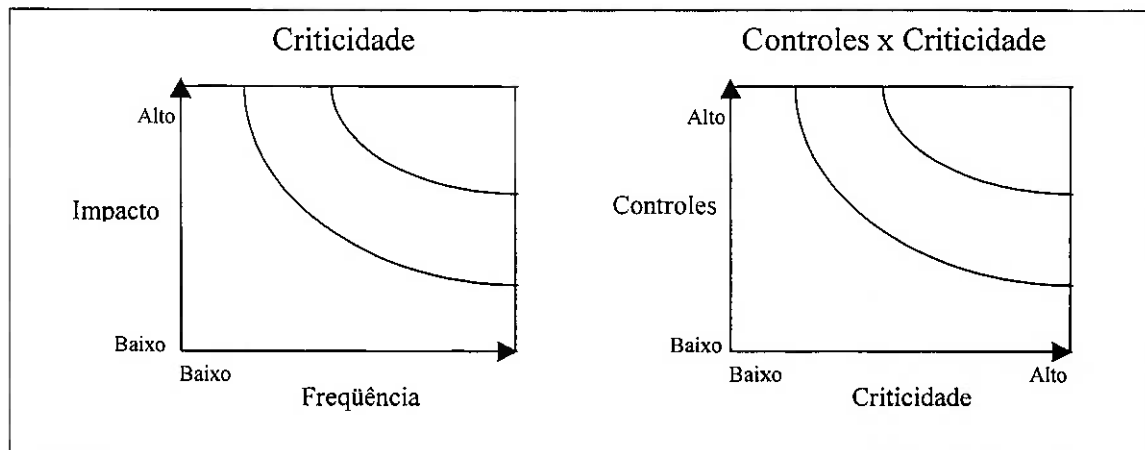


Figura 4.2: Resultados obtidos do RSA.

Adaptado de *Mastering and Applying Op Risk Quantification Methods*.

Iremos detalhar abaixo as principais fases do RSA, ou seja, a identificação e classificação dos riscos e o processo de avaliação e priorização.

4.4 Identificação dos riscos

A identificação é o primeiro passo na análise completa dos riscos. A identificação deve incluir os objetivos da unidade, os riscos que podem afetar negativamente esses objetivos, os fatores de risco, ou seja, causas para esses riscos e suas possíveis consequências (eventos). Os controles para o risco também podem ser levantados durante a etapa de identificação. Apenas a avaliação dos riscos e controles será feita posteriormente, durante o *workshop*. No caso de riscos operacionais, a identificação deve ser realizada por aqueles que atuam diretamente no processo em que o fator de risco aparece.

Tanto durante a identificação quanto na avaliação dos riscos, que sucede a identificação, é extremamente importante que a organização tenha um ambiente

em que preocupações e dúvidas possam ser discutidas abertamente. Além disso, deve estar claro o conceito de risco, para evitar a confusão entre os conceitos de causas, riscos e consequências.

O resultado final da identificação deve ser validado e avaliado durante o workshop. Antes, entretanto, os riscos operacionais serão classificados em sub-categorias, segundo a política de riscos corporativa. No AAB, as subcategorias de riscos operacionais são: organizacional, recursos humanos, tecnologia, procedimentos, eventos externos e eventos criminais. Os riscos, fatores, consequências e controles, organizados segundo as sub-categorias, irão compor a moldura de riscos da unidade, que será avaliada durante o *workshop*.

4.4.1 Molduras de risco

Uma vez completas, as molduras de risco provêm uma série de riscos, organizados por subcategoria, que são coerentes com a organização (poderia ser um projeto ou produto) sob consideração. Em geral as molduras são listas, sendo que várias listas podem ser utilizadas, para aumentar a chance de que todos os riscos sejam avaliados. Quando o histórico de riscos e eventos já é suficiente, as listas devem ser utilizadas para auxiliar as pessoas a pensar sobre e identificar os riscos. Algumas vezes diferentes tipos de lista são utilizadas juntas para aumentar a chance de se identificar os riscos que podem estar sendo enfrentados. Por exemplo, na análise de risco de projetos, uma moldura específica pode ser aplicável a cada um dos aspectos (por exemplo legal, comercial, técnico, etc.) ou tarefas envolvidas no projeto (desenvolvimento, construção ou implantação).

O AAB possui uma lista de subcategorias, que são utilizadas para agrupar os riscos nas molduras. São elas:

- **Organizacional**: Risco de ambigüidade ou inadequabilidade da estrutura organizacional adotada pela empresa, destacando-se a pouca clareza no que

concerne à responsabilidade associada a cada uma das funções desempenhadas e à estrutura de governância da organização.

- **Recursos Humanos:** risco resultante da incompetência, questões motivacionais ou de disponibilidade da mão-de-obra.
- **Tecnologia:** risco do sistema possuir controles falhos ou não apresentar performance adequada.
- **Procedimentos:** risco da performance operacional da organização – incluindo todas as funções (linha de frente, retaguarda e suporte) e todos os processos – não suportarem a realização dos objetivos da organização.
- **Eventos Externos:** risco de eventos externos influenciarem negativamente a performance operacional do banco.
- **Eventos Criminais:** Risco de irregularidade que podem interferir nas operações do banco. Isso inclui ações ilegais que causaram ao banco ou aos seus funcionários perdas ou danos.

4.5 Avaliação dos riscos

O estágio da identificação busca definir todos os riscos da instituição, cada qual ameaçando o alcance das metas da organização ou de um projeto específico. É importante, entretanto, que a atenção esteja voltada para os grandes riscos, que representam as maiores ameaças. Para tanto, os riscos devem ser avaliados e priorizados segundo essa avaliação.

A avaliação deverá ser feita sob dois aspectos: a probabilidade- P- de um evento (um evento possível que poderia produzir o impacto negativo no projeto ou na organização) e o impacto(s) que poderia produzir- I- . Vários avaliadores (envolvidos com o risco considerado) deverão descrever separadamente a probabilidade e o impacto, selecionando de um conjunto pré-determinado, frases como: “Nulo”, “Muito Baixo”, “Baixo”, “Médio”, “Alto” e “Muito Alto”, durante um *workshop*, para que também tenham a oportunidade de discutir possíveis mitigadores para aquele risco. Um intervalo de valores de probabilidade e impacto

é associado a cada frase, sendo que a combinação desses dois fatores representa o risco final. A tabela abaixo mostra os valores sugeridos junto à área de tecnologia, durante pesquisa realizada para esse trabalho:

Frase	Probabilidade P
Nulo	Não ocorre
Muito Baixo	Anual
Baixo	Semestral
Médio	Bimestral
Alto	Mensal
Muito Alto	Quinzenal

Frase	Impacto I (R\$)
Nulo	A partir de 0,00
Muito Baixo	1.000,00
Baixo	5.000,00
Médio	10.000,00
Alto	25.000,00
Muito Alto	50.000,00

Tabela 4.3: Classificação da Probabilidade e Impacto dos eventos.

Elaborado pelo autor.

É importante que os intervalos de impacto e frequência sejam padronizados, garantido a comparação entre diversas áreas do banco. Nas empresas, a padronização permite agregar os riscos enfrentados pela organização em amplitude global. No caso de projetos, a padronização permite a análise combinada de riscos de todos os projetos que estão sendo conduzidos pela empresa.

A combinação da probabilidade e do impacto compõe a tabela P-I, oferecendo uma visualização rápida do risco relativo de todos os riscos identificados que permeiam a organização (ou o projeto). Abaixo temos a tabela P-I dos riscos da Diretoria de Tecnologia, numerados de 1 a 4, permitindo a fácil identificação das maiores ameaças enfrentadas por aquela unidade:

Descrição Risco	Causas
A - Má compreensão da estratégia da empresa.	Falta de recursos para a comunicação; Alta gerência não é acessível;
B - Problemas de comunicação com desenvolvedores de produtos.	Falta de metodologia de desenvolvimento do produto; Falta de tempo para detalhar produtos;
C - Tecnologia inadequada para suportar demanda das outras áreas.	Poucos investimentos em novas tecnologias; Analistas desconhecem soluções do mercado;
D - Perda de talentos.	Falta de oportunidades de carreira e de um plano de carreira; Falta de treinamento; Salários não competitivos; Regras e responsabilidades pouco definidas;

Tabela 4.4: Principais riscos apresentados pela Diretoria de Tecnologia;

Adaptado de documentação interna da empresa;

		Probabilidade					
		Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Impacto	Nulo		D				
	Muito baixo					B	
	Baixo						
	Médio				A		
	Alto			C			
	Muito Alto						

Tabela 4.5: Avaliação dos Riscos da Tabela 4.4.

Elaborado pelo autor.

4.5.1 Tipos de Impacto

No caso de projetos, o impacto mais considerado é o atraso no cronograma. Em organizações, considera-se principalmente perdas financeiras. Entretanto, uma análise também deve observar outros efeitos como o aumento do custo do projeto ou a interrupção de negócios. Considera-se ainda outros impactos, mais difíceis de avaliar, como, por exemplo, a qualidade do produto final, impactos sociológicos, danos políticos ou a relevância estratégica do projeto para a organização.

A tabela P-I pode ser construída para combinar os vários tipos de impacto para cada risco. O exemplo abaixo mostra os diversos impactos (atraso (T), custo (\$) e a qualidade do produto (Q)) para um único tipo de risco. A probabilidade de cada impacto não será necessariamente a mesma. Nesse exemplo, a probabilidade do evento ocorrer é alta, assim como o impacto na data e no custo, mas na qualidade, o impacto é baixo.

“Os bancos possuem uma data limite para entrega do balanço contábil do período (geralmente trimestral) ao Banco Central. A não entrega acarreta multa, por dia de atraso. No departamento encarregado de consolidar as informações que comporão o balanço, o seguinte risco foi apontado: “Não dispor das informações necessárias, devido a falhas do sistema que compõem os valores, teve como consequência multas pelo atraso e maior demora na composição do balanço destinado à matriz do banco. Poderia ainda ocorrer perda de informações, o que comprometeria os valores apresentados.”

A tabela abaixo ilustra esse exemplo:

		Probabilidade					
		Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Impacto	Nulo						
	Muito baixo						
	Baixo					T	
	Médio					\$	
	Alto						
	Muito Alto		Q				

Tabela 4.6: Consequências possíveis dos eventos.

Adaptado de VOSE(2000).

Embora conhecer todos os impactos seja extremamente relevante na gestão de riscos, para fins de cálculo de capital iremos nos restringir às perdas financeiras diretas, que afetam o capital do banco. Resgatando o exemplo anterior, a maior demora na entrega do balanço pode impactar negativamente a imagem do banco junto a seus clientes, reduzindo o volume de negócios do banco e afetando o resultado dos períodos seguintes. Esse tipo de perda financeira não é escopo do trabalho, pois não pode ser contornado através de capital acionário, ou seja, reservas de capital não são relevantes para sanar esse problema.

4.6 Priorização

Após a avaliação, deverá ser feita a priorização dos riscos, considerando todos os possíveis impactos. Um método de “*scoring*” pode ser usado para priorizar os riscos, ou seja, um peso é associado a cada frase usada para descrever cada tipo de impacto. O *score* P-I de um risco é então a soma dos pesos para cada tipo de

impacto multiplicado pela probabilidade do risco produzindo aquele tipo de impacto. Essa medida também é conhecida como severidade do risco, dada pela fórmula:

$$S = \sum p_i * s_i,$$

Onde :

p_i = probabilidade ou impacto avaliado

s_i = fator atribuído

A tabela abaixo provê um exemplo do tipo de peso que pode ser associada com cada frase/impacto tipo de combinação.

Frase	Score de Probabilidade	Score de Impacto
Nulo	0	0
Muito Baixo	0.05	0.05
Baixo	0.15	0.1
Médio	0.25	0.2
Alto	0.35	0.4
Muito Alto	0.45	0.8

Tabela 4.7: Pesos associados às probabilidades e impactos.

Adaptado de VOSE (2000).

Usando os pesos acima, o risco de não entrega do balanço contábil, exemplificado no item anterior (avaliação de riscos) receberia o seguinte *escore*:

$$S_{\text{risco}}: (0.35*0.4)+(0.35*0.2)+(0.15*0.05) = 0.22$$

Essa técnica permite comparar diferentes tipos de impacto para determinar os risco mais importantes (isto é, aqueles com o mais alto *score* P-I), permitindo ao

gestor focar seus recursos na redução ou eliminação dos riscos da organização de uma maneira racional e eficiente.

A principal questão da abordagem de “*scoring*” de riscos é a dependência dos pesos atribuídos para cada uma das frases que descreve o impacto do risco. No exemplo da tabela anterior uma escala linear foi utilizada para probabilidade e uma escala logarítmica para o impacto. O principal efeito dessa decisão é a relevância dada a riscos de baixa probabilidade, mas com alto impacto.

Os scores P-I permitem categorizar o risco de acordo com a sua severidade. No regime de “*scoring*” da tabela anterior, por exemplo, um risco de “Alta Severidade” poderia ser definido como tendo um *score* maior que 0.1, um risco de “Média Severidade” como tendo um *score* entre 0.05 e 0.1 e um risco de “Baixa Severidade” como tendo um *score* abaixo de 0.05. A tabela seguinte mostra como isso segrega os riscos mostrados na tabela P-I em três regiões.

		Probabilidade					
		Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Impacto	Nulo	0	0	0	0	0	0
	Muito baixo	0	0.003	0.008	0.013	0.018	0.023
	Baixo	0	0.005	0.015	0.025	0.035	0.045
	Médio	0	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09
	Alto	0	0.02	0.06	0.1	0.14	0.18
	Muito Alto	0	0.04	0.12	0.2	0.28	0.36

	Alta Severidade
	Media Severidade
	Baixa Severidade

Tabela 4.8: Tabela de priorização, segundo a severidade.

Adaptado de VOSE(2000).

O *score* P-I provê uma medida consistente de risco para sua priorização, mas não deve ser usada para definir métricas e análise de tendência de performance. Isto significa que o *score* P-I total para um projeto dá uma indicação dos principais riscos enfrentados pela instituição, mas não deve ser utilizado como cálculo do total de exposição ao risco. Uma solução para se encontrar a real exposição ao risco é a realização de simulações. Tomando-se a média e desvios de frequência e impactos e distribuições adequadas, pode-se simular a exposição dessa instituição. Essa técnica será utilizada na modelagem de perdas no próximo capítulo deste trabalho.

Capítulo 5

Análise Quantitativa: Modelagem de Perdas

Explicação dos Modelos de Perdas Históricas, Subjetivas e Externas.

5.1 Introdução

A gestão de riscos operacionais deve ser tanto qualitativa quanto quantitativa.

Em termos qualitativos, espera-se que a organização identifique e priorize seus riscos, as possíveis causas para esses riscos (também chamados fatores de risco) e também as consequências da materialização desses riscos (eventos). A análise qualitativa de riscos deve ser o mais descentralizada possível, ou seja, deve estar presente em todas as áreas que compõem a instituição. O papel da área de riscos operacionais se restringe a fornecer ferramentas de identificação dos riscos às diversas áreas, consolidar esses riscos em uma única base e reportar aos *stakeholders* os principais riscos enfrentados pela organização. Uma forma sistemática de realizar a identificação, consolidação e relato dos riscos foi explicada no capítulo 4.

O papel da área de riscos operacionais torna-se mais relevante quando consideramos a análise quantitativa de riscos. Embora o termo usual seja *Análise Quantitativa de Risco Operacional*, a quantificação está muito mais voltada para *Perdas Operacionais*, ou seja, a materialização (financeira) desses riscos. A área de riscos operacionais, nesse caso, é responsável por coletar essas perdas espalhadas pela organização, armazená-las e modelá-las a fim de calcular o capital (acionário) que deverá ser alocado para suportar a ocorrência de novas perdas.

A regulamentação da alocação, assim como seu impacto nos negócios da empresa, já foram discutidos no capítulo 3, O Acordo da Basileia. Nosso foco nesse capítulo são os modelos que permitirão calcular o valor a ser alocado. Como esses modelos empregam perdas no cálculo do capital, eles são genericamente chamados Modelos de Perdas.

