



**Macelly Oliveira Morais**

**Análise de cenários: integrando a gestão do  
risco operacional com a mensuração do  
capital - a experiência do BNDES**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em  
Administração de Empresas da PUC-Rio como requisito  
parcial para obtenção do grau de Doutor em  
Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Antônio Carlos Figueiredo Pinto

Rio de Janeiro

Julho de 2016



**Macelly Oliveira Morais**

**Análise de cenários: integrando a gestão do  
risco operacional com a mensuração do  
capital - a experiência do BNDES**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto**

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

**Prof. Marcelo Cabus Klotzle**

Departamento de Administração - PUC-Rio

**Prof. Luiz Felipe Jacques da Motta**

Departamento de Administração – PUC-Rio

**Prof. José Valentim Machado Vicente**

Faculdades Ibmecc RJ

**Prof. Marco Antonio Cunha de Oliveira**

UFRJ

**Profa. Mônica Herz**

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 29 de julho de 2016

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora ou do orientador.

### **Macelly Oliveira Morais**

Bacharel em Ciências Contábeis pela UFRJ em 2001. Pós-graduação em Controladoria e Finanças pela UFF em 2002. Mestre em Ciências Contábeis pela UFRJ em 2008. Funcionária de uma instituição financeira com atribuições relacionadas à gestão da base de dados de risco operacional e à gestão do capital regulamentar referente ao risco operacional..

#### Ficha Catalográfica

Morais, Macelly Oliveira

Análise de cenários : integrando a gestão do risco operacional com a mensuração do capital - a experiência do BNDES / Macelly Oliveira Morais ; orientador: Antônio Carlos Figueiredo Pinto. – 2016.

133 f. : il. color. ; 30 cm

Tese (doutorado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2016.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Análise de cenários. 3. Risco operacional. 4. Modelos internos. I. Pinto, Antônio Carlos Figueiredo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Para os meus pais, Antônio e Arlete, responsáveis pelas minhas realizações,  
pelo amor, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida e  
pela torcida sincera.

Para minha filha, Anna Júlia, amor da minha vida,  
pela compreensão em todos os momentos de ausência.

## Agradecimentos

A Deus, sempre presente em minha vida, pelas portas abertas e pelo sustento nos momentos de dificuldade.

Ao BNDES por todas as oportunidades dadas ao longo desses anos, incluindo o apoio para participação dos cursos de mestrado e de doutorado.

À PUC-Rio pela oportunidade de fazer esse curso, pela excelência de ensino demonstrada durante esses anos e pela bolsa de estudos concedida.

À CAPES pelo auxílio concedido.

Ao ex-Diretor do BNDES, João Carlos Ferraz, pela permissão em aplicar o modelo proposto no BNDES.

Ao Superintendente da Área de Gestão de Riscos, Maurício Elias e ao Chefe de Departamento de Gestão de Risco Operacional, Ivan Júnior, pelo apoio dado na aplicação do modelo. A aplicação do modelo como proposta corporativa foi fundamental para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Figueiredo Pinto, pelo apoio, não só na elaboração deste trabalho, mas também pela orientação conduzida de forma objetiva, participativa e precisa.

Aos professores que participaram da comissão de qualificação da tese e da comissão examinadora pelo tempo dispendido e pelas contribuições dadas.

A todos os professores do IAG/PUC-Rio pelos conhecimentos transmitidos, em especial ao Prof. Dr. Marcelo Cábus Klotzle pelo apoio.

Ao Sérgio Moreno, funcionário do BNDES e parceiro de equipe, pelo apoio fundamental na aplicação dos questionários.

Aos meus colegas da PUC-Rio, em especial aos amigos Alex Moraes e Flávio Val, pelo apoio dado ao longo de todo curso, pela motivação e pelas conversas.

Aos amigos que me acompanharam ao longo do curso, em especial Patrícia Barros, Camila Carvalho, Eliane Mendes e Mônica Rey, pela preocupação e por me ouvirem falar sobre o curso durante todo esse tempo.

Aos amigos do BNDES, em especial aos amigos do Departamento de Gestão de Risco Operacional (DEROP) pela torcida.

Ao Prof. Dr. Moacir Sancovisch e ao Prof. Dr. José Augusto Veiga da Costa Marques pelas cartas de recomendação para que eu fizesse o curso.

## Resumo

Morais, Macelly Oliveira; Pinto, Antonio Carlos Figueiredo. **Análise de cenários: integrando a gestão do risco operacional com a mensuração do capital - a experiência do BNDES**. Rio de Janeiro, 2016. 133p. Tese de Doutorado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O risco operacional, que é definido como a possibilidade de ocorrência de perdas resultantes de falha, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas e sistemas, ou de eventos externos, está presente em qualquer atividade de uma instituição, seja ela financeira ou não. Essas características tornam a gestão e a mensuração desse risco desafiadoras e completamente diferentes dos demais tipos de risco. Apesar de Basileia II, em 2004, ter proposto diretrizes para os modelos internos de risco operacional, que visam determinar a quantia de capital que deve ser reservada para fazer frente a esse risco, os modelos internos de risco operacional ainda não se desenvolveram como os modelos de risco de crédito e mercado. Esse fato levou o Comitê de Basileia a sinalizar a intenção de eliminar os modelos internos para mensuração do risco operacional recentemente, substituindo todas as abordagens atuais, inclusive os modelos internos por uma abordagem padronizada única, que considera as perdas internas das instituições financeiras. A ausência de bases de dados internas abrangentes e que contemplem todos os riscos operacionais aos quais uma instituição financeira está exposta criou a necessidade de utilizar outros elementos, como os dados de perdas externas e os cenários. No entanto, esses elementos são criticados pela subjetividade. Esta tese teve como objetivo demonstrar a utilização do elemento "análise de cenários" na metodologia *Loss Distribution Approach* (LDA) para cálculo do capital regulamentar referente ao risco operacional tendo como referência a experiência do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na integração da gestão do risco operacional com a mensuração do capital. A metodologia proposta possibilitou, dentre outros: (i) a mensuração do capital regulamentar considerando cenários factíveis; (ii) a identificação de cenários de cauda e de corpo da distribuição agregada de perdas, que não estão refletidos na base de dados internas de perdas; (iii) a identificação e mensuração dos riscos operacionais do BNDES de forma abrangente; (iv) a obtenção de

informações que podem direcionar a gestão do risco no que se refere à identificação de riscos que devem ter o tratamento priorizado; (v) o desenvolvimento de uma cultura de riscos, tendo em vista o envolvimento de especialistas de diversas unidades; (vi) a utilização de uma metodologia compreensível a todos os especialistas de negócios, que são os que conhecem os riscos de suas atividades.

## **Palavras-chave**

Análise de cenários; risco operacional; modelos internos.

## Abstract

Morais, Macelly Oliveira; Pinto, Antonio Carlos Figueiredo (Advisor). **Scenario analysis: integrating the operational risk management with the capital measurement - the BNDES experience**. Rio de Janeiro, 2016. 133p. Tese de Doutorado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Operational risk, which is defined as the possibility of losses resulting from failure, deficiency or inadequacy of internal processes, people and systems or from external events, is present in any activity of an institution, be it financial or not. These features make the management and measurement of this risk challenging and completely different from other types of risk. Although Basel II in 2004 has proposed guidelines for the internal models for operational risk, which aim to determine the amount of capital that must be set aside to cover this risk, operational risk internal models have not yet developed as credit risk and Market models. This has led the Basel Committee to signal the intention to eliminate internal models for measuring operational risk recently, replacing all current approaches, including internal models by a single standardized approach, which considers the internal losses of financial institutions. The absence of comprehensive internal databases that include all operational risks to which a financial institution is exposed has created the need to use other elements such as external data loss and scenarios. However, these elements are criticized for its subjectivity. This thesis aimed to demonstrate the use of the element "scenario analysis" in Loss Distribution Approach (LDA) methodology for calculating regulatory capital for operational risk with reference to the experience of the Brazilian Development Bank (BNDES) in the integration of operational risk management with the measurement of capital. The proposed methodology allowed, among others: (i) the measurement of regulatory capital considering feasible scenarios; (ii) identification of tail and body scenarios of the aggregate losses distributions, which are not reflected in the internal loss database; (iii) the identification and measurement of BNDES's operational risk in a comprehensive manner; (iv) obtaining information that can target the risk management as regards the identification of risks that should be prioritized treatment; (V) developing a risk culture in view of the involvement of experts from various units; (Vi) use a

comprehensive approach to all business experts, who are the ones who know the risks of their activities.

## **Keywords**

Scenario analysis; operational risk; internal models.

## Sumário

1 O problema	17
1.1. Introdução	17
1.2. Objetivos	20
1.2.1 Objetivo Final	20
1.2.2. Objetivos Intermediários	20
1.3. Questões de pesquisa	20
1.4. Delimitação do estudo	22
1.5. Relevância do estudo	22
1.6. Estrutura do trabalho	23
2 Referencial teórico	24
2.1. Revisão de literatura	24
2.1.1. Introdução	24
2.1.2. Definição de Risco Operacional	24
2.2. Eventos de risco operacional	26
2.3. Gestão do risco operacional	28
2.4. Abordagens padronizadas para cálculo da parcela do capital regulamentar para o risco operacional	29
2.4.1. Abordagem do Indicador Básico (AIB)	30
2.4.2. Abordagem Padronizada Alternativa (APA)	31
2.4.3. Abordagem Padronizada Alternativa (APAS)	32
2.5. Revisão das abordagens padronizadas pelo Comitê de Basileia	32
2.5.1. OperationalRisk - Revision as to Simpler Approaches - October 2014	33
2.5.2. Standardised Measurement Approach for OperationalRisk - March 2016	35
2.6. Abordagem de mensuração avançada	39
2.6.1. Elementos Fundamentais da Abordagem de Mensuração Avançada	39
2.6.1.1. Dados Internos de Perdas	40
2.6.1.2. Dados Externos de Perdas	42
2.6.1.3. Análise de Cenários	43
2.6.1.4. Indicadores Relativos ao Ambiente de Negócios e aos Controles Internos	44
2.7. Metodologias Mencionadas pelo Comitê de Basileia para a Abordagem AMA	46
2.7.1. Internal Measurement Approach (IMA)	47
2.7.2. Loss Distribution Approach (LDA)	47

2.7.3. Scenario Based Approaches (SBA)	48
2.8. Loss Distribution Approach (LDA)	51
2.8.1. Introdução	51
2.8.2. Estrutura Básica da Metodologia	52
2.8.3. Estimação da Severidade	54
2.8.4. Estimação da Frequência	56
2.8.5. Cômputo de Capital	57
2.8.6. Intervalo de Confiança	58
2.8.7. Os Elementos da Abordagem AMA no Contexto da Metodologia LDA	60
2.8.7.1. Dados Internos de Perdas	60
2.8.7.2. Dados Externos de Perdas	61
2.8.8. Análise de Cenários	63
2.9. Pesquisas	66
2.10. Apresentações de instituições financeiras	75
2.11. Posicionamento teórico	77
3 Metodologia	79
3.1. Tipo de pesquisa	79
3.2. Revisão bibliográfica	81
3.3. Coleta de dados	81
3.4. Etapas da pesquisa	82
3.5. Pesquisa de opinião com os potenciais especialistas	82
3.6. Técnica Delphi para definição de cenários	83
3.7. Questionários para identificação e mensuração dos cenários de risco operacional	85
3.8. Aplicação da Metodologia LDA	87
3.9. Estrutura do Modelo	87
3.10. Limitações do Método	93
4 O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES	95
4.1. O BNDES	95
4.2. O BNDES em números	96
4.3. Estrutura de Gestão e Organização Básica	99
4.4. A Gestão de Riscos Operacionais do BNDES	99
4.5. Definição dos cenários	101
4.5.1. Aplicação da Metodologia para Identificação dos Cenários - 1ª Rodada	102

4.5.2. Pesquisa de opinião para Definição de Metodologia de Mensuração	104
4.5.3. Questionários da 2ª Rodada para Mensuração dos Eventos Selecionados na 1ª Rodada	106
4.5.4. Questionários da 3ª Rodada para Confronto das Mensurações	108
4.6. Constituição da base de perdas sintética	111
5 Aplicação do modelo LDA	113
5.1. Modelo 1	114
5.1.1. Estimação da Severidade	114
5.1.2. Estimação da Frequência	116
5.1.3. Cômputo do Capital e Intervalo de Confiança	117
5.2. Modelo 2	120
5.2.1. Estimação da Severidade	120
5.2.2. Estimação da Frequência	121
5.2.3. Cômputo do Capital e Intervalo de Confiança	122
5.3. Backtesting	124
5.4. Comparação do OpVar com o capital mínimo requerido pela abordagem AIB	125
6 Conclusões	127
7 Referências bibliográficas	129

## Lista de quadros

Quadro 1 - Referências a metodologias feitas pelo Comitê de Basileia	50
Quadro 2 - Etapas da metodologia de definição de cenários	101
Quadro 3 - Eventos ocorridos e potenciais relatados pelas Áreas do BNDES	102
Quadro 4 - Efeitos que os eventos podem causar	103
Quadro 5 - Definição do número de eventos a serem mensurados na 2ª Rodada	103
Quadro 6 - Resultados da pesquisa com potenciais especialistas sobre metodologias de estimação de cenários	105
Quadro 7 - Resultados das mensurações da 2ª Rodada	106
Quadro 8 - Resultados das mensurações da 3ª Rodada	108
Quadro 9 - Outros cenários excluídos	109
Quadro 10 - Definição do Número de Mensurações Consideradas	110
Quadro 11 - Referências indicadas para definição da severidade	110
Quadro 12 - Estatísticas Descritivas das Bases de Perdas Sintéticas	112
Quadro 13 - Modelos Implantados	114
Quadro 14 - <i>Backtesting</i>	124

## Lista de figuras

Figura 1 - Fatores que causam os eventos de risco operacional	28
Figura 2 - Relação de Dependência entre o Elementos "Dados Externos de Perdas" e "Dados Internos de Perdas"	45
Figura 3 - Relação de Dependência entre o Elementos "Análise de Cenários" e os Demais Elementos	46
Figura 4 - Relação de Dependência entre o Elemento "Indicadores de Ambiente de Negócios e de Controles Internos" e os Demais Elementos	46
Figura 5 - Componentes do diagrama Bow-Tie	67
Figura 6 - Simulação de Monte Carlo	70
Figura 7 - Passos para definição de cenários	74
Figura 8 - Matriz de cenários	74
Figura 9 - Estrutura do modelo implementado	92

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Tipos de eventos de risco operacional	27
Tabela 2 - Linhas de negócios (BACEN)	31
Tabela 3 - Coeficientes por Camada do BI	35
Tabela 4 - Coeficientes por Camada do BI	37
Tabela 5 - Informações mínimas para perdas registradas	41
Tabela 6 - Principais indicadores financeiros do BNDES	96
Tabela 7 - Prioridades estratégicas do BNDES	98

## Lista de gráficos

Gráfico 1 - Fontes de Recursos do BNDES	97
Gráfico 2 - Desembolsos do BNDES	98
Gráfico 3 - Desembolsos do BNDES	99
Gráfico 4 - Comparação do Capital Mínimo Exigido do BNDES	125

# 1 O problema

## 1.1. Introdução

As especificidades do sistema financeiro o caracterizam como um dos setores mais associados a riscos. A intermediação de recursos entre investidores e tomadores de crédito faz com que o comprometimento do equilíbrio financeiro dessas instituições afete milhares de pessoas físicas e jurídicas, além do próprio sistema financeiro local e até internacional, quando as operações de uma instituição ultrapassam o mercado financeiro local. Esse efeito propagador é associado ao risco sistêmico, que é definido pelo BIS (1994) como o risco que o não cumprimento de obrigações contratuais por um participante pode causar ao cumprimento das obrigações de outros, o que pode gerar uma reação em cadeia de dificuldades financeiras maiores.

Dada a importância do setor financeiro e dos riscos que o envolve, o *Bank for International Settlements* (BIS), que é uma organização financeira internacional da qual participam 60 supervisores de países de todo o mundo, divulgou, em 1988, o "Acordo de Capital<sup>1</sup>" (Basileia I) que propunha diretrizes para adequação do capital em bancos para fazer frente a possíveis perdas de risco de crédito<sup>2</sup>. Em 1993, o risco de mercado<sup>3</sup> foi incorporado à Basileia I. Por fim, em 2004, foi estabelecido o "Segundo Acordo de Capital<sup>4</sup>" (Basileia II), que incorporou o risco operacional.

---

<sup>1</sup>*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, 1988.

<sup>2</sup> Risco de crédito é a possibilidade de ocorrência de perdas associadas ao não cumprimento pelo tomador ou contraparte de suas respectivas obrigações financeiras nos termos pactuados, à desvalorização de contrato de crédito decorrente da deterioração na classificação de risco do tomador, à redução de ganhos ou remunerações, às vantagens concedidas na renegociação e aos custos de recuperação.

<sup>3</sup> Risco de mercado é a possibilidade de ocorrência de perdas resultantes da flutuação nos valores de mercado de posições detidas de uma instituição financeira, que inclui as seguintes operações: as sujeitas à variação cambial, das taxas de juros, dos preços das ações e dos preços das mercadorias (*commodities*) (BACEN; 2007).

<sup>4</sup>*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards - A Revised Framework*, 2004.

Tendo em vista a preocupação com esses riscos, foram definidos requerimentos mínimos de capital para as instituições financeiras (patrimônio de referência). No caso das instituições financeiras brasileiras, o patrimônio de referência<sup>5</sup> deve representar, no mínimo, 11% dos ativos ponderados pelo risco<sup>6</sup>.

Os ativos ponderados pelo risco são compostos de parcelas referentes aos riscos de crédito, de mercado e operacional. Para cada tipo de risco, existem metodologias padronizadas, definidas pelo BACEN, e metodologias avançadas mais sofisticadas, conhecidas como modelos internos. Por meio dessas metodologias, os valores dos ativos ponderados para cada tipo de risco, que definem o capital mínimo que a instituição financeira deve manter, são definidos. Logo, os modelos para cálculo de capital atraem atenção especial não só das instituições financeiras, mas também dos reguladores e do meio acadêmico.

O risco operacional começou a chamar a atenção quando um operador realizou operações desastrosas com derivativos, que ele também controlava, e que levaram a uma perda de U\$ 1,3 bilhão, que culminou com a falência do Banco Barings em 1995. Outro evento que teve destaque na mídia foi a fraude cometida por um operador do banco francês *Société Generale*, entre os anos de 2007 e 2008, ao realizar operações fictícias de valores superiores aos autorizados, e que levaram a perdas de €\$ 5 bilhões.

O risco operacional é definido como a possibilidade de ocorrência de perdas resultantes de falha, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas e sistemas, ou de eventos externos (BACEN; 2006) e está presente em qualquer atividade de uma instituição, seja ela financeira ou não. Falhas podem ocorrer em qualquer processo. Ademais, existe uma variedade de eventos (falhas) possíveis. Essas características tornam a gestão e a mensuração desse risco desafiadoras e completamente diferente dos demais tipos de risco.

Apesar de Basileia II, em 2004, ter proposto diretrizes para os modelos internos de risco operacional, que visam determinar a quantia de capital que deve ser reservada para fazer frente a esse risco, os modelos internos de risco operacional ainda não se estabeleceram como metodologia para cálculo de capital.

---

<sup>5</sup>Para mais detalhes, consultar Resolução CMN 4.192/2013.

<sup>6</sup>Para mais detalhes, consultar Resolução CMN 4.193/2013.

No Brasil, nenhuma instituição financeira utiliza modelos internos de risco operacional para cálculo do capital regulamentar.

De forma distinta dos modelos internos de risco de crédito e mercado, que consideram metodologias já consagradas e utilizam dados objetivos e únicos, a não consolidação dos modelos internos de risco operacional pode ser explicada pelos seguintes fatores: (i) a busca por modelos totalmente objetivos, o que vai de encontro à subjetividade inerente ao risco operacional; (ii) o *gap* existente entre as metodologias teóricas e a realidade da gestão desse risco nas instituições financeiras; (iii) o desafio para formação de uma base de dados de perdas abrangente; e (iv) a obtenção de alguns *inputs* que vêm da gestão do risco operacional, que são utilizados, por exemplo, para a análise de cenários e indicadores relativos ao ambiente de negócios e aos controles internos (BEICFs<sup>7</sup>).

De acordo com Wahlstrom (2009), para atender o propósito de gestão e de controle operacional no dia-a-dia, os pressupostos que sustentam os modelos de mensuração de risco precisam descrever a realidade. Caso contrário, eles quebram devido à discrepância entre seus pressupostos de sustentação e a realidade. Logo, eles não podem nortear a tomada de decisão. Wahlstrom (2009) sugere ainda que estudos que satisfazem demandas puramente acadêmicas, devem voltar à prática e, junto com usuários e praticantes, iniciem discussões para encontrar soluções para problemas reais.

O *gap* entre as metodologias teóricas e a realidade das instituições financeiras, por sua vez, pode ser explicado pela inexistência de pesquisas que apliquem essas metodologias a situações reais, tendo em vista que as informações sobre as perdas de risco operacional são tratadas como informações sigilosas, já que podem comprometer a imagem dessas instituições.

A metodologia que vem sendo mais utilizada para o cálculo do capital referente ao risco operacional é a *Loss Distribution Approach* (LDA). Como requerido por Basileia II, essa metodologia considera quatro elementos: dados internos de perdas, dados externos de perdas, análise de cenários e os BEICFs.

---

<sup>7</sup> Sigla em inglês de "*Business Environment and Internal Control Factors*", como o elemento é amplamente conhecido.

O objetivo desta tese é demonstrar a utilização dos elementos "análise de cenários" na metodologia LDA para cálculo do capital regulamentar referente ao risco operacional, como elemento integrador da gestão do risco e da mensuração de capital, tendo como referência a experiência do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na gestão do risco operacional.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo final**

Demonstrar como o elemento análise de cenários pode ser utilizado para mensuração do capital, por meio da metodologia *Loss Distribution Approach* (LDA), de forma integrada com a gestão do risco operacional tendo como referência a experiência do BNDES. Dessa forma, esta tese não tem como objetivo calcular o capital regulamentar referente ao risco operacional do BNDES.

### **1.2.2. Objetivos intermediários**

Para atingir o objetivo final, deverão ser alcançados os seguintes objetivos intermediários: (i) levantamento dos riscos ocorridos e potenciais de todas as áreas do BNDES por meio de questionário; (ii) definição dos cenários por meio de metodologia que teve como referência a Técnica Delphi; e (iii) implementação da metodologia LDA.

## **1.3. Questões de pesquisa**

Os modelos internos de risco operacional, cuja metodologia mais utilizada é a LDA, ainda não se consolidaram, apesar do risco operacional ter sido incluído no Segundo Acordo de Capital em 2004. A inaplicabilidade prática de algumas metodologias utilizadas em estudos acadêmicos à realidade das instituições financeiras pode ser a explicação para a não consolidação desses modelos. Um dos grandes desafios para sua utilização, considerando os requisitos definidos por Basileia II, é a utilização da opinião de especialistas no modelo por meio da análise de cenários.

Existem questões práticas relacionadas ao assunto: (i) como definir os cenários?; (ii) como definir cenários por meio da estimação de parâmetros de distribuições teóricas, se os especialistas das unidades de negócio, que são os que conhecem seus processos e podem estimar os cenários, na maioria das vezes não possuem conhecimentos estatísticos?; (iii) que tipo de técnica pode ser utilizada para definição de cenários?; (iv) dado que os cenários foram definidos, como considerá-los no modelo de forma mais objetiva possível?; e (v) quais desses métodos oferecem utilização factível e prática para as instituições financeiras?

Outro ponto está relacionado à possível subjetividade de alguns métodos de análise de cenários. Segundo Shevchenko e Wuthrich (2006), por exemplo, a análise de cenários isoladamente é muito subjetiva, mas combinada com os dados de perda, é uma ferramenta poderosa para a estimação de perdas.

Diante do exposto acima, algumas questões deverão ser respondidas por esta pesquisa:

- de forma prática, como construir cenários?
- com vistas a maximizar a objetividade, como inseri-los no modelo LDA?

A primeira questão da pesquisa busca definir uma metodologia que possa ser utilizada considerando a realidade das instituições financeiras. Essa metodologia deve considerar, não somente os critérios para definição dos cenários, ou seja, para quais riscos os cenários devem ser criados, mas também como fazer com que os especialistas contribuam com seus conhecimentos sobre o negócio, de forma que tal contribuição possa ser considerada no modelo LDA de forma mais objetiva possível.

A elaboração da primeira questão foi baseada na hipótese de que nem todos os especialistas das diversas unidades da instituição financeira possuem os conhecimentos necessários para estabelecer parâmetros de uma distribuição de probabilidade teórica.

A segunda questão da pesquisa busca verificar se as metodologias consideradas nos estudos acadêmicos contribuem para a consolidação desses modelos no setor financeiro e como inserir a análise de cenário de forma mais objetiva possível.

#### **1.4. Delimitação do estudo**

O estudo será desenvolvido tendo como referência a experiência do BNDES na gestão do risco operacional, e para possibilitar sua implementação, a base de dados de perdas internas do BNDES será utilizada, preservando as informações classificadas pela Instituição com sigilo empresarial.

O foco deste estudo é a utilização do elemento "análise de cenários". Para tal, a metodologia básica LDA será utilizada. Outros temas relacionados ao modelo, como: correlação (cópuas), Teoria de Valores Extremos (EVT<sup>8</sup>) e escalonamento de dados não serão considerados.

Importante destacar que, tendo em vista que a correlação entre as perdas não será considerada, o valor de capital apresentado é conservador no sentido de ser o valor máximo de capital. Se a correlação entre as perdas fosse considerada o valor de capital seria igual ou menor.

Apesar do BNDES ser uma instituição financeira única no cenário nacional, é possível aplicar a metodologia proposta em qualquer instituição, financeira ou não.

Tendo em vista que o presente estudo tem como objetivo contribuir para a aplicabilidade dos modelos internos de risco operacional e que os dados de uma instituição financeira brasileira serão utilizados, os normativos do emitidos pelo BACEN serão a principal referência sempre em conjunto com os normativos do Comitê de Basileia.

#### **1.5. Relevância do estudo**

A utilização de modelos internos permite que o risco seja mensurado de forma a refletir a realidade da instituição financeira. No caso do risco operacional, os modelos internos ainda não estão consolidados. A inaplicabilidade de algumas metodologias à realidade das instituições financeiras contribui para isso.

---

<sup>8</sup>Sigla em inglês de "*Extremes Values Theory*".

Por outro lado, os estudos acadêmicos relacionados ao tema são quase em sua totalidade teóricos, tendo em vista a confidencialidade dos dados de perdas das instituições financeiras, o que também pode explicar a inaplicabilidade das metodologias. Não há como ter acesso a dados reais sem que alguma instituição autorize, o que é raro, tendo em vista que esses dados evidenciam perdas por falhas, na maioria das vezes, internas.

Dessa forma, estudos que visem o aperfeiçoamento da metodologia LDA contribuem para consagração do modelo e para a gestão do risco operacional de forma mais eficiente.

O presente estudo contribui para a academia por utilizar dados reais e com desafios reais à implementação desses modelos. Ademais, esse tema foi abordado poucas vezes em estudos de casos reais. Dessa forma, suas conclusões podem influenciar estudos futuros.

Já para as instituições financeiras, agrega valor por aplicar uma metodologia, que na maioria das vezes é exposta de forma teórica, de forma prática e aplicada.

Para os administradores, a pesquisa contribuirá ao fornecer ferramenta para mensuração de um risco relevante, fazendo com que tais profissionais tenham um perfil de gestores de riscos mais completos.

## **1.6. Estrutura do trabalho**

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: (i) a primeira parte apresenta a introdução; (ii) a segunda parte apresenta a revisão bibliográfica dos principais conceitos que respaldam a pesquisa; (iii) a terceira parte foi dedicada a descrever o BNDES e o processo de definição e mensuração dos cenários; (iv) por fim, a terceira parte encerra a pesquisa apresentando a aplicação da metodologia proposta.

## **2**

### **Referencial teórico**

#### **2.1.**

##### **Revisão de literatura**

##### **2.1.1.**

###### **Introdução**

Este capítulo da tese tem como finalidade definir o risco operacional e expor as metodologias existentes para cálculo da parcela do capital referente ao risco operacional.

As definições do *Basel Committee on Banking Supervision*, conhecido como "Comitê de Basileia", e do Banco Central do Brasil - BACEN serão utilizadas como embasamento para este capítulo, tendo em vista que o risco operacional é tratado principalmente em instituições financeiras. Além disso, a presente tese utilizará um estudo de caso de uma instituição financeira para proposição de um modelo. Dessa forma, as definições dos reguladores devem nortear a presente pesquisa.

O capítulo está estruturado em cinco tópicos principais. No primeiro, será abordada a definição do risco operacional. O segundo aborda os eventos de risco operacional. O terceiro aborda os tipos de eventos de risco operacional. No quarto tópico, serão abordadas as metodologias existentes para cálculo da parcela do capital regulamentar para risco operacional. Por fim, o último tópico aborda os tipos de metodologias utilizadas para cálculo do capital regulamentar de risco operacional pela Abordagem de Mensuração Avançada (AMA).

### 2.1.2. Definição de risco operacional

Em 2004, o Comitê de Basileia divulgou o documento "*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards - A Revised Framework*", conhecido como Basileia II<sup>9</sup>, o Segundo Acordo de Capital. Esse documento incluiu o risco operacional dentre os riscos que devem ser geridos pelas instituições financeiras internacionalmente ativas. Antes de Basileia II, apenas os riscos de crédito e mercado faziam parte do escopo do Primeiro Acordo de Capital (Basileia I).

Basileia II define o risco operacional como risco de perda resultante de falhas ou inadequação de processos internos, pessoas e sistemas, ou de eventos externos. Essa definição inclui o risco legal, mas exclui os riscos estratégicos e reputacional. A mesma definição foi estabelecida pelo BACEN através da Resolução CMN 3.380/06.

O BACEN, por meio da Resolução 3.380/06, define risco legal como o risco associado à inadequação ou deficiência em contratos firmados pela instituição, bem como a sanções em razão de descumprimento de dispositivos legais e a indenizações por danos a terceiros decorrentes das atividades desenvolvidas pela instituição.

A gestão do risco operacional abrange a identificação, avaliação, monitoramento, controle e mitigação do risco<sup>10</sup>. O Comitê de Basileia, por meio do documento "*Principles for the Sound Management of Operational Risk*"<sup>11</sup>, de junho de 2011, citou alguns exemplos de ferramentas que podem ser utilizadas para identificação e avaliação do risco operacional.

Tendo em vista que o risco operacional está presente em qualquer atividade da instituição, é fundamental que esse risco seja gerido com a finalidade de evitar que o risco se materialize ou, caso se materialize, que as perdas ou outras consequências negativas para a instituição sejam reduzidas o máximo possível. Nesse sentido, os controles internos são ferramentas fundamentais para evitá-los ou minimizar seus impactos.

---

<sup>9</sup>Foi o segundo acordo de capital para bancos internacionalmente ativos.

<sup>10</sup>Artigo 5º da Resolução CMN 3.380/06.

<sup>11</sup>Item 39.

Diferentemente dos riscos de crédito e mercado, que estão concentrados em determinados ativos, o risco operacional está presente em toda a instituição financeira.

Outra característica que o diferencia dos riscos de crédito e mercado é que a assunção do risco não é uma escolha planejada da instituição. No caso do risco de crédito, a instituição decide oferecer crédito e assumir o risco de inadimplência. No caso do risco de mercado, a instituição decide comprar um ativo e assumir o risco da variação de seu preço. Já no caso do risco operacional, não há uma decisão planejada sobre assumir esse risco, uma vez que para que elas funcionem, precisam de pessoas, processos e sistemas, que podem falhar ou serem inadequados. Adicionalmente, as instituições estão expostas a fatores externos que não estão sob seu controle e que podem provocar perdas.

Essas características tornam a construção de um modelo interno de risco operacional um desafio, tendo em vista as seguintes necessidades: (i) prever quando a falha, inadequação ou evento externo vai ocorrer, (ii) dado que a falha, inadequação ou evento externo ocorreu, ela provocará uma perda?; e (iii) dado que a perda ocorreu, qual o valor envolvido?

