

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MODELO ECONÔMICO-PROBABILÍSTICO DE ANÁLISE DE  
RISCO EM PROJETOS DE TI**

**ROGÉRIO FEROLDI MIORANDO**

Porto Alegre, 2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MODELO ECONÔMICO-PROBABILÍSTICO DE ANÁLISE DE  
RISCO EM PROJETOS DE TI**

**ROGÉRIO FEROLDI MIORANDO**

Orientador: Professor Dr. José Luis Duarte Ribeiro

Banca Examinadora:

Carla Schwengber ten Caten, Dra.  
PPGEP/UFRGS

Leonardo Rocha Oliveira, Ph.D.  
PPGAd/PUCRS

Nelson Casarotto Filho, Dr.  
PPGEP/UFSC

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA

Área de concentração: Sistemas de Qualidade

Porto Alegre, 28 de dezembro de 2010.

M669m Miorando, Rogério Feroldi  
Modelo econômico-probabilístico de análise de risco em projetos de  
TI / Rogério Feroldi Miorando. – 2011.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
de Produção. Porto Alegre, BR-RS, 2010.

Orientador – Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro

1. Tecnologia da informação. 2. Gestão de projetos. 3. Análise de  
risco. I. Ribeiro, José Luis Duarte, orient. II. Título.

CDU-658.5(043)

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**  
PPGEP / UFRGS  
Orientador

---

**Prof<sup>a</sup>. Carla Schwengber ten Caten, Dr.**  
Coordenadora PPGEP / UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Carla Schwengber ten Caten, Dra.**  
Prof<sup>a</sup>. PPGEP/UFRGS

**Leonardo Rocha Oliveira, Ph.D.**  
Prof. PPGAd/PUCRS

**Nelson Casarotto Filho, Dr.**  
Prof. PPGEP/UFSC

**MIORANDO, R. F. MODELO ECONÔMICO-PROBABILÍSTICO DE ANÁLISE DE RISCO EM PROJETOS DE TI.** 2010. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2011.

## Resumo

Esta tese apresenta um modelo econômico-probabilístico de análise de risco para projetos de TI que busca integrar a análise de riscos à análise econômica dos projetos. Este trabalho pretende atender uma carência observada na literatura referente a modelos de análise de risco para projetos de TI que avaliem o impacto econômico dos fatores de risco envolvidos. Para tanto, o modelo busca quantificar o valor e a probabilidade de possíveis desvios do fluxo de caixa, fornecendo uma análise econômico-probabilística dos retornos esperados para o projeto. São identificadas as principais categorias e fatores de risco envolvidos em projetos de TI e os mesmos são associados aos grupos do fluxo de caixa, estabelecendo uma estrutura de avaliação do impacto econômico dos fatores de risco e suas probabilidades de ocorrência. A partir do preenchimento da estrutura de avaliação, é realizado o cálculo dos valores dos grupos do fluxo de caixa e do valor presente líquido do projeto ajustados ao risco, através do uso de simulação estocástica. O modelo fornece como resultado a distribuição de probabilidade para o resultado econômico do projeto. A aplicação do modelo é ilustrada através da análise de um projeto de desenvolvimento de um sistema ERP. O uso do modelo proposto forneceu o retorno econômico do projeto ajustado ao risco, através da distribuição de probabilidades para o seu VPL, e a variabilidade que cada fator de risco analisado provoca no retorno do projeto. Após a avaliação do projeto original, seguindo os princípios de Opções Reais, o modelo também avaliou uma opção alternativa de condução do projeto, que permitiu aumentar seu valor médio e reduzir o risco associado.

Palavras-chave: análise de risco, análise econômica, gestão de projetos, TI, simulação.

**MIORANDO, R. F. ECONOMIC-PROBABILISTIC MODEL OF RISK ANALYSIS FOR IT PROJECTS.** 2010. 123 f. Thesis (Doctorate in Production Engineering) – Postgraduate Program in Production Engineering, UFRGS, Porto Alegre, 2011.