Iniciaremos esse capítulo discutindo a coleta das perdas e sua guarda em bases de dados. Em seguida, será apresentada uma classificação dos principais modelos de perdas, segundo a origem dos dados de perda, isto é, histórica, subjetiva ou externa. Por fim, detalharemos cada um desses modelos, focando no Modelo de Perdas Históricas, que será de fato utilizado para fins de alocação de capital, pois os outros modelos não fornecem estimativas confiáveis para cálculo do capital.

No capítulo 6, o Modelo de Perdas Históricas será exemplificado a partir de dados coletados na instituição em que realizamos este trabalho.

5.2 Bases de Dados de Perdas Operacionais

O primeiro desafio do analista é desenvolver uma base de dados que reúna as perdas que irão afetar o resultado do banco sob uma perspectiva operacional.

A primeira dificuldade está em definir quais perdas irão compor essa base, ou seja, quais serão os critérios para inserção de um evento. Esse critério deverá definir o tipo de perda e o valor a partir do qual torna-se interessante coletar aquela perda.

Para solucionar a questão do tipo de perda, iremos empregar a lista sugerida por CRUZ(2001), que aparece logo abaixo:

Tipos de Eventos	Exemplos
Atividade não-autorizada	Multas regulatórias.
Roubo e Fraude Externa	Assaltos
Roubo e Fraude Internas	Diferenças de caixa
Segurança de Sistema	Invasões por hacker.
Relações Empregatícias	Indenizações trabalhistas
Segurança no Ambiente de Trabalho	Indenizações devido a acidentes
Diversidade e Discriminação	Discriminação
Negócios impróprios	Multas
Falhas no Produto	Má contabilização
Desastres e outros eventos	Inundações
Sistemas	Interrupções e perda de dados
Entrada de Clientes e Documentação	Perda de documentação
Gestão de Contas dos Clientes	Perda de confiança

Tabela 5.1: Perdas a serem mapeadas

Transcrito de CRUZ(2001)

A classificação do autor foi escolhida por ser extremamente objetiva, uma vez que as perdas acima representam impacto monetário direto sobre os resultados da organização.

A segunda questão diz respeito ao valor mínimo de perda que será coletado. Embora nem sempre isso esteja explícito, as organizações assumem algumas

perdas como sendo inerentes ao seus negócios. Essas perdas costumam ser deduzidas do resultado final esperado de um negócio e, por isso, elas são chamadas de perdas esperadas. O valor de perda esperada varia muito de acordo com a instituição considerada, mas é uma decisão que deve ser tomada com bastante cuidado, pois uma instituição que assume como esperados valores de perdas muito altos, pode passar insegurança ao mercado. Por outro lado, a escolha de um limite baixo pode ser vista como excesso de conservadorismo da instituição, que aloca capital excessivo para cobrir pequenas perdas

Na segunda questão, referente ao valor mínimo de perda, devemos considerar também o custo da informação, ou seja, se a perda é baixa, o trabalho de localizá-la, capturá-la e realizar a guarda pode exceder seu valor.

Um outro ponto importante é a origem dessa informação. A maioria das organizações estão coletando perdas internas, ou seja, sofridas pela própria empresa. A principal fonte de informação são os sistemas contábeis, pois a maioria das perdas são saídas de caixa, que ficam registradas ou estornos de contas contábeis. Na impede, entretanto, das organizações buscarem dados externos, ou seja, perdas sofridas por outras instituições, seja porque não dispõem da informação contábil, seja porque nunca sofreram um determinado tipo de evento. A utilização de fontes externas será melhor analisada quando discutirmos Modelo de Perdas Externas, no final desse capítulo.

Feitas essas considerações a respeito da base de dados de perdas, iremos discutir as técnicas para modelar essas perdas.

5.3 Dados para modelos de perdas

Segundo KING(2000), os modelos de perdas podem ser caracterizados segundo a origem da informação de perda. Nessa etapa do trabalho iremos finalmente apresentar e discutir esses modelos, previamente descritos abaixo:

Perdas Históricas: As perdas internas da instituição, coletadas e armazenadas na base de dados, serão utilizadas na modelagem de duas distribuições paramétricas: uma distribuição para a probabilidade de ocorrência do evento (frequência) e outra para seu impacto. Essas duas distribuições serão combinadas numa distribuição final de perdas, calculada através da simulação de Monte Carlo.

Perda Subjetiva: A abordagem subjetiva não irá utilizar dados de perdas já ocorridos e armazenados na base. Ela utiliza estimativas realizadas por especialistas internos à organização, quanto à probabilidade de ocorrência (frequência) e ao impacto de um determinado evento. Novamente serão atribuídas duas distribuições, uma para a probabilidade e outra para o impacto, que serão combinadas através da simulação de MC.

Perda Externa: Nesse método devem ser coletados eventos operacionais de outras instituições do mesmo setor (no caso, financeiro). Esses dados serão utilizados para modelar qual a perda, caso a instituição sofra o evento em questão. Perdas externas são as mais difíceis de serem modeladas, pois as instituições possuem características próprias que dificilmente podem ser replicadas para outras organizações. Iremos propor um método que consiste em encontrar os valores mínimo, mais provável e máximo de perda para a instituição estudada, modelá-lo, a partir de um evento externo, e simular sua ocorrência.

O quadro abaixo visa comparar, mostrando os pontos fortes e fracos, a aplicabilidade de cada uma das abordagens citadas acima, para os tipos de perdas identificadas no quadro de CRUZ(2000):

Abordagem	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Aplicabilidade
Perdas Históricas	Valores baseados em eventos já vivenciados e confiáveis.	Não considera a evolução (crescimento) da organização.	Disputas legais; Multas regulatórias; Perda ou danos a ativos.
Perda Subjetiva	Permite captar a possibilidade de eventos raros acontecerem.	Tendência do gestor de exagerar importância da área/impacto em caso de falha.	Erros de marcação de posição da carteira; Erros nos modelos de novos produtos; Erros de implementação de novas tecnologias;
Perda Externa	Permite comparar instituições com tamanho e negócios distintos, permitindo a organização em questão a modelar seu crescimento ou introdução de um novo produto.	Necessidade da abertura dos dados da instituição para entrada em consórcios.	Fraudes eletrônicas; Indenizações pagas a clientes e indenizações trabalhistas.

Tabela 5.2: Comparação entre variações do modelo de perdas.

Elaborado pelo autor.

A abordagem que tem sido mais utilizada é a de Perdas Históricas, pois é a que melhor representa os possíveis eventos e perdas que a organização poderia sofrer. Nos casos em que os dados históricos não são suficientes ou não é possível afirmar que o passado pode representar bem o futuro, devemos considerar os outros modelos. Iremos detalhar melhor cada uma desses modelos,

lembrando que será dada uma maior ênfase no Modelo de Perdas Históricas, pois ele será o único usado para fins de alocação de capital.

5.4 Perdas Históricas

O Modelo de Perdas Históricas tem sido amplamente explorado no universo das seguradoras, para modelar suas perdas. Elas possuem bases de dados, constituídas de milhares de eventos que são calculados para a previsão de perdas futuras.

Apenas recentemente os bancos começaram a desenvolver bases de dados para coletar suas próprias perdas operacionais. Por isso, muitas vezes o histórico de dados não é suficiente para modelar adequadamente as perdas que a instituição poderia sofrer, principalmente quando consideramos eventos raros, mas com grande impacto monetário.

Para explicarmos o Modelo de Perdas Históricas iremos considerar que dispomos de dados suficientes, confiáveis e devidamente armazenados, segundo os critérios discutidos no início desse capítulo (Bases de Dados de Perdas Operacionais). Nosso próximo passo será discutir o processo de aderência dos nossos dados a distribuições. Em seguida, iremos considerar as principais distribuições que podem ser adotadas para representar a probabilidade de ocorrência do evento (frequência) e o seu impacto. Por fim, iremos explicar o processo de agregação, ou seja, a simulação de Monte Carlo.

A separação dos nossos dados segundo a probabilidade de ocorrência do evento (frequência) e seu impacto é coerente com a definição de risco, segundo a qual risco é a chance de ocorrência de um evento, e, dado que ele ocorreu, teve um impacto negativo sobre os objetivos da organização. Além disso, uma série de razões explica a necessidade de analisarmos nosso dados sob duas óticas distintas, ou seja, a probabilidade de ocorrência (frequência) e o impacto:

Frequências e impactos são orientados por fatores distintos. Frequências de eventos são fortemente influenciadas pela existência de controles preventivos,

ou seja, que atuam antes do risco se materializar. Já impactos são influenciados por controles reativos que atuam após a materialização do risco. Impactos monetários também devem ser atualizados segundo a inflação, ou outro índice, o que não afeta a frequência.

Nem sempre o comportamento das perdas no tempo pode ser representado através de uma única distribuição conhecida, ou essa distribuição pode ser excessivamente complexa. Combinando distribuições de frequência e impacto separadas, podemos chegar a distribuições mais complexas do que aquelas que são usualmente empregadas.

Feitas essas considerações iremos dar continuidade a esse capítulo discutindo o processo de escolha da melhor distribuição e de aderência dos dados históricos a essa distribuição.

5.4.1 Aderência dos dados

Uma vez que dispomos de dados de boa qualidade, nosso foco agora será entender como funciona um processo genérico de modelagem de distribuições. O método abaixo foi sugerido por CRUZ(2001):

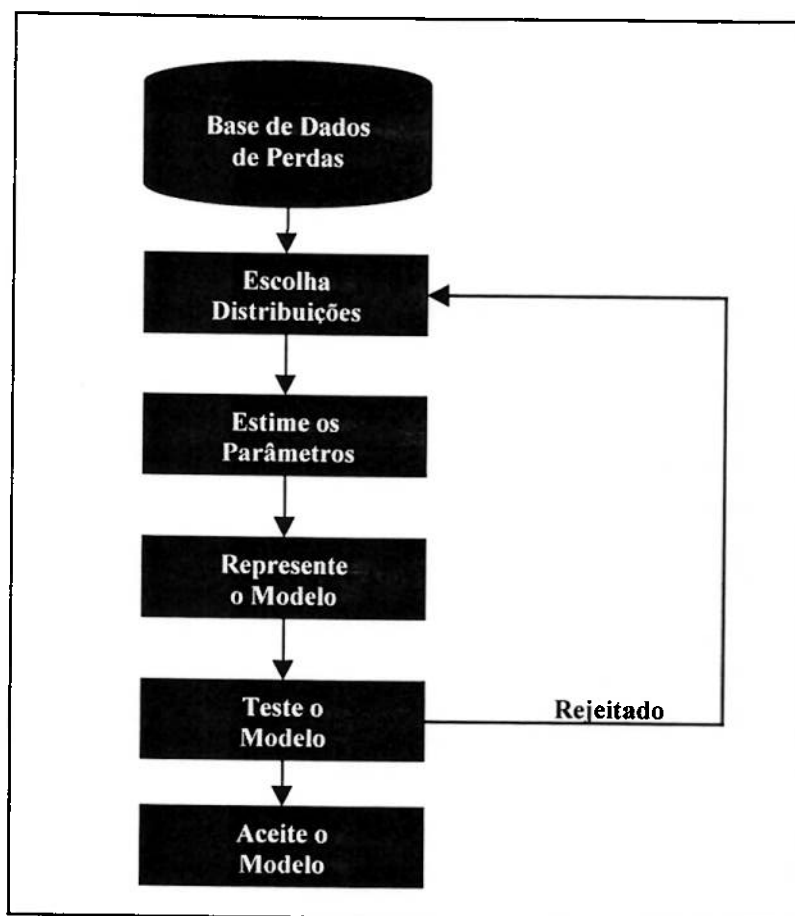


Figura 5.1: Processo de modelagem de dados (frequência e impacto).
Transcrito de CRUZ(2001)

Inicialmente, precisamos escolher algumas possíveis distribuições. A partir daí iremos estimar parâmetros e testar a aderência dessas distribuições aos dados históricos. Nesse ponto, escolhemos a distribuição que melhor adere aos dados, usando testes analíticos ou gráficos. Nesse trabalho optamos por usar testes não-paramétricos (K-S e χ^2), que serão melhor discutidos ainda nesse capítulo.

Esse processo genérico de aderência será realizado duas vezes: uma para a probabilidade de ocorrência dos eventos (frequência) e outra para seu impacto. Abaixo iremos sugerir algumas distribuições justificando o porquê da escolha. Iniciaremos com distribuições de frequência.

5.4.2 Modelagem de Frequências

O processo de escolha da melhor distribuição de frequência é o descrito anteriormente, ou seja, escolhemos distribuições que podem representar a probabilidade de ocorrência dos eventos e testamos a aderência aos valores históricos, através de testes não-paramétricos, escolhendo a distribuição que melhor representa os dados.

Algumas distribuições poderiam ser utilizadas para modelar as frequências, como por exemplo, a binomial negativa, a geométrica, a binomial e a distribuição de Poisson. Para simplificar nosso trabalho, iremos nos restringir à distribuição de Poisson.

A distribuição de Poisson (e o processo de Poisson) recebeu esse nome em homenagem ao matemático e físico francês Denis Poisson. É certamente uma das distribuições mais usadas na estimação de frequência de riscos operacionais devido a sua simplicidade (um único parâmetro precisa ser estimado) e porque a aderência a esse tipo de evento tem se mostrado boa. Algumas hipóteses relativas ao processo de Poisson serão discutidos logo abaixo, após uma breve introdução sobre o Processo Binomial¹.

5.4.2.1 Processos Estocásticos

Processos estocásticos são conjuntos de eventos que ocorrem segundo algum fenômeno aleatório bem definido. Existem dois processos estocásticos fundamentais que serão estudados nesse item: o Binomial e o de Poisson. Grande parte dos problemas de análise de risco são modelados segundo esses dois processos, mas nos focaremos principalmente no processo e na distribuição de

¹ O termo Processo Binomial foi citado por VOSE(2000). É análogo ao Processo de Bernoulli, exceto pelo fato que introduziremos n provas de Bernoulli independentes.

Poisson, e como podemos chegar a essa distribuição a partir da distribuição Binomial.

O Processo Binomial

Seja um experimento tal que são realizadas n tentativas independentes. Cada tentativa só pode levar a "sucesso" ou "fracasso", e é chamada "Prova de Bernoulli". Sendo p a probabilidade de ocorrer sucesso, a probabilidade de ocorrer fracasso será $q = 1-p$. Se a probabilidade p de sucesso é constante em cada prova (e, portanto, q também é), dizemos que a variável aleatória X , igual ao número de sucessos s obtidos nas n provas, tem distribuição binomial.

O exemplo mais simples de um processo Binomial é o arremesso de várias moedas. Se definirmos "cara" como um sucesso, cada tentativa tem a mesma probabilidade de sucesso p (0.5 para uma moeda não-viciada). Então, para um dado número de tentativas n , o número de sucessos será s (número de "caras").

O processo binomial pode representar, em alguns casos, a ocorrência de eventos operacionais, como por exemplo, quando consideramos a possibilidade de erro na conferência da assinatura de vários cheques. As várias conferências podem ser vista como n tentativas (ou "Prova de Bernoulli"), e podemos atribuir a probabilidade p de um erro ocorrer. Na maior parte das vezes, entretanto, temos um imenso número de cheques sendo automaticamente conferidos, com uma probabilidade de erro muito pequena. Nesse caso, temos um outro processo que pode representar essa situação, bastante freqüente nas grandes instituições, que é o chamado Processo de Poisson. Iremos discutir melhor o processo de Poisson no próximo item desse capítulo.

O Processo Poisson

No Processo Binomial descrito anteriormente, existem n oportunidades discretas para um evento (um “sucesso”) ocorrer. No processo de Poisson, existe uma oportunidade constante e contínua para um evento ocorrer. Por exemplo, a ocorrência de relâmpagos durante uma tempestade pode ser considerado um processo de Poisson. Isso significa que durante qualquer intervalo pequeno de tempo em uma tempestade, existe certa probabilidade de ocorrer um relâmpago. Nesse caso, o “continuum” de oportunidade é o tempo. Existem, entretanto, outros tipos de exposição. A ocorrência de descontinuidades na fabricação de um fio, por exemplo, pode ser considerado um processo Poisson, mesmo que a medida de exposição seja, nesse caso, quilômetros ou toneladas de fio produzidas. Retomando o exemplo da conferência de cheques usado para explicar o processo binomial, nossa exposição é em cheques conferidos.