## **2.2. Eventos de risco operacional**

Os eventos de risco operacional representam a materialização do risco, ou seja, a falha, a inadequação ou o evento externo ocorrerem. E, apesar da perda ser a principal consequência, o Comitê de Basileia, através do documento "*Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches*"<sup>12</sup>, de junho de 2011, indica outros três possíveis efeitos que devem ser considerados para a gestão do risco operacional, assim como podem ser utilizados como insumos para os modelos internos para cálculo de capital: eventos de quase perda<sup>13</sup>, eventos de ganhos de risco operacional<sup>14</sup> e custo de oportunidade/receita perdida<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup>Item 89.

<sup>13</sup>Eventos que não provocam perda.

<sup>14</sup>Eventos que geram ganhos.

<sup>15</sup>Eventos que impeçam negócios futuros.

Tanto Basileia II quanto o BACEN classificam os eventos de risco operacional por tipos, sendo que Basileia II define sete tipos e o BACEN define 8. A Tabela 1 evidencia os tipos de eventos definidos por Basileia II e pelo BACEN.

Tabela 1 - Tipos de eventos de risco operacional

<b>Basileia II<sup>16</sup></b>		<b>BACEN<sup>17</sup></b>	
	Fraudes internas		Fraudes internas
	Fraudes externas		Fraudes externas
	Práticas relativas a empregados e segurança no trabalho		Demandas trabalhistas e segurança deficiente do local de trabalho
	Clientes, produtos e práticas de negócios		Práticas inadequadas relativas a clientes, produtos e serviços
	Danos a ativos físicos		Danos a ativos físicos próprios ou em uso pela instituição
	Interrupção de negócios e falhas em sistemas		Aqueles que acarretem a interrupção das atividades da instituição
	Execução, entrega e gestão de processos		Falhas em sistemas de tecnologia da informação
			Falhas na execução, cumprimento de prazos e gerenciamento das atividades da instituição

Fonte: elaboração própria.

Como demonstrado na Tabela 1, os tipos de eventos definidos por Basileia II e pelo BACEN são os mesmos, sendo que o BACEN considera como tipos distintos os eventos que acarretam a interrupção de negócios e as falhas em sistemas, enquanto que Basileia II os considera um único tipo.

Basileia II detalha os tipos de eventos por níveis. Os eventos de nível 1 são os indicados na Tabela 1. Para cada evento de nível 1, existem eventos que o detalha, chamados de eventos de nível 2. Da mesma forma, para cada evento de nível 2, existem eventos que o detalha, chamados de eventos de nível 3. A tabela detalhada com a classificação dos tipos de eventos de perdas de Basileia II está disponível no Anexo I.

<sup>16</sup> Anexo 7 de Basileia II.

<sup>17</sup> Artigo 2º da Resolução 3.380/06

### 2.3. Gestão do risco operacional

Enquanto que os riscos de crédito e mercado estão concentrados em determinados ativos e posições, o risco operacional está presente em qualquer atividade da instituição. Ele pode se materializar tanto nas atividades mais elementares, como na compra de um bem, quanto nas atividades mais complexas, como as operações com derivativos.

Gerir o risco operacional requer atuar sobre os fatores que o causam, que são as pessoas, os processos, os sistemas ou os eventos externos. A Figura 1 ilustra essa relação.

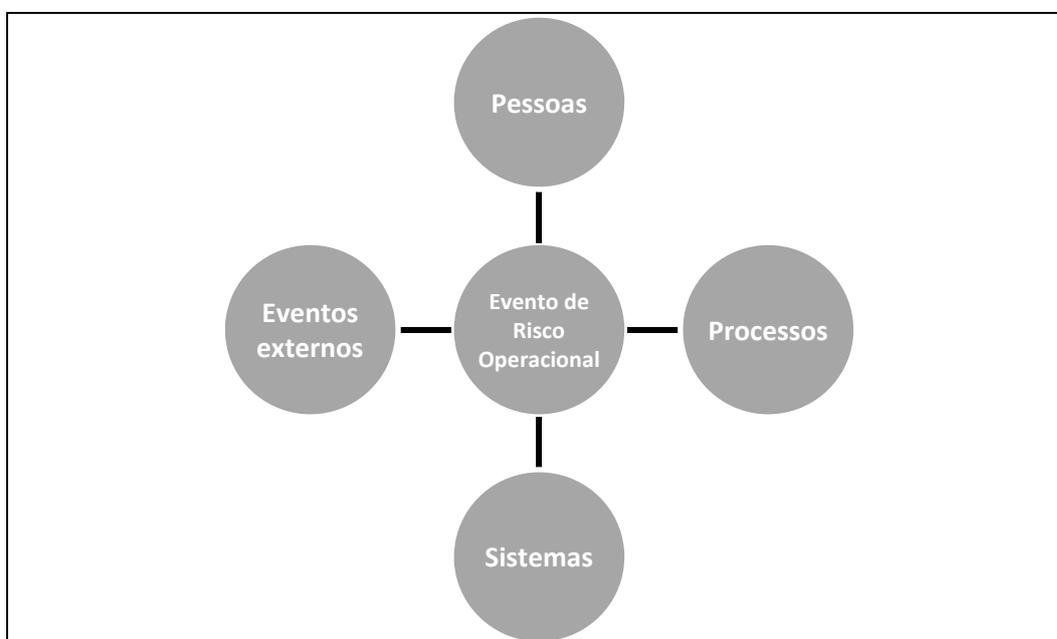


Figura 1 - Fatores que causam os eventos de risco operacional

Fonte: elaboração própria.

Dentre os tratamentos que podem ser dados a esse tipo de risco, estão: (i) a “mitigação”, quando é possível implantar ou aperfeiçoar controles internos para reduzir a probabilidade de ocorrência ou seu impacto; (ii) a “eliminação”, quando é possível eliminar a atividade em que o risco ocorre; ou (iii) a “aceitação”, quando não é possível implementar controles ou eliminar a atividade.

A Resolução CMN 3.380/2006 dispõe sobre a implementação de estrutura de gerenciamento do risco operacional, que deve prever: identificação, avaliação, monitoramento, controle e mitigação do risco operacional. Conclui-se que a gestão do risco não se dá em bloco. Cada risco possui causa, frequência e impacto distintos. Logo, para cada um deve haver tratamento específico.

A identificação dos eventos ocorridos ou potenciais depende dos gestores dos processos e, muitas vezes, os eventos não podem ser identificados por meio de sistemas. O relato de eventos pode ser visto, pelos gestores, como assunção de culpa por falhas de sua unidade. Dessa forma, é importante que a instituição tenha uma cultura de riscos que leve os gestores a compreenderem a importância do relato de eventos à unidade de gestão do risco operacional para que esses riscos recebam tratamento<sup>18</sup> e para inclusão na base interna de perdas, elemento fundamental de um modelo interno para cálculo de capital.

Pela abrangência do risco e pela dependência dos gestores na identificação e tratamento do mesmo, o risco operacional representa um desafio para as instituições financeiras.

Dentre os requisitos qualitativos da abordagem AMA (modelos internos) para cálculo de capital está a implementação com integridade de um sistema de gestão do risco operacional conceitualmente confiável. Logo, não há modelo interno sem gestão do risco.

## **2.4.**

### **Abordagens padronizadas para cálculo da parcela do capital regulamentar para o risco operacional**

Tendo em vista a possibilidade de ocorrência de eventos de risco operacional que causem perdas severas que possam comprometer a continuidade da instituição, o Comitê de Basileia, por meio do documento Basileia II, estabeleceu abordagens para cálculo de uma parcela de capital mínimo que deve ser constituída para absorver perdas severas em decorrência de eventos de risco operacional que possam comprometer a continuidade das instituições financeiras.

---

<sup>18</sup> Os controles internos representam a principal ferramenta para tratamento dos riscos operacionais.

O BACEN, por meio da Circular 3.640/2013<sup>19</sup>, definiu abordagens para cálculo dessa parcela, baseado nas abordagens definidas por Basileia II. As abordagens definidas pelo BACEN e as definidas pelo Comitê de Basileia apresentam basicamente a mesma forma de cálculo.

A parcela de ativos ponderados pelo risco (RWA) relativa ao cálculo do capital requerido para o risco operacional mediante abordagem padronizada é chamada de  $RWA_{OPAD}$ .

As instituições financeiras que devem calcular a parcela RWA são as instituições que devem apurar o Patrimônio de Referência (PR): instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo BACEN, exceto pelas sociedades de crédito ao microempreendedor e à empresa de pequeno porte<sup>20</sup>.

Considerando que o modelo proposto nesta tese será desenvolvido com dados de um banco brasileiro, serão expostas as abordagens definidas pelo BACEN, que foram norteadas pelas abordagens estabelecidas por Basileia II.

Os quatro tópicos seguintes dedicam-se a expor as abordagens de cálculo do capital mínimo. Por fim o último tópico dedica-se a expor a revisão das abordagens padronizadas pelo Comitê de Basileia.

#### **2.4.1. Abordagem do indicador básico (AIB)**

Para cálculo da parcela pela abordagem AIB, deve ser apurado o Indicador de Exposição ao Risco Operacional - IE.

De acordo com o Inciso I do Artigo 3º da Circular 3.640/13, o IE<sup>21</sup> corresponde, para cada período anual<sup>22</sup>, à soma dos valores semestrais das receitas de intermediação financeira e das receitas com prestação de serviços, deduzidas as despesas de intermediação financeira.

Para cálculo da parcela pela abordagem AIB, a seguinte fórmula deve ser utilizada:

<sup>19</sup> Que revogou a Circular BACEN 3.383/08.

<sup>20</sup> Resolução CMN 4.192/13.

<sup>21</sup> Devem ser excluídos da composição do IE as perdas ou ganhos provenientes da alienação de títulos e valores mobiliários e instrumentos financeiros derivativos não classificados na carteira de negociação, nos termos da Circular BACEN 3.354/07 e desconsideradas as despesas de constituição, bem como as receitas relativas à reversão de provisões.

<sup>22</sup> Define-se como período anual o conjunto de dados correspondentes a dois semestres consecutivos.

$$RWA_{OPAD} = \frac{1}{F} \cdot \frac{\sum_{t=1}^3 \max[0,15xIE_t;0]}{n}, \text{ em que:}$$

F= fator estabelecido no art. 4º da Resolução CMN nº 4.193, de 2013;

$IE_t$  = Indicador de Exposição ao risco operacional no período anual "t"; e

n = número de vezes, nos três últimos períodos anuais, em que o valor do IE é maior que zero.

#### 2.4.2. Abordagem padronizada alternativa (APA)

Para cálculo da parcela pela abordagem APA, as operações da instituição financeira devem ser segregadas em linhas de negócio.

A exposição ao risco de cada linha de negócio pode ser estimada pelo IE, conforme tópico anterior, ou pelo Indicador Alternativo de Exposição ao Risco Operacional - IAE.

De acordo com o Inciso II do Artigo 3º da Circular BACEN 3.640/13, o IAE<sup>23</sup> corresponde, para cada período anual<sup>24</sup>, à média aritmética dos saldos semestrais das operações de crédito, de arrendamento mercantil e de outras operações com característica de concessão de crédito e dos títulos e valores mobiliários não classificados na carteira de negociação<sup>25</sup>, multiplicada pelo fator 0,035.

A Tabela 2 evidencia as linhas de negócios<sup>26</sup> e o estimador da exposição ao risco que deve ser considerado para cada uma, assim como o fator de ponderação aplicado a cada linha de negócio ( $\beta$ ).

Tabela 2 - Linhas de negócios (BACEN)

	<b>Linhas de Negócios</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fator <math>\beta</math></b>
1	Varejo	IAE	0,12
2	Comercial	IAE	0,15
3	Finanças Corporativas	IE	0,18
4	Negociação e Vendas	IE	0,18
5	Pagamentos e Liquidações	IE	0,18
6	Serviços de Agente Financeiro	IE	0,15
7	Administração de Ativos	IE	0,12
8	Corretagem de Varejo	IE	0,12

Fonte: Elaboração própria.

<sup>23</sup> Devem ser desconsiderados os saldos das provisões constituídas na composição do IAE.

<sup>24</sup> Define-se como período anual o conjunto de dados correspondentes a dois semestres consecutivos.

<sup>25</sup> Nos termos da Circular BACEN 3.354/07.

<sup>26</sup> As operações consideradas em cada linha de negócio estão disponíveis no Anexo 2.

Para cálculo da parcela pela abordagem APA, a seguinte fórmula deve ser utilizada:

$$RWA_{OPAD} = \frac{1}{F} \cdot \frac{\sum_{t=1}^3 \max\left[\left(\sum_{i=1}^2 IAE_{i,t} \cdot \beta_i\right) + \left(\sum_{i=3}^8 IE_{i,t} \cdot \beta_i\right); 0\right]}{3}, \text{ em que:}$$

F= fator estabelecido no art. 4º da Resolução CMN nº 4.193, de 2013;

$IAE_t$  = Indicador Alternativo de Exposição ao risco operacional, no período anual "t", apurado para as linhas de negócio "i" mencionadas no art. 4º, caput, incisos I e II;

$IE_t$  = Indicador de Exposição ao risco operacional, no período anual "t", apurado para as linhas de negócio "i" mencionadas no art. 4º, caput, incisos III a VIII; e

$\beta_i$  = fator de ponderação aplicado à linha de negócio "i", conforme Tabela 2.

### 2.4.3.

#### Abordagem padronizada alternativa simplificada (APAS)

O cálculo da parcela de risco operacional pela abordagem APAS é muito semelhante ao cálculo pela abordagem APA. A diferença é que operações de linhas de negócios com o mesmo fator de ponderação ( $\beta$ ) podem ser somadas ou não precisam ser segregadas.

Para cálculo da parcela pela abordagem APA, a seguinte fórmula deve ser utilizada:

$$RWA_{OPAD} = \frac{1}{F} \cdot \frac{\sum_{t=1}^3 \max\left\{\left[\left(IAE_t \cdot 0,15\right) + \left(IE_t \cdot 0,18\right)\right]; 0\right\}}{3} \text{ em que:}$$

F= fator estabelecido no art. 4º da Resolução CMN nº 4.193, de 2013;

$IAE_t$  = Indicador Alternativo de Exposição ao risco operacional, no período anual "t", apurado para as linhas de negócio "i" mencionadas no art. 4º, caput, incisos I e II; e

$IE_t$  = Indicador de Exposição ao risco operacional, no período anual "t", apurado para as linhas de negócio "i" mencionadas no art. 4º, caput, incisos III a VIII.

### 2.5.

#### Revisão das abordagens padronizadas pelo Comitê de Basileia

A seguir, será descrita a nova metodologia proposta pelo Comitê de Basileia, que poderá substituir as metodologias padronizadas e, inclusive o modelo interno, publicada por meio de documentos consultivos recentemente.

### 2.5.1. Operational Risk - Revisions to the Simpler Approaches - October 2014

Em outubro de 2014, o Comitê de Basileia divulgou documento consultivo<sup>27</sup> sobre a revisão das abordagens padronizadas, que tinham sido definidas por Basileia II e que foram estabelecidas, no Brasil, por meio da Circular BACEN 3.640/2013<sup>28</sup>.

Nesse documento, o Comitê de Basileia justifica que o objetivo da revisão das abordagens foi endereçar algumas fragilidades apresentadas pelas abordagens padronizadas e refletir a experiência adquirida, desde que as abordagens foram implantadas por Basileia II. Essas fragilidades foram reveladas pelo aumento da frequência e da severidade dos eventos de risco operacional durante a crise financeira mundial, ao mesmo tempo em que o capital para risco operacional permaneceu estável ou foi até reduzido em função da diminuição do resultado bruto da intermediação financeira de algumas instituições. Essas fragilidades indicaram que as estimativas o requerimento de capital para o risco operacional não estavam adequadas.

Em resumo, por essas abordagens quanto maior o resultado da intermediação financeira, maior é o capital para o risco operacional, o que não necessariamente é verdadeiro, já que as perdas não aumentam proporcionalmente ao resultado. Pelo contrário, instituições com resultados maiores podem investir na gestão de risco operacional de forma a reduzir suas perdas. Já instituições com resultados negativos, por mais de três anos, podem ter o capital igual a zero, o que revela uma fragilidade, já que os prejuízos podem vir da ocorrência de perdas de alta severidade.

Diante do exposto acima, o Comitê de Basileia, por meio da coleta de dados de instituições financeiras<sup>29</sup>, avaliou alguns indicadores candidatos a substituir os indicadores de exposição utilizados nas abordagens definidas por Basileia II (IE e IAE).

---

<sup>27</sup> *Consultative Document - Operational Risk - Revisions to the Simpler Approaches - October 2014.*

<sup>28</sup> Que revogou a Circular BACEN 3.383/08.

<sup>29</sup> *Loss Data Collection Exercise, 2008, e Quantitative Impact Study, 2010.*

O Comitê de Basileia utilizou o modelo *Operational Risk Capital-at-Risk*<sup>30</sup> (OpCar) para avaliar a efetividade de alguns indicadores. Baseado em análises qualitativas e quantitativas, o *Business Indicator* (BI) foi identificado como o indicador mais sensível quando comparado ao resultado bruto porque considera valores absolutos, evitando dessa forma, contribuições negativas para o cálculo do capital.

A proposta do Comitê de Basileia era que houvesse uma única abordagem padronizada, *Standardised Approach* (SA), que fosse sensível ao risco, simples e que permitisse a comparabilidade dos capitais das instituições.

Paralelamente à consulta pública, o Comitê de Basileia fez uma coleta de dados para realização de um estudo de impacto quantitativo (*Quantitative Impact Analysis – QIS*) com vistas a validar a metodologia proposta.

Maiores detalhes sobre o resultado do estudo do Comitê de Basileia, assim como sobre as motivações para a revisão, podem ser encontrados no documento "*Consultative Document – Operational Risk – Revisions to the Simpler Approaches*" de outubro de 2014.

A abordagem SA utiliza o BI como indicador de exposição. O BI da metodologia SA possui 3 macro componentes:

- o "Componente de Juros (IC)", que considera o resultado com juros;
- o "Componente de Serviços (SC)", que considera outras receitas e despesas operacionais e as receitas e despesas com prestação de serviços;
- e
- o "Componente Financeiro (FC)", que os ganhos e perdas líquidos com *Trading Book* e *Banking Book*.

Para apuração de cada componente, as fórmulas a seguir devem ser aplicadas:

***Business Indicator (BI) = Interest Component (IC) + Services Component (SC) + Financial Component (FC)***, onde:

**IC** = *Absolute value (Interest Income – Interest Expenses)*

**SC** = *Fee income + Fee Expenses + Other Operating Income + Other Operating Expense*

**FC** = *Absolute Value (Net P&L on Trading Book) + Absolute Value (Net P&L on Banking Book)*

<sup>30</sup> Detalhes disponíveis no documento "*Consultative Document – Operational Risk – Revisions to the Simpler Approaches*" de outubro de 2014.

A aplicação dos coeficientes será por camada. Ou seja, à medida que o BI vai aumentando, o coeficiente também aumenta, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes por Camada do BI

BI (€ milhões)	Coeficientes	Coeficiente Efetivo com a utilização das camadas
0 - 100	10%	10%
> 100 - 1.000	13%	10% - 12,7%
> 1.000 - 3.000	17%	12,7% - 15,57%
> 3.000-30.000	22%	15,57% - 21,36%
> 30.000	30%	21,36% - 30% (aproximadamente)

Fonte: Consultative Document - Operational Risk - Revisions to the Simpler Approaches - October 2014.

O capital mínimo requerido será calculado por meio da fórmula a seguir:

$$K_{SA} = \frac{[\sum_{t=1}^3 \sum(BI_j, \alpha_j)]}{3},$$

onde:

$K_{SA}$  = capital;

$BI_j$  = valor anual do BI por camada de capital em determinado ano; e

$\alpha_j$  = coeficiente por camada de capital "j".

Apesar das fragilidades do resultado bruto da intermediação financeira serem corrigidas com o novo estimador de exposição ao risco, o BI, o valor do capital continua não refletindo as perdas ocorridas na instituição e seus esforços em relação à gestão do risco que podem minimizar a possibilidade de ocorrência de eventos, ou seja, seu real perfil de risco.

### 2.5.2. Standardised Measurement Approach for Operational Risk - March 2016

Em março de 2016, o Comitê de Basileia divulgou novo documento consultivo<sup>31</sup> com a proposta de implementação da metodologia *Standardised Measurement Approach* (SMA) para substituir tanto as abordagens padronizadas quanto os modelos internos.

<sup>31</sup> *Consultative Document – Standardised Approach for Operational Risk - March 2016.*

O principal argumento para excluir a abordagem AMA (modelos internos) dentre as metodologias permitidas para cálculo de capital é que, apesar da flexibilidade na utilização de seus elementos, esses modelos não se desenvolveram como esperava o Comitê de Basileia. Ademais, eles se mostraram complexos e não permitem a comparabilidade, tendo em vista as diversas práticas utilizadas.

A metodologia SMA é resultado das observações feitas acerca do documento consultivo e do QIS, realizados em 2014. As principais mudanças em relação à metodologia SA foram: considera a base de perdas internas das instituições e contempla alguns ajustes no indicador BI relacionados a altas margens líquidas de juros e dividendos.

O indicador de exposição utilizado na metodologia SMA é o *Business Indicator* (BI), que possui 3 macro componentes:

- o "Componente de Juros, Leasing e Dividendos (ILDC)", que considera o resultado com juros e leasing e as receitas com dividendos;
- o "Componente de Serviços (SC)", que considera outras receitas e despesas operacionais e o resultado com prestação de serviços; e
- o "Componente Financeiro (FC)", que considera os ganhos e perdas líquidos com Trading Book e Banking Book.

Para apuração de cada componente, as fórmulas a seguir devem ser aplicadas:

$$ILDC_{Avg} = \text{Min}[\text{Abs}(II_{Avg} - IE_{Avg}); 0,035 * IE_{Avg}] + \text{Abs}(LI_{Avg} - LE_{Avg}) + DI_{Avg}$$

$$SC_{Avg} = \text{Max}(OOI_{Avg}; OOE_{Avg}) \\ + \text{Max}\{\text{Abs}(FI_{Avg} - FE_{Avg}); \text{Min}[\text{Max}(FI_{Avg}; FE_{Avg}); 0,5 * uBI + 0,1 \\ * (\text{Max}(FI_{Avg}; FE_{Avg}) - 0,5 * uBI)]\}$$

Onde:

$$uBI = ILDC_{Avg} + \text{Max}(OOI_{Avg} + OOE_{Avg}) + \text{Max}(FI_{Avg}; FE_{Avg}) + FC_{Avg}$$

$$FC_{Avg} = \text{Abs}(\text{Net P\&L TB}_{Avg}) + \text{Abs}(\text{Net P\&L BB}_{Avg})$$

As principais alterações em relação ao BI da metodologia SA se referem ao componente ILDC: inclusão das receitas com dividendos e do resultado com leasing e um ajuste no resultado com juros para instituições com margens líquidas de juros altas.

O BI continua considerando o valor absoluto na apuração de alguns componentes com vistas a evitar que a parcela de risco operacional seja reduzida à medida que o resultado da intermediação financeira diminui e é distribuído em camadas de valores (*buckets*), que possuem coeficientes regulatórios diferentes. Quanto maior a camada, maior o coeficiente. Dessa forma, quanto maior o BI, maior o capital mínimo exigido para o risco operacional. A Tabela 4 a seguir, indica os coeficientes aplicados a cada camada.

Tabela 4 - Coeficientes por Camada do BI

<i>Bucket</i>	BI (€ bilhões)	Coeficientes Regulatórios
1	0 – 1	0,11
2	1 – 3	0,15
3	3 – 10	0,19
4	10 – 30	0,23
5	> 30	0,29

Fonte: elaboração própria

A soma dos valores alocados em cada camada, após aplicação dos coeficientes regulatórios, é igual ao componente de BI (*BI Component*).

Sobre o componente BI, deve ser aplicado o multiplicador de perdas (*Internal Loss Multiplier* - ILM). O ILM reflete a proporção das perdas em relação ao componente BI por meio da utilização do componente de perdas (*Loss Component* - LC), que é obtido a partir da base de perdas das instituições financeiras. Uma instituição com LC igual ao componente BI ( $ILM \approx 1$ ) é considerada com exposição igual à média da indústria. Já instituições com  $ILM > 1$  são consideradas com experiência de perdas acima da indústria. Assim como,  $ILM < 1$  apresentam experiência de perdas abaixo da indústria. Dessa forma, o valor do capital mínimo exigido é influenciado pela experiência de perdas internas das instituições, o que, de acordo com o Comitê de Basileia, incentivaria o aperfeiçoamento da gestão do risco operacional com vistas a reduzir as perdas. A apuração do ILM e do componente de perdas é realizada de acordo com as fórmulas a seguir:

$$ILM = \ln \left( \exp(1) - 1 + \frac{LC}{BI \text{ Component}} \right)$$

Sendo:

$LC$

$= 7 * \text{Average Total Annual Loss} + 7$

\* *Average Total Annual Loss only including loss events above €10 million*

+ 5

\* *Average Total Annual Loss only including loss events above €100 million*

O capital regulamentar mínimo é obtido conforme fórmula abaixo:

$$SMA \text{ Capital} = \begin{cases} = BI \text{ Component, if Bucket 1} \\ = 110Mln + (BI \text{ Component} - 110Mln) * \\ \ln \left( \exp(1) - 1 + \frac{Loss \text{ Component}}{BI \text{ Component}} \right), \text{ if Buckets 2 - 5} \end{cases}$$

Comentários sobre o documento consultivo foram aceitos até o dia 03 de junho de 2016. Após a avaliação dos comentários recebidos e do QIS, cuja coleta já foi realizada, o Comitê de Basileia publicará o novo normativo.

Após a publicação da nova metodologia, pelo Comitê de Basileia, o BACEN poderá adotar a metodologia com eventuais ajustes para utilização pelas instituições financeiras brasileiras.

Antes da publicação do documento consultivo, a notícia de que os modelos AMA seriam eliminados pelo Comitê de Basileia deixou alguns especialistas em risco operacional consternados pelo fato de muitas instituições financeiras terem investido muito tempo na implantação do modelo AMA e com dúvidas se uma metodologia padronizada poderia ser suficientemente sensível ao risco (HEGARTY e SHERIF, 2015). Alguns grandes bancos europeus já aderiram ao modelo AMA, incluindo: Barclays, BNP Paribas, UniCredit e Societe Generale.

De acordo com o supervisor bancário alemão (*Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht – BaFin*), a modelagem do capital de risco operacional tem se mostrado “quase impossível” devido aos requisitos acurados exigidos por Basileia II. Adicionalmente, as variações vistas nos valores de capital das instituições financeiras são muito grandes e difíceis de explicar. Apesar disso, tanto o BaFin quanto outros reguladores não defendem o fim dos modelos AMA, mas a restrição em sua aplicação. Por fim, de acordo com o BaFin, é quase impossível que surja uma abordagem robusta e respaldada no nível de um modelo AMA que capture o risco operacional (CLANCY, 2015).

## **2.6. Abordagem de mensuração avançada**

Basileia II estabelece a Abordagem de Mensuração Avançada (AMA) como opção para cálculo do capital referente ao risco operacional. Essa abordagem é baseada em modelos internos da instituição, e deve atender critérios quantitativos<sup>32</sup> e qualitativos<sup>33</sup>.

O BACEN, por meio da Circular 3.647/2013<sup>34</sup>, estabeleceu os requisitos mínimos para utilização da abordagem AMA para cálculo da parcela relativa ao risco operacional ( $RWA_{OAMA}$ ) e faculta a utilização dessa abordagem para bancos múltiplos, caixas econômicas, bancos comerciais, exceto bancos cooperativos não integrantes de conglomerado, e o BNDES.

Nos dois tópicos seguintes, as diretrizes gerais da abordagem AMA definidas por Basileia II e pelo BACEN, por meio da Circular BACEN 3.647/2013, que trata exclusivamente desse assunto, serão abordadas.

### **2.6.1. Elementos fundamentais da abordagem de mensuração avançada**

O Comitê de Basileia e o BACEN não especificam qual metodologia deve ser utilizada na abordagem AMA, no entanto, a instituição deve considerar os elementos fundamentais: dados internos de perdas, dados de perdas externas, análise de cenários e fatores que reflitam a qualidade dos sistemas de controles internos e o ambiente de negócios (BEICFs), além de demonstrar que o modelo captura eventos de perdas severas.

---

<sup>32</sup>Maiores detalhes estão disponíveis no documento Basileia II dos itens 667 a 676.

<sup>33</sup> Os critérios qualitativos estão disponíveis no Item 666 de Basileia II.

<sup>34</sup> O BACEN seguiu as diretrizes de Basileia II.

O capital deve ser calculado para um período de um ano com um intervalo de confiança de 99,9% e deve corresponder à soma das perdas esperadas e perdas não esperadas. A seguir, cada um dos elementos será abordado.

### **2.6.1.1. Dados internos de perdas**

A constituição de uma base de perdas internas<sup>35</sup>, ocorridas na instituição, é um pré-requisito essencial para o desenvolvimento e funcionamento de um sistema confiável de mensuração de risco operacional. Esses dados são essenciais para estimar a experiência de perdas da instituição.

As perdas internas podem ser identificadas de duas formas: por meio da metodologia de identificação e avaliação de risco nos processos, o que garante a abrangência na identificação das perdas, e/ou por meio da identificação de rubricas contábeis sensíveis ao risco operacional, que é a forma mais imediata de identificar as perdas, sem, no entanto, garantir a abrangência da base de perdas.

A garantia de abrangência e a confiabilidade são fundamentais para que o capital regulamentar seja mensurado considerando todas as perdas ocorridas, evitando assim que o capital seja subavaliado.

Para garantir, que os requisitos qualitativos sejam atendidos, o BACEN exige validação dos dados por unidade independente da unidade de gestão de riscos e avaliação do processo de captura pela auditoria interna da instituição.

As perdas internas devem ser mapeadas pelos tipos de eventos de risco operacional e pelas linhas de negócios<sup>36</sup> e, para cada perda, deve estar registrada data de ocorrência, qualquer tipo de recuperação<sup>37</sup> ocorrida, assim como informações descritivas sobre as causas dos eventos.

A instituição pode estabelecer um valor mínimo para a captura das perdas (*threshold*). Dessa forma, só serão capturadas perdas acima do valor mínimo.

Na Tabela 5, estão listadas as informações mínimas sobre uma perda, que são exigidas pelo BACEN.

---

<sup>35</sup> Para utilização na abordagem AMA, deve ter um histórico de, no mínimo, cinco anos.

<sup>36</sup> Disponíveis nos anexos 6 e 7 de Basileia II.

<sup>37</sup> As recuperações deduzidas das perdas brutas indicam as perdas líquidas. Exemplos de recuperações: decisões judiciais revertidas em instâncias superiores e ressarcimentos recebidos por terceiros.

Tabela 5 - Informações mínimas para perdas registradas

<b>Informações</b>	
I	O número no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) da entidade em que a perda ocorreu, ou, na sua ausência, outro código utilizado pela instituição;
II	A unidade de negócio em que se verificou a perda;
III	As datas de ocorrência, descoberta e lançamento contábil da perda;
IV	A descrição das perdas operacionais consideradas relevantes, conforme critérios consistentes e passíveis de verificação;
V	A identificação da causa das perdas consideradas relevantes, conforme critérios consistentes e passíveis de verificação;
VI	O valor bruto da perda e o valor recuperado, independente do prazo decorrido entre a ocorrência da perda e a sua recuperação;
VII	O valor recuperado por seguro; e
VIII	As fontes de informação sobre as perdas.

Fonte: Circular BACEN 3.647/2013.

O Capítulo II da Circular BACEN 3.647/13 trata dos dados internos de perdas internas no que diz respeito aos requerimentos gerais e específicos, além do processo de coleta, tratamento e documentação das informações. Sobre o último item<sup>38</sup>, o BACEN determina que devem ser demonstradas a abrangência, a consistência, a integridade e a confiabilidade do processo de coleta e tratamento das informações constantes na base de dados.

Pelo exposto acima, conclui-se que a constituição de uma base de dados de perdas pode demandar esforços significativos da instituição em relação a sistemas e à identificação das informações sobre as perdas, tendo em vista que, em geral, essas informações (Tabela 5) não estão disponíveis nos sistemas corporativos das instituições.

Como o risco operacional passou a ser observado, pelas instituições financeiras, principalmente, depois da publicação de Basileia II, as instituições em geral não contam com uma base de dados extensa. Apesar dos eventos sempre terem ocorrido, não havia preocupação em identificá-los ou registrá-los. Por esse motivo, em geral, os dados de perdas internas não são suficientes para a utilização em modelos internos. Outros elementos, principalmente os dados de perdas externas e análise de cenários, devem ser utilizados para suprir essa escassez.