## Abstract

This thesis presents an economic probabilistic model of risk analysis for IT projects. The proposed model combines risk analysis and economic analysis of the projects. This work intends to fill in a gap observed in the literature regarding models for IT projects risk analysis that assess the economic impact of the risk factors involved. The proposed model aims to quantify the value and the probability of possible cash flow deviations, providing an economic-probabilistic analysis of returns expected from the project. The main categories and risk factors involved in IT projects are identified and associated with cash flow groups, establishing a structure for the economic impact assessment of risk factors and their probability of occurrence. Supported by the proposed structure of evaluation, the calculation of the values of the cash flow groups and the project net present value (NPV), adjusted to the risk, is performed using stochastic simulation. As a result, the model provides the probability distribution for the economic result of the project. The application of the model is illustrated through the analysis of a project for an ERP system development. The use of the proposed model provided the economic return of the project adjusted to the risk (through the probability distribution of its NPV) and the variability that each risk factor analyzed causes in the return of the project. After the evaluation of the original project, following the principles of Real Options, an alternative option for the conduction of the project was also evaluated using the proposed model. The alternative allowed the increase of its average value and the decrease of the associated risk.

Keywords: risk analysis, economic analysis, project management, IT, simulation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo do método de pesquisa.....	14
Figura 2 – Métodos de análise mais utilizados por empresas dos EUA e Canadá.....	26
Figura 3 – Investimentos em TI realizados no Brasil (anual).....	27
Figura 4 – Taxa de crescimento anual do PIB brasileiro e dos investimentos em TI no Brasil.....	27
Figura 5 – Importância da TI.....	28
Figura 6 – Desempenho dos projetos de TI.....	30
Figura 7 – Principais riscos em projetos de TI.....	33
Figura 8 – Resumo das etapas dos <i>frameworks</i> na análise de riscos em TI.....	37
Figura 9 – Etapas do <i>Original Spiral Model</i> .....	38
Figura 10 – Fases do <i>Software Risk Evaluation</i> .....	39
Figura 11 – Processo do gerenciamento de risco do modelo Riskit.....	41
Figura 12 – Estrutura de gerenciamento do modelo ProRisk.....	42
Figura 13 – Resumo dos modelos de análise de risco em TI.....	44
Figura 14 – Intensidade dos fatores de risco.....	45
Figura 15 – Impacto das categorias de risco sobre os critérios de sucesso.....	45
Figura 16 – Modelos qualitativos de análise de risco em TI.....	48
Figura 17 – Etapas de implantação do modelo OBRiM.....	49
Figura 18 – Quadro das opções contingentes aos riscos em TI.....	52
Figura 19 – Fluxograma do modelo de avaliação de risco.....	56
Figura 20 – Estrutura de fluxo de caixa para projetos de TI.....	57
Figura 21 – Arranjo dos grupos do fluxo de caixa e das categorias de risco.....	60
Figura 22 – Estrutura de avaliação dos riscos.....	60
Figura 23 – Preenchimento da estrutura de fluxo de caixa.....	61
Figura 24 – Avaliação do Impacto Econômico dos Fatores de Risco.....	62
Figura 25 – Definição dos intervalos de impacto econômico e correspondentes probabilidades de ocorrência ...	63
Figura 26 – Avaliação do grau de conhecimento e registro da base de raciocínio da análise.....	63
Figura 27 – Comparação do modelo proposto com os principais modelos da literatura.....	67
Figura 28 – Análise dos aspectos negativos e positivos do risco da VPM.....	68
Figura 29 – Intervalos para os valores mínimo e máximo da VPM.....	69
Figura 30 – Estrutura de processos do sistema ERP.....	71