Como foi anteriormente explicado, em grandes instituições, com um grande volume de transações e com a existência de controles que limitam muito a chance de ocorrência de um evento operacional ocorrer, a distribuição de Poisson torna-se interessante para representar a frequência de ocorrência desses eventos. Além disso, o processo de Poisson é facilmente entendido, assim como os parâmetros da distribuição (intervalo de exposição e média de eventos)

As distribuições que descrevem os processos Binomial e Poisson estão fortemente relacionados entre si. No processo Binomial, o parâmetro descritivo chave é p , a probabilidade de ocorrência de um evento, que é a mesma para todas as tentativas, de modo que as tentativas são independentes umas das outras. O parâmetro descritivo chave de um processo Poisson é λ , o número médio de eventos que irão ocorrer por unidade de exposição, que também é considerado constante para o período de exposição t . Isso significa que existe uma probabilidade constante, por dia, por exemplo, de um evento ocorrer, independente do fato de ele ter acabado de ocorrer, ou não ter ocorrido por um

longo período de tempo. Isso é chamado “ausência de memória” e é necessário para descrever o processo de Poisson.

Num processo Poisson consideramos, junto com o número de eventos que podem ocorrer em um período t , o total de “tempo” que será esperado até observarmos α eventos, e λ , o número médio de eventos que podem ocorrer. No próximo item será mostrado como a distribuição de Poisson, que descreve o número de eventos α que podem ocorrer no tempo e exposição t , decorre de uma distribuição Binomial quando p tende a 0 e n tende ao infinito.

Derivando a Distribuição de Poisson de uma Binomial

Considere um processo binomial onde o número de tentativas tende ao infinito, e a probabilidade de sucesso ao mesmo tempo tenda a 0, com a restrição que a média da distribuição Binomial $\mu = np$ permaneça finita e suficientemente grande. A função densidade de probabilidade da distribuição binomial pode ser alterada para atender as condições acima:

$$p(X = x) = {}_n C_x p^x \times (1 - p)^{n-x}$$

Usando $\lambda t = np$

$$p(X = x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} \times \left(\frac{\lambda t}{n}\right)^x \times \left(1 - \frac{\lambda t}{n}\right)^{n-x} = \frac{n \times (n-1) \dots (n-x+1)}{n^x} \times \left(\frac{\lambda t}{x!}\right)^x \times \frac{\left(1 - \frac{\lambda t}{n}\right)^n}{\left(1 - \frac{\lambda t}{n}\right)^x}$$

Para n grande e p pequeno

$$\left(1 - \frac{\lambda t}{n}\right)^n \approx e^{-\lambda t}, \quad \frac{n \times (n-1) \dots (n-x+1)}{n^x} \approx 1$$

O que simplifica a equação para

$$p(X = x) \approx \frac{e^{-\lambda t} \times (\lambda t)^x}{x!}$$

Esta é a função densidade de probabilidade para uma distribuição de Poisson, isto é,

Número de eventos α no tempo t = Poisson (λ , t), onde o número médio de eventos que irão ocorrer num intervalo unitário de exposição é λ .

No quadro abaixo, temos a caracterização da distribuição de Poisson:

Formato	Poisson (λ , t)
Fdp	$f(x) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!}$
Fda	$F(x) = e^{-\lambda t} * \sum_{i=0}^x \frac{(\lambda t)^i}{i!}$
Restrição	$\lambda t > 0$
Domínio	$x \in \{0, 1, 2, \dots\}$
Média	λt
Variância	λt

Tabela 5.3: Caracterização da distribuição de Poisson.

Transcrito de VOSE(2000).

A distribuição de Poisson será utilizada para modelarmos a ocorrência de eventos, mais precisamente, o número de eventos que poderá ocorrer durante o mês, que é nossa unidade de exposição. Ela será usada tanto nas simulações a partir de dados históricos quanto na simulações a partir da opinião de especialistas, que serão explicadas posteriormente.

No próximo item iremos discutir a escolha das distribuições que melhor representam o valor das perdas, para cada um dos eventos ocorridos.

5.4.3 Modelagem de Impacto: Distribuições de Probabilidade

No início desse capítulo, sugerimos alguns modelos de perdas, de acordo com a origem dessas perdas. O primeiro modelo é o de Perdas Históricas, segundo o qual distribuições de frequência e impacto são combinados através da simulação de perdas para gerarmos eventos de perdas futuros. Dentro do Modelo de Perdas Históricas, propusemos um processo genérico para a encontrarmos distribuições de frequência e impacto da perda que tenham aderência dos dados históricos.

Segundo esse método, deveríamos inicialmente escolher algumas distribuições para testarmos a aderência dos dados disponíveis. Assim, neste item, iremos explorar algumas distribuições que podem ser utilizadas na modelagem de valores de perdas. Embora exista um grande número de opções que possam ser utilizadas, escolhemos as distribuições Normal e Lognormal. Tomamos essas duas distribuições porque elas são simples e amplamente conhecidas, possuindo parâmetros que podem ser facilmente inferidos a partir dos dados disponíveis. Quando empregarmos essas distribuições no próximo capítulo (Capítulo 6), para exemplificar a utilização das técnicas aqui propostas, veremos que em alguns casos, a distribuição Normal deixa de ser satisfatória para representar as perdas, restringindo nossas opções à distribuição Lognormal.

5.4.3.1 Distribuição Normal

Dedicaremos esse item à introdução da distribuição Normal como uma das possíveis alternativas para a modelagem do valor de perdas. Podemos adiantar que, embora ela não seja a melhor opção para modelar uma base de dados de perdas operacionais (como será explicado mais adiante), a distribuição Normal é interessante quando temos, por exemplo, valores mensais de perdas, dados pela soma de todas as perdas sofridas naquele mês. Isso se deve aos resultados do Teorema do limite central, que será melhor explicado em seguida.

A distribuição Normal, ou Gaussiana (em homenagem ao matemático Karl Friederich Gauss, 1777-1855), tem sido amplamente utilizada para representar o comportamento de variáveis aleatórias contínuas. Parte do seu “sucesso” se deve ao Teorema do limite central, que afirma, em essência, que sob condições gerais, uma variável aleatória, resultante de uma soma de n variáveis aleatórias independentes, no limite, quando n tende ao infinito, tem distribuição Normal. A distribuição Normal é freqüentemente utilizada na teoria financeira para a distribuição de fluxo de caixa e retornos, entre outras aplicações importantes, como características físicas (massa) da população.

Outra característica da distribuição Gaussiana é que várias outras distribuições podem ser aproximadas por ela. VOSE(2000) aponta uma regra prática para aproximar outras distribuições pela Normal. Segundo esse autor, diversas distribuições convergem para a Normal quando o seu coeficiente de variabilidade (o desvio padrão dividido pela média) converge para 0. A Lognormal, Student-t, Binomial, a Poisson e a χ^2 são exemplos dessas distribuições.

A distribuição Normal pode ser caracterizada da seguinte forma:

Formato	$N(\mu, \sigma)$
Fdp	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \times \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$
Fda	Não há forma fechada
Restrição	$\sigma > 0$
Domínio	$-\infty < x < +\infty$
Média	μ
Variância	σ^2

Tabela 5.4: Caracterização da distribuição Normal.

Transcrito de VOSE (2000)

A aderência dos nossos dados à distribuição Normal irá depender de dois pontos importantes, o primeiro é o número de eventos e o segundo é o nosso valor mínimo de impacto, definindo quais eventos serão modelados. Entenderemos melhor esse fator se retomarmos o item sobre bases de dados de perdas corporativas, onde ressaltamos que essas bases são compostas por poucos eventos bastante significativos em termos monetários e vários outros eventos bem inferiores em termos de impacto. Quando o número de transações é muito grande, teremos um grande número de eventos e é possível que a base apresente a distribuição Gaussiana. Estaremos, entretanto, particularmente interessados nos eventos que aparecem na cauda dessa distribuição, sendo comum truncamento dos dados que estão abaixo do valor mínimo assumido pela organização. Assim, dificilmente teremos uma boa aderência dos dados à Distribuição Normal.

5.4.3.2 Distribuição Lognormal

Uma outra possível alternativa para a modelagem do impacto das perdas é a distribuição Lognormal. Temos a distribuição Lognormal em duas situações distintas: A primeira, é quando o logaritmo natural da variável que desejamos modelar é normalmente distribuído. A segunda é quando estamos modelando uma variável que é produto de outras variáveis aleatórias. Por exemplo, o volume de gás em uma reserva de petróleo é freqüentemente lognormalmente distribuído porque é o produto da área de formação, sua espessura, porosidade e a fração de gás:óleo. Esse resultado também decorre do Teorema do limite central.

A distribuição Lognormal freqüentemente fornece uma boa representação para uma quantidade física que se estende de 0 ao infinito e que tem assimetria positiva. A primeira característica torna essa distribuição bastante interessante para modelarmos perdas operacionais, uma vez que sempre consideramos perdas acima de R\$0,00 (caso contrário teríamos “ganhos operacionais”). A distribuição Lognormal tem sido utilizada para modelar o comprimento das palavras e frases

em texto, tamanho de partículas em agregados, doses críticas em farmacologia e períodos de incubação em doenças infecciosas.

Podemos caracterizar a distribuição Lognormal da seguinte forma:

Formato	Lognormal(μ, σ)
Fdp	$f(x) = \frac{1}{x \times \sqrt{2\pi\sigma^2}} \times \exp\left[-\frac{(\ln x - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right], \text{ onde } \mu_1 = \ln\left(\frac{\mu^2}{\sqrt{\sigma^2 + \mu^2}}\right), \sigma_1 = \sqrt{\ln\left(\frac{\sigma^2 + \mu^2}{\mu^2}\right)}$
Fda	Não há forma fechada
Restrição	$\mu, \sigma > 0$
Domínio	$x \geq 0$
Média	μ
Variância	σ^2

Tabela 5.5: Caracterização da distribuição Lognormal.

Transcrito de VOSE(2001).

5.4.4 Testes de Aderência

Uma vez que escolhemos as distribuições e seus parâmetros, nosso próximo passo consiste em testar o modelo que melhor representa o comportamento das nossas perdas. Para isso, realizaremos testes não-paramétricos de aderência, nos quais a hipótese testada refere-se à forma da distribuição escolhida, ou seja, verificamos a boa ou má aderência dos dados da amostra aos modelos de distribuição de probabilidade, escolhendo para representar a variável o modelo com melhor aderência. Esse modelo será usado para simularmos eventos e valores de perdas, usando a simulação de Monte Carlo, que será explicada logo adiante.

É importante ressaltar que nem sempre conseguimos facilmente encontrar as distribuições que melhor modelam o comportamento da variável em estudo. Nesse casos, devemos voltar ao início do processo, escolhendo novamente outras distribuições e por fim submetendo nosso dados a novos testes de aderência.

Nos restringiremos a duas maneiras de realizar os testes de aderência: pelo Qui-quadrado (χ^2) e pelo método de Kolmogorov-Smirnov (K-S).

5.4.4.1 Teste de aderência pelo χ^2

Essa forma de testar a aderência foi desenvolvida por Karl Pearson e baseia-se na estatística:

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (1)$$

Onde:

χ^2 é a estatística do teste, com ni graus de liberdade

O_i é a frequência observada de uma determinada classe ou valor da variável;

E_i é a frequência esperada, segundo o modelo testado, dessa classe ou valor da variável;

n = número de elementos da amostra;

k = número de classes ou valores considerados;

Pearson ainda mostrou que, se o modelo testado for verdadeiro e se todas $E_i \geq 5$ (caso isso não ocorra, as classes que não satisfizerem essa condição devem ser agregadas às classes adjacentes), a quantidade definida em (1) terá aproximadamente distribuição χ^2 com $\nu = (k-1)-m$, sendo $(k-1)$ o número de parcelas somadas menos 1 e m o número de parâmetros do modelo estimados independentemente a partir da amostra.

O teste χ^2 será utilizado para testarmos a aderência dos nossos dados às distribuições de impacto e frequência sugeridas. A hipótese de aderência será rejeitada se $6.1 > \chi^2_\nu$, para o nível de significância α definido (1% ou 5%).

5.4.4.2 Método de Kolmogorov-Smirnov

Kolmogorov e Smirnov desenvolveram um método para testar a aderência, no qual a variável de teste é a maior diferença observada entre a função de distribuição acumulada do modelo, designada por $F(x)$, e a função de distribuição acumulada da amostra, designada por $G(x)$. Assim, o teste consiste simplesmente da verificação do valor $d = \max |F(x)-G(x)|$ e da comparação com um valor crítico tabelado em função do nível de significância α escolhido (1% ou 5%), e do número de classes n . Se d for superior ao valor crítico, rejeita-se a aderência.

5.4.5 Agregação de perdas: A Simulação de Monte Carlo

A partir do momento que encontramos distribuições que representam bem a frequência e o impacto, podemos iniciar o processo de simulação de eventos e valores de perda. O próximo passo consiste em combiná-los na chamada Distribuição de Perdas, através do processo de agregação de duas distribuições (frequência e impacto). Essa distribuição irá nos ajudar a prever um montante de perda que a organização pode sofrer.

O processo de agregação de duas distribuições pode ser feito analiticamente, através da convolução. Esse método, entretanto, pode ser satisfatoriamente substituído pela simulação, graças à capacidade de processamento dos PCs atuais. Assim, o que iremos propor nesse capítulo é um método para simular a ocorrência e o impacto de eventos e combiná-los em uma única distribuição, através da chamada simulação de Monte Carlo.

A primeira etapa da técnica de simulação de MC aplicada à Modelagem de Perdas envolve a amostragem aleatória da distribuição de frequência, gerando um certo número de eventos mensais, por milhares de meses. Em seguida, para cada evento, simulamos um impacto. Somamos todos os impactos do mês e temos o valor de perdas mensais. O esquema abaixo representa a aplicação dessa técnica:

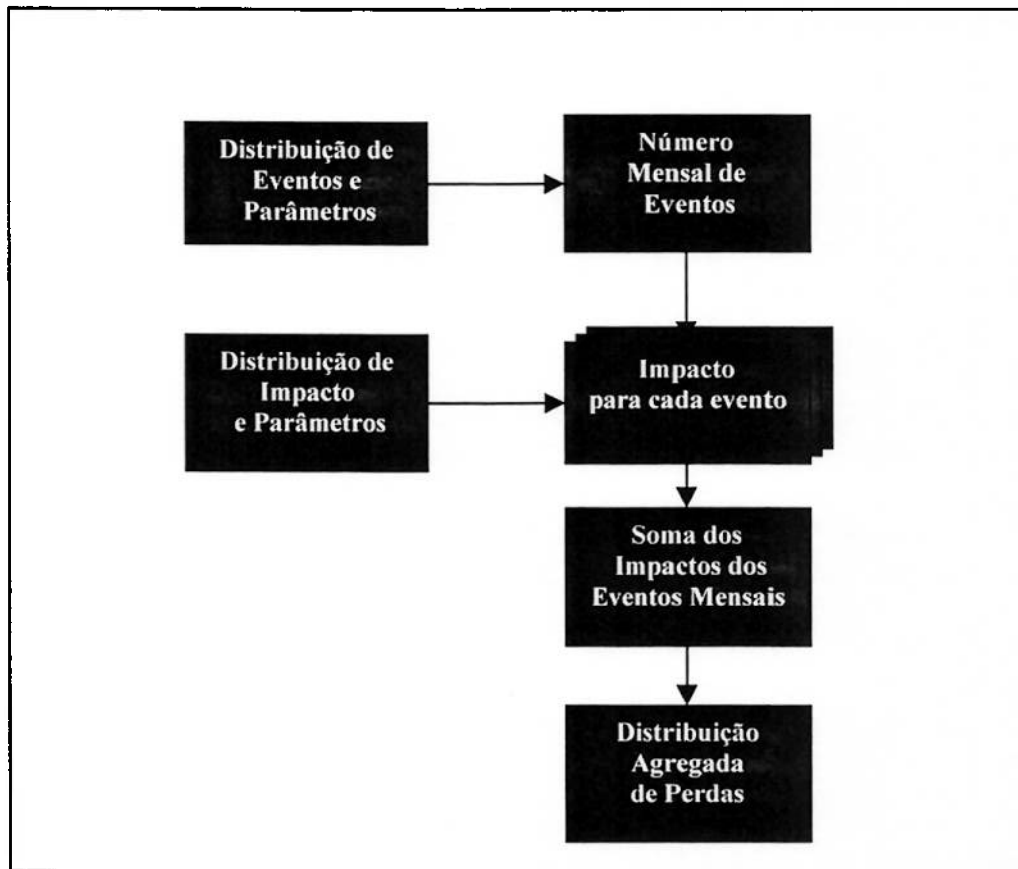


Figura 5.2: Esquema da Simulação de Monte Carlo.