<sup>38</sup> Artigo 24 da Circular 3.647/13.

Por fim, as informações sobre as perdas operacionais são tratadas com sigilo pelas instituições, pois se referem a valores perdidos com falhas ou eventos externos. Dessa forma, a divulgação desse tipo de informação de uma instituição financeira pode ocasionar danos à reputação perante as partes relacionadas (clientes, concorrentes, governo e outros).

#### **2.6.1.2. Dados externos de perdas**

Os dados de perdas externas (perdas operacionais ocorridas em outras instituições financeiras) devem ser utilizados principalmente quando há razões para acreditar que a instituição está exposta a perdas infrequentes, porém potencialmente severas. Além disso, deve haver um processo sistemático para determinar as situações nas quais esses dados devem ser utilizados e as metodologias para incorporá-los. As perdas externas podem ser obtidas por meio de dados públicos ou de dados disponibilizados por entidades especializadas, como consórcios de perdas operacionais.

Como já exposto no tópico anterior, as informações sobre as perdas são tratadas com sigilo. A obtenção das informações por meio de dados públicos, como: jornais, revistas e outros veículos de comunicação, tem a vantagem da facilidade de acesso. No entanto, não há garantias de que as informações são confiáveis ou que contam com todas as informações que detalham os eventos.

A obtenção das informações por meio de entidades dedicadas à coleta e divulgação desse tipo de informação tem a vantagem da confiabilidade e disponibilização de todas as informações necessárias. Porém, possuem custos e são disponibilizadas apenas para os membros dessas associações.

A instituição mais relevante para troca de informações sobre perdas é o *Operational Risk Data Exchange Association (ORX)*<sup>39</sup>, consórcio que disponibiliza uma base global (de todas as instituições participantes) e bases locais (com dados apenas de instituições de determinadas regiões). Todas as instituições participantes são membros do consórcio<sup>40</sup> e passam por um processo de adesão no

---

<sup>39</sup> Em 18/03/2015, contavam com 78 membros, dos quais recebem, trimestralmente, aproximadamente 15.000 registros de perdas. Três bancos brasileiros estão entre seus membros: Banco do Brasil, Itaú e Bradesco.

<sup>40</sup> Pagam valores anuais pela participação e pela disponibilização de outras informações, como: estudos e cenários.

qual garantem que capturam todas as perdas ocorridas, que devem ser validadas por unidade interna independente. A instituição só recebe os dados de perdas se encaminhar seus dados internos. Quando as informações são recebidas, não é possível identificar em quais instituições as perdas ocorreram<sup>41</sup>.

Participar de um consórcio, como o da ORX, requer uma base de dados de perdas internas confiável (validada) e com informações registradas de forma sistemática. Logo, ter uma base de dados de perdas internas é um pré-requisito para ter acesso a informações de perdas externas por meio de consórcio.

### **2.6.1.3.**

#### **Análise de cenários**

De acordo com Basileia II, os bancos precisam usar a análise de cenários, provenientes da opinião de especialistas, em conjunto com os dados de perdas externas para avaliar sua exposição a eventos de alta severidade. Esse elemento adiciona uma visão de futuro, que não é dada pelos elementos dados internos e dados externos de perdas, que se referem a perdas ocorridas no passado.

Considerando que o perfil de risco da instituição muda constantemente devido a mudanças nos fatores de risco (sistemas, pessoas e processos), além de novos eventos poderem ser provocados por agentes externos, como exemplo nova modalidade de fraude de cartões de crédito, é importante que os modelos considerem essas mudanças, e não apenas o que ocorreu no passado.

A avaliação de capital para uma linha de negócio baseada apenas em dados de perdas internas e externas pode não ser realista quando apresenta uma distribuição de perdas de cauda grossa ou um número reduzido de registros de perdas. Nesses casos, a análise de cenários e os indicadores de ambiente de negócios e fatores do ambiente de negócio e dos controles internos podem ser predominantes para mensuração do capital.

Esse elemento deve considerar o conhecimento dos gestores de negócios experientes e especialistas em gestão de riscos para estimar uma avaliação de eventos severos plausíveis. Essas avaliações podem ser expressas, por exemplo, por meio de parâmetros de uma distribuição estatística de perdas assumida.

---

<sup>41</sup>Existe a preocupação de que a instituição não seja identificada por meio das informações divulgadas sobre os eventos, seja diretamente ou indiretamente.

Adicionalmente, a análise de cenários pode ser utilizada para avaliar o impacto de desvios dos pressupostos de correlação assumidos na estrutura de mensuração do risco operacional, em particular, para avaliar perdas provenientes da ocorrência de eventos simultâneos.

O BACEN determina que esse elemento deve ser incorporado ao modelo AMA com os seguintes objetivos: (i) estimar a exposição da instituição a eventos de risco operacional raros e de alta severidade, porém considerados plausíveis; (ii) fornecer informações sobre o risco operacional potencial da instituição, gerando estimativas plausíveis de perdas severas, inclusive considerando o impacto da ocorrência simultânea de múltiplos eventos de risco operacional; (iii) incorporar o efeito de decisões de negócio ao tratamento do risco operacional, oferecendo uma visão prospectiva; e (iv) contribuir para a apuração da parcela RWAOAMA.

O BACEN estabelece vários requisitos qualitativos<sup>42</sup> da análise de cenários e determina a consideração, no mínimo, das seguintes informações: (i) dados externos de perdas operacionais; (ii) o conhecimento de gerentes de negócio e gerentes de risco; (iii) dados internos de perdas operacionais; e (iv) indicadores relativos ao ambiente de negócios e aos controles internos da instituição.

Não há consenso nos estudos elaborados, até o momento, sobre a melhor forma de utilizar o elemento análise de cenários. Alguns estudos consideram esse elemento muito subjetivo. Esse assunto será abordado com mais profundidade na seção "*Loss Distribution Approach - LDA*".

#### **2.6.1.4. Indicadores relativos ao ambiente de negócios e aos controles internos<sup>43</sup>**

De acordo com Basileia II, adicionalmente ao uso de dados de perdas, sejam reais ou baseados em cenários, a metodologia de avaliação de riscos da instituição precisa capturar fatores chave do ambiente de negócios e controles internos<sup>44</sup> que possam mudar seu perfil de risco operacional. Esses fatores farão com que as

<sup>42</sup>Capítulo V da Circular BACEN 3.647/2013.

<sup>43</sup> Esse elemento é nomeado por Basileia como "fatores relativos ao ambiente de negócios e aos controles internos".

<sup>44</sup> O uso desses fatores, no modelo de mensuração de risco, deve seguir os padrões qualitativos listados no item 676 do referido documento.

avaliações de risco tenham uma visão prospectiva, refletindo a qualidade dos controles e ambiente operacional e ajudando a alinhar a avaliação de capital com os objetivos da gestão do risco, reconhecendo tanto melhorias quanto deteriorações no perfil de risco de forma mais imediata.

Para o BACEN, os indicadores têm como objetivos: (i) refletir a qualidade dos controles da instituição e do ambiente de operações; (ii) contribuir para a avaliação da necessidade de capital e para o gerenciamento do risco operacional; (iii) agregar avaliações de caráter prospectivo do risco operacional; e (iv) reconhecer a melhoria e a deterioração dos controles internos e do ambiente de negócios na avaliação da necessidade de capital para risco operacional.

Sobre os indicadores, o BACEN destaca que os indicadores de ambiente de negócios se referem ao risco inerente às atividades da instituição e às características do mercado na qual ela atua. Já os indicadores de controles internos se referem aos processos relacionados à prevenção e à mitigação do risco operacional.

Assim como o elemento "análise de cenários", não há consenso, nos estudos elaborados até o momento, sobre a melhor forma de utilizar o elemento "indicadores relativos ao ambiente de negócios e aos controles internos". Alguns estudos também consideram esse elemento muito subjetivo. Esse assunto será abordado com mais profundidade na seção "*Loss Distribution Approach - LDA*".

Considerando o exposto, até o momento, contata-se que existe um pré-requisito de existência de um elemento para obtenção do outro: (i) para obter os dados externos é preciso constituir uma base de dados de perdas internas; e (ii) para obter informações de análise de cenários é necessário a obtenção dos dados de perdas externas e perdas internas, além dos indicadores relativos ao ambiente de negócios e aos controles internos. As Figuras 2, 3 e 4 ilustram essas relações.

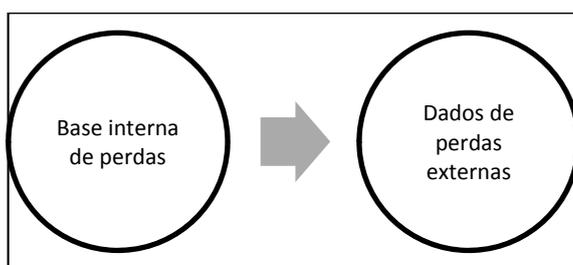


Figura 2 - Relação de Dependência entre os Elementos "Dados Externos de Perdas" e "Dados Internos de Perdas"

Fonte: Elaboração Própria.

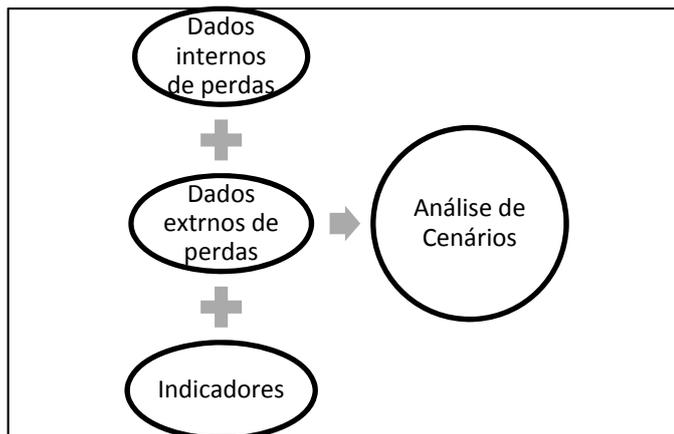


Figura 3 - Relação de Dependência entre o Elemento "Análise de Cenários" e os Demais Elementos

Fonte: Elaboração Própria.

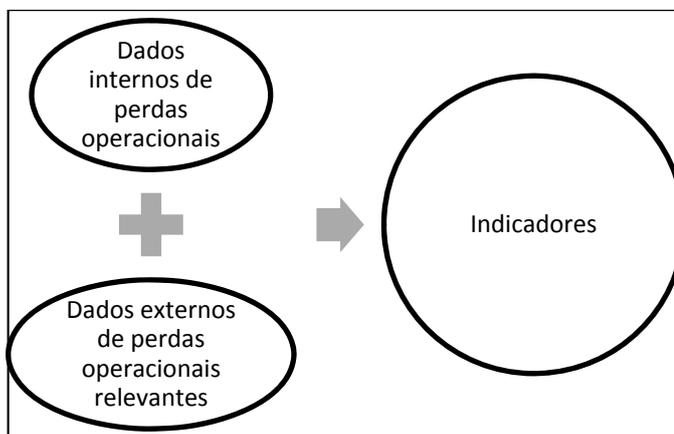


Figura 4 - Relação de Dependência entre o Elemento "Indicadores de Ambiente de Negócios e de Controles Internos" e os Demais Elementos

Fonte: Elaboração Própria.

## 2.7.

### Metodologias mencionadas pelo Comitê de Basileia para a abordagem AMA

O Comitê de Basileia não determina uma metodologia para cálculo do capital referente ao risco operacional pelo modelo AMA. No entanto, em alguns documentos divulgados pelo Comitê, há menções a duas metodologias: *Internal Measurement Approach* - IMA e *Loss Distribution Approach* - LDA.

### 2.7.1. Internal Measurement Approach (IMA)

Para utilização da metodologia IMA, o Comitê de Basileia orientou<sup>45</sup> que as atividades da instituição fossem segregadas em linhas de negócios e tipos de eventos, criando assim uma matriz.

Para cada célula da matriz, o supervisor especificaria um indicador de exposição (*Exposure Indicator* - EI) que seria um estimador do risco. Adicionalmente ao EI, os bancos estimariam, baseados em seus dados internos de perdas, um parâmetro que representasse a probabilidade de um evento de perda (*Probability of Loss Event* - PE) e um parâmetro representando a perda do evento (*Loss Given Event* - LGE). O produto do EI, PE e LGE seria utilizado para calcular as perdas esperadas (*Expected loss* - EL).

Após o cálculo da perda esperada de cada célula, seria aplicado um fator (chamado de "*gamma*"), definido pelo supervisor, para calcular o montante de capital. A soma do capital de cada célula da matriz seria igual ao capital total.

Apesar do Comitê de Basileia, no documento consultivo de Basileia II, ter dedicado um tópico sobre a abordagem IMA<sup>46</sup>, no documento final de Basileia II, não há referências sobre essa abordagem<sup>47</sup>.

### 2.7.2. Loss Distribution Approach (LDA)

O Comitê de Basileia indicou<sup>48</sup> a abordagem LDA como uma versão mais avançada de modelo interno.

Pela abordagem LDA, usando dados internos de perdas, os bancos estimam, para cada célula da matriz "linha de negócio X evento de perda" (matriz 8 x 8)<sup>49</sup>, distribuições de frequência e de severidade para um período de um ano. Utilizando as distribuições de frequência e severidade de cada célula, os bancos

<sup>45</sup> *Consultative Document - The New Basel Capital Accord (January, 2001)*

<sup>46</sup> Parágrafos 556 a 558 do "*Consultative Document - The New Basel Capital Accord (January, 2001)*".

<sup>47</sup> No documento final de Basileia II, o Comitê de Basileia optou por não definir metodologias, e sim, definir aspectos quantitativos e qualitativos que as metodologias selecionadas pelos bancos devem atender.

<sup>48</sup> *Consultative Document - Operational Risk (Supporting Document to the New Basel Capital Accord (January, 2001)*

<sup>49</sup> De acordo com as normas do BACEN para classificação das perdas, a matriz formada é 8 x 8, já que são 8 linhas de negócio e 8 tipos de evento. De acordo com Basileia II, a matriz é 8 x 7, já que são 8 linhas de negócios e 7 tipos de eventos.

computam uma distribuição de perdas agregadas. O capital regulamentar para o risco operacional é a soma do VaR da distribuição agregada de cada célula matriz.

Na época, apesar de não afirmar que a metodologia LDA seria aceita para cálculo de capital, o Comitê de Basileia não descartou sua utilização no futuro. Além disso, o Comitê de Basileia ressaltou que a abordagem LDA se diferenciava da abordagem IMA em dois importantes aspectos: a abordagem LDA estima as perdas inesperadas (*unexpected loss* - UL) diretamente, e não por meio da assunção de uma relação esperada entre perdas esperadas e perdas não inesperadas e a matriz é definida pelo próprio banco. Ademais, o supervisor não teria que definir o fator *gamma*, como na abordagem IMA.

Por fim, de acordo com o Comitê de Basileia, os modelos estavam em desenvolvimento e que ainda não havia um modelo consagrado. E nessas circunstâncias, permitir que cada banco utilizasse sua própria metodologia traria problemas de comparabilidade. Ademais, não estava claro para o Comitê se os bancos contavam com dados ou metodologias para fazer as estimativas de capital.

### **2.7.3. Scenario Based Approaches (SBA)**

No documento "*Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches*", de junho de 2011, o Comitê indicou que a maioria dos modelos AMA utiliza a metodologia *Scenario Based Approaches* (SBA) e a metodologia LDA.

A metodologia SBA, apesar de utilizar os quatro elementos fundamentais do modelo AMA, era predominantemente baseada em análise de cenários, diferindo da metodologia LDA, que utiliza predominantemente dados de perdas.

Outro destaque do Comitê de Basileia é que a metodologia SBA não utilizava inferências estatísticas para estabelecer os cenários, e que, frequentemente, as curvas das distribuições são predeterminadas e os dados de cenários são utilizados apenas para estimar os parâmetros dessas distribuições. Nesse processo, os dados de riscos com cenários são distorcidos pela escolha de uma distribuição inadequada. Por esse motivo, os bancos precisavam garantir que as distribuições de perdas escolhidas refletiam seu perfil de risco de forma adequada, considerando as diferenças potenciais quando comparada com a

metodologia LDA, no que tange ao nível de granularidade e dependência entre as categorias de riscos (tipos de eventos).

O Quadro 1 apresenta as referências feitas aos modelos internos de risco operacional em documentos divulgados pelo Comitê de Basileia.

<b>Documento</b>	<b>Data de Divulgação</b>	<b>IMA</b>	<b>LDA</b>
<i>The New Basel Capital Accord - Consultative Document</i>	Janeiro de 2001	Aborda a metodologia IMA, conforme item 1.7.1	O Comitê de Basileia comenta que, no futuro, a abordagem LDA poderia estar disponível.
<i>The New Basel Capital Accord: an exploratory note</i>	Janeiro de 2001	A metodologia IMA é indicada como uma opção para cálculo do capital regulamentar para risco operacional.	A metodologia LDA não é mencionada.
<i>Operational Risk (Supporting Document to the New Basel Capital Accord - Consultative Document</i>	Janeiro de 2001	O Comitê de Basileia aborda com mais detalhes tanto a metodologia, quanto os critérios qualitativos do modelo IMA. Ademais, o Comitê indica a necessidade de constituição de uma base de perdas internas.	Aborda a metodologia LDA, conforme item 1.7.2
<i>Overview of The New Basel Capital Accord - Consultative Document</i>	Janeiro de 2001	O Comitê de Basileia comenta que a definição de linhas de negócios, indicadores de risco e eventos de perdas deveria ser aplicável, pelo menos nos estágios iniciais de desenvolvimento da metodologia IMA.	O Comitê indica que continuar explorando caminhos para aumentar a sensibilidade relacionada ao risco operacional e comenta que alguns bancos estão desenvolvendo a metodologia LDA, mas que, naquele estágio, não poderia antecipar se essa metodologia seria aceita para fins regulatórios.
<i>International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards - A Revised Framework</i>	Junho de 2014		
<i>Observed Range of Practice in Key Elements os Advanced Measurement Approaches (AMA)</i>	Outubro de 2006	Não menciona a metodologia IMA.	O Comitê comenta que muitos bancos que usam a metodologia LDA estão preparadas para calcular as perdas esperadas a partir de seus modelos estatísticos.
<i>Observed Range of Practice in Key Elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)</i>	Julho de 2009	Não menciona a metodologia IMA.	O Comitê faz menção ao documento <i>Observed Range of Practices in Key Elements os Advanced Measurement Approaches (AMA)</i> de 2006, cuja menção à metodologia LDA já foi indicada neste quadro.

<b>Documento</b>	<b>Data de Divulgação</b>	<b>IMA</b>	<b>LDA</b>
<i>Operational Risk - Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches</i>	Junho 2011	Aborda a metodologia SBA, conforme item 1.7.3	O Comitê indica que alguns tópicos do documento foram elaborados tendo a metodologia LDA como referência, mas que podem ser estendida o máximo possível para metodologias como a SBA.

Quadro 1 - Referências a metodologias feitas pelo Comitê de Basileia

Fonte: Elaboração própria.

As menções expostas refletem as metodologias consideradas tanto pelo Comitê de Basileia, quanto pelos bancos, ao longo do tempo.

Após a análise do Quadro 1, percebe-se que, quando o Comitê de Basileia começa a abordar os modelos internos para risco operacional, antes da publicação de Basileia II, ele considera a metodologia IMA, que não é citada em Basileia II. Com a publicação de Basileia II, o Comitê estabelece a abordagem AMA (modelo interno) sem indicar metodologia. Em levantamentos realizados, após Basileia II, o Comitê cita a metodologia LDA como a metodologia mais utilizada pelos bancos. E, em 2011, a metodologia SBA é também é indicada como metodologia utilizada pelos bancos para o modelo AMA.

Considerando o exposto acima, o Comitê manteve o posicionamento, indicado em 2004<sup>50</sup>, de encorajar o crescimento dessa disciplina tendo em vista que o risco operacional era um risco emergente. Dessa forma, Basileia II, intencionalmente, quis dar flexibilidade no desenvolvimento do modelo AMA, o que não significava que toda prática seria aceitável. O Comitê de Basileia queria identificar e encorajar práticas que permitissem uma efetiva gestão do risco operacional e mensuração do risco.

Esta seção dedicou-se a identificar as diretrizes do Comitê de Basileia e do BACEN sobre a mensuração do risco operacional. Considerando as fragilidades identificadas nas abordagens padronizadas, a abordagem AMA é a que, potencialmente, pode refletir adequadamente o perfil de risco operacional das instituições financeiras. Cabe ressaltar novamente que o Comitê de Basileia não indica metodologia, apesar de ter feito menção a algumas em alguns documentos.

<sup>50</sup> *Observed Range of Practice in Key Elements on Advanced Measurement (2006).*

A próxima seção abordará a metodologia LDA especificamente no que se diz respeito à utilização do elemento análise de cenários. Essa metodologia vem se consagrando como a mais adequada para atendimento aos requisitos do modelo AMA.

## **2.8. Loss Distribution Approach (LDA)**

### **2.8.1. Introdução**

Esta seção tem como objetivo apresentar a estrutura básica da metodologia LDA e estudos relacionados ao elemento “análise de cenários”.

Cornalba e Giudici (2004) distinguem três modelos estatísticos utilizados para mensurar o risco operacional: (i) os modelos atuariais, como a LDA exemplificado por Basileia; (ii) modelos causais, que consideram a ligação causal entre os fatores e as perdas; e (iii) modelos bayesianos, que integram dados quantitativos e a qualitativos.

Segundo Panjer (2006) as abordagens baseadas em modelos de perdas, como a LDA, envolvem a construção de modelos matemáticos, construídos baseados no conhecimento e experiência do analista de risco, combinados com dados históricos, que podem ser usados para descrever, prevenir ou prever perdas operacionais ou para determinar o valor de capital necessário para absorver perdas operacionais com alta probabilidade de ocorrerem.

Rodriguez *et al.* (2009) compararam o valor de capital pela metodologia LDA com as metodologias padronizadas utilizando exclusivamente dados de perdas internas históricas em um período de três anos de um banco espanhol que atua basicamente com o setor de varejo. Os resultados do estudo indicaram uma diferença significativa entre o valor de capital pela metodologia LDA e as padronizadas, sendo o capital pela metodologia LDA 90% menor que o valor de capital pela metodologia do indicador básico e 88% menor que o valor de capital pelas metodologias padronizadas.

Além de ter sido exemplificada, pelo Comitê de Basileia como metodologia para cálculo de capital, a metodologia LDA é a que vem sendo consagrada em diversos estudos acadêmicos. No entanto, a utilização dos elementos análise de cenário e BEICFs têm sido criticadas pela subjetividade.

Ademais, existe um *gap* entre a abordagem quantitativa teórica da literatura acadêmica e sua aplicação efetiva na indústria financeira. Apesar de Basileia II ter introduzido os modelos internos de risco operacional, em 2004, poucas instituições utilizam modelos para cálculo do capital regulamentar. No Brasil, por exemplo, no momento, nenhum banco utiliza modelos internos para cálculo do capital regulamentar.

Esta seção está organizada em dois tópicos. O primeiro apresenta a estrutura básica da metodologia LDA. O segundo tópico apresenta a metodologia LDA no contexto da mensuração do risco operacional.

### 2.8.2. Estrutura básica da metodologia LDA

De acordo com Cruz *et al.* (2015), a metodologia LDA é baseada na modelagem anual da frequência  $N$  e da severidade  $X_1, X_2, \dots, X_n$  dos eventos de risco operacional de cada célula de risco. Então, a perda anual para cada célula de risco é calculada por meio da agregação das severidades para um horizonte de um ano ( $Z^{(i)}$ ) e a perda total em determinado ano é obtida pela soma de todas as células de risco ( $Z$ ).

$$Z^{(i)} = X_1^{(i)} + X_2^{(i)} + \dots + X_n^{(i)} \quad (1)$$

$$Z = \sum Z^{(i)}$$

O capital regulamentar é definido como o VaR referente ao percentil 99,9, que é o percentil da distribuição anual de perdas  $Z$  para o próximo ano.

Panjer (2006) descreve seis estágios do processo de modelagem:

- Estágio 1 – Seleção de um ou mais modelos baseados no conhecimento e experiência do analista e da natureza dos dados disponíveis. No caso da severidade das perdas operacionais, a seleção de um grupo de distribuições estatísticas;
- Estágio 2 – Calibração do modelo baseado nos dados disponíveis através da estimação dos parâmetros das distribuições;

- Estágio 3 – Validação da calibração do modelo para determinar sua aderência aos dados. Vários testes podem ser usados, como: *chi-quadrado* e *Kolmogorov-Smirnov*<sup>51</sup>;
- Estágio 4 – Caso os estágios anteriores revelem que os modelos foram inadequados, voltar para o estágio 1;
- Estágio 5 – Seleção do melhor modelo após a comparação de todos os modelos válidos, seja através dos testes do estágio 3 ou de outros critérios; ou
- Estágio 6 – Adaptação para refletir o futuro baseada no passado. Essas adaptações podem ser ajustes nos parâmetros para, por exemplo, refletir antecipadamente uma inflação ou mudança na exposição ocorrida entre as datas da coleta dos dados e de aplicação do modelo.

Já Frachot (2003) indica os seguintes passos necessários à implantação da metodologia LDA:

1. Estimativa da severidade;
2. Estimativa da frequência;
3. Cômputo do capital;
4. Intervalo de confiança; e
5. *Self assessment* e análise de cenários.

Fountnouvelle (2006) definiu três componentes básicos da metodologia LDA:

1. uma distribuição de frequência  $p(N_t)$  é utilizada para modelar o número de perdas  $N_t$  que possa ocorrer em um intervalo de tempo  $t$  (em geral de 1 ano);
2. uma distribuição de severidade  $f(X_{i,t})$  é utilizada para modelar os valores das perdas de forma individual  $X_{i,t}$  que ocorrem em um período de tempo  $t$ ; e
3. uma distribuição de perda agregada é utilizada para modelar a perda agregada que vai ocorrer no horizonte de tempo escolhido. A distribuição agregada de perdas é obtida a partir das distribuições de frequência e

---

<sup>51</sup> Verifica as diferenças de adequação entre a distribuição empírica e a ajustada.

severidade utilizando Simulação de Monte Carlo ou outra técnica equivalente. A perda agregada pode ser expressa por:

$$L_t = \sum X_{i,t}$$

Os tópicos a seguir terão como referência os passos indicados por Frachot (2003).

### 2.8.3. Estimação da severidade

A estimação da severidade compreende a seleção da distribuição teórica que melhor se ajusta aos valores das perdas (distribuição empírica). Dessa forma, os valores das perdas são utilizados para calcular os parâmetros de várias distribuições teóricas contínuas.

De acordo com *Cruzet al.* (2015) existem vários métodos para estimação dos parâmetros das distribuições (frequência e severidade), como exemplo:

- Método dos momentos: encontrando os estimadores dos parâmetros que correspondam aos momentos da distribuição empírica;
- Igualar quantis da distribuição empírica;
- Método da Verossimilhança: encontrando valores dos parâmetros que maximizem a distribuição conjunta dos dados observados;
- Estimar parâmetros minimizando a distância entre as distribuições empíricas e teóricas.

Após a estimação dos parâmetros das distribuições teóricas, é necessário selecionar a distribuição que será considerada no modelo. É possível utilizar uma distribuição para modelar o corpo e outra para modelar a cauda. Isto ocorre porque os dados de perdas de risco operacional apresentam caudas grossas. Dessa forma, nem sempre uma única distribuição é suficiente para representar os dados empíricos.

Fontnouvelle *et al.* (2005) recomendaram distribuições de severidade considerando dois tipos de distribuição: (i) distribuições de cauda suave, como: Weibull, Lognormal, Gamma e Exponencial; e (ii) distribuições de cauda grossa, como: Pareto, Pareto Generalizada (GPD), Burr, Loglogística e Loggamma.

Moscadelli (2004) sugere a distribuição Weibull para distribuições de cauda suave, as distribuições Lognormal, Gamma, Exponencial e Gumbel para distribuições com cauda média e Pareto para distribuições de cauda grossa.

De acordo com o documento “*Observed Range of Practices of Key Elements of the Advanced Measurement Approaches*” (BCBS, 2009), dentre as 42 instituições financeiras que utilizam a abordagem AMA e participaram da pesquisa:

- cerca de 31 % utilizam uma única distribuição para modelar o corpo e a cauda da distribuição, sendo que a Lognormal (33%) e a Weibull (17%) são as mais utilizadas;
- cerca de 30% dos bancos utilizam duas distribuições uma para o corpo e outra para a cauda, sendo que a Lognormal (19%) e empírica (26%) para modelar o corpo e Lognormal (14%) e Pareto Generalizada (31%) para modelar a cauda; e
- outras distribuições utilizadas para modelar a severidade incluem: Gamma, g-and-h, Beta generalizada e misturas de Lognormal.

A seleção das distribuições empíricas pode ser realizada de diversas formas. Cruz *et al.* (2015) indicam algumas, tais como: (i) diagnóstico qualitativo, como os Q-Q *plots* e P-P *plots*; (ii) diagnóstico de cauda, utilizados para avaliar distribuições mais adequadas para caudas grossas da distribuição de severidade, como os Mean Excess (ME) *plots* e os Hill *plot*; (iii) critério de informação Akaike (AIC – *Akaike Information Criterion*); e (iv) testes de *goodness-of-fit* (GOF), como *Kolmogorov-Smirnov* (KS), *Chi-squared*, *Cramer-Von-Mises* (CVM) e *Anderson-Darling* (AD).

Sobre os testes GOF, Cruz *et al.* (2015) dizem que são testes formais de hipóteses para avaliar a significância estatística do processo de perdas observadas poder ser gerado a partir do modelo estatístico considerado. Essas medidas tipicamente resumem a discrepância entre os dados de perdas observados e os valores de perdas esperados do modelo. A hipótese nula é que os dados de perdas fazem parte da distribuição hipotética. Enquanto que a hipótese alternativa é que os dados de perdas não fazem parte da distribuição hipotética. Para saber se a hipótese nula pode ser rejeitada ou não, os *p-value*, obtidos a partir dos testes, são avaliados. Se os *p-values* forem superiores ao nível de significância definido,

tipicamente 5%, existem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula em favor da hipótese alternativa.

#### **2.8.4. Estimação da frequência**

Assim como a estimação da severidade, a estimação da frequência compreende a seleção da distribuição teórica discreta que melhor se ajusta ao número anual de eventos.

Os parâmetros são estimados e selecionados conforme já mencionado no tópico anterior.

Cruz *et al.* (2015) indicam as distribuições de Poisson, Binomial e Binomial Negativa como as mais utilizadas para modelagem da frequência. Essas distribuições possuem as seguintes propriedades, que frequentemente são utilizadas como critério de seleção de distribuição de frequência: a variância da distribuição Binomial é menor que sua média, a variância da Binomial Negativa é maior que sua média e a distribuições de Poisson possui média e variância iguais

Frachot *et al.* (2003) indicam as características da distribuição de Poisson que a torna indicada para modelar a frequência de eventos de risco operacional: (i) ela é amplamente utilizada na indústria de seguros para modelar problemas similares ao risco operacional; (ii) utiliza apenas um parâmetro para modelagem; e (iii) seu único parâmetro, pelo método da verossimilhança é igual às médias anuais dos eventos.

Fontnouvelle *et al.* (2005) e Moscadelli (2004) também recomendaram as distribuições de Poisson e Binomial Negativa para modelar a frequência das perdas.

De acordo com o documento “*Observed Range of Practices of Key Elements of the Advanced Measurement Approaches*” (BCBS, 2009), dentre as 42 instituições financeiras que utilizam a abordagem AMA e participaram da pesquisa: 93% utilizam a distribuição de Poisson, 19% utilizam a distribuição Binomial Negativa e os demais utilizam outros modelos de distribuições.

### 2.8.5. Cômputo de capital

Após a calibração das distribuições de frequência e severidade, o cômputo de capital é realizado após a convolução<sup>52</sup> dessas distribuições. Os métodos mais utilizados para os modelos internos de risco operacional são: simulação, como a Simulação de Monte Carlo e métodos considerados exatos como o Recurso de Panjer e *Fast Fourier Transform* (FFT).

Cruz *et al.* (2015) indicam os seguintes passos para implementação da simulação de Monte Carlo: (i) simular o número anual de eventos (N) a partir da distribuição de frequência; e (ii) simular as severidades independentes  $X_1, X_2, \dots, X_n$  a partir da distribuição de severidade; (iii) calcular  $Z = \sum X_i$ . Repetir esses passos K vezes para obter amostras independentes de  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  a partir de uma distribuição conjunta  $H(\cdot)$ . Todos os números aleatórios são independentes. A distribuição  $H(\cdot)$  pode ser estimada pela distribuição empírica  $H$ .

$$\hat{H}(z) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^K \mathbb{I} \{Z_k \leq z\}$$

De acordo com Cruz *et al.* (2015), o Recurso de Panjer e a FFT foram desenvolvidas para o caso de severidades discretas. Para utilizar o método para severidades contínuas, a severidade contínua precisa ser aproximada para severidade discreta. A metodologia mais simples é arredondar todas as perdas para o múltiplo da unidade ( $\delta$ ) mais próxima (aproximação pela diferença central). Após a discretização dos valores de severidade, a convolução é realizada por meio de funções características. No caso do Recurso de Panjer, a função considera os parâmetros da distribuição de frequência, dependendo da distribuição considerada.

De acordo com Embrechts e Frei (2009), o Recurso de Panjer é considerado fácil de implementar na prática e é considerado robusta para os casos da distribuição de Poisson e Binomial Negativa. Quando a distribuição binomial negativa é utilizada, a instabilidade do Recurso de Panjer pode aumentar, caso a frequência seja pouco dispersa e a distribuição de severidade exiba assimetria negativa. Comparando o recurso de Panjer com a FFT, que utiliza uma mudança de medida exponencial, a última possui duas vantagens: trabalha com

<sup>52</sup>Por meio da convolução é possível calcular as funções de densidade e distribuição da soma de duas variáveis independentes.

distribuições arbitrárias de frequência e é muito mais rápida, principalmente quando  $n \geq 256$ . No entanto, o Recurso de Panjer é o mais utilizado para definir distribuições conjuntas, apesar de ter como desvantagem o tempo exigido para o cálculo da convolução à medida que o número de perdas aumenta.

Para Schevchenko (2009), a simulação de Monte Carlo é robusta e íntegra, no entanto, é lenta para atingir resultados. Quando comparado com a FFT, o Recurso de Panjer é mais lento para atingir resultados em amostras maiores. No entanto, não apresenta erro de truncagem, como o FFT. O FFT pode ser utilizado para qualquer distribuição de frequência e severidade, enquanto que o Recurso de Panjer é restrito a severidades não negativas e uma classe especial de distribuições de frequência. Tipicamente, ambos os métodos são mais rápidos que a Simulação de Monte Carlo.

Arbeláez e Ceballos (2010) aplicaram a metodologia LDA e compararam o valor de capital pela Simulação de Monte Carlo, Recurso de Panjer e pela aproximação analítica de Bocker e Kluppelberg. Eles observaram que tanto pela Simulação de Monte Carlo quanto pelo Recurso de Panjer, à medida que aumentam o número de interações, o valor do capital diminui para todos os níveis de confiança 95%, 99% e 99,9%. Para o nível de confiança 99,9%, o valor de capital aumenta pela Simulação de Monte Carlo e diminui pelo Recurso de Panjer. Eles concluem que a Simulação de Monte Carlo gera estimativas de capital abaixo do verdadeiro VaR operacional, enquanto que o Recurso de Panjer gera estimativas de capital acima do verdadeiro VaR operacional. Já a aproximação analítica de Bocker e Kluppelberg subestima as perdas operacionais totais.

A simulação de Monte Carlo, quando comparada com outros métodos, tem a vantagem de trabalhar com dados contínuos, não sendo necessário discretizar os valores da severidade.

#### **2.8.6. Intervalo de confiança**

Após a obtenção da distribuição agregada, a estimativa do capital possui incerteza, que precisa ser demonstrada. O intervalo de confiança é uma ferramenta básica para demonstrar o quanto a estimativa do capital pode ser diferente do valor real.

De acordo com Frachot e Roncalli (2003), a inacurácia do valor do capital está diretamente ligada à inacurácia dos estimadores de parâmetros  $\lambda$ ,  $\mu$  e  $\sigma$ . Os autores sugerem os seguintes procedimentos para determinar o intervalo de confiança:

- Primeiro, derivar (em alguns casos, aproximar) a distribuição dos estimadores;
- Extrair dessas distribuições um número suficientemente grande de simulações; e
- Finalmente, para cada parte, computar o capital e obter a distribuição empírica.

Para Schevchenko (2009), no caso da Simulação de Monte Carlo, o erro numérico (devido ao finito número de simulações  $K$ ) no quantil utilizado para cálculo do capital pode ser avaliado por meio de intervalo de confiança que contenha o verdadeiro valor de probabilidade  $\gamma$ . Isso pode ser feito considerando o fato que o número de amostras que não excedam o quantil  $H^{-1}(q)$  possuem uma distribuição binomial com parâmetros  $q$  e  $K$ . (com média =  $Kq$  e  $\text{var}=Kq(1-q)$ ), com a seguinte fórmula:

$$r = [l], l = Kq - F_N^{-1}\left(\frac{1+\gamma}{2}\right)\sqrt{Kq(1-q)}$$

$$s = [u], u = Kq + F_N^{-1}\left(\frac{1+\gamma}{2}\right)\sqrt{Kq(1-q)}$$

em que  $[u]$ denota o limite superior e  $F_N^{-1}$ é a distribuição normal. A fórmula acima funciona bem para  $Kq(1-q) \geq 50$ . Um grande número de simulações, tipicamente  $K \geq 10^5$ , precisa ser utilizado para atingir boa precisão para o quantil 0,99. No entanto, *a priori*, o número de simulações requerido para atingir uma boa precisão não é conhecido. Uma das abordagens é continuar a simulação até que o erro numérico atinja o nível desejado.

O passo “análise de cenários” será abordado em um dos tópicos a seguir.

### **2.8.7.**

#### **Os elementos da abordagem AMA no Contexto da metodologia LDA**

Basileia II definiu critérios qualitativos e quantitativos para a formação de modelos internos para risco operacional. Dentre esses critérios está a utilização de quatro elementos principais: dados de perdas internas, dados de perdas externas, análise de cenários e fatores de ambiente de negócios e indicadores de controles internos.

Cada um desses elementos será abordado a seguir com a indicação da forma como têm sido utilizados nos estudos publicados até o momento.

#### **2.8.7.1.**

##### **Dados internos de perdas**

O elemento "dados internos de perdas" é considerado um componente essencial ao modelo LDA, enquanto que os demais elementos são considerados complementares.

A identificação das perdas representa um desafio para a constituição da base de dados. Algumas perdas podem ser identificadas facilmente por meio dos lançamentos contábeis. No entanto, parte representativa das perdas só pode ser identificada se as unidades de negócio os relatarem, seja por falta de sistemas que identifiquem as perdas de forma automática, seja por necessidade de parametrizar os sistemas existentes. Dessa forma, em alguns casos, não é possível identificar se uma despesa contábil representa uma perda operacional.

Por meio de entrevistas não estruturadas com gestores de quatro bancos suecos, Wahlstrom (2006) examinou a aceitação de medidas de risco pelos usuários no contexto de Basileia II, especificamente no que se refere ao risco operacional. De acordo com um dos entrevistados, o risco operacional está relacionado à boa vontade e aos incentivos para reporte tanto do risco como de suas consequências, tendo em vista que o reporte pode trazer consequências para quem relata e para sua unidade. Se é possível esconder algo, então existe o risco que isso seja feito. Para o entrevistado, o grande desafio para reporte do risco operacional é atingir uma cultura de risco que, em certo grau, seja tolerante e que tenha abertura nessa área. De acordo com outro entrevistado, há o perigo da unidade de gestão do risco operacional desconhecer riscos quando há uma cultura de não relato de falhas, de não fazer nada sobre um risco, de escondê-lo ou de

simplesmente não se sentir responsável por essa tarefa. Além da mudança na cultura, é preciso encontrar indicadores para façam com que cada etapa seja o mais eficiente possível. É importante identificar os mecanismos que provocam o risco.

Para aplicação da metodologia LDA, as perdas internas são classificadas pelas linhas de negócios e tipos de eventos de perdas, formando uma matriz, de acordo com os requisitos de Basileia II. O VaR de risco operacional é calculado para cada célula da matriz de risco.

Para cada célula da matriz deve haver dados de perdas para modelagem, a menos que a instituição não opere determinada linha de negócio. Quando não há dados de perdas internas para determinada célula da matriz, a instituição financeira deve utilizar outros elementos para suprir essa carência.

A classificação das perdas pelas linhas de negócios, que são grupos de operações, foi determinada por Basileia II com o objetivo de permitir a comparabilidade dos valores de capitais das instituições financeiras. No entanto, nem sempre essa classificação pode ser feita de forma objetiva, principalmente nos casos em que a perda não é diretamente associada às linhas de negócios. São exemplos desse tipo de perda: as multas em decorrência de pagamentos de tributos em atraso ou com erro, como imposto de renda e contribuição social, as multas por pagamentos em atraso a fornecedores de serviços gerais e os processos judiciais trabalhistas. Apesar de ser determinado que as instituições tenham critérios para associação dessas perdas às linhas de negócio existentes, o que acontece na prática é a criação de uma nona linha de negócio denominada de linha “corporativa”, pelo menos para fins gerenciais.

Outra dificuldade envolvendo a classificação das perdas pelas linhas de negócio é quando uma perda está associada a mais de uma linha. Nesses casos, a instituição deve estabelecer critérios para alocar as perdas entre as linhas.

#### **2.8.7.2. Dados externos de perdas**

Para compensar a escassez de dados de perdas internas, Basileia II requer que os bancos complementem os dados internos com dados externos de perdas.

Fontnouvelle (2006) indica duas abordagens para utilização dos dados externos de perdas: como *input* direto nos modelos estatísticos e como *input* qualitativo para grupos de discussão entre os especialistas de gestão de riscos e das linhas de negócios para geração de cenários, que são perdas potenciais de alta severidade e baixa frequência.

De acordo com Karam (2014), os dados de perdas externas podem ser incorporados ao modelo das seguintes formas: suplementar os dados de perdas internas (*input* direto), modificar os parâmetros das distribuições obtidos por meio dos dados de perdas internas e para acrescentar qualidade e credibilidade aos cenários, validar os resultados obtidos a partir dos dados internos de perdas e para *benchmarking*. Os dados externos de perdas precisam ser escalonados para que sejam proporcionais ao tamanho do banco para o qual o capital está sendo calculado. O escalonamento pode ser feito considerando as receitas, os ativos, a receita líquida, número de empregados e o patrimônio líquido.

Quando utilizados como *input* direto do modelo, esses dados são escalonados. O escalonamento tem como ajustar a severidade dos dados externos de perdas considerando o tamanho da instituição, por meio de indicadores como ativos totais e receita bruta. Com isso, a severidade da perda ocorrida em outra instituição é ajustada tendo como referência a diferença do tamanho entre elas, estabelecido por um indicador. De forma bem geral, é como se fossem ajustadas proporcionalmente.

Os eventos que ocorrem em uma instituição financeira são provocados pelos fatores pessoas, processos, sistemas e eventos externos. Os fatores sistemas, processos e sistemas são específicos de cada instituição. Dessa forma não é possível pressupor que esses eventos ocorreriam em outra instituição financeira, cujos fatores possuem outro perfil, com a mesma frequência e severidade. Dessa forma, os tipos de eventos dos dados externos de perda podem ser usados como *benchmarking* para que os especialistas avaliem qual seriam probabilidade e frequência desses eventos caso eles ocorressem. Na prática, seriam cenários do corpo da distribuição de probabilidade.

### 2.8.8. Análise de cenários

O objetivo do elemento "análise de cenários" é refletir no modelo uma perda em potencial e sua respectiva probabilidade de ocorrência.

De acordo com o documento do *Industry Technical Working Group- ITWG* (2003), de uma perspectiva quantitativa, a análise de cenários pode ser aplicada de várias formas:

- para prover dados que suplementem a base de dados, em particular para eventos de perda de cauda;
- para gerar distribuições de perdas de cenários que podem ser combinadas com as distribuições dos dados;
- para prover uma base para ajustar os parâmetros de severidade e frequência derivados dos dados de perda; e
- para “estressar” a distribuição derivada dos dados de perda.

Segundo Frachot e Roncalli (2003), a função da análise de cenários é expressar as intuições de especialistas das instituições financeiras sobre seus negócios, que ainda não estejam refletidas no histórico de dados internos. De acordo com os autores, a intuição dos especialistas representa um cenário, que por sua vez, é utilizado para fazer ajustes, de forma direta, nos estimadores de frequência e severidade. Os cenários podem ser traduzidos em restrições dadas aos parâmetros das distribuições de frequência e severidade. Uma vez que essas restrições sejam identificadas, uma estratégia de calibração pode ser definida, como a maximização de critérios, por exemplo: a máxima verossimilhança, desde que as restrições sejam satisfeitas. Como resultado, os estimadores finais dos parâmetros podem ser vistos como uma mistura dos estimadores baseados nos dados históricos e os estimadores baseados na análise de cenários.

De acordo com Shevchenko e Peters (2013), os cenários, que também podem ser utilizado para testes de estresse, podem envolver: (i) *workshops* para identificar fragilidades e pontos fortes e outros fatores; (ii) opinião de especialistas sobre impacto de perdas potenciais e perfil de perdas; e (iii) opinião de especialistas sobre as características de uma amostra ou parâmetros de distribuições de perdas potenciais. Quando a opinião de especialistas é utilizada, ela é utilizada para expressar: (i) parâmetros de distribuições; (ii) opinião sobre o

número de perdas com valores dentro de determinado intervalo; (iii) opiniões “separadas” sobre a frequência de perdas e quantis de severidade; (iv) opinião sobre a frequência de perdas que excedem determinado nível. Os autores indicam que a elicitación<sup>53</sup> é certamente um dos grandes desafios da gestão do risco operacional porque muitos gestores e empregados podem não ter um conhecimento amplo sobre estatística e teoria da probabilidade, o que pode levar ao engano. Por esse motivo é importante que as questões respondidas pelos especialistas sejam simples e bem entendidas pelos especialistas. Sobre a combinação das diferentes fontes de dados, os autores indicam:

- Combinação *Ad-hoc*: por exemplo: (i) ajustar a distribuição de severidade com amostras combinadas de dados internos e externos e ajustar a frequência com dados internos apenas; (ii) estimar o parâmetro de Poisson usando dados internos e externos dando peso especificado pelos especialistas a cada base de dados e outros;
- Métodos Bayseanos paramétricos e não paramétricos; e
- métodos não probabilísticos como a Teoria de Dempster-Shafer.

No modelo do *Deutsche Bank*, de acordo com AUE e KALKBRENER (2006), a análise de cenários é utilizada através de duas aplicações: (i) a principal aplicação da análise de cenários é complementar os dados de perdas. O ponto inicial dessa aplicação é a seleção das perdas relevantes constantes na base da OpVantage<sup>54</sup>, através de um processo chamado de “*Relevant Loss Data Process*”, e podem, portanto, ser considerados como um evento de cenário; (ii) a segunda aplicação é a geração de cenários, conforme necessário, para completar a base de dados com perdas de alta severidade, não ocorridas no passado. A geração de cenários é realizada por especialistas.

O *Institute of Operational Risk* possui um guia de boas práticas referente à análise de cenários (IOR, 2013). Para o IOR (2013), a análise de cenários é um processo usado para avaliar o impacto de eventos hipotéticos, porém plausíveis, de perdas extremas. Os benefícios de um processo robusto de análise de cenários incluem:

<sup>53</sup>De acordo com O’Hagan *et al.* (2006), o propósito da elicitación é construir uma distribuição de probabilidade que represente o conhecimento e incertezas dos especialistas.

<sup>54</sup> Subsidiária da Fitch Risk que fornece dados de perdas.

- ajuda os gestores a testarem a resiliência em relação à materialização de potenciais ameaças e identificar as melhores respostas às ameaças;
- prover uma visão de futuro sobre a exposição ao risco baseada no julgamento de especialistas;
- permitir que os gestores “pensem fora da caixa” e mantenham a mente aberta sobre os tipos de riscos aos quais estão expostos, não apenas olhando para os riscos e problemas do dia-a-dia;
- complementar outras fontes de informações como os dados de perdas internas e o RCSA para prover uma visão mais abrangente do perfil de risco da instituição;
- identificar áreas nas quais os controles estão faltando ou podem ser intensificados; e
- considerar a conveniência de ações de mitigação, incluindo políticas de seguros.

O IOR (2013) indica como a lista de cenários pode ser definida:

- Pesquisas;
- Questionários;
- Entrevistas e encontros; e
- *Workshops*.

Por fim, de acordo com Dutta e Babbel (2014), algumas vezes, uma instituição financeira pode não ter passado pelas mesmas experiências financeiras de outras instituições. Outras vezes, a instituição financeira pode ter tido a sorte de não sofrer algumas perdas. Adicionalmente, algumas instituições podem estar expostas a riscos operacionais inerentes que podem resultar em perdas significativas. Essas exposições ao risco operacional podem ser melhor mensuradas e geridas por meio da análise de cenários. Dessa forma, a análise de cenários tem um papel importante na mensuração do risco operacional.

## 2.9. Pesquisas

Para Frachot (2003) o primeiro requerimento na utilização de cenários é que os especialistas devem ter a oportunidade de aprovar o resultado do montante de capital. O segundo requerimento é que os especialistas estejam diretamente envolvidos na estimação de severidade e frequência das perdas. O cenário é dado por uma quantia de perda potencial e sua respectiva probabilidade de ocorrência. A questão que deve ser endereçada é como extrair informações úteis a partir dos especialistas e como eles podem ser utilizados na estrutura da metodologia LDA convencional. Os cenários podem ser utilizados para restringir parâmetros das distribuições de frequência e severidade. Nesse caso, os estimadores dos parâmetros podem ser considerados uma mistura dos estimadores baseados em dados de perdas e dos estimadores baseados nos cenários.

Mc Connell e Davies (2006) propuseram a utilização de diagrama Bow-Tie para geração de cenários para risco operacional. O Diagrama Bow-Tie é uma técnica utilizada por empresas para realizar análise de segurança, e é utilizado por empresas de aviação, de controle de tráfego aéreo e em indústrias cujas atividades sejam consideradas perigosas. O diagrama tem como objetivo responder duas questões fundamentais: "qual a frequência potencial de um cenário particular ocorrer?" e "qual a severidade da perda em potencial?". O diagrama Bow-Tie é uma técnica cujo objetivo é fazer suposições, análises e explicitar conclusões referentes à gestão de risco, e requer um passo adicional que é a estimação dos *outputs* numéricos para utilização dos cenários nos modelos AMA. A Figura 5 ilustra seus componentes.

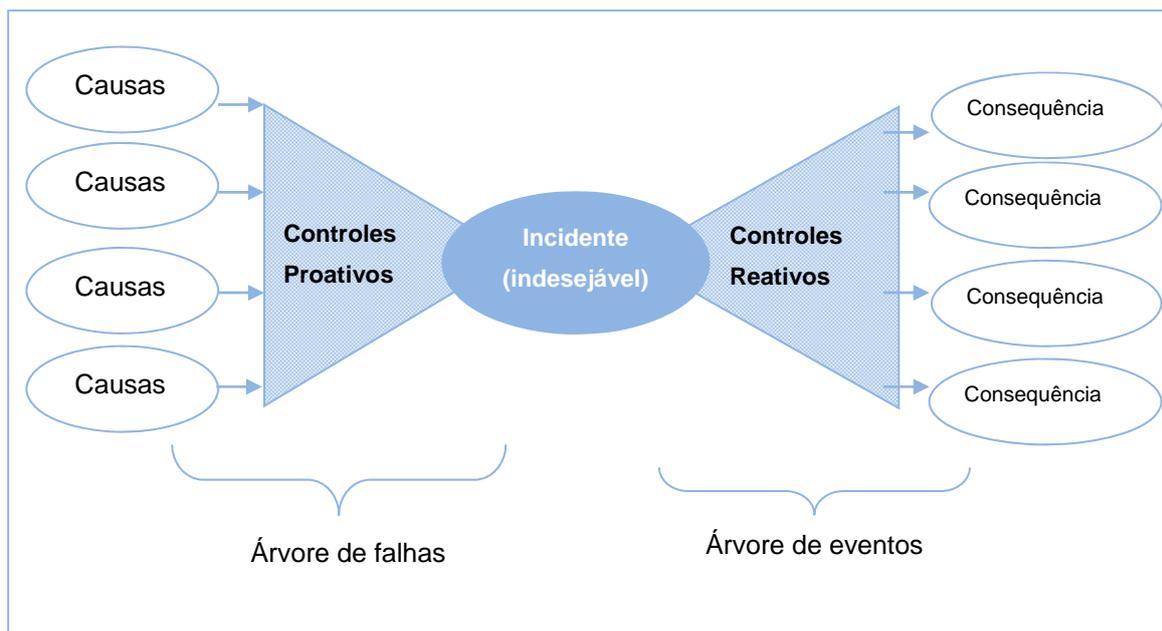


Figura 5 - Componentes do diagrama Bow-Tie  
 Fonte: Mc Connell e Davies (2006) – tradução do autor

AUE e KALKBRENER (2006) apresentaram os aspectos quantitativos do modelo LDA, desenvolvido e implementado no *Deutsche Bank*, tanto para cálculo do capital econômico como para ser submetido à apreciação do regulador para cálculo do capital regulatório. A estrutura fundamental do modelo é a mesma dos outros bancos e foi concebida para atender às exigências de Basileia II e alguns pontos podem ser destacados: (i) utilização de dados externos provenientes da ORX<sup>55</sup> e OpVantage<sup>56</sup>; (ii) a simulação de Monte Carlo foi utilizada para agregar as distribuições de frequência e severidade; (iii) utilização da técnica da Teoria do Valor Extremo para combinar distribuições de severidade empíricas e paramétricas; (iv) utilização de conceito matemático para modelagem de dependência – cópulas para a frequência; (v) a análise de cenários, especificados por especialistas, foi incorporada por meio de ajustes qualitativos; e (vi) atribuição de pesos diferentes para os dados mais antigos.

<sup>55</sup> The Operational Riskdata Exchange Association - ORX

<sup>56</sup> Subsidiária da Fitch Risk que fornece dados de perdas.

Alderweireld *et al* (2006) definiram uma técnica de quantificação de cenários, chamada de *Scenario Analysis Quantification* (SAQ), que tinha como objetivos principais: (i) construir um questionário que fosse entendido por todos os gestores de risco operacional; e (ii) transformar o questionário em elemento acurado de capital. Os questionários tinham quatro questões, começando pela mais simples: 1) percepção sobre o número médio de perdas por ano e o valor médio; 2) o valor máximo da perda; 3) frequência anual da perda máxima; 4) frequência anual de perdas maiores ou iguais uma severidade intermediária, escolhida pelo respondente, entre as perdas média e máxima. A distribuição de frequência considerada é a Poisson e a distribuição de severidade é definida para distribuições com dois parâmetros (dois primeiros momentos) definidos em função da média. A metodologia apresentada pelos autores permitiria construir a distribuição de perdas percebida pelos especialistas. No entanto, os autores não apresentaram metodologia para combinar esses cenários com os demais elementos da metodologia LDA.

Steinhoffe e Baule (2006) argumentaram que se for perguntado diretamente para os especialistas que tipo de distribuição é apropriada para determinada categoria de risco, normalmente a resposta recebida não será útil. Os autores mencionam a possibilidade dos especialistas escolherem uma curva de distribuição (simétrica ou assimétrica), o que seria uma forma de coagi-los a pensar em uma dimensão estatística não familiar. No entanto, os autores argumentam que essa forma de determinação de cenários, além de não ser popular na indústria bancária, é incompreensível para os especialistas normalmente. Os autores citaram também os questionamentos sobre quantos eventos poderiam ocorrer nas categorias de eventos, que são mais comuns na indústria bancária. Nesse contexto, os autores propuseram uma metodologia de definição de cenários por meio de questionários com os seguintes questionamentos: 1) sobre quais eventos de severidade entre  $\text{€}x$  e  $\text{€}y$  você se recorda?; 2) quantos desses eventos ocorreram em um ano em média?; e 3) quantos desses eventos ocorreram em um ano considerado bom (mínimo) e um ano considerado um (máximo)? Para cenários de alta severidade e baixa frequência, os autores indicaram os seguintes passos adicionais: 2a) quantos eventos ocorreram nos últimos dez anos ou em  $x$  anos?; 2b) a quantia deve ser dividida pelo número de anos; 3a) para obter a quantia máxima e mínima, a terceira pergunta deve ser alterada para: quantos

eventos podem ocorrer no intervalo de tempo escolhido no melhor e pior caso?. As opiniões dos especialistas podem ser transformadas diretamente em distribuições paramétricas de duas formas: (i) por comparação dos parâmetros definidos pelos especialistas com parâmetros objetivos, dando a oportunidade para os especialistas julgarem quais parâmetros refletem melhor a realidade; e (ii) a distribuição pode ser derivada diretamente tanto apenas das estimativas dos especialistas como de uma base de dados “virtual” que mistura várias fontes de informações.

Folpmers (2008) implementou a metodologia LDA utilizando opinião de especialistas sobre os parâmetros da distribuição de Poisson para modelar a frequência da distribuição triangular para modelar a severidade e cópulas para considerar a correlação entre as perdas para todas as linhas de negócios. As estimativas sobre os parâmetros foram obtidas por meio de painel de especialistas. A avaliação sobre os parâmetros das distribuições foram embasadas pelas perdas internas. A distribuição triangular foi utilizada por utilizar parâmetros fáceis de serem interpretados pelos especialistas (mínimo, médio e máximo), permitindo um processo efetivo de extração de conhecimento dos especialistas. O processo de RCSA oferece excelente infraestrutura para o painel de especialistas.

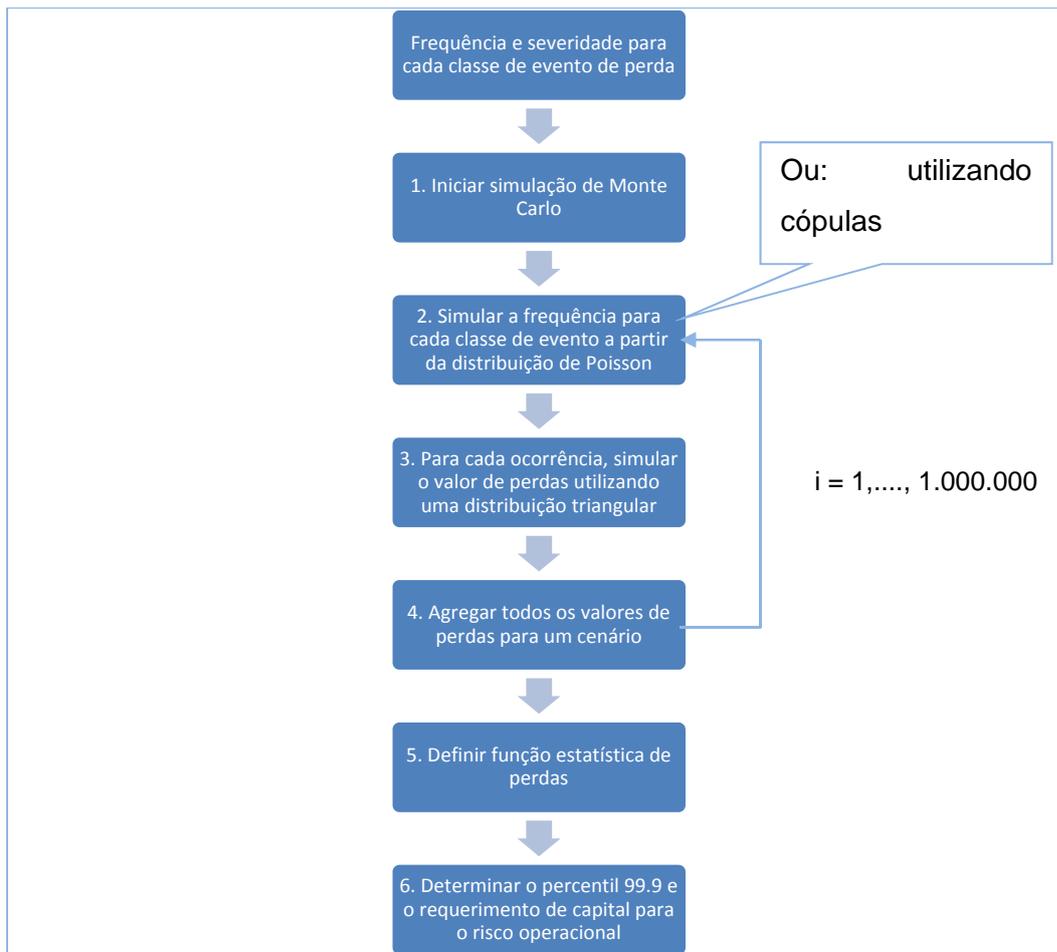


Figura 6 - Simulação de Monte Carlo  
 Fonte: Foltmiers (2008) – tradução do autor

Pontes (2009) cita alguns métodos para acoplar de alguma forma a opinião de especialistas ao modelo: (i) Lógica Nebulosa ou *Fuzzy Logic*, (ii) Inferência Bayesiana; (iii) Sistemas Dinâmicos e (iv) Estimação de parâmetros por especialistas. A Lógica Nebulosa consiste em criar um modelo causal que relaciona o risco com indicadores chaves de risco (*Key Risk Indicators – KRI*) e utilizado para criar distribuição de perdas. Na Inferência Bayesiana deve-se escolher uma distribuição *a priori* e ajustá-la aos dados para se chegar a uma distribuição *a posteriori*, que devem ser agregadas. Já os sistemas dinâmicos são modelos de simulações causais, modeladas para mostrar os processos produtivos do início ao fim.

Pontes (2009) aplicou a metodologia LDA a uma empresa não financeira. O autor analisou algumas técnicas que viabilizam a utilização de dados históricos e de julgamento de especialistas, aprofundando-se em um método em que os especialistas inferem diretamente nos parâmetros das distribuições de frequência e severidade.

Guegan e Hassani (2011) propuseram uma metodologia de definição de cenários por especialistas para criar uma base de dados sintética, cujos dados foram considerados para mensuração de capital por meio da EVT. Os especialistas definiram parâmetros da distribuição *Generalized Extreme Value* (GEV) para cada célula da matriz de Basileia e para diversos níveis de granularidade. Os autores compararam o valor de capital da instituição BPCE pela metodologia proposta e pela metodologia LDA (dados internos de perdas). Os resultados apresentados indicaram que o capital é maior pela metodologia proposta no estudo.

Rippel e Teply (2011) apresentaram uma metodologia para combinação das perdas internas históricas com a análise de cenários, que utilizou duas abordagens: (i) o pior caso de perda definido para um cenário em particular; e (ii) a perda média dada por uma distribuição de probabilidade de perda definida para um cenário. Em ambas as abordagens, os valores dos cenários (perdas sintéticas) foram adicionados aos registros de perdas históricas para determinação dos parâmetros das distribuições de frequência e severidade. O estudo utilizou a base de perdas de um banco central europeu anônimo e considerou doze cenários, sendo: oito deles definidos pela instituição financeira e quatro definidos pelos autores. Os autores fizeram vários testes, que consideraram diferentes distribuições e os cenários separadamente (pior caso e a média da distribuição dos cenários). Os resultados foram apresentados como percentual do VaR em relação ao capital pela metodologia padronizada utilizada pela instituição. Todos os cenários considerados são cenários de baixa frequência e alta severidade. Os autores concluíram que os cenários que consideraram as médias das distribuições dos cenários foram mais razoáveis, já que os testes que consideraram o pior caso aumentaram significativamente o valor de capital, o que não seria razoável tendo em vista a improbabilidade desses eventos ocorrerem simultaneamente e reduziria a competitividade da instituição devido ao custo de capital.

Momen *et al.* (2012) aplicaram o modelo LDA em um banco comercial privado iraniano. O elemento "análise de cenários" foi utilizado como *input* direto no modelo, ou seja, os valores dos cenários foram utilizados em conjunto com os dados internos para modelagem da frequência e severidade. Os cenários de frequência e severidade para perdas catastróficas e perdas consideradas ordinárias, quando necessário, foram obtidos por meio de especialistas, para um período de um ano. Os especialistas informaram: (i) configuração dos cenários (quais tipos de eventos ou combinações de eventos); (ii) avaliação do impacto (valores das perdas que podem causar); e (iii) frequência das ocorrências (quantas vezes podem acontecer). Para os autores, esse tipo de cenário é melhor compreendido pelos gestores e adiciona o benefício da opinião dos especialistas à mensuração de capital.