Elaborado pelo autor.

Vamos inicialmente explicar o processo de geração de números aleatórios. Para facilitar o entendimento, considere a função de distribuição acumulada $F(x)$ (essa função pode ser tanto de frequência, quanto de impacto). A função $F(x)$ fornece a probabilidade P de que uma variável X será menor ou igual a x , isto é:

$$F(x) = P(X \leq x)$$

$F(x)$ deverá variar entre 0 a 1.

Ainda no processo de geração de números aleatórios, iremos considerar a função inversa de $F(x)$. A função inversa de $F(x)$, que será chamada $G(F(X))$, nos diz qual é o valor de x para um dado valor $F(x)$. Assim, $G(F(x))$ pode ser escrita como:

$$G(F(X))=x$$

Em seguida, geramos um número aleatório (r) entre 0 e 1, a partir da distribuição Uniforme(0,1) para fornecer a oportunidade de que qualquer valor de r possa ser sorteado. Esse número é então introduzido na função inversa:

$$G(r)=x$$

x é o valor produzido a partir desse método. Ele pode ser tanto o número mensal de eventos quanto o valor de perda para cada eventos, dependendo da função de distribuição de probabilidade acumulada que usamos, e dos seus parâmetros. Observe a figura abaixo. Ela reflete o processo de geração de números aleatórios:

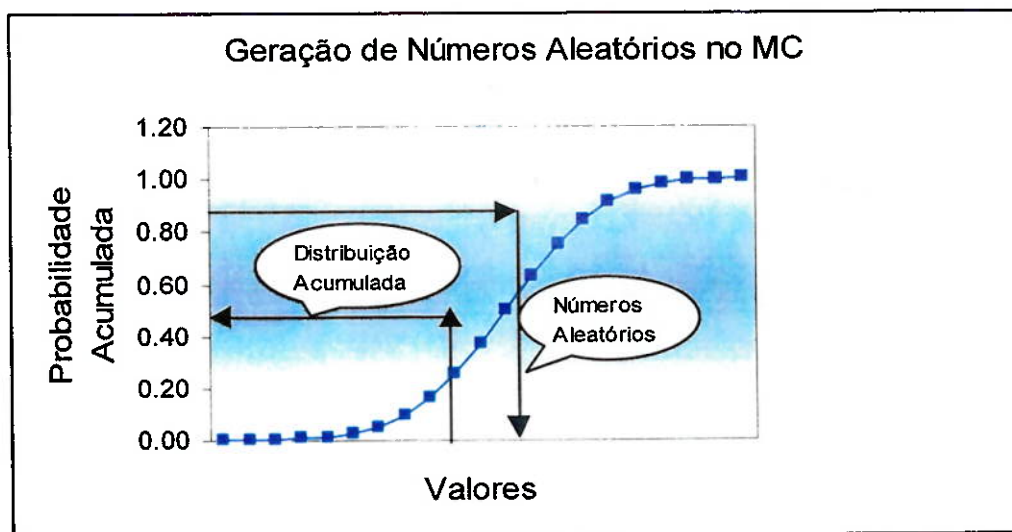


Figura 5.3: Processo de geração de números aleatórios.

Elaborado pelo autor.

A partir do momento que geramos freqüências e impactos por centenas de períodos (meses), iremos somar os valores mensais de perdas. Podemos agrupar esses valores em classes e gerar um histograma. A distribuição que aparece no histograma é nossa Distribuição de Perdas, a partir da qual iremos realizar a

alocação de capital. Convém, antes de tudo, testar a aderência dessa distribuição aos dados de perdas disponíveis. Tudo isso será exemplificado no próximo capítulo, Aplicação do Modelo de Perdas.

5.4.6 Distribuições Agregada de Perdas – Valores de perdas

O resultado final do processo de agregação é a Distribuição de Perdas. A partir dessa distribuição devemos ser capazes de predizer quanto a organização pode perder e, mais, estabelecer uma quantidade de capital adequada para suportar essas perdas.

Iremos considerar inicialmente a questão do quanto a organização pode perder. A partir da distribuição final podemos estabelecer *percentis*, correspondentes à 99%, 95% e 90% dos valores que simulamos. Esses resultados serão apresentados e a organização deverá escolher o valor mais adequado.

A questão de alocação de capital é mais delicada. Basicamente, ela envolve os seguintes aspectos (essa questão também foi abordada no capítulo 3, sobre o Acordo da Basiléia):

Piso mínimo: segundo o último documento consultativo (CP 2) da Basiléia (capítulo 3), haverá um “ganho” limitado, à medida que uma instituição migra para abordagens mais avançadas para cálculo do capital, isto é, será possível reduzir em até 25% o total de capital que seria alocado na Abordagem Padrão (Abordagem 2). A abordagem Padrão estabelece que uma porcentagem da receita bruta da instituição será alocada para risco operacional, ou seja, baseia-se na exposição ao risco (volume de transações). Assim, existe uma restrição para o valor mínimo a ser alocado, que precisa ser considerado, independente dos valores previstos de perdas.

Níveis atuais de alocação de capital: atualmente as instituições alocam capital para cobrir suas perdas de crédito e mercado, segundo regulamentações anteriores da Basiléia. Tem sido comum, entretanto, que as instituições aloquem um valor superior ao exigido, seja pela incerteza na previsão dos valores de crédito e mercado, seja antecipando perdas operacionais. Um estudo realizado pela KPMG Brasil deixa bem claro o “estoque” de capital

mantido por algumas instituições no país, considerando dois multiplicadores de receita bruta que poderão ser utilizados segundo a abordagem do Indicador Básico (capítulo 3):

	Bradesco	Itaú	Unibanco	Banco do Brasil
Patrimônio Líquido	8,092,202	6,642,077	5,504,098	7,965,001
Exigência Capital Hoje (11%)	6,358,158	5,073,808	4,324,648	9,956,251
Nova Exigência de Capital (30%)	11,924,141	8,403,201	6,517,942	13,769,376
Nova Exigência de Capital (9%)	8,027,953	6,072,626	4,982,636	11,097,188
Folga / (Deficiência) a 30%	(3,831,939)	(1,761,124)	(1,013,844)	(5,794,375)
Folga / (Deficiência) a 9%	64,249	569,451	521,462	(3,132,187)

Tabela 5.6: Níveis de capital de grandes instituições brasileiras.

Adaptado de KPMG.

Basicamente, isso significa que a maior parte das instituições acima não precisarão alocar mais capital para riscos operacionais, pois já possuem o suficiente. Eventualmente, com o valor de perdas operacionais melhor previstos através do modelo de perda, as instituições poderão reduzir seus níveis de alocação de capital a valores inferiores aos praticados atualmente.

O modelo de perdas históricas assume que o passado se repetirá no futuro, ou seja, que uma série de condições não serão alteradas para o próximo período. Em alguns casos, entretanto, as instituições estão prevendo um incremento no seu volume de negócios, invalidando a hipótese anterior. Para suportar essa mudança, a organização pode decidir armazenar mais capital. Esse é apenas um exemplo em que o capital alocado será maior do que o previsto pelo modelo de perdas.

A alocação é uma decisão estratégica a ser tomada pela organização, que deve considerar ainda uma série de outras questões relevantes. Assim, existe uma

diferença significativa entre o valor previsto pelo modelo de perdas e aquilo que realmente será levado em conta pela instituição.

5.5 Perda Subjetiva: Definido distribuições a partir da opinião de especialistas

Até esse momento, havíamos dedicado este capítulo ao estudo do Modelo de Perdas Históricas. Partindo de perdas coletadas, modelamos distribuições de frequência e impacto para esses dados, simulamos eventos e agregamos na distribuição final de perdas, que nos diz quanto o banco poderá perder.

Existem, entretanto, situações em que o modelo de perdas históricas não é suficiente para prever adequadamente as perdas da organização. São, em geral, situações de mudança, ou novas, que não podem ser previstas a partir de eventos passados. Torna-se necessário buscar outras fontes de informação, principalmente estimativas subjetivas, obtidas internamente, junto aos gestores de áreas ou gerentes de projetos. O Modelo de perdas subjetivas tem sido bastante utilizado nas instituições porque é simples de ser realizado, não exige captura de dados e é uma boa aproximação da realidade da empresa pois é baseado na opinião de especialistas internos.

As situações abaixo são freqüentemente vivenciadas pelas empresas e são exemplos da necessidade da avaliações subjetivas:

- Poucos dados históricos;
- Obtenção de dados é muito cara;
- Mudanças significativas de cenário;
- Dados escassos, necessitando de dados históricos para “preencher buracos”;
- Modelagem de novos negócios.

Assim, quando os dados disponíveis são insuficientes, um ou mais especialistas podem ser consultados para prover sua opinião.

Dedicaremos esse item a discutir melhor essa fonte de dados. Iniciaremos falando de alguns problemas dessa abordagem, Em seguida será sugerido um método

para chegarmos a valores de perdas a partir de estimativas de probabilidade de ocorrência (frequência) e de impacto, análogo ao usado no Modelo de Perdas Históricas.

5.5.1 Fontes de erros

Embora o Modelo de Perdas Subjetivas seja importante na gestão de riscos operacionais, é bastante sujeito a falhas. Existe uma grande dependência da forma como foi conduzida o levantamento (entrevista ou questionário), de quem realizou esse levantamento (área de riscos operacionais, auditoria, etc.) e da experiência e boa-vontade de quem está realizando a avaliação (no caso da auto-avaliação, o avaliador é próprio avaliado). Alguns pontos fracos da abordagem subjetiva foram citados no início deste capítulo, quando comparamos as três abordagens (histórica, subjetiva, externa). Outros erros comuns foram discutidos por VOSE (2000).

Disponibilidade: quando os especialistas moldam sua opinião segundo eventos do passado, sua estimativa depende consideravelmente da sua capacidade de se lembrar desses eventos. Se o ocorrido é recente, aumenta a chance do especialista se recordar dele e das outras vezes em que ele ocorreu. A tendência para exagerar o impacto também existe, uma vez que as consequências dificilmente foram esquecidas.

Representabilidade: outro erro comum consiste na crença de que uma incerteza em “larga escala” pode ser representada através de uma amostra em “pequena escala”. Em loteria, por exemplo, a chance de termos a sequência 1, 2, 3, 4, 5, 6 é a mesma de 11, 17, 21, 33, 39, 46. As pessoas tendem a acreditar que a primeira sequência é muito menos provável que a segunda, o que é um engano, provocado pelo grande número de combinações possíveis e o pequeno número de sorteios em comparação.

Cultura Organizacional: O ambiente no qual as pessoas estão inseridas influencia sobremaneira sua opinião e a liberdade que dispõem para abordar os problemas.

Existem uma série de outros problemas relacionados à abordagem subjetiva. Essas dificuldades tornam bastante improvável a utilização desses dados para fins

de alocação de capital. Para uma boa prática de gestão de riscos interna, entretanto, o Modelo de Perdas Subjetivas é extremamente relevante.

Podemos atenuar os problemas dessa abordagem escolhendo as pessoas certas para realizar as entrevistas e também as que serão entrevistadas. A revisão e atualização periódica dessas avaliações também são importantes para melhorar as estimativas. Além disso, podemos sugerir listas de eventos possíveis para a avaliação dos especialistas, a fim de assegurar que uma ampla gama de eventos possíveis estão sendo considerados, embora isso não seja obrigatório.

5.5.2 Técnicas de modelagem

A opinião de especialistas pode ser moldada de diversas formas. Iremos sugerir uma técnica bastante semelhante à adotada no Modelo de Perdas Históricas. A única diferença está na utilização de estimativas do número de eventos e de impacto para cada evento, ao invés de modelar dados do passado. Assim, podemos replicar o quadro usado para explicar o Modelo de Perdas Históricas:

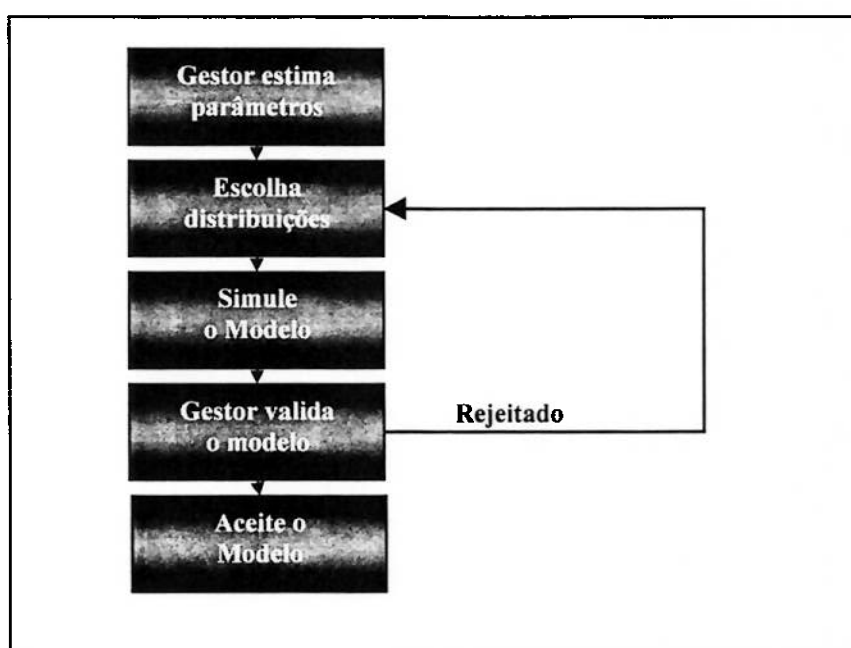


Figura 5.4: Esquema de modelagem de estimativas subjetivas.

Elaborado pelo autor.

Como pode ser facilmente visualizado no esquema acima, iremos perguntar a vários gestores valores de frequência e impacto de cada um dos eventos que podem ocorrer (podemos trabalhar com uma listagem padrão de eventos ou deixar os próprios especialistas listarem seus eventos). Em seguida iremos escolher algumas distribuições e simular eventos utilizando os parâmetros sugeridos. Por fim, serão apresentados os resultados aos vários especialistas que participaram da estimativa a fim de que eles validem o modelo que melhor representa as

perdas que poderão sofrer. Caso nenhum dos modelos seja aceito, iremos buscar novas distribuições e refazer todo o processo.

5.5.3 Distribuições utilizadas

Uma das etapas mais sensíveis do modelo esquematizado acima é a decisão das distribuições que serão utilizadas. As hipóteses discutidas para as distribuições do Modelo de Perdas Históricas continuam válidas na abordagem subjetiva. Assim, utilizaremos a distribuição de Poisson para representar a frequência dos eventos e a Normal e Lognormal para o impacto. Caso os gestores não validem o modelo, podemos empregar outras alternativas, como por exemplo, a distribuição Binomial Negativa ou a Geométrica para a frequência, e a distribuição exponencial ou distribuições de valores extremos para o impacto.

5.6 Perdas Externas: Modelo para Eventos Externos

O terceira possível fonte de dados para quantificação são as bases de eventos externos, ou seja, eventos que ocorreram em outras instituições, financeiras ou não, e que foram amplamente divulgados ou que foram incluídos em consórcios de dados. As perdas externas são tão importantes justamente porque entre elas podemos encontrar situações extremas, ainda não experimentadas pela instituição.