Ergashev (2012) quantificou cenários com a estimativa de frequência que representava o pior caso em "M" anos e com a estimativa da severidade que representava o menor valor do intervalo de severidade definido pelos especialistas. Os autores compararam a distribuição de severidade ajustada aos dados de perdas internas aos cenários e ajustaram os quantis correspondentes da distribuição quando os cenários não eram compatíveis com a distribuição. Os autores indicaram cinco possíveis metodologias para efetuar os ajustes.

Shevchenko *et al.* (2013) indicam como os cenários podem ser utilizados tanto na gestão do risco operacional quanto na metodologia LDA: (i) *workshops* para identificar pontos fracos, pontos fortes e outros fatores; (ii) opinião sobre o impacto e probabilidade das perdas; (iii) opinião sobre as características da amostra ou sobre os parâmetros da distribuição das perdas. A elicitación de especialistas é um desafio tendo em vista que muitos gestores e empregados podem não ter conhecimento sobre estatística e teoria da probabilidade, o que pode levar a um resultado enganador e mal entendido. Por esse motivo é importante que as questões respondidas pelos especialistas sejam simples e bem entendidas pelos respondentes. Existem aspectos psicológicos envolvidos.

Hassani e Renaudin (2013) propuseram uma metodologia para combinar os elementos dados internos e externos e cenários, obtidos em *workshops*, utilizando a abordagem Bayseana (Abordagem em Cascata). A integração é realizada em dois passos. No primeiro, os cenários são utilizados para indicar a distribuição e os dados externos fornecem o componente de probabilidade da função posterior.

No segundo passo, a função do primeiro passo é utilizada e os dados de perdas internas fornecem o componente de probabilidade. Os autores não aplicaram a metodologia a um caso real.

Mitra (2013) propôs uma metodologia de geração de cenários, que combina os cenários com os dados de perdas internas, por meio de análise de *clusters*. Os cenários estimados pelos especialistas são modificados para combinação com os dados internos. O autor apresentou um experimento com seis cenários fictícios.

Karam (2014) aplicou a metodologia LDA combinando dados internos de perdas com os cenários por meio de Redes Bayseanas. Após a definição das distribuições teóricas a serem utilizadas tanto para frequência quanto para a severidade, os especialistas definiram os parâmetros da distribuição de cenários. Utilizando o teorema da credibilidade da média ponderada, os parâmetros da distribuição final foram definidos. Esse estudo é semelhante ao de Lambrigger *et al.* (2007).

Karam (2014) chama a atenção que a opinião dos especialistas pode ser questionada, já que há mudança para um Processo de Markov<sup>57</sup>, o que pode causar um problema. Ademais, o requerimento de capital será altamente influenciado por essas estimativas.

Karam (2014) *apud* Moosa (2007) indica os passos para definição de cenários:

1. Definir e estruturar a tarefa, especificando a área de interesse e identificando as características mais relevantes dessa área;
2. Descrever os fatores externos importantes e sua influência na área de interesse. Esses fatores formam os campos de influência;
3. Identificar os maiores descritores para cada campo e fazer premissas sobre a tendência futura;
4. Checar a consistência de possíveis combinações de premissas alternativas relacionadas aos descritores críticos e identificar "pacotes" de premissas;
5. Combinar premissas que tendem a ter descrições sem sentido, resultando em cenários para cada campo;
6. Fazer premissas relacionadas a eventos que possam interferir e suas probabilidades e impactos sobre os campos.

---

<sup>57</sup> O valor presente da variável depende de seu valor passado.

7. Avaliar os impactos dos cenários dos campos sobre a área de interesse e suas descrições. Os respectivos cenários são construídos; e
8. Identificar estratégias que possam promover ou impedir a evolução descrita nos cenários.

Karam (2014) representou esses passos conforme Figura 7.

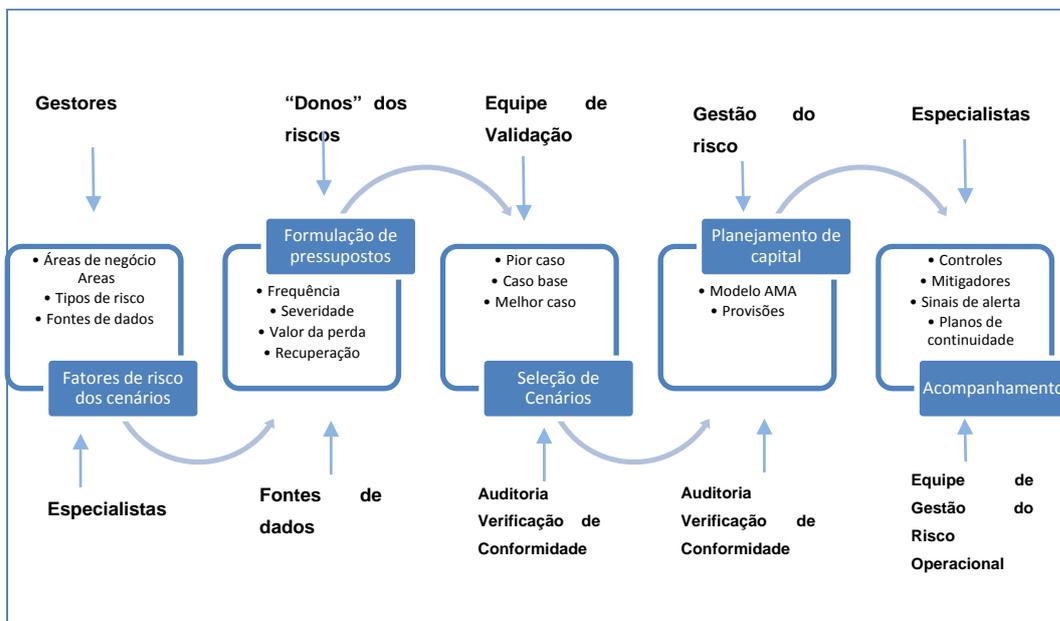


Figura 7 - Passos para definição de cenários  
 Fonte: Adaptação Karam (2014) – tradução do autor

Para Karam (2014), os *drivers* dos cenários de risco podem ser identificados pelos KRIs (*Key Risk Indicators*) e pelo RCSA (*Risk-control Self Assessment*). Ele dividiu os diferentes tipos de cenários e eventos em uma matriz de severidade e frequência, de acordo com suas características, conforme Figura 8.

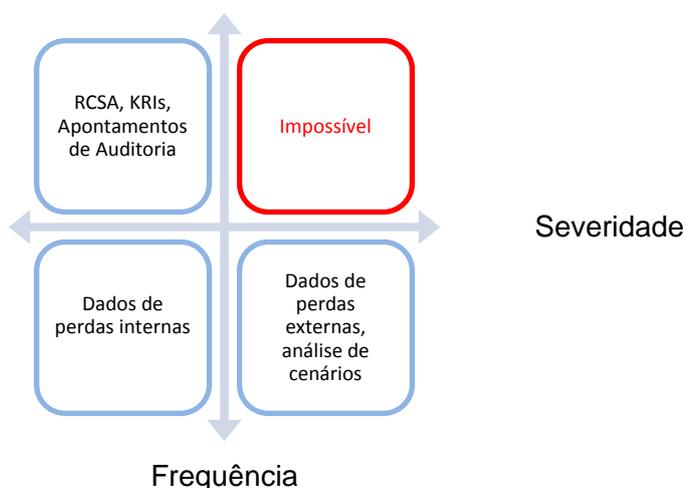


Figura 8 - Matriz de cenários  
 Fonte: Adaptação Karam (2014) – tradução do autor

Dutta e Babbel (2014) propuseram a metodologia *Change of Measure Approach* (COM), que combina análise de cenários com os dados de perdas internas e permite avaliar o impacto de cada cenário no valor de capital. Pelo modelo proposto, os cenários são definidos por meio de *workshops* pelos especialistas, que definem: (i) uma estimativa de intervalo para o valor da severidade; e (ii) uma estimativa para a frequência do número de eventos que podem ocorrer em um período equivalente ao da base de perdas internas. Essa estimativa também pode ser expressa em intervalo, sendo: uma estimativa para o pior caso e outra para o melhor caso. Os parâmetros das distribuições de frequência e de severidade dos dados de perdas internas são então ajustados para refletir a probabilidade dos cenários. O COM associado ao cenário é definido pela divisão da probabilidade implícita para determinado intervalo de severidade (considerando o cenário) dividido pela probabilidade histórica do intervalo de severidade (sem considerar o cenário). Para os autores, o COM permite avaliar a distribuição utilizada para os dados de perdas internas históricas. Mesmo que duas distribuições se ajustem adequadamente aos dados, a que apresentar o menor COM prediria melhor o cenário. Ao mesmo tempo, um valor de COM muito baixo pode indicar redundância do cenário. Por fim, os autores aplicaram a metodologia utilizando 16 cenários em uma instituição financeira, cujo nome não foi revelado.

Por fim, Ergashev *et al.* (2015) aprimoraram o estudo apresentado por Ergashev (2012) no que se refere ao teste de estresse utilizando o maior valor do intervalo de severidade definido pelos especialistas, ao invés do menor. Dessa forma, foram definidos os cenários de estresse. Os autores também ajustaram os quantis da distribuição de severidade para combinar os cenários com os dados internos.

## **2.10. Apresentações de instituições financeiras**

A seguir, serão indicadas algumas informações, que não foram encontradas nos artigos consultados, pelo menos diretamente, mas que agregam informações importantes ao presente estudo.

De acordo com Arai (2006) do *Bank of Japan*, a extração dos cenários pode ser: (i) do tipo *Bottom-up* em que os cenários são definidos por cada departamento da instituição; e (ii) do tipo *Top-down* em que os cenários refletem as políticas da alta administração e as estratégias de negócio. Além disso, os cenários de risco operacional também podem incluir o risco de crédito, o risco de mercado e o risco de liquidez. A validação dos cenários deve ser realizada pela unidade responsável pela gestão do risco operacional.

Outra apresentação do Bank of Japan (2006) indicou quatro abordagens para desenvolver os cenários, que podem ser utilizadas em conjunto:

- abordagem direcionada pelos dados de perdas, que utiliza dados de perdas internas e dados públicos de perdas externas para identificar possíveis cenários;
- abordagem direcionada pelos riscos, que avalia riscos potenciais atuais e seleciona um intervalo de severidade;
- abordagem direcionada pelos controles, que avalia os controles existentes e mensura o impacto da falha; e
- abordagem da opinião de especialistas, que avalia as situações que refletem os piores casos que o negócio pode enfrentar.

Além disso, ainda segundo o Bank of Japan (2006), os *outputs* dos cenários para a gestão do risco operacional podem ser:

- avaliação da responsabilidade dos gestores;
- identificação de ações corretivas;
- antecipar perdas, considerar perdas máximas e outros impactos, como a reputação;
- avaliar a tendência ao longo do tempo da efetividade da gestão; e
- adicionar experiência na gestão de eventos adversos e inesperados.

Rosengren (2006) indicou que a análise de cenários pode ser utilizada para:

- teste de estresse;
- gerar perdas sintéticas; e
- gerar funções de severidade.

## 2.11. Posicionamento teórico

A presente pesquisa está relacionada à mensuração do capital regulamentar referente ao risco operacional das instituições financeiras, que visa atender aos reguladores do setor financeiro. Desta forma, os conceitos adotados serão os definidos pelo BACEN e, complementados, quando necessário pelas recomendações de Basileia II.

Considera-se que a metodologia LDA é a mais adequada para refletir as características do risco operacional, principalmente no que diz respeito ao uso da opinião de especialistas, com vistas a refletir as mudanças no ambiente de controle e gestão do risco operacional.

Dados externos de perdas não podem ser utilizados como *input direto*, mesmo que sejam escalonados, sem que haja uma avaliação dessas informações por especialistas. Os eventos que ocorrem em uma instituição financeira são provocados pelos fatores pessoas, processos, sistemas e eventos externos. Os fatores: sistemas, processos e sistemas são específicos de cada instituição. Dessa forma não é possível pressupor que esses eventos ocorreriam em outra instituição financeira, cujos fatores possuem outro perfil, com a mesma frequência e severidade. Os tipos de eventos dos dados externos de perda podem ser usados como *benchmarking* para que os especialistas avaliem qual seriam probabilidade e frequência desses eventos caso eles ocorressem. Na prática, seriam cenários do corpo da distribuição de probabilidade.

Na medida do possível, os especialistas devem estimar os cenários em medidas que os deixem confortáveis. Nem todos os especialistas dos processos possuem conhecimentos estatísticos para estimar parâmetros de distribuições de probabilidade. Os especialistas das unidades de negócios, que possuem formações distintas, são os que conhecem os riscos operacionais de seus processos e têm o conhecimento essencial para a definição dos cenários. Especialistas da unidade de risco com conhecimentos estatístico não podem substituir os especialistas nessa tarefa. Com vistas a evitar resistência por parte dos especialistas ou estimativas imprecisas, é recomendável estabelecer medidas mais intuitivas, como: perdas mínima, média e máxima para a severidade e quantidade de eventos e “x” anos para a frequência.

Deve-se buscar utilizar metodologias mais diretas com vistas a reduzir a subjetividade e aproximações. Ao estimar distribuições, a partir de cenários, e depois agregar com as distribuições estimadas, a partir dos dados internos, por exemplo, há subjetividade seja pelo método empregado ou pelas aproximações, pelo menos em algum grau, na geração de cenário, na estimação dos parâmetros e depois na agregação das distribuições.

Por fim, a utilização dos dados de cenários como *input* direto reduzem a subjetividade e as aproximações das metodologias utilizadas. Nos casos em que, para refletir os cenários, os ajustes são feitos diretamente nos parâmetros das distribuições, presume-se que o ajuste feito é pertinente para todos os eventos classificados naquela célula, que possuem características distintas. É possível que em uma mesma célula estejam classificados eventos de todos os tipos definidos por Basileia.

### 3 Metodologia

Como visto anteriormente, o objetivo da presente pesquisa é demonstrar a utilização do elemento análise de cenários, como integrador da gestão do risco e da mensuração de capital, na metodologia LDA tendo como referência a experiência do BNDES na gestão do risco operacional.

A metodologia proposta no presente estudo tem como objetivo definir e mensurar cenários de risco operacional de forma abrangente em uma instituição financeira com abordagem *Bottom-up* (cenários definidos pelas unidades). Essa abordagem é considerada *Ad-hoc* e adiciona as mensurações dos cenários (perdas sintéticas) aos dados de perdas internas para ajustes dos parâmetros das distribuições de frequência e severidade. Apesar de estudos como os de Ergashev (2012) e Dutta e Babbel (2010 e 2012) criticarem esse tipo de metodologia por não considerarem a frequência dos eventos do elemento de análise de cenários, este estudo agrega esses registros de forma a considerar a frequência, conforme será visto adiante.

Por fim, além da mensuração de capital, a metodologia proposta pode ser utilizada como uma ferramenta de gestão do risco operacional.

#### 3.1. Tipo de pesquisa

Considerando as taxonomias apresentadas por Remenyi (1995), esta pesquisa é considerada empírica por assumir que é necessário obter evidências para ser capaz de fazer uma alegação satisfatória de que algum conhecimento foi acrescentado ao assunto. Por outro lado, a presente pesquisa não deixa de ser teórica, já que seu objeto é estudado através da escrita de outros e do conhecimento e aprendizado individual.

Remenyi (1995) afirma que, de fato, as pesquisas empíricas e teóricas são totalmente entrelaçadas e que não é possível realizar uma pesquisa empírica, que são associadas a dois paradigmas: positivistas e fenomenológica, sem ter conhecimentos teóricos que envolvem o objeto de estudo.

No contexto do paradigma positivista, o pesquisador trabalha com a realidade social observada e o produto final pode ser a derivação de leis ou generalizações similares às produzidas pelos cientistas físicos. Esse paradigma vê o pesquisador como um analista objetivo e interprete de uma realidade social tangível.

Já o paradigma fenomenológico não considera o mundo objetivo, mas em vez disso, foca na primazia da consciência subjetiva. Cada situação é vista como totalmente única e seu significado surge em função das circunstâncias e individualidades envolvidas. Por esse motivo, não é aceito de imediato que esse paradigma possa conduzir a generalizações.

Ao comparar os dois paradigmas, Remenyi (1995) cita como distinção entre os dois paradigmas, o fato que as descobertas do paradigma positivista podem ser modeladas, enquanto que as do fenomenológico, não. O autor reconhece que o modelo positivista geralmente é expresso quantitativamente, enquanto que o fenomenológico usualmente é expresso em palavras ou diagramas.

Considerando os dois paradigmas, essa pesquisa segue a linha filosófica positivista, à medida que trabalhará com uma realidade social observada, através de um modelo, com o intuito de fazer generalizações.

Remenyi (1995) cita outras formas de descrever métodos de pesquisa. Dentre eles, a presente pesquisa é considerada um estudo de caso e pesquisa de previsão ou futuras.

É um estudo de caso por focar em uma averiguação sobre um evento ou instância específica. A filosofia por trás do estudo de caso é que às vezes, apenas através de um olhar cuidadoso em instâncias práticas e reais, pode-se captar a interação entre as variáveis ou eventos.

Para aplicação da metodologia proposta na presente pesquisa, é fundamental dispor de dados de perdas. A utilização de dados hipotéticos não refletiria as dificuldades reais que uma instituição financeira enfrentaria durante a modelagem. Por esse motivo, serão utilizados dados de perdas reais do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

A pesquisa é também uma pesquisa de previsão ou futuro, tanto por permitir projeções baseadas em evidências passadas, como por olhar para o futuro utilizando técnicas como projeção de cenários.

### **3.2. Revisão bibliográfica**

A primeira etapa da pesquisa foi constituída por uma extensa revisão da literatura, a fim de se construir um arcabouço que apoiará o trabalho, identificando conceitos, variáveis, metodologias, que servirão de base tanto para obtenção da opinião dos especialistas como para sua inserção ao modelo proposto.

Para orientar a busca por artigos, a base CAPES foi consultada, assim como artigos disponíveis na internet buscando pelas palavras: "análise de cenários", "cenários" + "LDA", "*Scenarios Analysis*" e "*Expert Opinion*" + "LDA". Cabe ressaltar que vários artigos sobre mensuração de risco operacional são publicados, inclusive há um *journal* especializado no assunto (*The Journal of Operational Risk*)<sup>58</sup>. No entanto, poucos artigos antigos desse *Journal* estão disponíveis na base CAPES.

O livro de Cruz *et al.* (2015) foi consultado por ser referência em mensuração de risco operacional.

Por fim, cabe ressaltar que considerando o objetivo de aplicação às instituições financeiras, as definições do BACEN e de Basileia II nortearão as premissas do modelo.

### **3.3. Coleta de dados**

Como a pesquisa se trata de um estudo de caso, os dados de perdas utilizados foram fornecidos pelo BNDES. Considerando que os dados são cercados por sigilo empresarial, eles não serão apresentados classificados pelas categorias dos eventos de perda e linha de negócio, assim como as estatísticas descritivas das perdas não serão apresentadas.

---

<sup>58</sup> Acesso apenas para assinantes.

A base de dados de perdas do BNDES começou a ser formada em 2009 com perdas ocorridas a partir de 2006. Em 2014, foi implantado o sistema que realiza a captura automática das perdas. Todas as perdas são capturadas independentemente do valor. Para a realização do presente estudo, o BNDES forneceu as informações das perdas ocorridas entre os anos de 2011 e 2015, abrangendo o período mínimo de 5 anos, exigido pelo BACEN por meio da Circular BACEN 3.647/2013.

Já a coleta de dados para a definição dos cenários compreendeu o levantamento e a mensuração dos eventos de risco operacional por meio de questionários, que tiveram como referência a técnica Delphi. Os especialistas que mensuraram os eventos foram indicados pelas Áreas<sup>59</sup> que os relataram.

### **3.4. Etapas da pesquisa**

Após a revisão da literatura, a pesquisa seguiu as seguintes etapas principais, que tiveram como referência a técnica Delphi: (i) aplicação de pesquisa de opinião com potenciais especialistas; (ii) aplicação de questionários para identificação e mensuração de eventos, sendo que a mensuração foi realizada em duas rodadas; e (iii) aplicação da metodologia LDA.

O tópico 3.7, a seguir, detalha as premissas consideradas e apresenta a estrutura do modelo (Figura 9).

### **3.5. Pesquisa de opinião com os potenciais especialistas**

Na revisão de literatura foi verificado que os cenários podem ser utilizados como um *input* direto do modelo por meio da estimativa dos valores de perdas ou como *input* indireto por meio da definição ou ajustes dos parâmetros das distribuições de frequência e severidade.

Considerando que estudos como o de Schevchenko *et al.* (2013) indicaram que a elicitación de especialistas é um desafio tendo em vista que muitos gestores e empregados podem não ter conhecimento sobre estatística e teoria da probabilidade, o que pode levar a um resultado enganador e mal entendido, o objetivo dessa pesquisa foi saber a opinião dos potenciais especialistas do BNDES (chefes de departamento e gerentes) sobre seus conhecimentos sobre estatística e

---

<sup>59</sup> A estrutura organizacional do BNDES está indicada nos apêndices desta tese.

teoria da probabilidade, além de como se sentem confortáveis em relação às metodologias mais utilizadas para mensuração dos cenários.

A pesquisa foi realizada em setembro de 2015, por meio da ferramenta "Pesquisa Web", utilizada pelo BNDES para realizar pesquisas internas, e os resultados serão apresentados na Seção 4.

### **3.6. Técnica Delphi para definição de cenários**

Conforme visto na revisão de bibliografia, para definição dos cenários podem ser utilizados questionários, *workshops*, painéis de especialistas e outros.

Para a identificação e mensuração dos cenários, neste estudo, foram utilizados questionários que tiveram como referência a Técnica Delphi, que tem sido utilizada para geração de cenários em diversos ramos do conhecimento. A utilização de *workshops* para definição e mensuração de cenários inviabilizaria a abrangência proposta neste estudo, tendo em vista que demandaria tanto tempo para realização que inviabilizaria a aplicação anual sistemática da metodologia proposta.

De acordo com O'Hagan *et al.* (2004), a avaliação de cenários pode ser realizada por um único especialista ou por vários. Quando a avaliação é realizada por vários especialistas com diferentes pontos de vista, é necessário combinar as estimativas. Essa combinação pode ser realizada por abordagens matemáticas ou comportamentais. A abordagem matemática atribui peso a cada avaliação e a abordagem comportamental compartilha as avaliações entre os especialistas e estabelece uma avaliação de consenso. Os autores expressam preferência pela abordagem comportamental porque a abordagem matemática acaba não expressando a opinião de nenhum dos especialistas, enquanto que a abordagem comportamental está alinhada ao *framework* de Basileia II por promover discussão sobre risco operacional entre os participantes e aumenta a consciência do propósito de gestão da exposição ao risco.

De acordo com o IOR (2013), a técnica Delphi, desenvolvida nos anos 50, é baseada no consenso. Os especialistas são solicitados a dar opinião sobre a probabilidade da ocorrência de eventos remotos. As respostas são coletadas individualmente por votação anônima. Na segunda rodada, cada especialista tem acesso aos votos dos demais e podem reavaliar suas indicações. As avaliações da segunda rodada podem ser repetidas até que não haja mudanças significativas das respostas. A estimativa final é dada pela fórmula a seguir, que também pode ser útil para avaliar o nível de coesão das estimativas individuais do grupo:

$$\frac{[(\text{menor resposta} + ((N - 2) \times \text{média das respostas}) + \text{maior resposta})]}{\text{número de participantes}}$$

A seguir, a técnica Delphi será descrita de acordo com Wright e Giovinazzo (2000).

Conceitualmente, a técnica Delphi é bastante simples, pois se trata de um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando o anonimato das respostas individuais. Na primeira rodada os especialistas recebem o questionário preparado por uma equipe de coordenação, que são solicitados a responder individualmente, usualmente com respostas quantitativas apoiadas por justificativas e informações qualitativas.

O questionário é bastante elaborado, apresentando para cada questão uma síntese das principais informações conhecidas, e, eventualmente, extrapolações para o futuro, de forma a homogeneizar linguagens e facilitar o raciocínio orientado para o futuro.

As respostas das questões quantitativas são tabuladas, recebendo um tratamento estatístico simples, definindo-se a mediana e os quartis, e os resultados são devolvidos aos participantes na rodada seguinte.

A cada nova rodada as perguntas são repetidas, e os participantes devem reavaliar suas respostas à luz das respostas numéricas e das justificativas dadas pelos demais respondentes na rodada anterior. São solicitadas novas previsões com justificativas, particularmente se essas previsões divergirem das respostas centrais do grupo. Esse processo é repetido nas sucessivas rodadas do questionário, até que a divergência de opiniões entre especialistas tenha se reduzido a um nível satisfatório, e a resposta da última rodada seja considerada como a previsão do grupo.

O anonimato das respostas e o fato de não haver uma reunião física reduzem a influência de fatores psicológicos como, por exemplo, os efeitos da capacidade de persuasão, a relutância em abandonar posições assumidas e a dominância de grupos majoritários em relação a opiniões minoritárias.

Como principais vantagens, essa técnica apresenta: anonimato dos especialistas e maior reflexão sobre o risco. As principais desvantagens são: dificuldade na seleção da amostra de especialistas, os resultados dependem dos especialistas e a possibilidade de se forçar um consenso indevidamente.

As vantagens da técnica Delphi, como o anonimato e a não realização de reuniões, foram decisivas para a escolha desse método para a definição de cenários no presente estudo. O anonimato estimula a participação dos especialistas, uma vez que pode haver constrangimento pela posição hierárquica perante os demais participantes. É importante que os especialistas se sintam confortáveis em expressar sua opinião. Já o fato de não requerer reuniões é vantajoso por não criar problemas de compatibilização de agendas.

As desvantagens apresentadas por esse método também se apresentariam caso os cenários fossem definidos pelas demais metodologias indicadas na revisão de literatura. Elas são inerentes a esses tipos de metodologia, já que, de acordo com Basileia II e BACEN, os cenários, necessariamente, envolvem opiniões de especialistas.

Apesar das desvantagens da técnica Delphi, acredita-se que a aplicação sistematizada de forma sucessiva ao longo dos anos levará ao aumento da cultura de risco dos especialistas e ao amadurecimento dos mesmos em relação à metodologia. Consequentemente, espera-se que as mensurações realizadas sejam aprimoradas ao longo do tempo.

### **3.7. Questionários para identificação e mensuração dos cenários de risco operacional**

Para identificação e mensuração dos cenários de risco operacional foram aplicados questionários, entre os anos de 2015 e 2016, em três rodadas, por meio do envio de planilhas em MS Excel, cujos modelos estão disponíveis no Anexo 5.

A aplicação dos questionários teve como referência a Técnica Delphi porque apresentou os conceitos essenciais dessa técnica: (i) a troca de informações entre os respondentes, (ii) o anonimato das respostas; e (iii) a possibilidade de revisão de visões individuais sobre o futuro.

A primeira rodada foi realizada de forma não estruturada ou "*zero round*" com questões abertas, conforme indicado nos estudos de ROWE *et al* (1991) e Tichy (2004) para garantir que as Áreas indicassem livremente os eventos, que na visão delas, já ocorreram ou podem ocorrer em seus processos. Dessa forma, as Áreas do BNDES indicaram os cenários, que são riscos operacionais potenciais de seus processos.

A 1ª rodada ocorreu ao longo do ano de 2015 e foi realizada por meio das seguintes etapas: (i) apresentações para cada uma das 24 áreas do BNDES com o objetivo de apresentar o questionário e reforçar os conceitos de risco operacional. As apresentações contaram com a presença dos superintendentes e dos chefes de departamento das Áreas; (ii) cada departamento respondeu o questionário, indicando os eventos ocorridos e potenciais, assim como seus efeitos e as medidas de mitigação; (iii) os assessores dos superintendentes consolidaram os questionários dos departamentos da Área e encaminharam o questionário final.

Nas 2ª e 3ª rodadas, os especialistas indicados pelas Áreas mensuraram os eventos que podem causar perdas, relatados na 1ª rodada. A mensuração abrangeu tanto a frequência quanto a severidade dos eventos, sendo que na 2ª rodada, os especialistas mensuraram os eventos e na 3ª rodada tiveram a oportunidade de alterar suas estimativas após receberem as mensurações dos demais especialistas, realizadas na 2ª rodada.

As 2ª e 3ª rodadas foram realizadas entre os meses de novembro e fevereiro de 2016. Detalhes sobre os resultados da aplicação dos questionários estão disponíveis na Seção 4.

### 3.8. Aplicação da metodologia LDA

A estrutura da metodologia LDA será aplicada à base interna de dados de perdas e aos cenários utilizando a Simulação de Monte Carlo para convolução das distribuições de frequência e severidade com a utilização do *software* OpVision<sup>60</sup>.

### 3.9. Estrutura do modelo

A partir da revisão de bibliografia realizada e das observações provenientes das experiências do BNDES na gestão do risco operacional, as seguintes premissas foram estabelecidas para demonstração do modelo LDA:

1. **Os modelos internos de risco operacional são diferentes dos modelos internos de risco de crédito e mercado:** tendo em vista as características do risco operacional e a natureza dos dados utilizados para mensuração do risco operacional, a mesma objetividade dos modelos de risco de crédito e mercado não pode ser atingida nos modelos internos de risco operacional;
2. **As linhas de negócios não diferem significativamente em termos de perfil de risco operacional:** Basileia II concluiu, ao longo do trabalho analítico de revisão das abordagens padronizadas, que as linhas de negócios não diferem significativamente em termos dos seus perfis de risco operacional quando mensuradas por meio de um indicador multiplicado por um coeficiente (BCBS, 2014). Nesse sentido, no âmbito da revisão das abordagens padronizadas, que está em curso no momento, o Comitê de Basileia deve extinguir a segregação do indicador de exposição para cálculo do capital. Além disso, a utilização de linhas de negócio para formação da matriz para cálculo de capital gera alguns inconvenientes: (i) parte significativa das perdas não pode ser associada diretamente a nenhuma linha de negócio, o que torna necessário utilizar critérios para alocação; (ii) pessoas, processos e sistemas são os principais fatores que provocam os eventos de risco operacional. Esses fatores são mais homogêneos por processo. Um

---

<sup>60</sup> Software cuja licença foi adquirida pelo BNDES para cálculo do capital regulamentar de risco operacional.

mesmo processo pode ter atividades relacionadas a várias linhas de negócio. Nesse caso, mesmo que as perdas sejam classificadas em linhas de negócio distintas, os fatores que as provocaram são os mesmos. Logo, deveriam ser modeladas em conjunto, e não em linhas distintas. A classificação das perdas para formação da matriz tipo de evento *versus* processo está alinhada à gestão do risco operacional e seus conceitos, apesar de não ser possível apresentar os dados dessa forma no presente trabalho tendo em vista o sigilo empresarial das informações utilizadas.

3. **Dados externos de perdas não podem ser utilizados como *input* direto, mesmo que sejam escalonados, sem que haja uma avaliação dessas informações por especialistas:** os eventos que ocorrem em uma instituição financeira são provocados pelos fatores pessoas, processos, sistemas e eventos externos. Os fatores sistemas, processos e sistemas são específicos de cada instituição. Dessa forma não é possível pressupor que esses eventos ocorreriam em outra instituição financeira, cujos fatores possuem outro perfil, com a mesma frequência e severidade. Dessa forma, os tipos de eventos dos dados externos de perda podem ser usados como *benchmarking* para que os especialistas avaliem quais seriam a probabilidade e a frequência desses eventos caso eles ocorressem. Na prática, seriam cenários do corpo da distribuição de probabilidade;
4. **Os especialistas devem estimar os cenários em medidas que os deixem mais confortáveis:** nem todos os especialistas dos processos possuem conhecimentos estatísticos para estimar parâmetros de distribuições de probabilidade. Os especialistas das unidades de negócios, que possuem formações distintas, são os que conhecem os riscos operacionais de seus processos e têm o conhecimento essencial para a definição dos cenários. Especialistas da unidade de risco com conhecimentos estatístico não podem substituir os especialistas nessa tarefa. Com vistas a evitar resistência por parte dos especialistas ou estimativas imprecisas, é recomendável estabelecer medidas mais intuitivas, como: perdas mínima, média e máxima para a severidade e quantidade de eventos e “x” anos para a frequência;

5. **As unidades indicam os riscos, mas os especialistas os mensuram:** a indicação dos riscos pelos especialistas, que podem não conhecer todos os riscos dos processos executados por sua unidade, poderia comprometer a abrangência da identificação dos riscos (cenários). Ademais, a identificação dos riscos deve ser institucional. Por esse motivo, as unidades (no caso do BNDES, as Áreas) relatam os riscos. No presente estudo, foi possível observar algumas divergências entre os especialistas e as Áreas em relação à existência de alguns riscos. Essas discussões enriqueceram a reflexão sobre o tema;
6. **Os especialistas devem estimar a frequência e a severidade considerando os controles existentes para o risco (cenário):** quando as estimativas já consideram os controles existentes, o valor de capital também irá refleti-los.
7. **Sempre que possível, ao invés de estimar os valores mínimo, médio e máximo de uma perda, os especialistas devem sugerir algum Indicador Interno de Negócios (IIN) da instituição:** esses indicadores reduzem consideravelmente a possibilidade de uma estimativa imprecisa. Por exemplo: se o cenário estimado pode provocar a nulidade de algum contrato de crédito, o IIN se refere aos valores dos contratos de crédito da instituição. A perda máxima seria o risco se materializar no contrato de maior valor da carteira, a perda média seria o risco se materializar em um contrato de valor médio e a perda mínima seria o risco se materializar em um contrato de menor valor da carteira. Cada cenário pode ter um IIN para estimativa dos valores de perda.
8. **Na medida do possível, deve-se buscar utilizar metodologias mais diretas com vistas a reduzir a subjetividade e aproximações:** ao estimar distribuições a partir de cenários e depois agregar com as distribuições estimadas a partir dos dados internos, por exemplo, existe subjetividade seja pelo método empregado ou pelas aproximações realizadas, pelo menos em algum grau, na geração de cenário, na estimação dos parâmetros e depois na agregação das distribuições. Nesse sentido, a utilização dos dados de cenários como *input* direto reduzem a subjetividade e as aproximações das metodologias utilizadas. Nos casos em que, para refletir os cenários, os ajustes são feitos

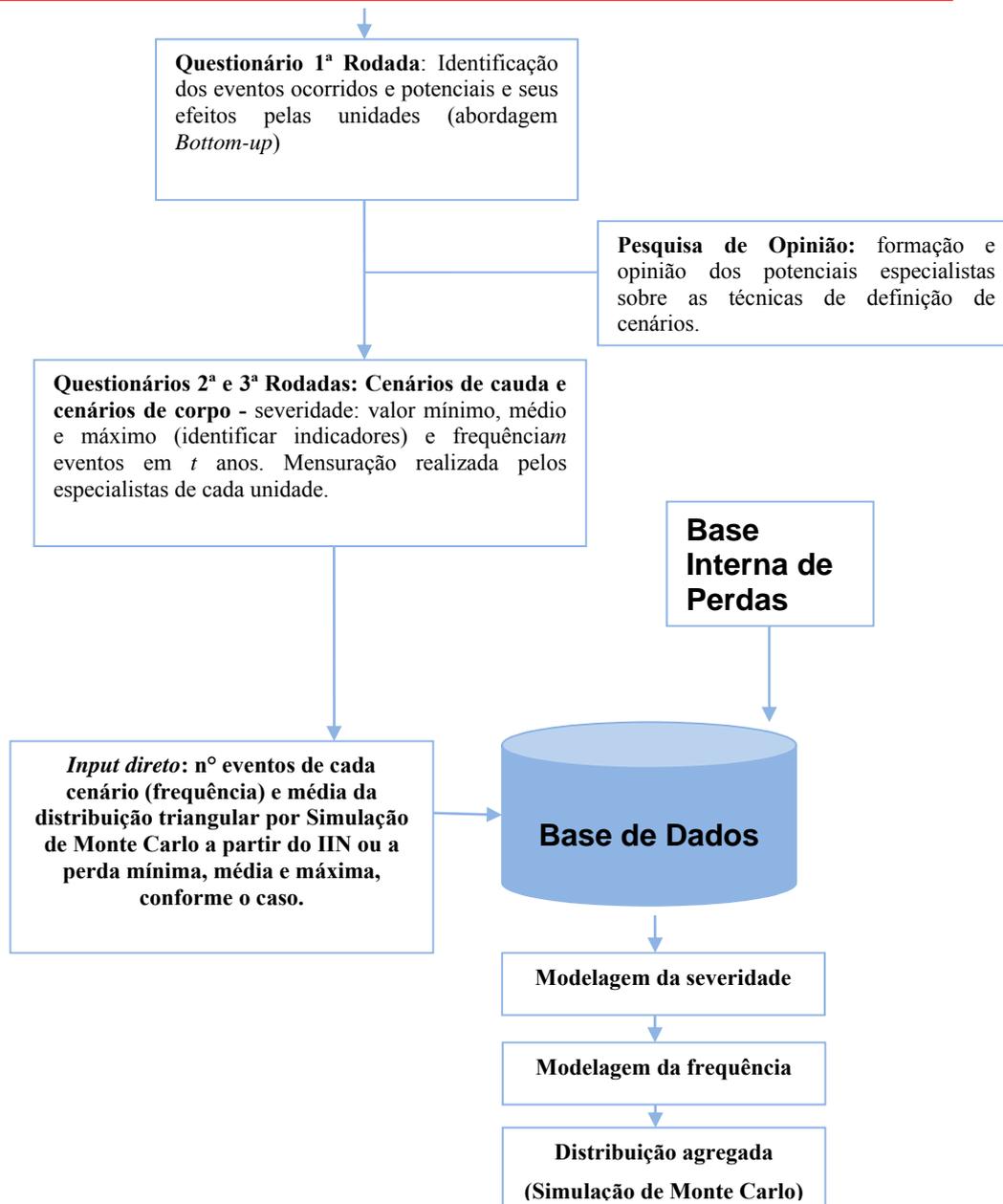
diretamente nos parâmetros das distribuições, presume-se que o ajuste feito é pertinente para todos os eventos classificados naquela célula, que possuem características distintas. É possível que em uma mesma célula estejam classificados eventos de todos os tipos definidos por Basileia;

9. **São considerados cenários de cauda e cenários de corpo.** Os cenários de cauda são os de alta severidade e de baixa frequência e os cenários de corpo são os utilizados para representar eventos de diversos níveis de severidade e frequência que ainda não ocorreram, mas que podem ocorrer. Alguns eventos de risco operacional, apesar de já terem ocorrido, não podem ser identificados, capturados por meio de sistemas e incluídos na base de dados, sem que as unidades de negócio os relatem à unidade de risco. Considerando a suposição de resistência por parte da unidade em relatar eventos de risco operacional (vide próxima premissa), existem duas alternativas: ignorar, no modelo, que esses eventos ocorreram ou criar cenários baseados na estimativa dos especialistas sobre a frequência e severidade. A última opção é a mais recomendada, mesmo não sendo a ideal. Na medida do possível, a unidade de risco deve buscar ter conhecimento dos eventos de risco operacional sem depender das unidades de negócio. No entanto, muitas vezes isso não é possível, principalmente quando os eventos não ocorrem com frequência. Dessa forma, os cenários propostos nesta metodologia não se restringem aos cenários de baixa frequência e alta severidade;
10. **Os gestores dos processos têm resistência em relatar eventos que comprometam sua legitimidade:** o relato de um evento ocorrido (admitir uma falha) pode ser considerado pelo gestor uma ameaça à sua legitimidade. Nesse caso, a omissão sobre o relato de um evento pode ser uma estratégia adotada pelos gestores dos processos; e
11. **A unidade responsável pela mensuração do risco operacional deve validar os cenários antes dos especialistas realizarem a mensuração:** a validação tem como objetivo excluir eventos que por já terem ocorrido, já estejam registrados na base de dados de perdas internas e já estejam contemplados no processo automático de captura. O objetivo é evitar a superestimação do capital. Além disso, a validação

deve contemplar a avaliação da existência de informações suficientes para que os especialistas entendam o cenário, além da possibilidade de um mesmo cenário precisar ter a frequência e a severidade mensuradas por grupos distintos de especialistas. Por exemplo: um cenário relacionado à interrupção dos sistemas por problemas no *data center*. A probabilidade de o evento ocorrer deve ser estimada por um grupo de especialistas da unidade de tecnologia da informação. No entanto, o impacto da interrupção de um sistema deve ser mensurado pelos especialistas das unidades que os utilizam.

Considerando os pressupostos acima, o modelo demonstrado na presente tese foi estruturado conforme indicado na Figura 9 a seguir.

(1) Dados externos de perdas; (2) reflexão sobre eventos simultâneos; (3) riscos relacionados a continuidade dos negócios; (4) decisões de negócios; e (5) indicadores relativos ao ambiente de negócio\*podem ser utilizados pelas unidades como *input* para definição dos cenários, que devem ser revistos anualmente.



\*Apesar desses elementos não terem sido considerados neste estudo por diversos motivos, eles devem ser utilizados nas próximas revisões dos cenários, que devem ser anuais, de forma a garantir que a metodologia proposta esteja aderente a todos os requisitos do regulador (Artigos 37, 38, 39, 40 e 41 da Circular BACEN 3.647/13). Uma comparação desses requisitos com a metodologia proposta será apresentada nas conclusões deste estudo.

Figura 9 - Estrutura do modelo implementado

Fonte: Elaboração própria

### **3.10. Limitações do método**

Por se tratar de um estudo de caso, as generalizações do estudo devem ser feitas com cautela, tendo em vista que considerou uma instituição, que assim como as demais, possui características e estrutura próprias. Essa especificidade é majorada pelo fato do BNDES ser um banco de desenvolvimento com atuação predominantemente nacional e com foco em financiamento de projetos de longo prazo, o que o torna instituição única no cenário financeiro nacional.

A utilização de questionários traz como limitação a determinação dos conceitos e variáveis utilizadas. As variáveis linguísticas, por exemplo, podem não ter capturado as informações da mesma forma para diferentes especialistas. Além disso, fatores importantes para a definição de cenários podem não estar contemplados nos questionários.

Os questionários da 1ª rodada, por meio dos quais as Áreas indicaram os eventos ocorridos e potenciais, foi do tipo não estruturado. As Áreas relataram os eventos sem que tenha havido confronto das informações com a base de perdas ou cruzamento entre os questionários de cada Área. É possível que intencionalmente ou não, as Áreas não tenham relatado eventos ocorridos ou potenciais. É recomendável que em outras aplicações da metodologia sejam realizados confrontos com a base de perdas, com outros questionários ou até mesmo com o relatório de controles internos e auditoria para reduzir as chances de alguns eventos não serem considerados.

Foi realizada uma análise crítica sobre os eventos e efeitos relatados após o recebimento dos questionários. Nessa análise, alguns eventos foram excluídos ou consolidados, assim como alguns efeitos incluídos ou excluídos. Após as alterações, os questionários foram encaminhados para que as Áreas manifestassem sua concordância em relação às alterações realizadas. No entanto, é possível que, em alguns casos, os efeitos tenham sido indicados indevidamente.

Apesar dos questionários das 2ª e 3ª rodadas terem sido encaminhados com todas as orientações, inclusive as referentes ao sigilo em relação aos nomes dos especialistas e à mensuração individual (os modelos dos questionários estão nos apêndices), não há como garantir que os especialistas realmente fizeram as mensurações individualmente. Ademais, como os questionários foram criados em planilhas em MS Excel e encaminhados por email, apesar de todas as

recomendações de que as mensurações não fossem encaminhadas para as Áreas, alguns especialistas encaminharam os questionários com cópia para os assessores de Área, o que indica que algumas mensurações não foram realizadas com a independência desejada.

Por fim, apesar de ter sido solicitado que as Áreas indicassem o maior número possível de especialistas, como algumas atividades são executadas por um número restrito de funcionários, o que era esperado, não foi possível contar com muitos especialistas por evento, apesar de 239 especialistas terem sido envolvidos apenas nas etapas de mensuração dos eventos.

## 4

### O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES

O objetivo desta seção é apresentar o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social de forma a contextualizar os cenários considerados no modelo.

#### 4.1. O BNDES

O BNDES<sup>61</sup> é uma empresa pública federal controlada integralmente pela União, criada em 1952, e seu principal objetivo é o financiamento de longo prazo, suprimindo a deficiência de fontes privadas desse tipo de financiamento<sup>62</sup>, e investimentos em diversos segmentos da economia brasileira. Dessa forma, além da atuação como banco de desenvolvimento, o BNDES tem papel importante na formulação de políticas de desenvolvimento nacional e na identificação de soluções para problemas estruturais da economia brasileira.

O BNDES atua, também, por meio de suas três subsidiárias integrais, que ampliam as formas pelas quais o BNDES apoia a economia brasileira<sup>63</sup>. O Sistema BNDES<sup>64</sup> é composto pelo BNDES e suas três subsidiárias, a seguir:

- A BNDES Participações S/A – BNDESPAR, que atua no mercado de capitais realizando operações que contribuam para o fortalecimento desse mercado, assim como capitalizando empreendimentos controlados por grupos privados, observado seus planos e políticas;

---

<sup>61</sup> Em 31/12/2015, o Sistema BNDES contava com 2.864 funcionários.

<sup>62</sup> O BNDES responde por mais de dois terços dos créditos com prazo acima de 5 anos no País.

<sup>63</sup> Estudos sobre a efetividade da atuação do BNDES estão disponíveis em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/O\\_BNDES/Efetividade/estudos.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/Efetividade/estudos.html)

<sup>64</sup> Para fins de apresentação nesta tese, as referências ao Sistema BNDES será por BNDES apenas.

- A Agência Especial de Financiamento Industrial - FINAME, que financia, por meio de agentes financeiros intermediários, máquinas e equipamentos, incentivando a produção nacional desses equipamentos, assim como sua exportação e importação de máquinas e equipamentos industriais não produzidas no País; e
- ABNDES *Public Limited Company* – BNDES Plc, que é uma *investment holding company*, sediada em Londres, Inglaterra, cujo objetivo principal é a aquisição de participações acionárias, além do aumento da visibilidade do BNDES junto à comunidade internacional e do auxílio mais efetivo às empresas brasileiras que estão em processo de internacionalização ou aquelas que buscam oportunidades no mercado internacional.

#### 4.2. O BNDES em números

A Tabela 6 a seguir apresenta os principais indicadores financeiros do BNDES em comparação com a média dos maiores bancos nacionais e com a média dos bancos de desenvolvimento internacionais.

Tabela 6 – Principais indicadores financeiros do BNDES

DATA-BASE	30/06/2015	30/06/2015	31/12/2014
<b>Rentabilidade</b>	<b>BNDES</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>
<b>Retorno / PL Médio (ROE) (%a.a.)</b>	10,2	10,8	7,4
Lucro Líquido (R\$ bi)	3,5	7,8	9,9
PL Médio (R\$ bi)	34,4	72,9	133,7
<b>Retorno / Ativo Total Médio (ROA) (% a.a.)</b>	1,4	2,7	3,3
Ativo Total (R\$ bi)	26,1	24,5	35,7
Ativo Total Médio (R\$ bi)	29	29,7	34,4
<b>Alavancagem Média</b>	<b>101,7</b>	<b>106,3</b>	<b>115,4</b>
<b>Carteira de Crédito</b>	<b>BNDES</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>
<b>Créditos em Atraso / Carteira de Crédito Bruta (%)</b>	0,05	2,59	N.D.
<b>Capital Regulatório</b>	<b>BNDES</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>
<b>Índice de Basileia</b>	17,0	15,9	18,5
Patrimônio de Referência (R\$ bi)	110,9	107,2	N.D.
Ativos Ponderados pelo Risco (RWA) (R\$ bi)	652,9	672,3	N.D.
<b>Índice de Capital Principal (%)</b>	11,3	11,3	N.D.
<b>Índice de Capital Nice1 I (%)</b>	11,3	12,0	N.D.
<b>Eficiência em Custos</b>	<b>BNDES</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>	<b>Média Maiores Bancos Nacionais</b>
<b>Total de Empregados</b>	2.887	102.913	5921,0
<b>Ativo Total por Funcionário (R\$ mi)</b>	315,7	11,2	306,5
<b>Lucro por Funcionário (R\$ mi)</b>	2,4	0,1	1,7
<b>Custo Operacional (%)</b>	11,0	48,7	52,0

Fonte: [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br) – Relatório de Efetividade 2007-2014

O BNDES conta com diversas fontes de recursos para o financiamento de longo prazo, destacam-se fontes governamentais, como as do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), o Programa de Integração Social/Programa de Formação de Patrimônio do Servido Público (PIS-PASEP) e o Tesouro Nacional, Fundo de Marinha Mercante (FMM) e Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FI-FGTS). O Gráfico 1 a seguir apresenta a estrutura de financiamento do BNDES nos últimos 5 anos.

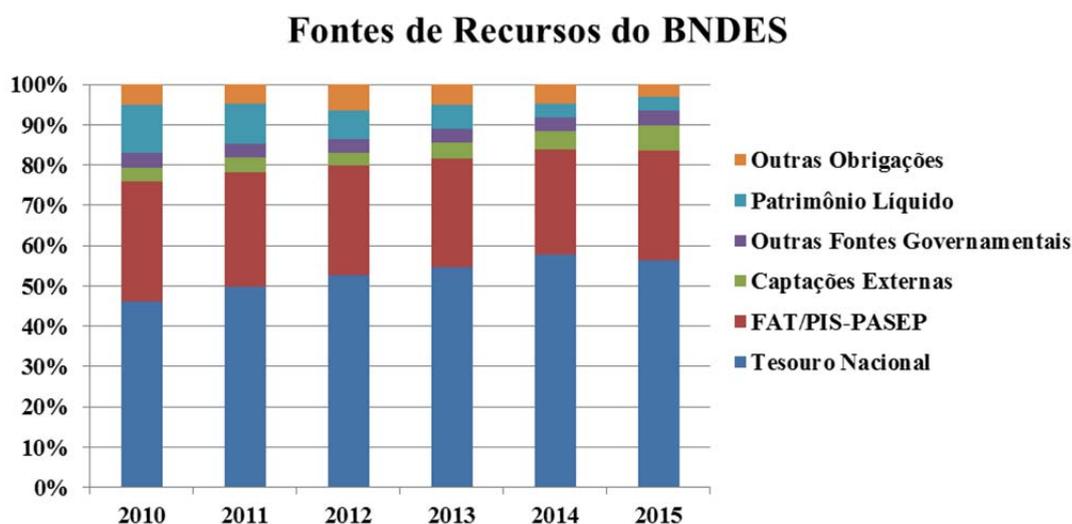


Gráfico 1 – Fontes de Recursos do BNDES  
 Fonte: [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br) – Relatório de Efetividade 2007-2014

O Gráfico 2 a seguir apresenta os desembolsos históricos (correntes) e corrigidos para preços de 2014 pelo ICA calculado pelo IBGE (constantes) feitos pelo BNDES entre os anos de 2007 a 2014, além da variação do Produto Interno Bruto (PIB) nesse período.

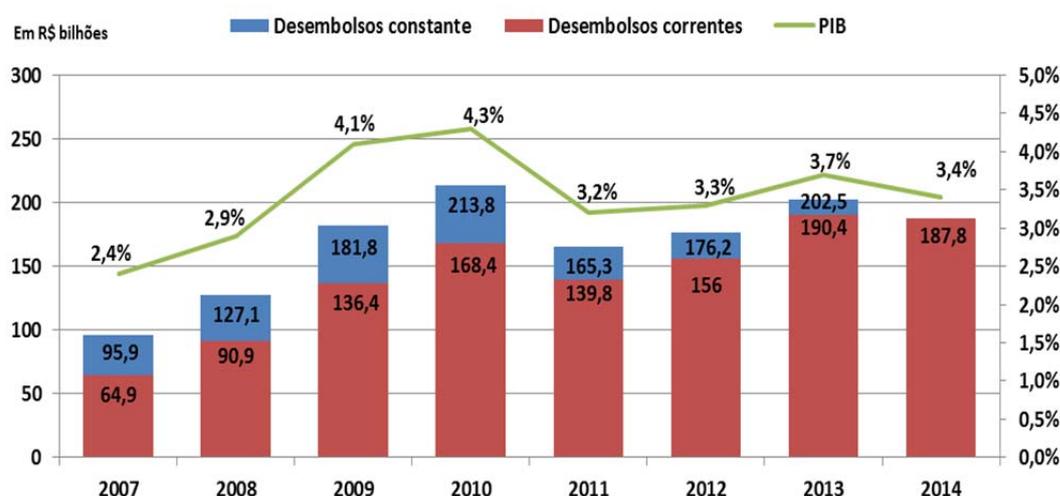


Gráfico 2 – Desembolsos do BNDES

Fonte: [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br) – Relatório de Efetividade 2007-2014

A Tabela 7 a seguir detalha os desembolsos anuais históricos por prioridade estratégica do BNDES.

Tabela 7 – Prioridades estratégicas do BNDES

Prioridades Estratégicas	Em R\$ bilhões					Variação 2010-2014
	2010	2011	2012	2013	2014	
Infraestrutura: energia, logística, mobilidade e saneamento	23,8	26,8	32,5	37,8	42,2	77%
Bens de capital	57,2	59,1	51,3	77,4	74	29%
MPEs e pessoas físicas	31,9	35,3	36,4	47,4	44,6	40%
Inovação	1,4	2,7	3,3	5,2	5,9	333%
Socioambiental	26,1	24,5	35,7	42	46,6	79%
Desenvolvimento regional	29	29,7	34,4	38,6	38,2	32%
Total prioridades estratégicas*	101,7	106,3	115,4	150	150,6	48%
Total desembolsos	168,4	138,9	156	190,4	187,8	12%

\* Somatório dos desembolsos em prioridades estratégicas desconsiderando interseções entre as prioridades.

Fonte: [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br) – Relatório de Efetividade 2007-2014

O Gráfico 3 a seguir apresenta o número de empresas apoiadas pelo BNDES (em milhares) em comparação com o total de empresas existentes no País (em %) entre os anos de 2007 a 2014.

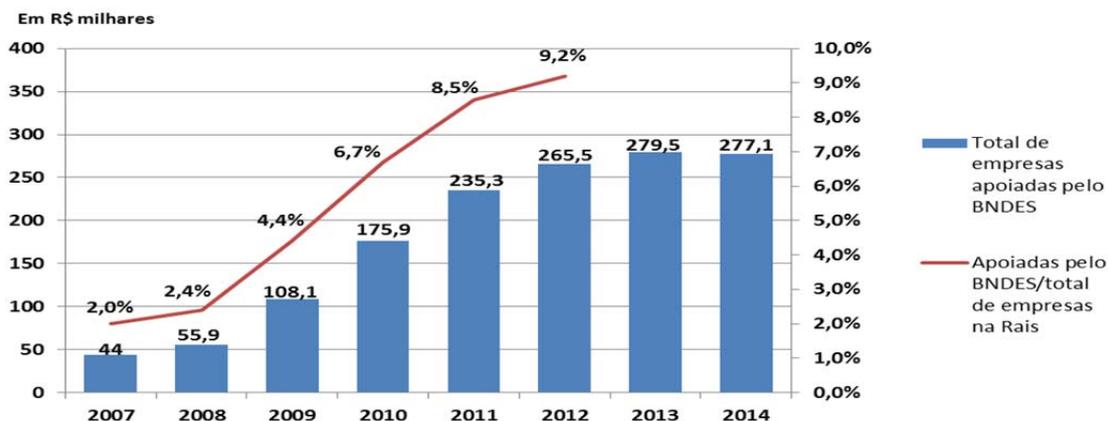


Gráfico 3 – Desembolsos do BNDES

Fonte: [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br) – Relatório de Efetividade 2007-2014

### 4.3. Estrutura de gestão e organização básica

O BNDES é organizado por Áreas<sup>65</sup>, que são internamente distinguidas entre áreas operacionais e áreas meio. As áreas operacionais são aquelas dedicadas à realização e acompanhamento das operações do Sistema BNDES. As áreas meio são as áreas que apoiam as áreas operacionais ou são dedicadas à administração do Sistema BNDES.

### 4.4. A gestão de riscos operacionais do BNDES

Como instituição financeira, o BNDES possui uma estrutura de gerenciamento de risco operacional<sup>66</sup>, que está alocada na Área de Gestão de Riscos - AGR<sup>67</sup>, mais especificamente no Departamento de Gestão do Risco Operacional – AGR/DEROP.

A AGR/DEROP, criada em 2008, é responsável:

<sup>65</sup> O organograma do BNDES, com a relação das áreas, está disponível no Anexo3 desta tese. Cada área está ligada a um dos diretores do BNDES, e são organizadas por departamentos.

<sup>66</sup> Informações mais detalhadas sobre a gestão de riscos do BNDES estão disponíveis em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/empresa/download/Relatorio\\_Divulgacao\\_Info\\_Risco\\_2015\\_4t.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/download/Relatorio_Divulgacao_Info_Risco_2015_4t.pdf)

<sup>67</sup> O organograma da AGR está disponível nos Anexos desta tese.

- pela gestão do risco operacional, que é identificado e avaliado, por processo, por meio da metodologia *Risk Control Self Assessment*– RCSA. A priorização dos processos é realizada por metodologia específica;
- pela gestão da base de dados de perdas de risco operacional;
- pela gestão do capital mínimo exigido para o risco operacional; e
- pela gestão de continuidade de negócios da instituição.

A identificação e avaliação dos riscos operacionais do BNDES são realizadas pela metodologia RCSA. Após a definição dos processos relevantes, são realizados *workshops* para identificação e avaliação dos riscos. Tendo em vista a quantidade de processos e a quantidade de funcionários lotados na AGR/DEROP<sup>68</sup>, não é possível identificar e avaliar os riscos de forma abrangente na instituição.

A base de dados de perdas do BNDES contempla registros de perdas ocorridas desde o segundo trimestre de 2006. Desde 2014, a captura das perdas ocorre mensalmente de forma automática. A base de perdas internas é utilizada tanto para direcionar a gestão do risco operacional como será utilizada para futura mensuração do risco operacional.

Sobre as características das perdas operacionais do BNDES, é possível afirmar que o perfil é diferente de uma instituição financeira comercial, por exemplo. O BNDES não opera com a linha Varejo e não tem agências. Dessa forma não há fraudes eletrônicas, que são comuns em bancos comerciais, por exemplo. Sua estrutura física é muito concentrada: um edifício comercial no Centro do Rio de Janeiro, onde estão lotados a maioria de seus funcionários, alguns andares de outro edifício comercial em prédio próximo ao principal, além de alguns andares de edifícios comerciais em Recife, Brasília, Pará, Montevideu (Uruguai), Joanesburgo (África do Sul) e Londres (Inglaterra). Além disso, por seus financiamentos serem de longo prazo e de valores elevados, as operações são analisadas por equipes multidisciplinares de forma detalhada. Logo, o processo de concessão, exceto em alguns casos de operações indiretas<sup>69</sup>, não é automático. Todos esses fatos tornam o perfil do BNDES em relação ao risco operacional diferente das outras instituições financeiras.

<sup>68</sup> Em 31/12/2015, a AGR/DEROP contava com 11 funcionários.

<sup>69</sup> Em todas as operações indiretas, o risco de crédito é do agente financeiro intermediário.

Assim como para as demais instituições financeiras, as perdas operacionais mais relevantes para o BNDES são as provisões trabalhistas e cíveis<sup>70</sup>, que só representam perda financeira em caso de condenação.

Atualmente, para mensuração do valor do capital mínimo exigido para risco operacional, o BNDES utiliza a abordagem AIB. O valor do capital mínimo requerido em dezembro de 2015 era de R\$ 2.830 milhões. O valor do capital mínimo exigido para o risco operacional é muito superior às perdas históricas observadas.

A elaboração dos cenários contou com as seguintes etapas, que serão descritas a seguir:

- aplicação de questionários de forma não estruturada em todas as áreas do BNDES para identificação dos cenários;
- pesquisa de opinião com os chefes de departamento e gerentes para avaliar a metodologia de mensuração dos cenários levantados na 1ª etapa;
- aplicação dos questionários para mensuração dos cenários pelos especialistas das áreas utilizando a Técnica Delphi.

#### 4.5. Definição dos cenários

A definição dos cenários para aplicação da metodologia proposta nesta tese seguiu as etapas indicadas no Quadro 2 a seguir. Cada etapa será detalhada nos tópicos a seguir.

Etapas da Metodologia		Objetivo
1ª	Levantamento zero round dos eventos ocorridos e potenciais das áreas (1ª rodada)	Levantar os riscos operacionais de todas as áreas.
2ª	Pesquisa de opinião para definição de metodologia de mensuração	Identificar a metodologia que os potenciais especialistas julgam ser mais adequada para mensuração dos eventos.
3ª	Mensuração dos riscos pelos especialistas (2ª rodada)	Mensurar os eventos relatados pelas áreas na 1ª rodada.
4ª	Confronto das mensurações da 2ª rodada (3ª rodada)	Confrontar as mensurações da 2ª rodada.

Quadro 2 – Etapas da metodologia de definição de cenários

Fonte: Elaboração própria

<sup>70</sup>Maiores detalhes sobre as provisões trabalhistas e cíveis do BNDES estão disponíveis nas Notas Explicativas de suas demonstrações financeiras.

#### 4.5.1.

#### Aplicação da Metodologia para Identificação dos Cenários - 1ª rodada

Conforme indicado na Seção 3, a 1ª rodada<sup>71</sup> foi realizada de forma não estruturada ou "zero round" com questões abertas para garantir que as Áreas indicassem livremente os eventos (extração de cenários utilizando uma abordagem *Bottom-up*), que na visão delas, já ocorreram ou podem ocorrer<sup>72</sup> em seus processos.

A 1ª rodada foi realizada por meio das seguintes etapas: (i) apresentações para cada uma das 24 áreas do BNDES com o objetivo de apresentar o questionário e reforçar dos conceitos de risco operacional. As apresentações contaram com a presença dos superintendentes e dos chefes de departamento de cada área; (ii) cada departamento respondeu o questionário, indicando os eventos ocorridos e potenciais, assim como seus efeitos e as medidas de mitigação; (iii) os assessores consolidaram os questionários dos departamentos e encaminharam o questionário final.

Das 24 áreas do BNDES, 23 áreas encaminharam o questionário, conforme solicitado. O Quadro 3 indica as categorias dos eventos relatados e o Quadro 4 indica os efeitos que esses eventos podem causar<sup>73</sup>.

Categorias dos Eventos		Nº
I	Fraudes internas	3
II	Fraudes externas	15
III	Demandas trabalhistas e segurança deficiente do local de trabalho	20
IV	Práticas inadequadas relativas a clientes, produtos e serviços	86
V	Danos a ativos físicos próprios ou em uso pela instituição	14
VI	Aqueles que acarretem a interrupção das atividades da instituição	26
VII	Falhas em sistemas de tecnologia da informação	67
VIII	Falhas na execução, cumprimento de prazos e gerenciamento das atividades da instituição	315
<b>Total</b>		<b>546</b>

Quadro 3 - Eventos ocorridos e potenciais relatados pelas Áreas do BNDES

Fonte: Elaboração própria

<sup>71</sup> Modelo de questionário disponível no Anexo 5.

<sup>72</sup> Todos os eventos serão tratados neste trabalho como eventos potenciais.

<sup>73</sup> Um evento pode causar mais de um efeito.

O Quadro 3 evidencia a soma dos eventos relatados por todas as Áreas. Como um mesmo evento pode ter sido relatado por mais de 1 Área, alguns eventos foram considerados mais de uma vez.

<b>Efeitos</b>	<b>Nº Eventos</b>
Perda	321
Quase perda	161
Receita perdida	72
Ganho operacional	24
Custo de oportunidade	70
Risco de reputação	218
Sem efeito	6

Quadro 4 - Efeitos que os eventos podem causar  
Fonte: Elaboração própria

Dado que as perdas são consideradas no modelo interno como *input* direto, nas rodadas seguintes só foram mensurados os eventos que podem causar perdas após as seguintes exclusões: eventos que já são capturados para registro na base de dados de perdas<sup>74</sup> e eventos que podem interromper as atividades do BNDES. Os eventos já capturados na base de perdas possuem frequência e severidade conhecidas. Os eventos que podem interromper as atividades do BNDES possuem metodologia específica para mensuração de impacto financeiro, que inclui outros impactos além de possíveis perdas, mas não da frequência. Dessa forma, sua inclusão no presente estudo dependeria de adaptações.