Iremos iniciar esta etapa com algumas considerações referentes à Base de Dados de Eventos Externos. Em seguida, iremos propor um método para avaliação de eventos a partir de dados externos e, por fim, iremos sugerir uma distribuição que modele esses dados. Lembramos mais uma vez que apenas o Modelo de Perdas Históricas será utilizado para possibilitar o cálculo de capital alocado. A abordagem de perdas externos, assim como a subjetiva, são extremamente importantes na gestão de riscos operacionais. No caso das perdas externas podemos usá-la no lançamento de novos produtos/processos que aumentarão a exposição a riscos operacionais. Assim, essa abordagem poderá ser utilizada para prever perda nessas novas implementações (principalmente quando a tentativa de implementação já tiver sido feita em outras organizações e alguma coisa tenha saído errada).

5.6.1 Bases de dados de eventos externos

Bases de dados de eventos externo devem conter os mesmos campos da base interna. Elas serão bastante diferentes no que se refere à fonte de dados e ao limite mínimo que será empregado. No caso das bases internas, a principal fonte de informação é o sistema contábil, enquanto bases de dados externos têm como fonte jornais e sites especializados. O limite mínimo, por sua vez, é muito maior do que o utilizado na base interna, pois os eventos noticiados têm valores de perdas bastante altos.

As instituições têm trabalhado conjuntamente na criação de bases de dados, mas estão longe de constituir algo consistente. A maior parte das organizações não considera informações externas tão relevantes, devido à dificuldade de modelar esses eventos. Alguns problemas na modelagem aparecem listados abaixo:

Os valores de eventos precisam ser truncados. As organizações dificilmente concordariam com único valor, gerando uma distorção nos dados;

As instituições apresentam tamanho e volume nas linhas de negócio bastante diversificados.

As instituições apresentam “apetite ao risco” muito distintos, dependendo do seu perfil;

5.6.2 Modelagem dos dados

Uma vez que dispomos da base de dados de eventos externos, devemos separar aquelas ocorrências que têm uma relação com a situação que desejamos prever . Nosso próximo passo é adaptar os valores de perdas que aparecem nas diferentes instituições pesquisadas à realidade da instituição em estudo. Podemos realizar essa adaptação de diversas formas. O que iremos sugerir aqui consiste numa adaptação do modelos de perda subjetiva, ou seja, a partir dos possíveis eventos externos, iremos perguntar à especialistas internos o que poderia ocorrer se aquele evento ocorresse na empresa. O esquema abaixo deverá tornar mais claro nosso método:

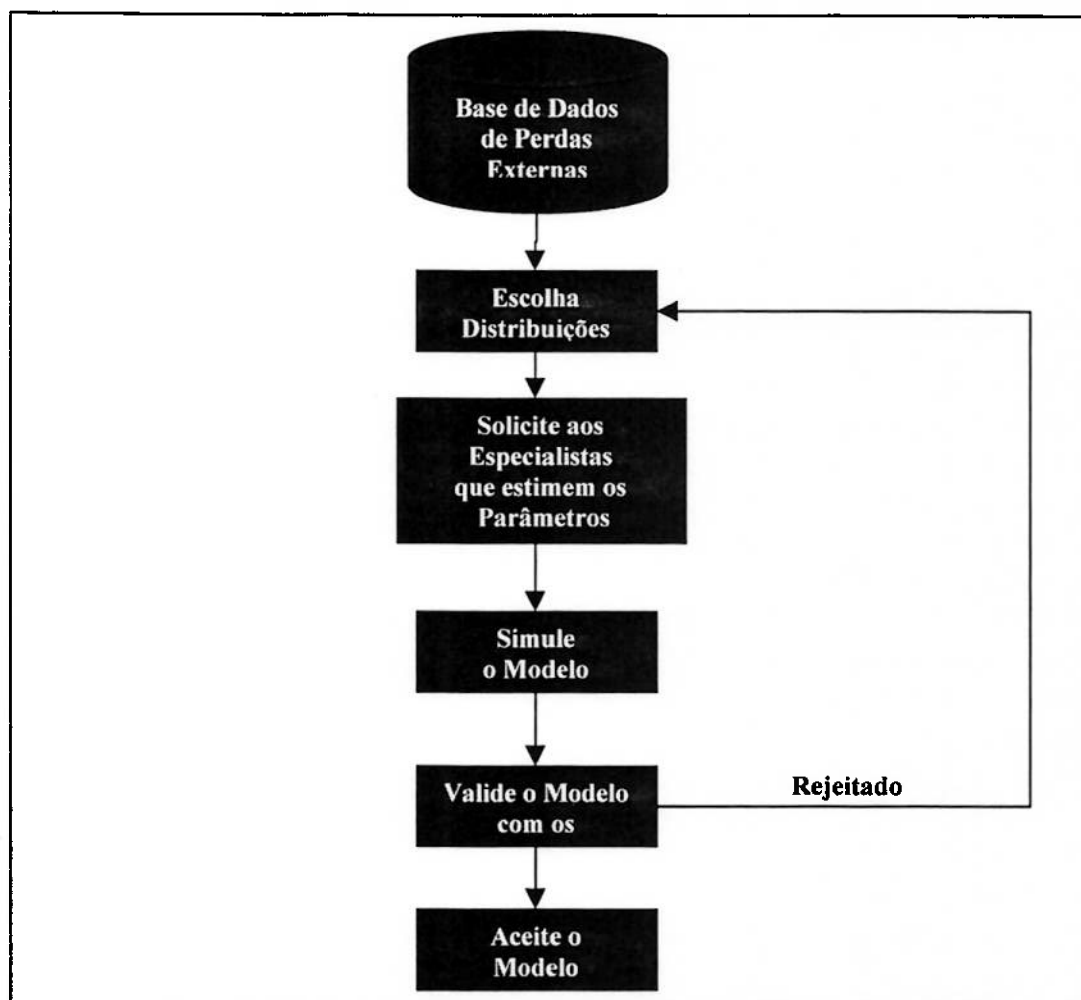


Figura 5.5: Esquema de modelagem de eventos externos.

Elaborado pelo autor.

Segundo nosso esquema, iremos obter a partir da base externa e da opinião de especialistas, perdas possíveis caso algumas situações experimentadas por outras organizações ocorressem na empresa estudada. Podemos ter vários tipos de parâmetros estimados por especialistas, dependendo muito do tipo de evento e da situação em que ele pode ocorrer. Se tivermos eventos que podem se repetir periodicamente, ou seja, possuem alguma frequência associada a eles, é conveniente que tenhamos parâmetros de frequência e impacto, como nos dois Modelos de Perdas anteriormente estudados. Nos casos em que esse evento só poderia ocorrer uma vez, não tem sentido estudar sua frequência, embora sempre devamos considerar a chance (probabilidade) do evento ocorrer (pelo menos uma

vez). Iremos sugerir um modelo apenas para a situação em que não existe uma frequência associada ao evento, pois no caso completo (frequência + impacto), recaímos no modelo de perdas subjetivas já estudado anteriormente.

Uma possível distribuição a ser utilizada é a PERT (Beta adaptada). São dados os valores mínimo, mais provável e máximo da perda e a função PERT encontra a forma que melhor adapta essas restrições. Uma descrição melhor dessa distribuição aparece logo abaixo.

5.7.3 A distribuição Beta

A partir dos eventos de perdas selecionados para o problema específico que desejamos prever, devemos buscar distribuições e parâmetros adequados para nosso problema. A distribuição que iremos estudar é a mesma sugerida por VOSE(2000), chamada PERT. Escolhemos essa distribuição porque seus parâmetros podem ser facilmente estimados, facilitando sua adaptação à realidade interna da empresa.

A distribuição PERT recebe esse nome porque utiliza as mesmas hipóteses sobre a média que as redes PERT (usada no planejamento de projetos). É, na verdade, uma versão da distribuição Beta e requer três parâmetros: a perda mínima (a), mais provável (b) e máxima (c). A figura abaixo ilustra três distribuições PERT:

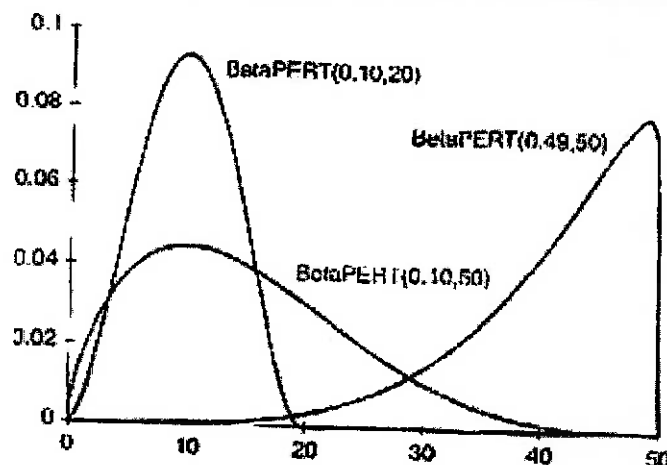


Figura 5.6: Distribuições PERT.

Transcrito de VOSE(2000).

A equação da distribuição PERT está relacionada com a distribuição Beta, como segue:

$$PERT(a,b,c) = Beta(\alpha_1, \alpha_2) * (c - a) + a$$

$$\text{Onde } \alpha_1 = \frac{(\mu - a) * (2b - a - c)}{(b - \mu) * (c - a)} \quad e \quad \alpha_2 = \frac{(\alpha_1 * (c - \mu))}{\mu - a}$$

$$\mu = \frac{\alpha + 4b + c}{6}$$

A distribuição PERT pode ser alterada, mantendo-se os mesmos parâmetros, mudando apenas a importância (pesos) dos parâmetros para ajustá-los à certeza da estimativa:

$$\mu = \frac{\alpha + \gamma * b + c}{6}$$

No PERT padrão $\gamma = 4$. Entretanto, se aumentarmos o valor de gama, a distribuição se tornará progressivamente mais centrada no valor de b (e,

consequentemente, terá sua incerteza reduzida). Se, ao contrário reduzirmos o gama, a distribuição se tornará mais achatada e a incerteza aumentará. O exemplo abaixo ilustra o efeito de três diferentes gama para uma PERT(5,7,10) modificada. Essa alteração pode ser realizada a fim de adaptarmos melhor os eventos à realidade da instituição considerada, sempre que precisarmos validar o modelos com os especialistas internos.

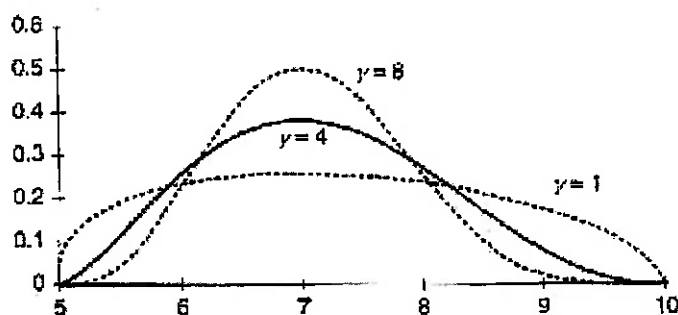


Figura 5.7: Distribuições PERT com várias médias calculadas.
Adaptado de VOSE(2000).

A distribuição PERT é apenas uma das opções que podem ser utilizadas na modelagem de perdas externas. Outra opção mais simples é a distribuição triangular, que utiliza os mesmos parâmetros da PERT. Vale lembrar que a modelagem de eventos externos está em estágios bem iniciais nos bancos, por ser uma das mais difíceis de ser feita. Não pretendemos utilizar, pelo menos no momento, perdas externas para fins de cálculo de capital alocado.

Capítulo 6

Aplicação do Modelo de Perdas Históricas

Levantamento das perdas, constituição da base de dados, modelagem de frequência, modelagem de impacto e agregação.

6.1 Introdução

O capítulo 5 foi dedicado a explicar os principais modelos de perdas (históricas, subjetivas ou externas), assim como a aplicabilidade, as vantagens e desvantagens de cada um deles. No capítulo 6 iremos exemplificar o Modelo de Perdas Históricas, mais relevante no nosso estudo por permitir o cálculo de perdas diretas e do capital que deverá ser alocado para suportar essas perdas¹.

Iniciaremos este capítulo explicando os dados internos que serão utilizados na aplicação do Modelo. Em seguida, passamos para a primeira etapa do modelo que é encontrar distribuições que explicam tanto a probabilidade de ocorrência dos eventos (frequência), quanto seu impacto. Após encontrar as distribuições e testá-las, iremos para a simulação de ocorrências e impactos, que serão agregados em valores mensais de perdas. Temos então a distribuição final de perdas, que será comparada com nossos dados históricos para validação do modelo final. A última etapa consiste em apresentar os resultados, com os valores de perdas possíveis, para diversos *percentis* da distribuição final.

6.2 Perdas Históricas

Um dos conceitos mais importantes da gestão de Riscos Operacionais é a definição do que são perdas operacionais. Perdas operacionais são aquelas resultantes de erros humanos, falhas e interrupção de sistemas ou decorrentes de eventos externos ou criminal, com impacto financeiro *direto* sobre os resultados da instituição (capítulo 3). A partir do momento que temos uma definição, nosso próximo passo é buscar fontes de dados que possam ser utilizados para povoar nossa base de perdas. Infelizmente, na maioria das organizações, essa não é uma tarefa muito simples. A maioria das informações de perdas estão consolidadas em

¹ Não iremos explorar exemplos de Modelos de Perda Subjetiva e Externas porque ainda não é possível utilizá-los para cálculo de capital. Espera-se que o desenvolvimento de novas técnicas, assim como o aumento da consciência de riscos tornem estimativas subjetivas apropriadas para a alocação de capital.

valores mensais e sem muita distinção entre os fatores que levaram àquela perda (falha humana, sistemas, crimes, etc.). No nosso estudo é importante conhecer cada um dos eventos de perdas, quando ele ocorreu e quanto se perdeu, para que consigamos distinguir frequência e impacto.

Existe uma categoria de perdas que costuma ser tratada com mais cuidado dentro das instituições financeiras brasileiras. Essa categoria é a de perdas criminais, responsável por parte considerável do total de perdas operacionais, principalmente em países que combinam má distribuição de renda, violência e impunidade.

A perdas financeiras que serão modeladas aqui correspondem a eventos criminais externos (assaltos a agências bancárias e carros-fortes de transporte de numerário e cheques, arrombamentos, contestações, etc.) e fraudes internas. Esses dados foram obtidos através da divisão da Auditoria Interna que realiza a averiguação desses eventos, junto à rede de quase 700 agências do banco.

A Auditoria possui uma base bastante completa, desde 1998, em Access, totalizando, até agosto de 2001, mais de 3000 registros. Os valores de perdas estão individualizados (cada registro constitui um evento) e detalhados, com uma descrição completa da ocorrência. Ressaltamos que esses dados são confidenciais e, por isso, os valores foram parcialmente modificados, para proteger sua confidencialidade sem alterar os resultados obtidos.

As principais ocorrências aparecem no gráfico abaixo, ordenadas segundo o número de eventos:

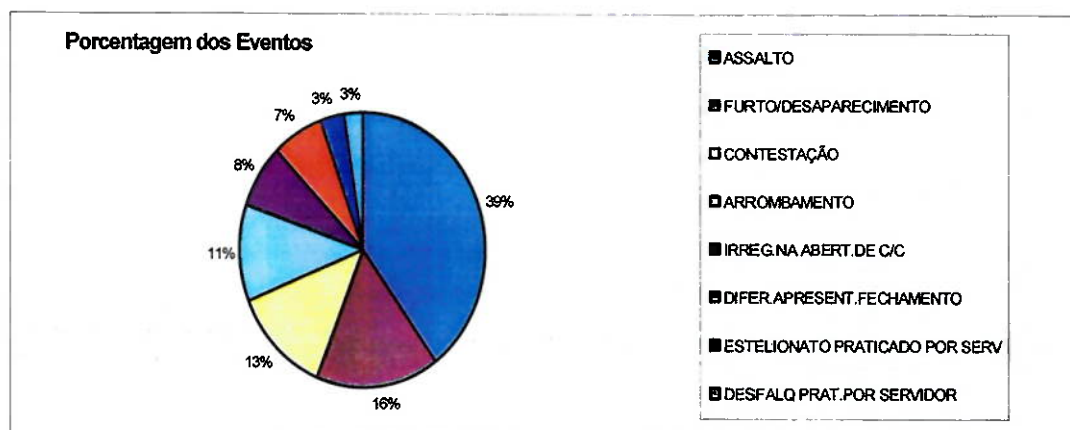


Figura 6.1: Gráfico da porcentagem do número de eventos.
Elaborada pelo autor.