O Quadro 5 demonstra o número de exclusões realizadas a partir do nº de eventos de podem causar perdas.

<b>Eventos (cenários) que podem causar perdas (1ª Rodada)</b>	<b>321</b>
(-) Eventos já capturados pelo sistema de captura de perdas	-79
(-) Eventos que podem interromper as atividades do BNDES	-19
<b>Total de eventos mensurados na 2ª rodada</b>	<b>223</b>

Quadro 5 - Definição do número de eventos a serem mensurados na 2ª Rodada  
Fonte: Elaboração própria

<sup>74</sup> Não há conhecimento de eventos que provoquem perdas de forma recorrente que não estejam registrados na base de dados de perdas internas.

Considerando que os eventos foram relatados livremente pelas Áreas, é possível que alguns riscos não tenham sido indicados. Tendo em vista a natureza do risco operacional em que os tipos de eventos são variados e podem surgir ou ser extintos de acordo com os ambientes externos e internos, independente do nível de gestão desse risco da instituição, não é possível ter certeza que todos os riscos são conhecidos.

Para mitigar a possibilidade de um risco operacional não ser conhecido, é necessário haver um confronto entre os riscos relatados pelas diversas unidades com as perdas, com as matérias apreciadas pelos colegiados, com as denúncias recebidas em canais como a Ouvidoria e com informações da Comissão de Ética. Esses confrontos, que devem ser realizados pela unidade responsável pela gestão do risco, mitigam a possibilidade de um risco não ser conhecido pela ausência de relato, intencionalmente ou não.

#### **4.5.2.**

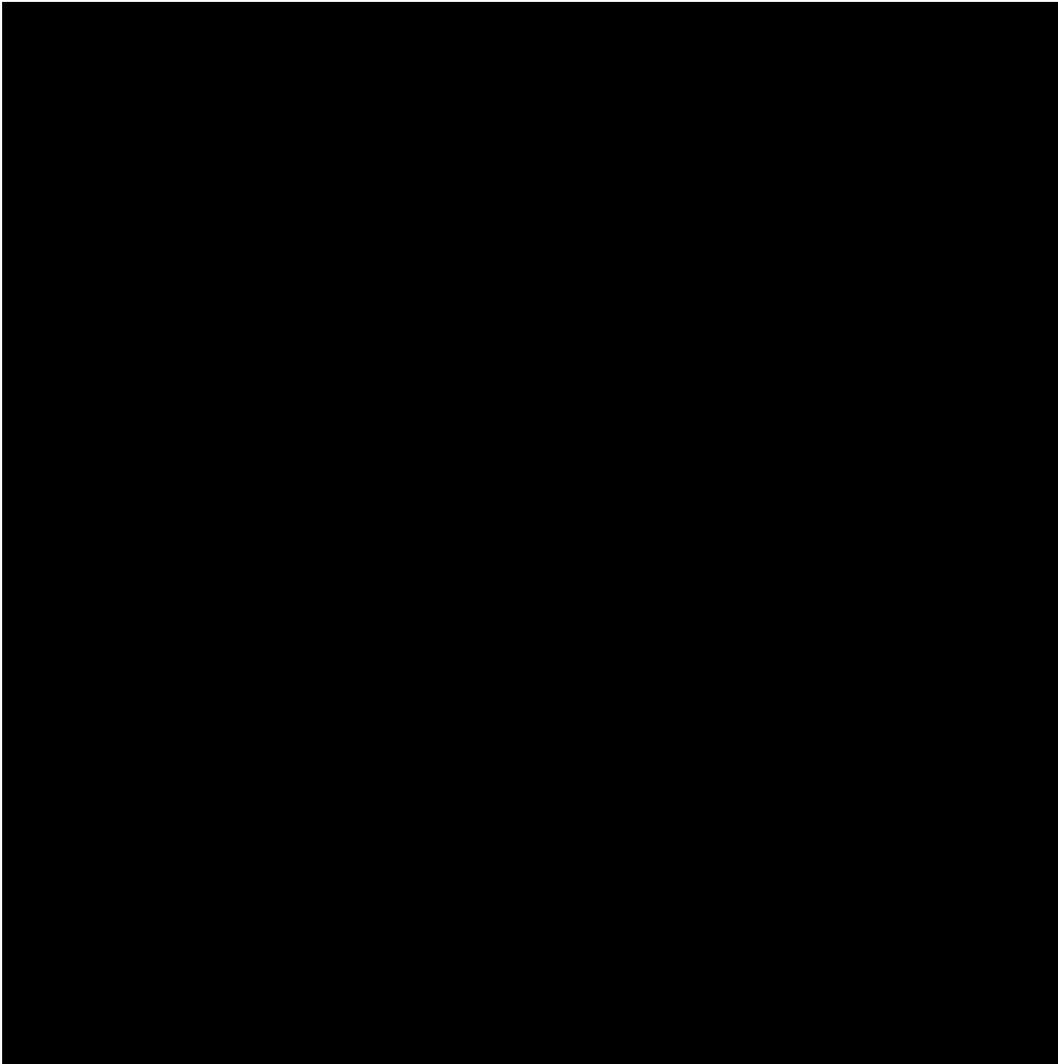
#### **Pesquisa de opinião para definição de metodologia de mensuração**

Considerando que alguns estudos, como o de Schevchenko *et al.* (2013), indicaram que a elicitación de especialistas é um desafio tendo em vista que muitos gestores e empregados podem não ter conhecimento sobre estatística e teoria da probabilidade, o que pode levar a um resultado enganador e mal entendido, o objetivo da pesquisa de opinião com os potenciais especialistas do BNDES (chefes de departamento e gerentes) sobre seus conhecimentos sobre estatística e teoria da probabilidade foi o de questionar como se sentiam confortáveis em relação às metodologias mais utilizadas para mensuração dos cenários.

A pesquisa foi realizada, em setembro de 2015, por meio da ferramenta "Pesquisa Web", utilizada pelo BNDES para realizar pesquisas internas.

O Quadro 6 demonstra os resultados apresentados com a aplicação da pesquisa, que foi encaminhada para 524 funcionários com função de confiança de chefe de departamento e de gerente, que são as funções de confiança mais operacionais do BNDES. Desses, 170 funcionários responderam a pesquisa.

A análise dos resultados da pesquisa indicou que a maioria dos respondentes, 73%, se autodeclararam como tendo conhecimentos em estatística e Probabilidade básico e intermediário. Em relação às metodologias apresentadas, 68 % se consideram aptos a estimar quantas vezes um evento ocorreu ou pode ocorrer em determinado período de tempo, 53% não se consideram aptos a estimar os valores das perdas mínima, média e máxima e 60% não se consideram aptos a estimar parâmetros de distribuições de probabilidade. E, por fim, entre as duas metodologias apresentadas, 79% se consideram mais aptos a estimar o n° de vezes que um evento pode ocorrer e os valores de perdas mínima, média e máxima do que os parâmetros de distribuições de probabilidade.



Quadro 6 - Resultados da pesquisa com potenciais especialistas sobre metodologias de estimação de cenários

Fonte: Elaboração própria

Diante dos resultados da pesquisa e com vistas a mitigar a possibilidade de resultados enganadores, a metodologia selecionada para aplicação nesta tese foi a mensuração do número de vezes que um evento pode ocorrer em determinado período de tempo e os valores das perdas mínima, média e máxima.

#### 4.5.3.

#### **Questionários da 2ª rodada para mensuração dos eventos selecionados na 1ª rodada**

Após a seleção dos eventos e da definição da metodologia, foi solicitado que as Áreas indicassem os especialistas com conhecimento e experiência suficientes para mensurar os eventos.

Os questionários desta rodada, cujo modelo<sup>75</sup> está disponível no Anexo 6, foram encaminhados para cada especialista individualmente por mensagem eletrônica em novembro de 2015. Desta etapa, participaram 239 especialistas.

Como foram utilizadas as perdas internas ocorridas no período de cinco anos, o ideal para a presente pesquisa é que as mensurações de probabilidade fossem realizadas para um período de cinco anos ou para período múltiplo de 5 anos. Apesar dos especialistas poderem indicar o período de tempo que achasse adequado, foram dadas três opções: cinco, dez e quinze anos. Apesar dessa opção, nenhum especialista indicou períodos diferentes das opções apresentadas.

Em relação à mensuração da severidade, os especialistas puderam indicar os IIN ou as perdas mínima, média e máxima.

O Quadro 7, a seguir, demonstra os resultados da 2ª Rodada.

<b>Total de cenários contemplados na 2ª Rodada</b>	<b>223</b>
Cenários excluídos	77
Mensurações em desconformidade com a metodologia	70
Cenários contemplados na 3ª Rodada	76

Quadro 7 – Resultados das mensurações da 2ª Rodada

Fonte: Elaboração própria

<sup>75</sup>A quarta e a oitava pergunta não foram utilizadas na metodologia proposta. Essas perguntas foram inseridas para suprir algumas demandas internas da AGR/DEROP.

Alguns cenários foram excluídos pelos principais motivos:

- I. podem causar um processo judicial: os especialistas indicaram que a mensuração de valores de condenação em processos judiciais exige metodologia específica que considere jurisprudência, comarcas e outras informações. Por esse motivo, esses cenários foram excluídos da 2ª etapa;
- II. não podem causar perda: alguns especialistas discordaram das Áreas sobre a possibilidade do cenário indicado na 1ª rodada poder causar perdas. Esses casos foram levados ao conhecimento das Áreas para que se chegasse ao consenso; e
- III. a mensuração da severidade deveria ser realizada por outra Área: algumas Áreas relataram eventos, cuja mensuração da severidade deveria ser realizada por outra. Por exemplo: a perda relacionada à indisponibilidade de sistemas só podem ser mensuradas pelas Áreas que os utilizam, e não pela Área de Tecnologia da Informação.

Algumas mensurações foram realizadas em desconformidade com a metodologia proposta, apesar das instruções dadas. Esses casos contemplaram:

- I. mensurações em conjunto: apesar das instruções dadas, algumas mensurações foram encaminhadas com forte indicação de que foram realizadas em conjunto;
- II. mensurações individuais: alguns cenários foram mensurados por apenas um especialista pelo fato dos outros estarem em período de férias ou viagem a serviço; e
- III. mensurações complementares: algumas mensurações foram consideradas complementares nos casos em que o escopo de mensuração era distinto. Por exemplo: um cenário de falha na documentação de operação de crédito em que os especialistas são lotados em gerências distintas e, conseqüentemente, com carteiras de operações distintas.

O fato de alguns especialistas não terem observado as instruções dos questionários e terem mensurado os cenários em conjunto pode estar associado às características específicas do BNDES e refletir a necessidade de consenso indicada por Ramos (2015), que fez um estudo de caso do BNDES avaliando a reflexão crítica como um elemento de aprimoramento da capacidade de aprendizado. Ramos (2015) concluiu que, considerando que o processo de decisão do BNDES é baseado em colegiados, a busca exagerada por consenso e a centralização das decisões desencorajam discussões abertas e francas. A organização favorece o ambiente em que os funcionários seguem as diretrizes de níveis hierárquicos superiores sem questionamentos. Ademais, mesmo quando os colegiados tomam decisões, que podem não ser as melhores, existe o encorajamento para um comportamento “cínico”, tendo em vista que a organização foca em baixa tolerância ao conflito.

Nesse sentido, no caso do BNDES, a aplicação sucessiva da metodologia proposta neste estudo, pode ser um estímulo à reflexão individual e ao pensamento crítico de seus especialistas.

Para o cálculo do capital regulamentar, as mensurações realizadas em desconformidade com a metodologia serão utilizadas separadamente das demais.

#### 4.5.4. Questionários da 3ª Rodada para confronto das mensurações

Após a mensuração dos cenários pelos especialistas, todas as mensurações realizadas para o mesmo cenário foram encaminhadas para os especialistas, sem identificação dos demais, para que eles indicassem se concordavam e se mudariam as mensurações da 2ª Rodada (modelo de questionários disponível no Anexo 7).

O Quadro 8, a seguir, demonstra os resultados da 3ª Rodada:

<b>Total de cenários contemplados na 3ª Rodada</b>	<b>76</b>
Cenários excluídos	<b>23</b>
Mensurações em desconformidade com a metodologia	<b>7</b>
Cenários mensurados conforme a metodologia	<b>46</b>

Quadro 8 – Resultados das mensurações da 3ª Rodada  
Fonte: Elaboração própria

Alguns cenários foram excluídos na 3ª Rodada pelos mesmos motivos dos eventos excluídos na 2ª Rodada. Quando os especialistas tiveram acesso às mensurações dos demais, eles chegaram à conclusão que os cenários poderiam provocar apenas processos judiciais, não causavam perdas ou deveriam ser mensurados por outras Áreas.

Nos casos em que os especialistas não chegaram ao consenso (mensurações divergentes), foram consideradas as mensurações cujos fundamentos foram apresentados. Alguns especialistas apresentaram argumentos contestando outras mensurações.

Após as mensurações dos cenários, foram identificados e excluídos os cenários que não causam perdas financeiras, apesar de terem um efeito contábil transitório, como exemplo, casos de despesa contábil transitória, que necessariamente seria corrigida dentro do exercício social (falha na avaliação de investimentos pelo não recebimento das informações da investida tempestivamente). O Quadro 9, a seguir, indica quantos cenários permaneceram após a exclusão desses casos.

	Cenários Mensurados (A)	Outros cenários excluídos (B)	Cenários considerados (C)
Em desconformidade com a metodologia (2ª Etapa)	70	3	67
Em desconformidade com a metodologia (3ª Etapa)	7	-	7
Em conformidade com a metodologia	46	-	46
<b>TOTAL</b>	<b>123</b>	<b>3</b>	<b>120</b>

Quadro 9 – Outros cenários excluídos

Fonte: Elaboração própria

Sendo:

(A) = Número total de cenários mensurados;

(B) = Número de cenários excluídos; e

(C) = Número de cenários considerados (A-B).

As mensurações dos especialistas consideradas complementares (cada especialista mensurou o cenário considerando escopos distintos) foram consideradas individualmente para fins de formação da base de perdas sintética. Por esse motivo, existem mais mensurações consideradas na metodologia do que cenários mensurados para os eventos mensurados em desconformidade com a metodologia, conforme demonstrado no Quadro 10 a seguir.

	Cenários Considerados (A)	Nº de Mensurações Consideradas (B)
Em desconformidade com a metodologia (2ª Etapa)	67	105
Em desconformidade com a metodologia (3ª Etapa)	7	19
Em conformidade com a metodologia (3ª etapa)	46	46
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>170</b>

Quadro 10 – Definição do Número de Mensurações Consideradas

Fonte: Elaboração própria

Sendo:

(A) = Número de cenários considerados;

(B) = Número de mensurações consideradas a partir de A; e

Por fim, para mensurar os eventos, conforme previsto na metodologia, os especialistas podiam indicar as perdas média, mínima e máxima ou IINs. O Quadro 11, a seguir, demonstra a quantidade de mensurações a partir de IINs e de valores de perdas mínima, média e máxima.

	Nº Final de Cenários (A)	IIN	Perdas Mínima, Média e Máxima
Em desconformidade com a metodologia (2ª Etapa)	105	13	92
Em desconformidade com a metodologia (3ª Etapa)	19	7	12
Em conformidade com a metodologia	46	10	36
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>	<b>30</b>	<b>140</b>

Quadro 11 – Referências indicadas para definição da severidade

Fonte: Elaboração própria

Os IINs indicados pelos especialistas como referência para a severidade dos cenários foram principalmente relacionados aos investimentos em empresas, à carteira de operações de crédito e aos pagamentos de bens e serviços. Por exemplo: se o evento ocorrer, a perda máxima é o saldo devedor de uma operação de crédito ou uma participação societária.

Nos casos em que o evento poderia levar à perda de uma operação de crédito, que foram os cenários de maior valor e todos mensurados em desconformidade com a metodologia, a perda pode ocorrer por dois motivos principais: (i) contrato ser considerado nulo por falha na elaboração<sup>76</sup> ou (ii) não ser possível recuperar um crédito por falha na constituição ou acompanhamento de garantias<sup>77</sup>. Nesses casos, contatou-se que esses eventos precisam ser

<sup>76</sup> Esses casos foram excluídos da metodologia por estarem ligados ao risco legal, que necessita de metodologia específica para mensuração, conforme mencionado anteriormente.

<sup>77</sup> Para a perda de risco operacional ocorrer, que é associada ao risco de crédito, a operação tem que entrar em *default*.

mensurados por todas as áreas operacionais em conjunto, e não individualmente, tendo em vista que há certa incompatibilidade das mensurações indicadas e a taxa histórica de inadimplência da carteira de crédito do BNDES, que atualmente é inferior a 1% da carteira. Considerando que o objetivo desta tese não é calcular o capital regulamentar do BNDES, e sim, demonstrar a metodologia proposta, esses cenários foram ajustados pela taxa de inadimplência. No entanto, em futuras aplicações da metodologia, esses cenários devem ser mensurados com a participação de especialistas de todas as áreas.

#### **4.6. Constituição da base de perdas sintética**

Após a definição do número de mensurações a serem consideradas, foram criadas duas bases de perdas sintéticas: base de perdas sintética dos cenários mensurados em conformidade com a metodologia proposta e base de perdas sintética em desconformidade com a metodologia proposta.

A constituição da base de dados seguiu os seguintes procedimentos:

- as bases sintéticas foram constituídas para um período de 5 anos (mesmo período da base de perdas internas utilizada nesta tese);
- o número de registros criados considerou a frequência de cada mensuração. Por exemplo: se o cenário puder ocorrer 1 vez para um período de 5 anos, foi criado apenas 1 registro relacionado ao cenário;
- quando o período indicado era superior a 5 anos (em todos os casos ocorrendo apenas 1 evento), foi considerado apenas 1 registro. Esse procedimento é considerado conservador, tendo em vista que o cenário poderia se materializar apenas após 5 anos. Se o período considerado fosse maior, a frequência desses eventos estaria melhor representada; e
- as médias das distribuições triangulares<sup>78</sup> com os parâmetros perdas mínima, média e máxima foram consideradas para definição dos valores das perdas. A utilização de valores aleatórios dessas distribuições levaria à instabilidade das bases de dados a cada simulação realizada.

---

<sup>78</sup> O software @Risk foi utilizado para definição das médias das distribuições triangulares.

O Quadro 12, a seguir, indica algumas estatísticas descritivas das bases de perdas sintéticas.

	<b>Base de Perdas Sintética dos Cenários Mensurados em Conformidade com a metodologia</b>	<b>Base de Perdas Sintética dos Cenários Mensurados em Desconformidade com a metodologia</b>
Nº total de registros	277	1.687
Valor total dos registros (Em R\$)	4.378.733.593	11.618.416.882
Valor máximo (Em R\$)	538.335.837	593.460.946
Valor médio (Em R\$)	15.807.703	6.887.028
Valor mínimo (Em R\$)	1.350	100
Frequência anual máxima	12	70
Frequência anual média	4	5
Frequência anual mínima	1	1

Quadro 12 – Estatísticas Descritivas das Bases de Perdas Sintéticas

Fonte: Elaboração própria

Na próxima seção, será demonstrado o cálculo do capital regulamentar referente ao risco operacional do BNDES considerando os cenários obtidos por meio da metodologia proposta.

## 5 Aplicação do modelo LDA

Nesta seção serão apresentados os valores de capital mínimo exigido (OpVaR)<sup>79</sup> por meio da metodologia LDA.

Frachot (2003) indicou os seguintes passos necessários à implantação da metodologia LDA:

1. Estimação da severidade;
2. Estimação da frequência;
3. Cômputo do capital;
4. Intervalo de confiança; e
5. *Self assessment* e análise de cenários.

No que se refere ao Passo 5, a aplicação do *Self Assessment* não faz parte dos objetivos propostos nesta tese. A forma de utilização dos cenários na metodologia proposta é direta. Dessa forma, eles são considerados como um elemento (base de perdas sintética) para cômputo de capital. Os cenários foram utilizados para estimação da frequência e severidade, cômputo de capital e intervalo de confiança. Por esse motivo, os resultados apresentados nesta tese seguirão os seguintes passos:

1. Estimação da severidade;
2. Estimação da frequência; e
3. Cômputo do capital e intervalo de confiança.

Para aplicação da metodologia LDA, foram utilizados dois elementos: (i) dados de perdas internas em um período de 5 anos; e (ii) base de dados sintética definida a partir dos questionários. O sistema utilizado para os cálculos apresentados foi o OpVision.

---

<sup>79</sup> Para cálculo do OpVar, o sistema OpVision necessariamente considera uma matriz. Como o presente estudo não considerará as linhas de negócios e as categorias de eventos de perdas, conforme citado anteriormente, para fins de aplicação da metodologia LDA, foram considerada apenas uma linha de negócio e uma categoria de evento.

O OpVar foi calculado considerando: (i) apenas os dados de perdas<sup>80</sup> internas; e (ii) os dados de perdas internas mais a base de dados sintética com cenários mensurados conforme metodologia proposta. Adicionalmente, foi implantado um modelo, disponível no Anexo 9, com os dados de perdas internas mais a base de dados sintética com todos os cenários mensurados, inclusive com as mensurações em desconformidade com a metodologia proposta, que carecem de revisão no futuro, conforme abordado anteriormente. O Quadro 13, a seguir, resume os cálculos do OpVar realizados.

<b>Modelos - Cálculo do OpVar</b>	<b>Elementos</b>
Modelo 1	Dados de perdas internas
Modelo 2	Dados de perdas internas + cenários mensurados conforme metodologia

Quadro 13 – Modelos Implantados  
Fonte: Elaboração própria

Por fim, será apresentado o *backtesting* do modelo proposto com vistas a comparar seus resultados com os dados reais de perdas e a comparação do OpVar pelos três modelos com o valor do capital mínimo exigido do BNDES pela abordagem AIB.

## **5.1. Modelo 1**

O OpVar pelo Modelo 1 foi obtido a partir dos dados de perdas internas registradas<sup>81</sup> entre os anos de 2011 a 2015.

### **5.1.1. Estimação da severidade**

A cauda e o corpo da distribuição de severidade foram modeladas separadamente.

<sup>80</sup>As perdas internas líquidas (perdas brutas menos recuperações) foram consideradas para toda a modelagem apresentada.

<sup>81</sup>No caso das provisões trabalhistas e cíveis, cujos valores são os mais relevantes da base de dados de perdas do BNDES, as datas de registro na base de perdas são as datas de contabilização da provisão e de seus complementos e reversões.

Além das distribuições de severidade para modelar o corpo da distribuição, exibidas na tela abaixo, o OpVision calcula os parâmetros das distribuições contínuas: *Inverse Gaussian*, *Heavy Tailed Lognormal*, *Burr* e *g-and-h*. Após os cálculos dos parâmetros, o sistema ordena as distribuições em ordem decrescente do *p-value* mínimo entre os testes KS e AD<sup>82</sup>, indicando:

- Sinal verde quando o menor *p-value* dos testes de *goodness-of-fit* (KS e AD) é maior que 0,01;
- Sinal amarelo quando o menor *p-value* dos testes de *goodness-of-fit* (KS e AD) está entre 0,001 e 0,01; e
- Sinal vermelho quando o menor *p-value* dos testes de *goodness-of-fit* (KS e AD) é menor que 0,001.

Como pode ser visto no quadro abaixo, nenhuma distribuição teórica apresentou o *p-value* mínimo maior que 0,01. A distribuição empírica foi então selecionada.

Compare	Distribution	Minimum p-value	p-value Kolmogorov-Smirnov (internal ...)	p-value Anderson-Darling (internal m...	p-value Kolmogorov-Smirnov (total ma...	p-value Anderson-Darling (total maxi...
<input checked="" type="checkbox"/>	Empirical	1.0000	1.0000		1.0000	
<input type="checkbox"/>	Lognormal Mixture	0.0026	0.0026	0.0821	0.0026	0.0821
<input type="checkbox"/>	Gamma Mixture	0.0011	0.0011	0.0018	0.0011	0.0018
<input type="checkbox"/>	Lognormal Gamma ...	0.0009	0.0009	0.0520	0.0009	0.0520
<input type="checkbox"/>	Lognormal	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	Generalized Pareto	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	Weibull	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	Gamma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	GEV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Distribution	Minimum p-value	p-value Kolmogorov-Smirnov	p-value Anderson-Darling (t...	p-value Tail heavy enough (t...	p-value Tail light enough (t...	p-value Kolmogorov-Smirnov	p-value Anderson-Darling (t...	p-value Tail heavy enough (t...	p-value Tail light enough (t...
Lognormal ...	0.0880	0.4731	0.6555	0.0880	0.9120	0.4731	0.6555	0.0880	0.9120

<sup>82</sup> *P-values* maiores que o nível de significância definido indicam que existem evidências suficientes de que os dados de perdas fazem parte da distribuição testada (não rejeitar a hipótese nula).

Como os *p-values* de alguns testes estão entre 0,001 e 0,01, será apresentado em teste de sensibilidade no passo “Cômputo de capital e intervalo de confiança” para essas distribuições.

Para modelar a cauda da distribuição, novos parâmetros foram calculados, conforme tela a seguir. A Lognormal foi a única distribuição que apresentou valores de *p-values* em todos os testes maiores que 0,01. Por esse motivo, foi selecionada.

Além das distribuições indicadas na tela acima, os testes de ajustes foram realizados para as distribuições: *Inverse Gaussian*, *Heavy Tailed Lognormal* e *Burr*.

Fit threshold: 0 Tail threshold: 859										
p-value PDF CDF QQ Plot PP Plot PDF of Maxima Backtesting										
Fits										
Distribution body fit										
Distribution	Minimum p-value	p-value Kolmogorov-Smirnov (internal maximum threshold) (KS-I)		p-value Kolmogorov-Smirnov (total maximum threshold) (KS-T)						
Empirical	1.0000	1.0000		1.0000						
Distribution tail fit										
Compare	Distribution	Minimum p-value	p-value Kolmogorov-Smirnov	p-value Anderson-Darling	p-value Tail heavy enough	p-value Tail light enough	p-value Kolmogorov-Smirnov	p-value Anderson-Darling	p-value Tail heavy enough	p-value Tail light enough
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/> Lognormal...	0.0880	0.4731	0.6555	0.0880	0.9120	0.4731	0.6555	0.0880	0.9120
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> g-and-h	0.0002	0.0002	0.0041	0.5884	0.4116	0.0002	0.0041	0.5884	0.4116
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Generalize...	0.0000	0.0000	0.0000	0.1469	0.8531	0.0000	0.0000	0.1469	0.8531
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Lognormal	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Weibull	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Gamma	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> GEV	0.0000	0.0000	0.0000	0.9923	0.0077	0.0000	0.0000	0.9923	0.0077
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Gamma Mi...	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Lognormal...	0.0000								

### 5.1.2. Estimação da frequência

Para estimação da distribuição que melhor se ajusta à frequência da base de perdas internas, foram calculados os parâmetros para as distribuições indicadas na tela abaixo. Como pode ser visto, todas as distribuições teóricas apresentaram *p-values*<sup>83</sup> inferiores a 0,001. Por esse motivo, a distribuição empírica foi selecionada.

<sup>83</sup>Os sinais indicados ao lado do *p-value* mínimo tem o mesmo significado dos sinais indicados na seção anterior.

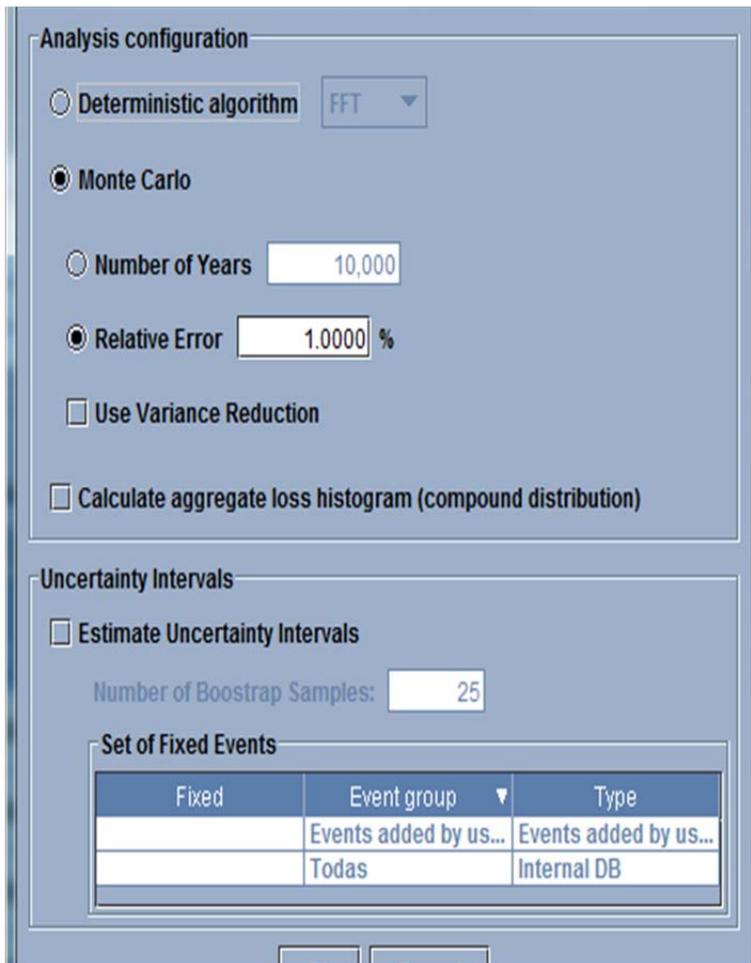
Distribution	Minimum p-value	p-value Chi-square (Chi2)
<input checked="" type="radio"/> Empirical	1.0000 ✓	1.0000 ✓
<input type="radio"/> Negative Binomial	0.0000 ✗	0.0000 ✗
<input type="radio"/> Poisson	0.0000 ✗	0.0000 ✗
<input type="radio"/> Cox Process	0.0000 ✗	0.0000 ✗

Details...  
Ok Cancel

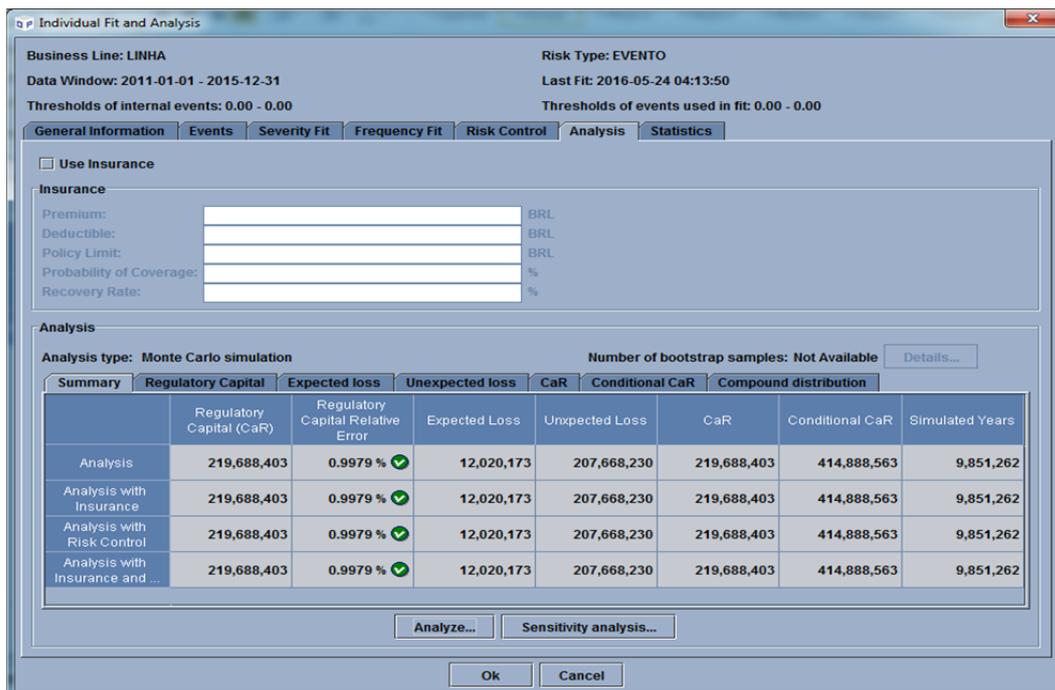
### 5.1.3. Cômputo do capital e intervalo de confiança

Para o cômputo de capital foi selecionada a Simulação de Monte Carlo com a determinação de um erro relativo de no máximo 1%<sup>84</sup>, conforme tela a seguir.