Como pode ser visto, os eventos estão concentrados em assaltos, seguido por furtos e desaparecimentos, problemas relacionados a contestação de cheques irregularmente pagos, arrombamentos, fraudes relacionadas a abertura irregular de conta corrente e diferenças no fechamento contábil diário. Embora o gráfico acima seja relacionado ao número de eventos, não existe diferenças significativas quando consideramos a porcentagem de valores perdidos. Logo abaixo temos o gráfico de valores por tipo de evento:

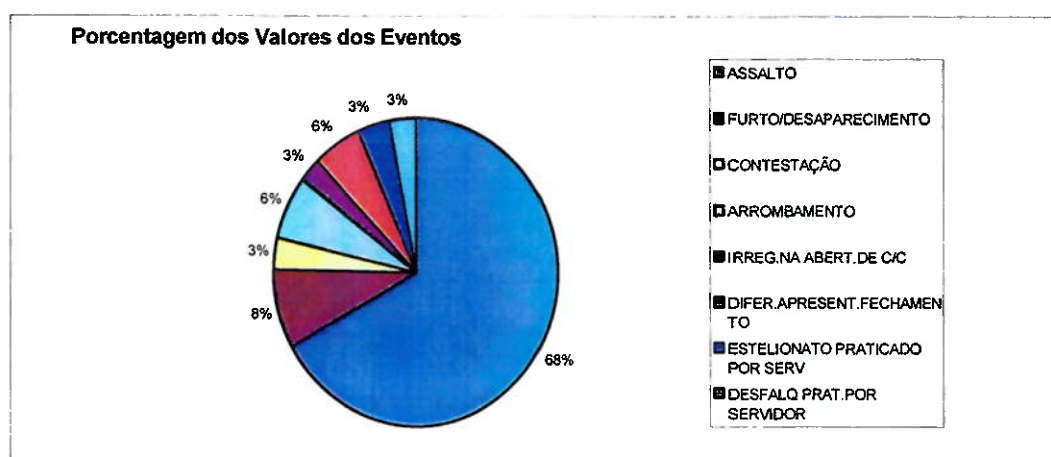


Figura 6.2: Gráfico das somas das perdas por tipo de evento.
Elaborada pelo autor.

A ordem de ocorrências é mantida quando consideramos a maior somatória de impactos. A média de perda para cada um dos eventos aparece na tabela abaixo:

Descrição	Média
ASSALTO ²	\$37,403.34
FURTO/DESAPARECIMENTO	\$11,650.81
CONTESTAÇÃO	\$6,050.79
ARROMBAMENTO	\$12,796.56
IRREG.NA ABERT.DE C/C	\$7,555.92
DIFER.APRESENT.FECHAMENTO	\$18,678.65
ESTELIONATO PRATICADO POR SERV	\$25,665.36
DESFALQ PRAT.POR SERVIDOR	\$28,314.22
PERDA DE PRAZO DEV.CHEQUE	\$6,189.18
TITULOS DE COBRANÇA	\$26,242.91
EXTRAV.CHS.DEV./DEVOLVIDO	\$4,885.15
AÇÃO INDENIZATORIA	\$12,660.09
OCOR.COM ORDEM PAGTO/DOC	\$26,463.02
OCORRÊNCIAS COM NPs/DPs	\$52,773.60
RESGATE DE CHEQUES	\$3,308.73
OCORRÊNC.C/ARRECADAÇÃO	\$4,716.94
OCOR.DIV.ENVOL.SERVIDORES	\$3,341.42
CECOMPE / OCORRÊNCIAS	\$6,401.47
CONV.GAR.CHEQ REALMASTER	\$9,672.69
DEF.NEGOCIOS FORA NORMAS	\$10,307.53
OFICIOS / NOTIFICAÇÕES	\$23,733.85
AÇÃO INDENIZATÓRIA	\$3,766.24
SALDO DEVEDOR	\$2,664.63
CEDULAS FALSAS	\$2,890.00

Tabela 6.1: Tabela com média de valores por tipo de ocorrência (Elaborada pelo autor).

² Incluem assaltos à agências, ATMs, carro-forte e também seqüestros.

Analisando os dados acima, comprovamos o que já havia sido dito anteriormente com relação à base de dados perdas operacionais: temos um grande número de eventos, com baixo valor individual, e um pequeno número de eventos que representam grandes perdas. Quando consideramos os três principais tipos de eventos em termos de quantidade (após "Assaltos"), ou seja, Furtos, Contestação e Arrombamentos, temos 40% do total de eventos, mas as perdas médias são inferiores a R\$13.000,00. No caso de ocorrências menos freqüentes, como Estelionatos e Desfalques praticados por Servidor (funcionários), temos R\$26.000,00 e R\$28.000,00 respectivamente, em média, por evento.

Uma outra questão que merece ser discutida é a possibilidade de encontrar várias distribuições de perdas, uma para cada tipo de evento (assaltos, arrombamentos, desfalques, etc.), e não uma única distribuição para toda a subcategoria de eventos criminais. De qualquer forma, todas as distribuições deverão de consolidadas em uma única, final, para todos os eventos criminais. A possibilidade de realizar esse tipo de análise será melhor discutido no próximo capítulo (Conclusões e Recomendações). Por enquanto, não desejamos complicar desnecessariamente o modelo.

6.3 Valores mensais de perdas

Nesse item iremos partir para a análise das perdas somadas no mês. Temos um total de 43 períodos (meses do início de 1998 até agosto de 2001), que serão agrupados em classes. Em seguida, testaremos a aderência desses dados à distribuição Lognormal e depois discutiremos a questão do valor mínimo de perda que deve ser considerado. Após realizar o corte acima do valor mínimo estipulado, repetiremos o teste de aderência.

Nossos dados de perdas mensais foram agrupados em classes, constituindo o histograma que pode ser observado abaixo:

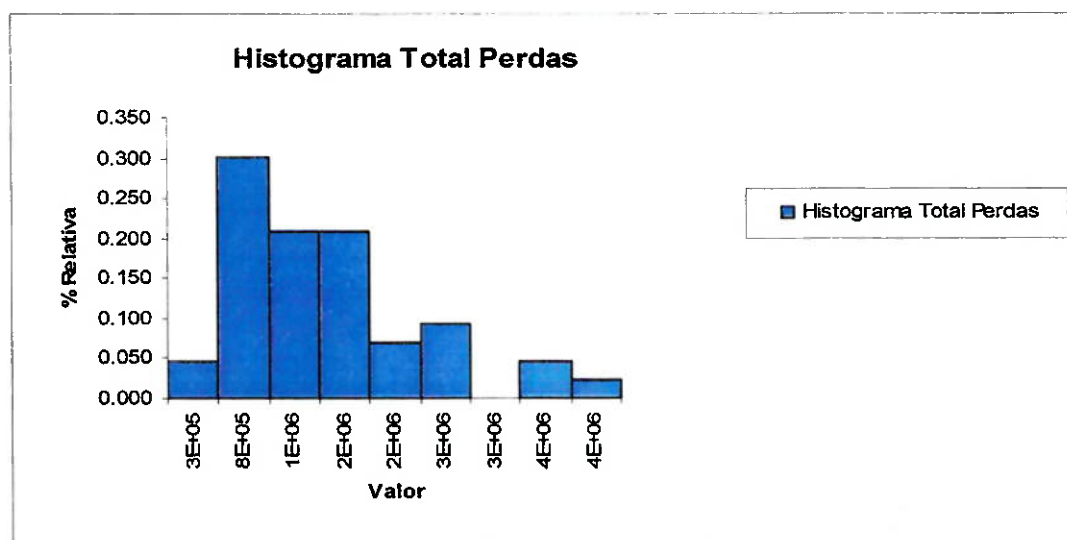


Figura 6.3: Histograma da somatória mensal dos eventos.

Elaborada pelo autor.

Nosso próximo passo foi testar aderência da distribuição dos logaritmos das perdas a uma curva normal. Os seguintes resultados foram obtidos:

Teste	χ^2	Kolmogorov-Smirnov
Parâmetros do Teste	$\nu=3$	N=9
Observado	4.229	0.4533
5%	7.815	0.5433

Tabela 6.2: Teste de aderência da distribuição mensal de perdas.

Elaborado pelo autor.

Tanto pelo teste χ^2 (com 3 graus de liberdade, após agruparmos as classes com frequência inferior a 5), quanto pelo Kolmogorov-Smirnov, não podemos rejeitar a hipótese de aderência dos nossos dados à distribuição Lognormal (ou de aderência dos logaritmos naturais das perdas mensais à distribuição Normal), com $\mu = 13.9$ e $\sigma = 0.58$ (detalhes do teste estão no Anexo 1).

Esse resultado já era esperado uma vez que nossas perdas mensais são a soma de cada uma das perdas individuais que ocorreu naquele mês. Quando partimos para a modelagem de capital, entretanto, parte dessas perdas individuais já foram assumidas pela organização, ou seja, de alguma forma as empresas já esperam por esses eventos, e se preparam para sua ocorrência. Isso pode ser explicado pelo fato de que as organizações procuram a melhor relação custo-benefício nos seus gastos com segurança, ou seja, muitas vezes é mais econômico sofrer pequenas perdas do que incrementar os gastos com segurança. É comum que os bancos provisionem recursos para cobrir pequenos assaltos, furtos e arrombamentos. A partir do momento que decidem reduzir seus gastos com segurança, não faz sentido alocar duas vezes recursos para cobrir esses eventos, havendo a necessidade de excluir da nossa modelagem perdas já esperadas (e suportadas por provisionamento).

Assim, deixaremos de ter nas nossas perdas mensais a soma de todos os eventos que ocorreram e passaremos a ter a soma de apenas alguns eventos, acima de um certo limite mínimo. A questão é: Qual é o valor mínimo de perda que não é esperado pela organização? Para ilustrar esse problema podemos observar

abaixo os valores de perdas sofridos no ano de 2000 e os cortes de R\$20.000,00, R\$40.000,00 e R\$60.000,00.

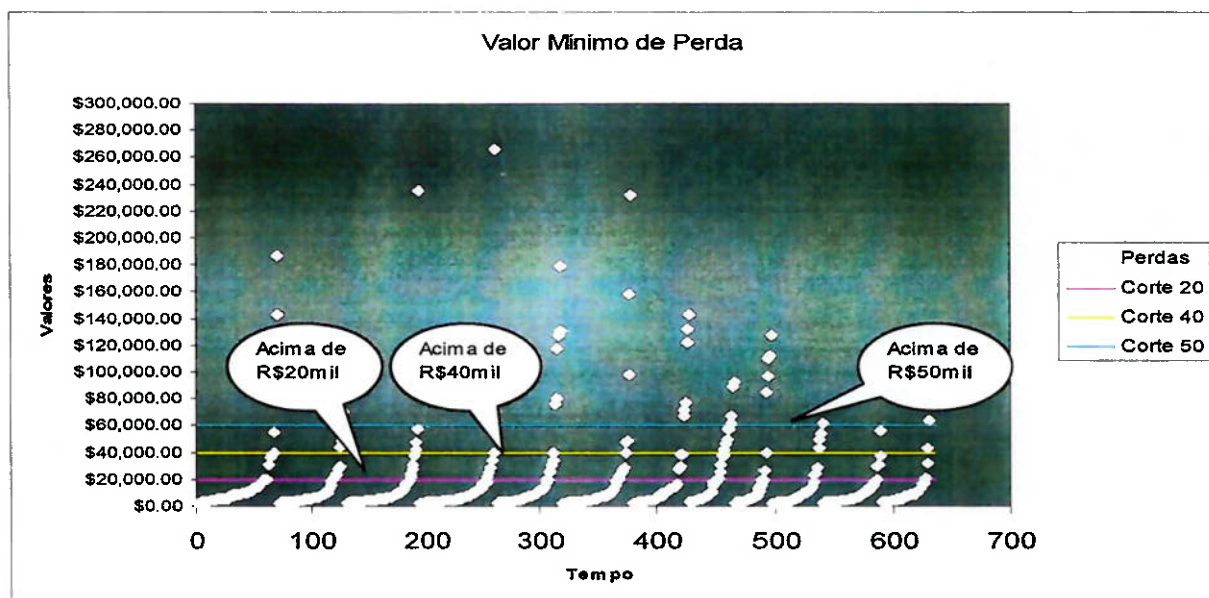


Figura 6.4: Gráfico para seleção do limite de corte.

Elaborado pelo autor.

Para perdas criminais estipulamos arbitrariamente um limite de R\$50.000,00. Esse valor pode ser alterado, sem que isso afete significativamente o modelo. É importante ressaltar também que esse corte também melhora consideravelmente a qualidade dos dados, uma vez que elimina registros em que a perda foi nula. Em muitos casos, eventos com valores nulos não significam que não ocorreu perda relacionada com aquele evento, mas sim que ela não foi reconhecida logo após o ocorrido. Um exemplo bastante freqüente desta situação são assaltos a carros-forte de cheques (coletados nas máquinas de depósito). Nesses eventos nenhuma perda é registrada. Apenas quando os clientes começam a reclamar os valores dos cheques é que a perda começa a ser registrada, constituindo um novo evento, isto é, cada queixa passa a constituir um novo registro.

Tomando apenas os eventos acima de R\$50.000,00, temos novos valores de perdas mensais, que foram novamente agrupados em classes, constituindo o histograma abaixo:

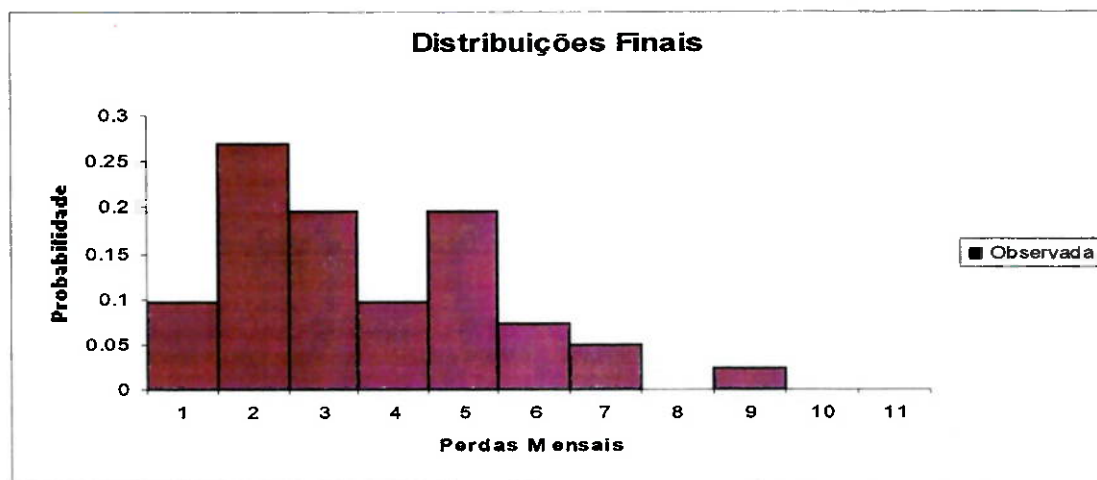


Figura 6.5: Histograma das perdas acima de R\$50.000,00.

Elaborado pelo autor.

Nosso próximo passo é testar a aderência desses dados à uma distribuição. O procedimento foi análogo ao realizado quando tínhamos todos os eventos: tomamos os valores do total perdido a cada mês, encontramos os logaritmos neperianos desses valores, agrupamos em classes e testamos a aderência através do χ^2 e do K-S. Os resultados obtidos aparecem abaixo (detalhes do teste de aderência estão em anexo):

Teste	χ^2	Kolmogorov-Smirnov
Parâmetros	$\nu=3$	N=8
Observado	8.36	0.29
5%	7.815	0.481

Tabela 6.3: Teste de aderência para valores acima de R\$50.000,00, somados no mês. Elaborado pelo autor.

Como pode ser visto, devemos rejeitar a hipótese de que nossos dados possam ser representados por uma distribuição Lognormal. Esse resultado já era

esperado, pois à medida que os eventos vão se tornando raros, a hipótese de que cada um deles é uma variável aleatória normal vai perdendo força. Nosso próximo passo é modelar separadamente frequência e impacto, para em seguida agregá-los novamente numa única distribuição (detalhes do teste de aderência estão no Anexo 2).

6.4 Modelo de Perdas Históricas

A aderência a uma única distribuição conhecida não se mostrou aplicável quando realizamos o truncamento dos nossos valores acima de um certo limite, restringindo nossa amostra a eventos não-esperados. Para solucionar essa questão, iremos iniciar a aplicação do modelo de perdas históricas, apresentado no capítulo anterior. O primeiro passo consiste na modelagem da frequência dos eventos, seguida pela modelagem do impacto de cada evento. Em seguida simularemos eventos e perdas mensais, que serão agrupados em classes, constituindo nossa distribuição final de perdas. Por fim, testaremos a aderência dos nossos dados truncados à distribuição obtida através da simulação.

6.4.1 Distribuição de Frequência

Para modelar a frequência dos eventos tomaremos os dados de perdas truncados (acima de R\$50.000,00) e somaremos o número mensal de eventos. Agrupamos as frequências mensais em classes de modo que obtemos a seguinte distribuição:

Mínimo	Máximo	Eventos
0	1	5
1	2	2
2	3	3
3	4	5
4	5	5
5	6	5
6	7	5
7	8	2
8	9	2
9	10	2
10	11	1
11	12	2
Total		43
Amplitude		20
Classes		1
Média		5.3
Desvio		4.49926

Tabela 6.4: Tabela das frequências mensais agrupadas em classes.

Elaborado pelo autor.

Podemos visualizar melhor nossos dados no histograma abaixo.

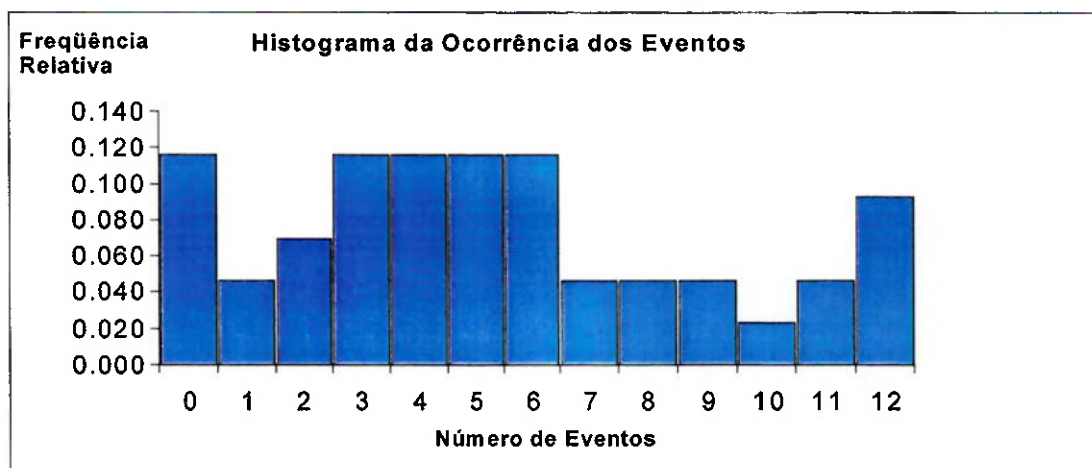


Figura 6.6: Histograma de frequências dos eventos mensais.

Elaborado pelo autor.

O intervalo médio entre os eventos é aproximadamente 5 dias. Testaremos, então, a aderência dos nossos dados a uma distribuição de Poisson, de $\lambda = 6$ (número mensal de eventos). Os seguintes resultados foram obtidos (o teste completo está no Anexo 3):

Tabela de aderência da frequência a uma Poisson.

Teste	χ^2	Kolmogorov-Smirnov
Parâmetros	$\nu = 4$	N = 13
Observado	13.081	0.247
5%	9.488	0.377
1%	13.277	0.491

Tabela 6.5: Teste de aderência da frequência dos eventos mensais.

Elaborado pelo autor.

Pelo teste K-S não podemos rejeitar a hipótese de que a frequência dos eventos possa ser representada por uma Poisson(5). Esse resultado já era esperado, pois cada um dos eventos pode ser entendido como um “sucesso”, ou seja, temos

“provas de Bernoulli a cada instante”. Quando temos uma probabilidade de ocorrência de um evento que é constante e contínua no tempo, podemos aproxima-la pela distribuição de Poisson, como já foi visto anteriormente.

Assim, podemos aceitar que nossa variável NÚMERO DE EVENTOS pode ser aproximada por uma Poisson(5), não havendo a necessidade de buscarmos outras distribuições para modelar a probabilidade de ocorrência dos nossos eventos. Nosso próximo passo é modelar o impacto dos eventos.

6.4.2 Aderência Impacto

Nessa etapa encontraremos uma distribuição que possa representar a variável IMPACTO DO EVENTO. Inicialmente iremos agrupar nossos valores de perdas em classes. O seguinte resultado foi obtido:

Intervalo (In)		Valores
10.820	11.010	61
11.010	11.200	42
11.200	11.390	47
11.390	11.580	30
11.580	11.770	28
11.770	11.960	21
11.960	12.150	19
12.150	12.340	15
12.340	12.530	9
12.530	12.720	5
12.720	12.910	5
12.910	13.100	2
13.100	13.290	1
Total		285
Intervalo		0.190
Média		11.280
Desvio		0.550

Tabela 6.6: Tabela dos impactos agrupados em classes.

Elaborado pelo autor.

O histograma abaixo ilustra a distribuição de impactos obtida:

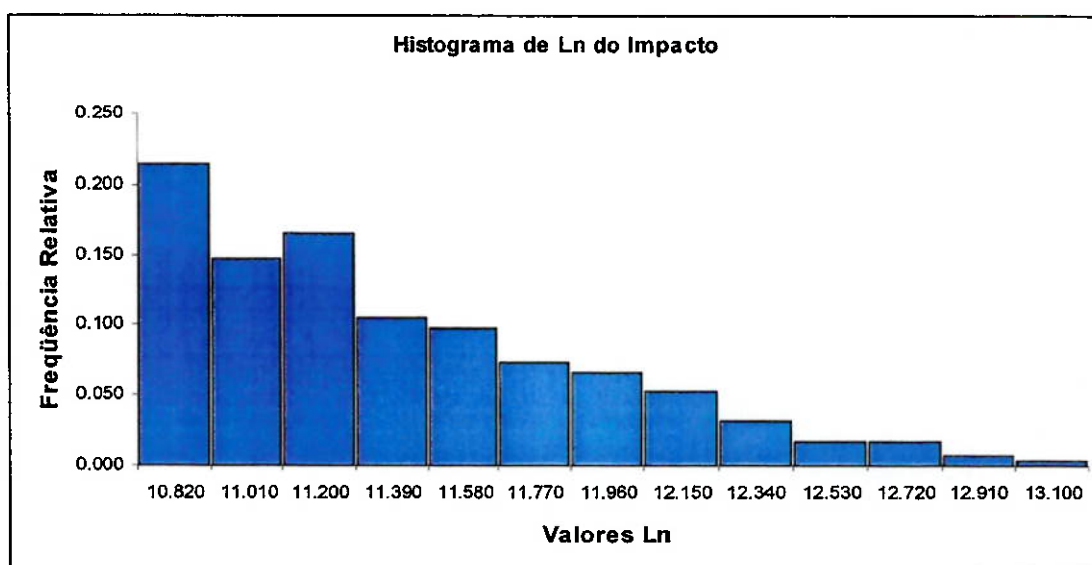


Figura 6.7: Histograma do impacto dos eventos.

Elaborado pelo autor,

Segundo nosso modelo, devemos propor agora distribuições para a modelagem do impacto. No capítulo 5, sugerimos as distribuições Normal e Lognormal e citamos outras que poderiam ser usadas. Para simplificar nossa aplicação, iremos nos restringir à distribuição Lognormal. Como veremos, os resultados obtidos com a Lognormal foram bastante satisfatórios. Caso contrário, teríamos que escolher uma nova distribuição e fazer novamente o teste de aderência.

A média dos logaritmos naturais das perdas da nossa amostra é $\mu=11.489$ e o desvio é $\sigma=0.5272$. O resultado do teste de aderência está logo abaixo (mais detalhes do teste está no anexo 4):

Teste	χ^2	Kolmogorov-Smirnov
Parâmetros	$\nu = 7$	$N = 11$
Observado	11.413	0.1513
5%	14.067	0.4101

Tabela 6.7: Teste de aderência dos impactos à distribuição Lognormal.

Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado, não podemos descartar a hipótese de aderência dos nossos dados à uma distribuição Lognormal(11.345, 0.605), para o K-S e o χ^2 (com 7 graus de liberdade). A distribuição Lognormal será utilizada para gerarmos impactos na próxima etapa desse trabalho, a Simulação.

6.4.3 Simulação

Uma vez que a aderência tenha sido verificada para freqüências e para impactos, devemos nessa próxima etapa, através da simulação de Monte Carlo, gerar a curva de perdas agregadas, composta da combinação das variáveis NÚMERO DE EVENTOS e IMPACTO DO EVENTO, anteriormente modeladas.

Simulamos ao todo 5000 períodos (meses). Num primeiro estágio foram simulados números mensais de eventos. No segundo estágio, para cada evento, foi sorteado um valor de perda. Somados, por mês, tivemos a seguinte distribuição de valores:

Intervalo		Valores	Freqüência
10.4	10.65	39	0.008
10.65	10.9	8	0.002
10.9	11.15	35	0.007
11.15	11.4	36	0.007
11.4	11.65	54	0.011
11.65	11.9	103	0.021
11.9	12.15	208	0.042
12.15	12.4	298	0.060
12.4	12.65	521	0.104
12.65	12.9	737	0.147
12.9	13.15	868	0.174
13.15	13.4	946	0.189
13.4	13.65	711	0.142
13.65	13.9	348	0.070
13.9	14.15	76	0.015
14.15	14.4	12	0.002
Total		5000	

Tabela 6.8: Distribuição agregada de perdas. (Elaborado pelo autor).

A perda média mensal é $\mu = \text{R\$ } 643.713,00$. O desvio-padrão é $\sigma = \text{R\$ } 318.932,00$. O histograma também pode ser observado abaixo:

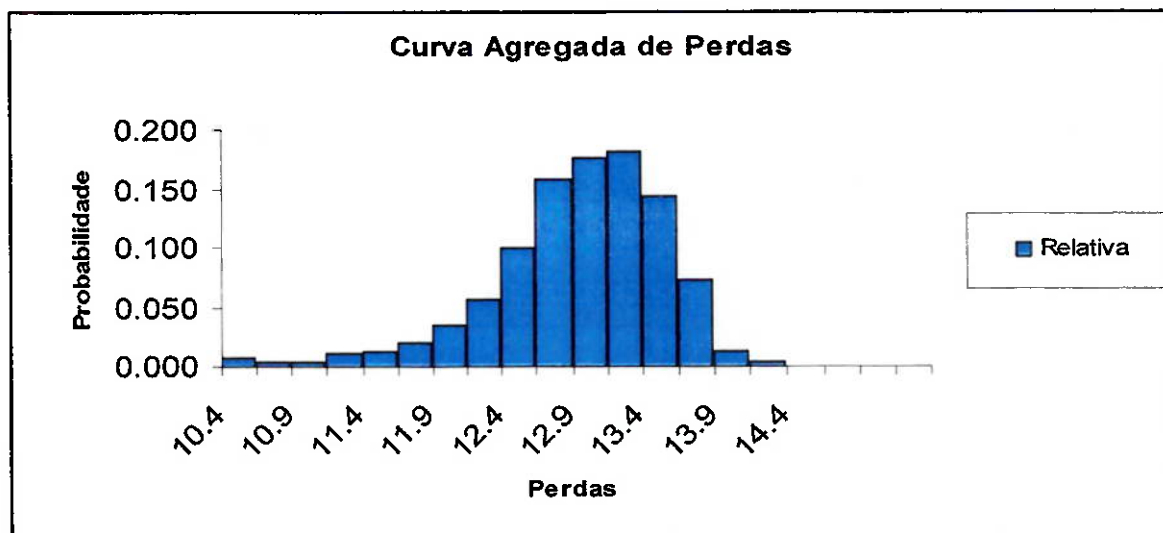


Figura 6.8: Histograma da distribuição agregada de perdas.
Elaborado pelo autor.

Finalmente o Modelo de Perdas Históricas está concluído. Iremos agora validar nosso modelo utilizando nossos dados de perdas, através de um teste de aderência. Em seguida vamos explorar a questão da alocação de capital à luz dos resultados obtidos nessa aplicação do modelo, ou seja, iremos mostrar como a Distribuição Agregada de Perdas pode ser utilizada para o cálculo do total de capital a ser alocado para o Risco Criminal.

6.5 Validação do Modelo de Perdas

Vimos no início deste capítulo que o comportamento de todas as nossas perdas mensais poderia ser modelado utilizando uma distribuição Lognormal. Quando eliminávamos da nossa base todas as perdas individuais abaixo de R\$50.000,00, tivemos que rejeitar a hipótese de que o comportamento desta nova amostra ainda pudesse ser explicado através da Lognormal. Desenvolvemos, então, modelos

distintos para a probabilidade e para o impacto dos eventos e agregamos esses dois modelos em uma única Distribuição Agregada de Perdas, através da simulação de Monte Carlo. Iremos agora repetir o teste de aderência, a fim de decidirmos se aceitamos ou não a hipótese de que o comportamento das nossas perdas acima de R\$50.000,00 pode ser representado pela nossa Distribuição Agregada de Perdas. Podemos observar o resultado do teste na tabela abaixo (os detalhes do teste estão em anexo).

Teste	χ^2	Kolmogorov-Smirnov
Parâmetros	$\nu = 3$	N = 11
Observado	5.663	0.257
Normal	8.36	0.29
5%	7.815	0.410
1%	11.345	0.4915

Tabela 6.9: Teste de aderência dos eventos históricos ao modelo de perdas.

Elaborado pelo autor.

Como pode ser visto, não podemos excluir a hipótese de que a Distribuição Agregada de Perdas represente satisfatoriamente o comportamento dos nossos dados. Uma vez validado, iremos utilizar nosso modelo para permitir o cálculo de capital.

6.6 Alocação de Capital

Após validar a distribuição de perdas, iremos tomar alguns percentis e avaliar a representatividade dos valores obtidos. Por fim realizaremos algumas considerações sobre a alocação de capital por linha de negócio.

A tabela abaixo mostra alguns cortes realizados, na distribuição de perdas anuais, uma vez que a alocação de capital é numa base anual:

Percentil	Perda anual prevista
90%	6.649.630,00
95%	6.895.284,00
97.5%	7.646.070,00
99%	7.981.443,00

Tabela 6.10: Capital previsto para ser alocado.

Elaborado pelo autor.

O valor de capital que será alocado tem um impacto sobre a lucratividade dos produtos e negócios da instituição, por isso deve ser avaliado com bastante cuidado. Não iremos afirmar nesse trabalho qual é o melhor valor a ser alocado para cobrir as perdas. O material da Basileia também não especifica esse valor, apenas atesta que ele deverá ser divulgado pela instituição.

Uma vez definido o percentual das perdas que serão suportadas pela alocação de capital, o próximo passo consiste em ajustar o retorno dos produtos e negócios da instituição à esse nível de capital. Para isso, esse valor de capital precisará ser rateado entre as diversas linhas de negócio da instituição. O critério de rateio ainda é bem arbitrário mas, como se entende que o risco operacional está diretamente relacionado ao volume de transações, tem sido utilizado algum indicador de exposição, como por exemplo a receita bruta de cada linha.

O valor de capital alocado para cada linha (independente da critério utilizado para o rateio), entrará como um fator de correção no cálculo da rentabilidade daquele negócio (ou produto). Estamos falando do conceito de retorno sobre o capital ajustado ao risco, conhecido nas instituições financeiras pela sigla de Raroc – *Risk adjusted return on capital*. O Raroc substituirá, em alguns anos, outros indicadores de desempenho, como o ROI (retorno sobre o investimento). Não está claro como se dará o cálculo desse fator de ajuste ao risco, mas é bastante provável que ele decorra do valor de capital alocado a partir dos modelos de perdas históricas, discutidos neste trabalho.