<sup>84</sup> As simulações são realizadas até que o erro relativo seja inferior a 1%.



A tela a seguir, apresenta o valor do OpVar (R\$ 219.688.403,00), que representa o percentil 99,9% da distribuição agregada das perdas.



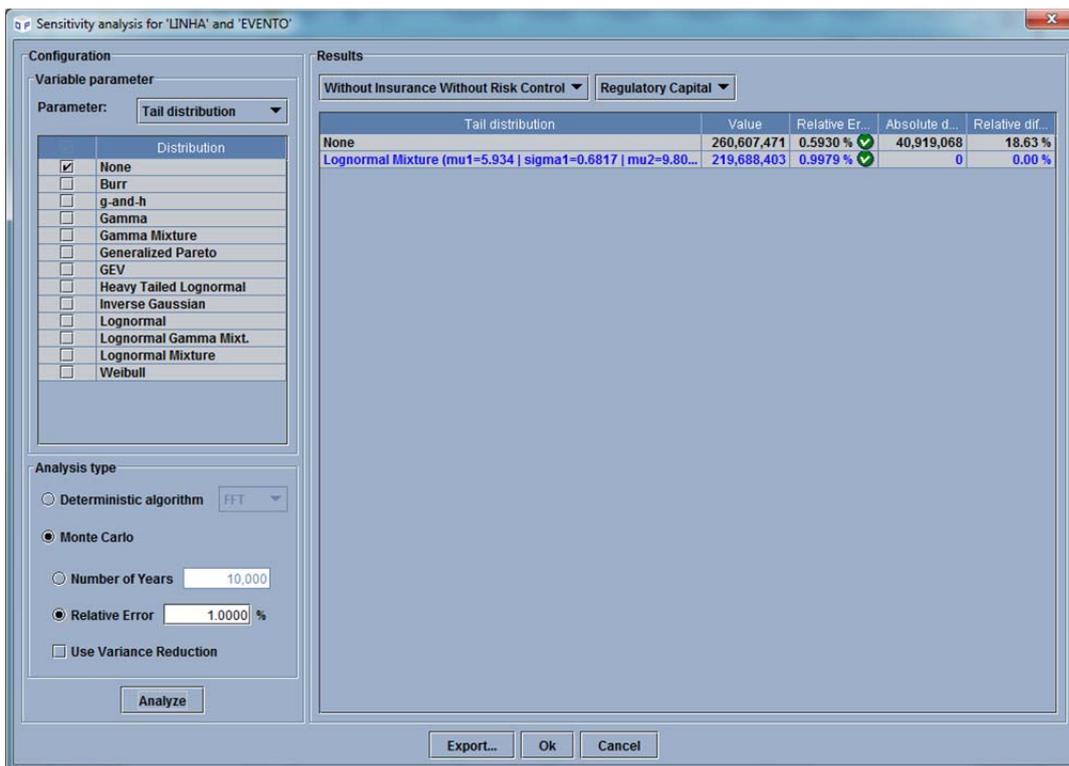
Como os p-values de alguns testes realizados para as distribuições *Gamma Mixture*, *Lognormal Gamma Mixture* e *Lognormal Mixture* foram superiores a 0,001, foi realizado um teste de sensibilidade<sup>85</sup> para comparar o efeito da escolha da distribuição empírica em detrimento das distribuições citadas.

Como pode ser visto na tela abaixo, a diferença do OpVar modelando a cauda com as outras distribuições indicadas não é significativa.

Body distribution	Value	Relative Error	Absolute difference	Relative difference
Empirical	222,128,316	0.9661 %	2,439,913	1.11 %
Empirical	219,688,403	0.9979 %	0	0.00 %
Gamma Mixture (ga...)	219,993,944	0.9959 %	305,541	0.14 %
Lognormal Gamma ...	217,875,457	0.8907 %	-1,812,946	-0.83 %
Lognormal Mixture (...)	218,303,544	0.9963 %	-1,384,859	-0.63 %

Adicionalmente, foi realizado um teste de sensibilidade para a cauda da distribuição, comparando o valor de capital utilizando a distribuição Lognormal Mixture e a distribuição empírica, conforme tela a seguir.

<sup>85</sup>Utilizando a Simulação de Monte Carlo fixando o erro relativo em no máximo 1%.



Como pôde ser verificado, não utilizar uma distribuição teórica para modelar a cauda de forma separada do corpo da distribuição, neste caso, implicou em um valor maior de capital.

## 5.2. Modelo 2

O OpVar pelo Modelo 2 foi obtido a partir dos dados de perdas internas registradas e dos dados da base de perdas sintéticas dos cenários mensurados em conformidade com a metodologia proposta.

### 5.2.1. Estimação da severidade

A distribuição empírica foi selecionada para modelar tanto o corpo quanto a cauda, como pode ser visto no quadro abaixo.

Como os *p-values* de alguns testes estão entre 0,001 e 0,01, será apresentado em teste de sensibilidade no passo “Cômputo de capital e intervalo de confiança” para essas distribuições.

Para modelar a cauda da distribuição, novos parâmetros foram calculados, conforme tela a seguir.

Distribution body fit			
Distribution	Minimum p-value	p-value Kolmogorov-Smirnov (internal maximum threshold) (KS-I)	p-value Kolmogorov-Smirnov (total maximum threshold) (KS-T)
Empirical	1.0000	1.0000	1.0000

Distribution tail fit										
Compare	Distribution	Minimum p-value	p-value Kolmogorov-Smirnov	p-value Anderson-Darling	p-value Tail heavy e...	p-value Tail light enough...	p-value Kolmogorov-Smirnov	p-value Anderson-Darling	p-value Tail heavy e...	p-value Tail light enough...
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Lognormal...	0.0169	0.0169	0.1364	0.9826	0.0174	0.0169	0.1364	0.9826	0.0174
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> g-and-h	0.0000	0.0000	0.0014	0.9986	0.0014	0.0000	0.0014	0.9986	0.0014
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Generalize...	0.0000	0.0000	0.0000	0.9368	0.0632	0.0000	0.0000	0.9368	0.0632
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Lognormal	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Weibull	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Gamma	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> GEV	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Gamma Mi...	0.0000								
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Lognormal...	0.0000								

No entanto, apesar de a distribuição Lognormal Mixture ter apresentado *p-value* mínimo maior que 0,01 para a cauda da distribuição, a distribuição empírica foi utilizada para modelar toda a distribuição, conforme será indicado no passo “Cômputo de capital e intervalo de confiança”.

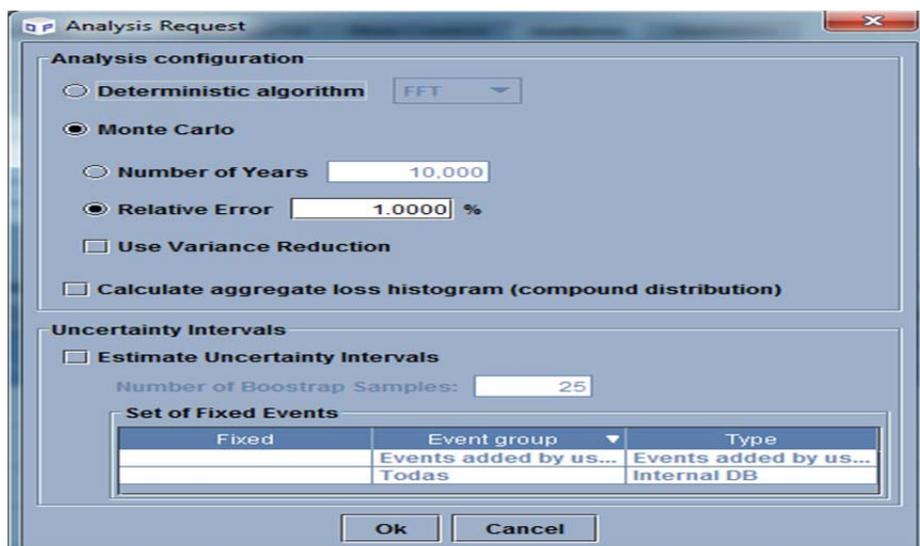
## 5.2.2. Estimação da frequência

Para estimação da distribuição que melhor se ajusta à frequência da base de perdas internas, foram calculados os parâmetros para as distribuições indicadas na tela abaixo.



### 5.2.3. Cômputo do capital e intervalo de confiança

Para o cômputo de capital foi selecionada a Simulação de Monte Carlo com a determinação de um erro relativo de no máximo 1%<sup>86</sup>, conforme tela a seguir.



<sup>86</sup> As simulações são realizadas até que o erro relativo seja inferior a 1%.

Como pode ser visto, todas as distribuições teóricas apresentaram *p-values*<sup>87</sup> inferiores a 0,001. Por esse motivo, a distribuição empírica foi selecionada.

A tela a seguir, apresenta o valor do OpVar (R\$ 3.084.486.612,00), que representa o percentil 99,9% da distribuição agregada das perdas.

**Individual Fit and Analysis**

Business Line: LINHA Risk Type: EVENTO  
 Data Window: 2011-01-01 - 2015-12-31 Last Fit: 2016-06-16 11:36:08  
 Thresholds of internal events: 0.00 - 0.00 Thresholds of events used in fit: 0.00 - 0.00

General Information Events Severity Fit Frequency Fit Risk Control Analysis Statistics

Use Insurance

**Insurance**

Premium: \_\_\_\_\_ BRL  
 Deductible: \_\_\_\_\_ BRL  
 Policy Limit: \_\_\_\_\_ BRL  
 Probability of Coverage: \_\_\_\_\_ %  
 Recovery Rate: \_\_\_\_\_ %

**Analysis**

Analysis type: Monte Carlo simulation Number of bootstrap samples: Not Available Details...

Summary	Regulatory Capital	Expected loss	Unexpected loss	CaR	Conditional CaR	Compound distribution	
	Regulatory Capital (CaR)	Regulatory Capital Relative Error	Expected Loss	Unexpected Loss	CaR	Conditional CaR	Simulated Years
Analysis	3,084,486,612	0.9777 % ✓	903,895,783	2,180,590,829	3,084,486,612	3,366,333,212	487,938
Analysis with Insurance	3,084,486,612	0.9777 % ✓	903,895,783	2,180,590,829	3,084,486,612	3,366,333,212	487,938
Analysis with Risk Control	3,084,486,612	0.9777 % ✓	903,895,783	2,180,590,829	3,084,486,612	3,366,333,212	487,938
Analysis with Insurance and ...	3,084,486,612	0.9777 % ✓	903,895,783	2,180,590,829	3,084,486,612	3,366,333,212	487,938

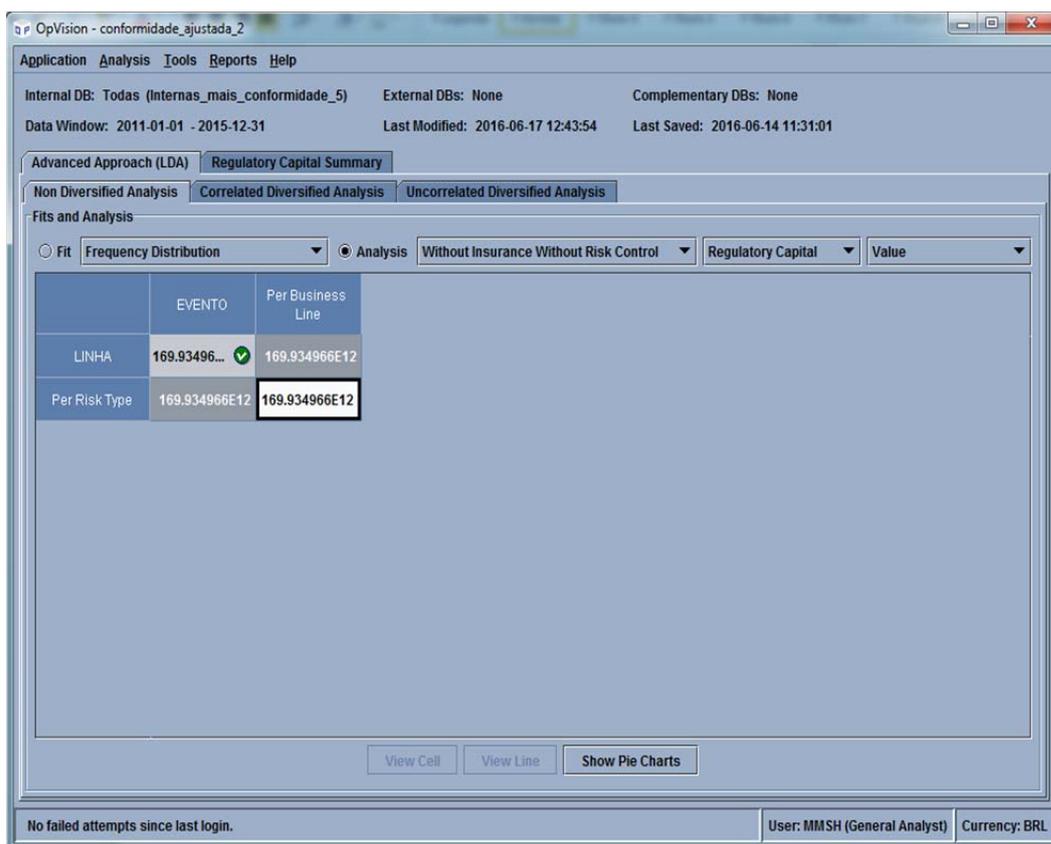
Analyze... Sensitivity analysis...

Ok Cancel

A cauda e o corpo da distribuição de severidade não foram modeladas separadamente, apesar de a distribuição Lognormal Mixture ter apresentado *p-value* mínimo maior que 0,01 para a cauda da distribuição por não ter apresentado valor realístico<sup>88</sup>, conforme tela a seguir.

<sup>87</sup>Os sinais indicados ao lado do *p-value* mínimo tem o mesmo significado dos sinais indicados na seção anterior.

<sup>88</sup> Considerando a distribuição da frequência empírica.



### 5.3. Backtesting

O objetivo do *backtesting* é confrontar os resultados dos modelos com os dados de perdas internas com vistas a verificar seu desempenho na apuração do OpVar.

Tendo em vista que o período da base de dados considerado neste estudo é de 5 anos, para realização do backtesting, o Modelo 1 foi implantado considerando períodos de 3<sup>89</sup> e 4 anos.

O Quadro 14 a seguir sumariza os resultados do *backtesting*.

Backtesting	Severidade		Frequência	OpVar
	Distribuição Corpo	Distribuição Cauda	Distribuição	
Base de dados - 3 anos (2011 a 2013)	Empírica	-	Empírica	4.014.730.096,00
Base de dados - 4 anos (2011 a 2014)	Empírica	-	Empírica	3.461.236.776,00

Quadro 14 – *Backtesting*

Fonte: Elaboração própria

<sup>89</sup> Período mínimo permitido por Basileia II para cálculo do capital regulamentar de risco operacional pela abordagem AMA.

Em ambos os casos, os valores de capital foram muito superiores às perdas líquidas ocorridas nos anos de 2014 e 2015.

Os cenários foram determinados para um período de 5 anos, sendo do ano 1, mais recente e que tinha o maior número de registros em valor e quantidade, até o ano 5. Para realização dos *backtesting* de 3 anos (2011 a 2013) foram eliminados os anos 4 e 5 dos cenários. Para realização dos *backtesting* de 4 anos (2011 a 2014) foi eliminado o ano 5 dos cenários. Dessa forma, foram eliminados os anos com os menores números de registros de forma a manter o maior número de cenários. Por esse motivo (manutenção dos cenários de maior valor e redução da janela de tempo), o OpVar do *backtesting* de 3 anos é superior ao de 4 anos.

#### 5.4.

#### Comparação do OpVar com o capital mínimo requerido pela abordagem AIB

O Gráfico 4 a seguir compara os valores do capital mínimo requerido para o risco operacional do BNDES pela Abordagem do Indicador Básico, atualmente utilizada pelo BNDES, pela metodologia LDA utilizando apenas os dados de perdas internas e pela abordagem LDA utilizando os dados de perdas internas e os cenários mensurados conforme metodologia proposta nesta tese.

#### Capital Mínimo Exigido Referente ao Risco Operacional - BNDES

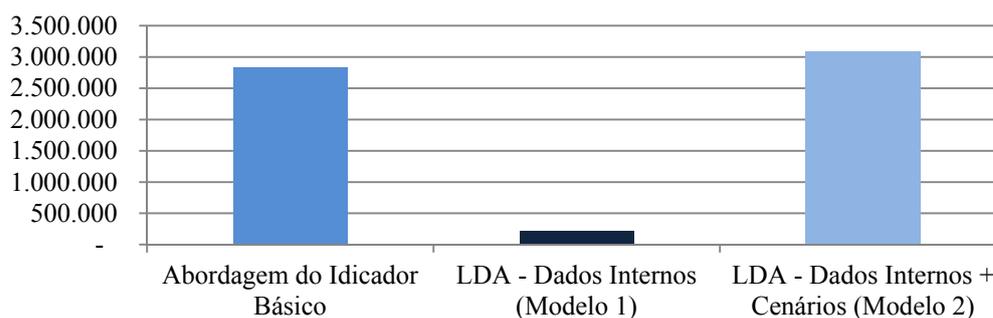


Gráfico 4 – Comparação do Capital Mínimo Exigido do BNDES  
Fonte: Elaboração própria

Conforme abordado em sessões anteriores, em linhas gerais, o valor de capital pela abordagem AIB é um percentual do resultado bruto da intermediação financeira. Quanto maior o resultado da intermediação financeira, maior será o valor do capital mínimo exigido para o risco operacional. Dessa forma, essa abordagem não reflete o perfil de risco do BNDES. O valor de capital que o BNDES vem reservando é muito superior às perdas internas históricas.

O valor de capital pela metodologia LDA (Modelo 1), aplicada aos dados de perdas internas ocorridas nos últimos 5 anos, é bem inferior ao valor de capital pela abordagem do Indicador Básico e compatível com as perdas líquidas históricas do BNDES.

Por fim, o valor de capital pela metodologia LDA, aplicada aos dados de perdas internas e aos cenários (Modelo 2) refletem eventos de risco operacional, não ocorridos, mas que podem ocorrer na visão das Áreas do BNDES e de seus especialistas.

## 6 Conclusões

Os modelos internos para cálculo do capital regulamentar referente ao risco operacional não se desenvolveram como os modelos de risco de crédito e de mercado. Isso pode ser atribuído às características do risco operacional, que não depende de um contrato ou de um investimento para se materializar. Por esse motivo, além da severidade, a frequência (ocorrer ou não) é uma variável a ser considerada nesses modelos.

A ausência de bases de dados internas abrangentes e que contemplem todos os riscos aos quais uma instituição financeira está exposta criou a necessidade de utilizar outros elementos, como os dados de perdas externas (de outras instituições) e os cenários com vistas a suprir essa deficiência. No entanto, esses elementos são criticados pela sua subjetividade. Além disso, as metodologias que vêm sendo apresentadas para inserção desses elementos no modelo fazem com que o valor de capital não seja considerado realístico.

Adicionalmente, os reguladores demandam que esses modelos estejam integrados à gestão do risco. A obtenção de uma base de dados abrangente e o conhecimento dos riscos aos quais uma instituição está exposta requerem uma gestão do risco efetiva.

Nesse sentido, o objetivo desta tese foi demonstrar como o elemento análise de cenários pode ser utilizado de forma a integrar a gestão do risco operacional com a mensuração de capital.

A metodologia proposta possibilitou: (i) a mensuração do capital regulamentar considerando cenários factíveis aos quais o BNDES está exposto (ajustados à sua realidade), atendendo os reguladores no que se refere à utilização do elemento análise de cenários; (ii) a identificação de cenários não só de cauda, mas do corpo da distribuição agregada de perdas que não estão refletidos na base de dados de perdas; (iii) a identificação e mensuração dos riscos operacionais do BNDES de forma abrangente; (iv) a obtenção de informações que podem direcionar a gestão do risco no que se refere a identificação de riscos que devem

ter o tratamento priorizado; (v) o desenvolvimento de uma cultura de riscos, tendo em vista o envolvimento de especialistas de diversas unidades; (vi) no caso específico do BNDES, um estímulo à reflexão individual e ao pensamento crítico de seus especialistas; e (vii) utilizar uma metodologia compreensível a todos os especialistas de negócios, que são os que conhecem os riscos de suas atividades.

É importante ressaltar que aplicações sucessivas dessa metodologia resultarão em maior maturidade dos especialistas em relação ao risco operacional e, conseqüentemente, aumentará a qualidade e precisão das mensurações realizadas.

Um ponto de destaque é a utilização de dados reais para demonstração da metodologia, tendo em vista que pesquisas relacionadas ao risco operacional, com dados reais, são raras devido ao sigilo empresarial envolvendo essas informações. Muitos estudos abordam a problema sem, no entanto, apresentar aplicação prática.

Alguns aprimoramentos podem se implantados em aplicações futuras, como a mensuração única de riscos que podem ocorrer em diversas unidades. Como sugestão para estudos futuros, a metodologia proposta poderia ser utilizada para a realização de testes de estresse, caso um percentil da distribuição seja definido para estabelecer a severidade do cenário ao invés da média da distribuição triangular, por exemplo. Outra sugestão seria utilizar também uma abordagem presencial, como os *workshops*, para mensuração dos cenários de cauda, identificados após aplicação dos questionários.

Por fim, o Comitê de Basileia sinalizou a intenção de eliminar os modelos internos para mensuração do risco operacional e propôs um modelo padronizado único, que utiliza as perdas internas, para mensuração de capital (SMA). Apesar da abordagem SMA reduzir algumas fragilidades das abordagens padronizadas atuais e considerar a base de perdas internas, essa metodologia determina o valor de capital com referência no passado (perdas ocorridas). Ela não reflete os riscos potenciais (cenários) e o perfil de risco das instituições. Dessa forma, o incentivo dado à gestão do risco operacional não pode ser comparado com o incentivo dado pelos modelos internos. A manutenção dos modelos internos de forma concomitante com a Abordagem SMA seria uma forma de ter comparabilidade entre os capitais das instituições e continuar incentivando a busca por um modelo interno robusto para mensuração do risco operacional.

## 7

### Referências bibliográficas

ALDERWEIRELD, T.; GARCIA, J.; LÉONARD, L. A Practical Operational Risk Scenario Analysis Quantification. **Risk Mazine**. v. 19(2), p. 93-95, February. 2006.

ARAI, T. **Operational Risk Scenario Analysis Workshop: Key Points of Scenario Analysis**, Presentation at the Bank of Japan, Tokyo. 2006.

ARBELAEZ, L. C. F.; CEBALLOS, E. V. **Alternativas Fundamentales para Cuantificar el Riesgo Operacional**. Ecos de Economía, n. 30, p. 1-43. Abril.2010.

AUE, F.; KALKBRENER, M. LDA at Work: Deutsche Bank's Approach to Quantifying Operational Risk. **Journal of Operational Risk**. v. 1, n. 4, p. 49-93. Winter 2006/07.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (2006). Resolução CMN N° 3.380, de 29 de junho de 2006. Disponível em:  
<<https://www3.bcb.gov.br/normativo/detalharNormativo.do?N=106196825&method=detalharNormativo>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Circular N° 3.640, de 04 de março de 2013. Disponível em:  
<[http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/circ/2013/pdf/circ\\_3640\\_v1\\_O.pdf](http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/circ/2013/pdf/circ_3640_v1_O.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2015.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (2013a). Circular N° 3.647, de 04 de março de 2013 Disponível em:  
<[http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/circ/2013/pdf/circ\\_3647\\_v1\\_O.pdf](http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/circ/2013/pdf/circ_3647_v1_O.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2015.

BANK OF JAPAN.Operational Risk Scenario Analysis Workshop: World-wide Trends in Scenario Analysis, Presentation at the Bank of Japan, Tokyo. 2006. Disponível em:  
<[http://www.boj.or.jp/en/type/release/zuiji\\_new/data/fsc0608be7.pdf](http://www.boj.or.jp/en/type/release/zuiji_new/data/fsc0608be7.pdf)>. Acesso em: 16 de maio de 2016.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel Committee on Bank Supervision, July 1988. Disponível em:  
< <http://www.bis.org/publ/bcbs04a.pdf>>. Acesso em: 27 de maio de 2015.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk, September. 2001. Disponível em: <[http://www.bis.org/publ/bcbs\\_wp8.pdf](http://www.bis.org/publ/bcbs_wp8.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2015.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards - A Revised Framework, July 2004. Disponível em: <<http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. Consultative Document - Operational Risk - Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approach, December 2010. Disponível em: <<http://www.bis.org/publ/bcbs184.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. Operational Risk - Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approach, June 2011. Disponível em: <<http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. Consultative Document - Operational Risk - Revisions to the Simpler Approaches, October 2014. Disponível em: <<http://www.bis.org/publ/bcbs291.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

CLANCY, L. Bafin's Hufeld: Op Risk Modelling 'Almost Impossible'. **Risk.Net**. 2015. Disponível em: <<http://www.risk.net/operational-risk-and-regulation/news/2437999/bafins-hufeld-op-risk-modelling-almost-impossible>>.

CORNALBA, C.; GIUDICI, P. **Statistical Models for Operational Risk Management**. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 338, i. 1-2, p. 166-172, July 2004.

CRUZ, M. G.; PETERS, G. W.; SHEVCHENKO, P. V. **Fundamental Aspects of Operational Risk and Insurance Analytics - A Handbook of Operational Risk**, 1.ed. Wiley. New Jersey. 2015.

DUTTA, K. K.; BABEL, D. F. **Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: a Change of Measure Approach**, Working Paper, University of Pennsylvania, 2010. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjpw4epkdrMAhVHGZAKHU8QB7oQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Ffic.wharton.upenn.edu%2Ffic%2Fpapers%2F10%2F10-10.pdf&usg=AFQjCNHyHfUgwOoAWHKDk8YGFxcyu2Spzg&cad=rja>>.

DUTTA, K. K.; BABEL, D. F. Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: a Change of Measure Approach, **Journal of Risk and Insurance**, p. 303, June 2014.

ERGASHEV, B. A. A Theoretical Framework for Incorporating Scenarios into Operational Risk Modeling. **Journal of Finance Services Research**. v 41(3), p. 145-161. 2012.

ERGASHEV, B. A.; BLEI, S.; ABDY MOMUNOV, A. Integrating Stress Scenarios into Risk Quantification Models. **Journal of Finance Services Research**. v. 47(3), p. 57-79. 2015.

FOLPMERS, M. A Practical Guide to Measuring Operational Risk Using Subjective Data Through Copulas and Scenarios Analysis. **Journal of Operational Risk**, v. 3, n. 3, p. 63-74, Fall 2008.

FONTNOUVELLE, P.; DEJESUS-RUEFF, V.; JORDAN, J.; ROSENGREN, E. Capital an Risk: New Evidence on Implications of Large Operational Losses, **Journal of Money, Credit, and Banking**, v. 38, n. 7, p. 1819-1846. October 2006.

FONTNOUVELLE, P.; JORDAN, J.; ROSENGREN, E. Implication of Alternative Operational Risk Modeling Techniques. **National Bureau of Economic Research**, Working Paper 11103, February 2005.

FRACHOT, A.; MOUDOULAUD, O.; RONCALLI, T. Loss Distribution Approach in Practice. **Social Science Research Network**. 2003. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1032592](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1032592)>.

GIRLING, P. X. **Operational Risk Management: A Complete Guide to a Successful Operational Risk Framework**, New Jersey: Wiley, 2013.

HASSANI, B.; RENAUDIN, A. The Cascade Bayesian Approach for a Controlled Integration of Internal Data, External Data end Scenarios, **Document de Travail du Centre d'Economie de la Sorbonne**. 2013.

HEGARTY, M.; SHERIF, N. Basel Comittee Readies Op Risk anc FRTB Releases. **Risk.Net**. 2015. Disponível em: <<http://www.risk.net/risk-magazine/news/2437038/basel-committee-readies-op-risk-and-frtb-releases>>.

INSTITUTE OF OPERATIONAL RISK, Sound Practice Guidance : Scenario Analysis, Stress and Reverse Stress Testing, December, 2013. Disponível em: <https://www.ior-institute.org/sound-practice-guidance/scenarios>>.

KARAM, E. Measuring and Managing Operational Risk in the Insurance and Banking Sectors, **Business Administration**, Université Claude Bernard, Lyon. 2014.

LAMBRIGGER, D.; SHEVSHENKO, P. V.; WUTHRICH, M. V. The Quantification of Operational Risk Using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinion, **Journal of Operational Risk**, v. 2, n. 3, p. 3-27, Fall 2007.

MC CONNELL, P.; DAVIES, M. Safety First - Scenario Analysis Under Basel II. 2006. Disponível em: <<http://www.continuitycentral.com/feature0338.htm>>.

MITRA, S. Scenario Generation for Operational Risk, **Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, p. 163-187, 2013.

MOMEN, O.; KIMIAGARI, A.; NOORBAKHS, E. Modelling the Operational Risk in Iranian Commercial Banks: Case Study of a Private Bank, **Journal of Industrial Engineering International**, p. 1819-1846, v. 8, n. 15. 2012.

MOSCADELLI, M. The Modelling of Operational Risk: Experience with the Analysis of the Data Collected by the Basel Committee. **Temi di Discussione del Servizio Studi – Banca D'Italia**, n. 517, July. 2004.

O'HAGAN, A *et al.* **Uncertain Judgements: Eliciting Experts' Probabilities**. John Wiley & Sons Ltd. 2006.

PANJER, H. H. Operational Risk Modeling Analytics. **Wiley Series in Probability and Statistics**, NJ: Wiley & Sons. 2006.

PONTES, A. R. **Risco Operacional: Uma Aplicação do Modelo de Distribuição de Perdas Agregadas para Risco de Produção em uma Empresa Não Financeira**. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação de Mestrado - Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas.

RAMOS, R. L. S. **The Critical Reflection as a Key Element in the Improvement of the Organizational Learning Capacity: a Case Study in a Brazilian Organization**. Lancaster, 2015. Major Paper – International Executive Management, Lancaster University.

REMENYI, D. So you want to be on academic research in business and management studies! Where do you start and what are the key philosophical issues to think about? **Working Paper Series - Henley Management College, Henley-on-Thames**. 1995.

RIPPEL, M.; TEPLY, P. Operational Risk – Scenario Analysis. **Prague Economic Papers**, v. 1, p. 23-39. 2011.

RODRIGUEZ, E. J. J.; DOMÍNGUEZ, J. M. F.; MARÍN, J. L. M. Comparative Analysis of Operational Risk Approaches Within Basel Regulatory Frame-Work: Case Study of Spanish Saving Bank. **Journal of Financial Management and Analysis**, v. 22(1), p. 1-15. 2009.

ROSENGREN, E. Operational Risk Scenario Analysis Workshop: Scenario Analysis and the AMA, Presentation at the Bank of Japan, Tokyo. 2006.

ROWE, G.; WRIGHT, G.; BOLGER, F. Delphi - A Reevaluation of Research and Theory, **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, p. 341-363. 2004.

SHEVCHENKO, P. V. Implementing Loss Distribution Approach for Operational Risk. **Applied Stochastic Models in Business and Industry**, v. 26, p. 277-307. October 2009.

SHEVCHENKO, P. V.; PETERS, G. W. Loss Distribution Approach for Operational Risk Capital Modelling under Basel II: Combining Different Data Sources for Risk Estimating. **The Journal of Governance and Regulation**, v. 2(3), p. 33-57, March 2013.

STEINHOFF, C.; BAULE, R, **How to Validate Operational Risk Distributions**. Op Risk & Compliance, p. 36-39. August 2006.

TICHY, G. **The Over-optimism Among Experts in Assessment and Foresight Theory**. Technological Forecasting and Social Change, v. 39, p. 235-251. 2000.

WAHLSTROM, G. **Worrying but Accepting New Measurements of Swedish Bankers and Operational Risk**, Critical Perspectives on Accounting, v. 17, p. 493-522. 2006.

WAHLSTROM, G. Risk Management Versus Operational Action: Basel II in a Swedish Context, **Management Accounting Research**. v. 20, p. 53-68, 2009.

WATCHORN, E. Applying a Structured Approach to Operational Risk Scenario Analysis in Australia. **Information Paper**. AUSTRALIAN PRUDENTIAL REGULATION AUTHORITY – APRA. September, 2007.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi - Uma Ferramenta de Apoio ao Planejamento Prospectivo, Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 1, n. 12, 2º trim. 2000.