Capítulo 7

Conclusão e Recomendações

Análise crítica do método proposto e sugestão de pontos de melhorias.

O processo de gestão de riscos operacionais ainda está longe de ser fechado, numa fórmula pronta. O objetivo desse trabalho foi mostrar algumas alternativas e técnicas que o setor financeiro começa a implantar para alcançar um padrão comum para a justa alocação de capital. Espero ter mostrado também que Riscos Operacionais devem constituir uma preocupação comum a toda a organização e não apenas à uma área específica.

Embora no atual estágio em que nos encontramos nosso método pareça o mais adequado, é possível enxergar algumas melhorias, para cada um dos tipos de modelo de perdas estudado. Para Perdas Históricas, poderíamos estudar melhor a evolução desses eventos no tempo e procurar separá-los por características comuns, como por exemplo causas, a fim de reduzir nosso grau de incerteza, melhorando sua previsibilidade. Além disso, conhecer bem os fatores que regem as ocorrências nos permitiria definir e testar políticas (de segurança no caso dos eventos criminais) e análises de custo-benefício para implementação de novos controles.

O modelo de Perdas subjetivas é extremamente suscetível a falhas de processo, principalmente de identificação e levantamento das informações. Existe uma grande dependência do encarregado do levantamento dos dados, além de todas as fontes de erros já discutidas anteriormente. Podemos tornar esse modelo melhor associando ao processo de levantamento treinamentos para conscientização da importância de se avaliar os riscos. Além disso, a qualidade do resultado final tende a melhorar bastante com um maior número de auto-avaliações e a maior experiência dos entrevistadores e entrevistados.

O modelo de Perdas Externas ainda está no seu estágio mais inicial. Seu futuro deve ser os consórcios de dados entre várias organizações. As bases de dados compartilhadas permitirão dados mais abundantes e de melhor qualidade, além da maior flexibilidade de definição do limite mínimo do valor das perdas. Elas também

deverão forçar o nivelamento dos bancos em termos de gestão de riscos, pois existirão requisitos para participação nesses *pools de dados*, o que é excelente para o mercado financeiro de um modo geral.

É importante termos em mente que qualquer modelo é passível de erros. Alguns pontos críticos do processo merecem atenção especial, pois seus erros podem impactar consideravelmente o resultado final. O primeiro deles é a identificação de perdas decorrentes da materialização dos riscos. Mais do que a própria identificação dos riscos, o mapeamento de perdas se torna complexo, quando consideramos que alguns eventos possuem tanto causas operacionais quanto fatores relacionadas a outros tipos de risco. Um exemplo clássico é a dúvida quando temos uma perda decorrente da impossibilidade de se cobrar um empréstimo de um cliente. Embora a causa mais provável seja o cliente não ter meios para honrar seu empréstimo (ligada ao risco de crédito), podemos ter um contrato mal feito (risco legal), ou ainda com erros de formalização, ou um problema do sistema de cobrança (risco operacional). Assim, muitas perdas que aparentemente são de crédito ou de mercado, na verdade tem sua origem no risco operacional. A consequência imediata dessa confusão é sobre o cálculo do capital alocado, ou seja, deve-se alocar apropriadamente capital para risco de crédito, mercado e operacional.

Outra etapa crítica do processo é a constituição da base de dados de valores, principalmente para o modelo de perdas históricas. As dificuldades estão na consolidação de todas as bases de diversas áreas em uma só. Os critérios para o registro dos eventos, assim como sua classificação devem ser o mais padronizados possível. Além disso, sempre existirá a dependência de quem registrou os eventos, principalmente na contabilidade, onde a maioria das saídas são incluídas manualmente nas contas contábeis.

O próximo passo na gestão de riscos operacionais está justamente na adaptação dos sistemas contábeis às necessidades da gestão de riscos. Um dos pilares da

Basiléia é a transparência na contabilização desses eventos (*disclosure*) para que os acionistas e demais *steakholders* possam estar cientes das perdas operacionais e estejam seguros da capacidade da instituição de lidar com eventos dessa natureza. É impossível saber qual a porcentagem das possíveis perdas estão sendo cobertas quando não sabemos quanto é perdido.

O maior desafio para o futuro é a integração entre as diversas bases e ferramentas de risco operacional, de crédito e de mercado. A chamada gestão integrada de riscos resolveria problemas de sobreposição de causas de eventos e viabilizaria o estudo da correlação entre os diversos fatores de risco. Seu efeito é bastante relevante na avaliação de novos produtos e negócios, influenciando sobremaneira o conceito de rentabilidade sobre o capital do acionista, e levando à necessidade de ajustar o retorno esperado ao risco combinado (*Risk Adjusted Return on Capital – Raroc*).

Anexos

Anexo 1: Aderência à Lognormal

Classes		Dados			Lognormal				Chi²2		K-S			
Média	Mín	Máx	Observ	Agrupado	Relativo	Acum	N Acum	Normal	Esper	Agrupada	Dif	Chi²2	Esquerda	Direita
\bar{x}_i			O _i			G(x)	F(x)		E _i		O _i -E _i			
12.95	12.8	13.1	2		0.05	0.05	0.05	0.05	2		0.0		0.004	0.066
13.25	13.1	13.4	3	5	0.07	0.12	0.13	0.08	3	6	0.6	0.1	0.015	0.101
13.55	13.4	13.7	5	5	0.12	0.23	0.27	0.14	6	6	1.1	0.2	0.041	0.169
13.85	13.7	14	9	9	0.21	0.44	0.47	0.19	8	8	-0.7	0.1	0.024	0.092
14.15	14	14.3	5	5	0.12	0.56	0.67	0.20	9	9	3.6	1.5	0.109	0.147
14.45	14.3	14.6	11	11	0.26	0.81	0.83	0.16	7	7	-4.0	2.4	0.015	0.102
14.75	14.6	14.9	5	8	0.12	0.93	0.93	0.10	4	8	0.1	0.0	0.002	0.048
15.05	14.9	15.2	2		0.05	0.98	0.98	0.07	3		0.0		0.000	0.024
15.35	15.2	15.5	1		0.02	1.00	0.99	0.02	1		0.0		0.006	
			43	43	1		5.315	1.017	43.752	43.752	4.981	4.229	0.169	

Teste

Teórico

Máx-Mín 2.379752
Intervalo 0.3
Média 13.9
Desv Pad 0.58

Há aderência!

Anexo 2 - Aderência dos dados truncados à Lognormal

Classes			Dados			Lognormal			Chi²			K-S		
Média	Min	Máx	Obsv	Agrupada	Relativo	Acum	N Acum	Normal	Esperada	Agrupada	Dif	Chi²	Esquerda	Direita
xi			Oi			G(x)	F(x)		Ei		Oi-Ei			
11.21983	10.93	11.51	2		0.05	0.05	0.09	0.09	3.85				0.04	0.03
11.79256	11.51	12.08	3	5	0.07	0.12	0.18	0.09	3.68	7.53	2.53	0.85	0.06	0.03
12.36529	12.08	12.65	4	4	0.09	0.21	0.30	0.12	5.36	5.36	1.36	0.35	0.09	0.14
12.93802	12.65	13.22	10	10	0.23	0.44	0.45	0.15	6.63	6.63	3.37	1.72	0.01	0.22
13.51075	13.22	13.80	10	10	0.23	0.67	0.62	0.16	6.94	6.94	3.06	1.35	0.06	0.29
14.08348	13.80	14.37	10	10	0.23	0.91	0.76	0.14	6.17	6.17	3.83	2.38	0.15	0.22
14.65621	14.37	14.94	3	4	0.07	0.98	0.87	0.11	4.65	7.61	3.61	1.71	0.11	0.13
15.22894	14.94	15.52	1		0.02	1.00	0.94	0.07	2.97				0.06	
			43		1		4.20	0.94	40.24			8.36	0.29	

Teste
Teórico

1%
5%

Não há aderência pelo K-S!

Máx-Min 4.009
Intervalo 0.573
Média 13.1
Desv Pad 1.4

Anexo 3 - Aderência à Poisson

K-S

Min	Max	Event	Agrup	Freq	Acum	Poisson Ac	Poisson	Expected	AgrupadcDif	Dif^2	(Dif^2)/E	Esq	Dir
0	1	5		0.116	0.116	0.0050	0.004992	0.214639				0.111287	0.157799
1	2	2		0.047	0.163	0.0314	0.026455	1.137584				0.131344	0.201111
2	3	3	10	0.070	0.233	0.1016	0.070107	3.014598	5.633	31.733	5.633	0.131004	0.247283
3	4	5	5	0.116	0.349	0.2254	0.123856	5.32579	0.326	0.106	0.326	0.123428	0.239707
4	5	5	5	0.116	0.465	0.3895	0.164109	7.056672	2.057	4.230	2.057	0.075598	0.191877
5	6	5	5	0.116	0.581	0.5635	0.173955	7.480072	2.480	6.151	2.480	0.017922	0.134201
6	7	5	5	0.116	0.698	0.7171	0.15366	6.607397	1.607	2.584	1.607	0.019459	0.027052
7	8	2	13	0.047	0.744	0.8335	0.116343	5.002744	0.978	0.957	0.978	0.089291	0.042779
8	9	2		0.047	0.791	0.9106	0.077077	3.314318				0.119856	0.073345
9	10	2		0.047	0.837	0.9559	0.04539	1.951765				0.118734	0.095479
10	11	1		0.023	0.860	0.9800	0.024057	1.034435				0.119535	0.073024
11	12	2		0.047	0.907	0.9916	0.011591	0.49841				0.084615	0.008409
12	13	4		0.093	1.000	0.9967	0.005119	0.220131				0.003289	
				1		7.701803999	0.996711	42.85856	42.85856	13.08131			0.247283
Amplitude				20						0.05	9.488	0.05	0.377196
Classes				1						0.01	13.277	0.01	0.491463

Teórico

Média 5.3
Desvio 4.49926

Anexo 4- Aderência do impacto

Aderência modelo de perdas (log)										F		G		K-S			
Média	Intervalo	ln	Valores	Agrup	Relativa	Acumulad:	Freq Teo	Freq Norm	Esperada	Agrup	Dif	Dif^2	Dif^2/E	Esq	Dir		
10.915	10.820	11.010	61	61	0.2140	0.2140	0.2533	0.2533	72.1997	72.1997	11.1997	125.4344	1.7373	0.0393	0.1081		
11.105	11.010	11.200	42	42	0.1474	0.3614	0.3750	0.1217	34.6812	34.6812	7.3188	53.5655	1.5445	0.0136	0.1513		
11.295	11.200	11.390	47	47	0.1649	0.5263	0.5107	0.1357	38.6738	38.6738	8.3262	69.3259	1.7926	0.0156	0.1209		
11.485	11.390	11.580	30	30	0.1053	0.6316	0.6452	0.1345	38.3200	38.3200	8.3200	69.2218	1.8064	0.0136	0.0847		
11.675	11.580	11.770	28	28	0.0982	0.7298	0.7636	0.1184	33.7380	33.7380	5.7380	32.9249	0.9759	0.0337	0.0400		
11.865	11.770	11.960	21	21	0.0737	0.8035	0.8562	0.0926	26.3935	26.3935	5.3935	29.0895	1.1021	0.0527	0.0140		
12.055	11.960	12.150	19	19	0.0667	0.8702	0.9205	0.0644	18.3467	18.3467	0.6533	0.4268	0.0233	0.0504	0.0023		
12.245	12.150	12.340	15	15	0.0526	0.9228	0.9603	0.0398	11.3318	11.3318	3.6682	13.4555	1.1874	0.0375	0.0059		
12.435	12.340	12.530	9	9	0.0316	0.9544	0.9821	0.0218	6.2190	6.2190	2.7810	7.7342	1.2436	0.0277	0.0102		
12.625	12.530	12.720	5	5	0.0175	0.9719	0.9928	0.0106	3.0325	5.0253	0.0253	0.0006	0.0002	0.0208	0.0033		
12.815	12.720	12.910	5		0.0175	0.9895	0.9974	0.0046	1.3139					0.0079	0.0009		
13.005	12.910	13.100	2		0.0070	0.9965	0.9991	0.0018	0.5058					0.0027	0.0009		
13.195	13.100	13.290	1		0.0035	1.0000	0.9998	0.0006	0.1730					0.0002			
Intervalo			0.19	285	1		10.255933		0.999750568	284.9289	Teórico		11.41341	0.1513			
			2.3211								0.05		14.067	0.4101			

Anexo 5 - Aderência Distribuição Final

Histograma

K-S

F(x)

G(x)

Médio	Min	Máx	Obs	Relativo	Agrup	Acumulad	Simulada	Esper	Freq	Acun	Freq	Eserad	Agrup	Dif	Chi^2	Esq	Dir
11.133	10.933	11.333	2	0.046512		0.046512	108	108	0.0216	0.0216	0.9288					0.02491	0.0482
11.533	11.333	11.733	1	0.023256		0.069767	204	96	0.0408	0.0192	0.8256					0.02897	0.0755
11.933	11.733	12.133	2	0.046512		0.116279	467	263	0.0934	0.0526	2.2618					0.02288	0.0694
12.333	12.133	12.533	2	0.046512	7	0.162791	1040	573	0.208	0.1146	4.9278	8.944	1.944	0.4225	0.04521	0.0711	0.0711
12.733	12.533	12.933	5	0.116279	5	0.27907	2119	1079	0.4238	0.2158	9.2794	9.2794	4.2794	1.9735	0.14473	0.0413	0.0413
13.133	12.933	13.333	8	0.186047	8	0.465116	3610	1491	0.722	0.2982	12.8226	12.8226	4.8226	1.8138	0.25688	0.1173	0.1173
13.533	13.333	13.733	6	0.139535	16	0.604651	4724	1114	0.9448	0.2228	9.5804	11.8508	4.1492	1.4527	0.24015	0.1076	0.1076
13.933	13.733	14.133	10	0.232558		0.837209	4988	264	0.9976	0.0528	2.2704				0.16039	0.0906	0.0906
	14.133	14.533	3	0.069767		0.906977	5000	12	1	0.0024	0.1032				0.09302	0.0233	0.0233
	14.533	14.933	3	0.069767		0.976744	5000	0	1	0	0				0.02326	1E-16	1E-16
	14.933	15.333	1	0.023256		1	5000	0	1	0	0				5.6626	0.25688	0.25688
			43		1		5000	5000	6.452	1	43				7.815	0.41006	0.41006
									Teórico		0.99				11.345	0.49146	0.49146

Valores Ln

Máx-Mín	3E+06	4.01
Intervalo	4E+05	0.4
Média	9E+05	13.1
Desv Pad	7E+05	1.4

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bernstein, P. L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do Risco**, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1996.
2. Costa Neto, P. L. O. **Estística**, São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1997.
3. Cruz, M. **Developing an Operational VAR Model using EVT**, **Advances in Operational Risk**, Londres, Editora Risk Books, 2001.
4. Cruz, M. **Statistical/Actuarial Modeling and Econometric Causal Models, apresentado na Mastering and Applying Operational Risk Quantification Methods**, Nova York, Julho/2001.
5. Fadigas, O. **Risco de Projetos**, conjunto de apostila, 1999.
6. King, J. L. **Operational Risk: Measurement and Modelling**, Chichester, Wiley Finance, 2000.
7. Marshal, C. L. **Measuring and Managing Operational Risk in Financial Institutions: Tools, Techniques and other resources**. Singapura, Wiley Finance, 2000.
8. Medova, E. A. **Operational Risk Capital Allocation and Integration of Risk. Advances in Operational Risk**, Londres, Editora Risk Books, 2001.
9. Meyer, Paul L. **Probabilidade: Aplicações à Estatística**, 2 ed., Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1983.
10. Stone, C. A. e Zissu, A. **Global Risk based capital regulations**. New York, Irwin Professional Publishing, 1994.
11. **A New Capital Adequacy Framework – Consutative Paper, 2**.
<http://bis.org.br>
12. **Operational Risk Management Survey**
<http://bba.org.uk>