Figura 31 – Resumo do fluxo de caixa do projeto .....	73
Figura 32 – Estrutura de avaliação dos riscos – Impacto x Probabilidade .....	74
Figura 33 – Estrutura de avaliação dos riscos – Base de raciocínio da análise .....	75
Figura 34 – Resumo do fluxo de caixa probabilístico .....	76
Figura 35 – VPL probabilístico do projeto ajustado ao risco .....	77
Figura 36 – Fatores de risco com maior impacto negativo sobre o VPL do projeto.....	78
Figura 37 – Fatores de risco com maior impacto positivo sobre o VPL do projeto .....	79
Figura 38 – Resumo do fluxo de caixa probabilístico da primeira etapa.....	81
Figura 39 – VPL probabilístico da primeira etapa do projeto ajustado ao risco.....	82
Figura 40 – Resumo do fluxo de caixa probabilístico da segunda etapa .....	83
Figura 41 – VPL probabilístico da segunda etapa do projeto ajustado ao risco .....	84
Figura 42 – VPL probabilístico do projeto com desenvolvimento incremental ajustado ao risco.....	85
Figura 43 – VPL probabilístico das duas opções de condução do projeto ajustados ao risco .....	85



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1. OBJETIVOS DO TRABALHO .....	12
<i>Objetivo Geral</i> .....	12
<i>Objetivos Específicos</i> .....	13
1.2. JUSTIFICATIVA DOS OBJETIVOS.....	13
1.3. MÉTODO DE PESQUISA .....	14
1.4. ETAPAS DO TRABALHO .....	15
1.5. LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	15
1.6. ESTRUTURA DA TESE .....	16
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1. ANÁLISE DE RISCO EM INVESTIMENTOS.....	17
2.2. MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS AJUSTADOS AO RISCO.....	20
<i>Métodos Tradicionais e o Valor Ajustado ao Risco</i> .....	20
<i>Abordagens Probabilísticas</i> .....	22
<i>Opções Reais</i> .....	24
2.3. INVESTIMENTOS EM TI.....	27
2.4. RISCOS EM PROJETOS DE TI .....	30
2.5. MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO PARA PROJETOS DE TI.....	33
<i>Frameworks para Gerenciamento de Projetos e Governança de TI</i> .....	34
<i>Modelos de Análise de Risco em TI Voltados à Implantação</i> .....	38
<i>Modelos de Análise de Risco em TI Voltados para Portfólio</i> .....	44
<i>Modelos de Análise de Risco em TI baseados em Opções Reais</i> .....	48
<i>Tipos de Opções Reais em Investimentos de TI</i> .....	50
<i>Configurações Alternativas de Investimentos em TI com Opções Reais</i> .....	51
2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL TEÓRICO.....	53

<b>3. MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>54</b>
3.1. JUSTIFICATIVA PARA A UTILIZAÇÃO E PRESSUPOSTOS DO MODELO .....	54
3.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO .....	55
3.2.1. <i>Construção das Estruturas que Compõem o Modelo</i> .....	56
<i>Desenvolvimento da Estrutura de Fluxo de Caixa para Projetos de TI</i> .....	56
<i>Desenvolvimento da Estrutura de Avaliação dos Riscos para Projetos de TI</i> .....	57
3.2.2. <i>Caracterização das Estruturas que Compõem o Modelo</i> .....	61
<i>Preenchimento da Estrutura de Fluxo de Caixa</i> .....	61
<i>Preenchimento da Estrutura de Avaliação dos Riscos</i> .....	61
<i>Cálculo dos Valores dos Grupos do Fluxo de Caixa Ajustados ao Risco</i> .....	63
<i>Cálculo do Valor Presente Líquido do Projeto Ajustado ao Risco</i> .....	64
<i>Hierarquização dos Fatores de Risco</i> .....	64
3.3. COMPARAÇÃO DO MODELO PROPOSTO COM OS MODELOS DA LITERATURA .....	65
3.4. VERSÃO SIMPLIFICADA DO MÉTODO .....	68
<b>4. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>70</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO .....	70
4.2. COLETA DOS DADOS .....	71
<i>Preenchimento da Estrutura de Fluxo de Caixa</i> .....	71
<i>Preenchimento da Estrutura de Avaliação dos Riscos</i> .....	73
<i>Cálculo dos Valores dos Grupos do Fluxo de Caixa Ajustados ao Risco</i> .....	75
<i>Cálculo do Valor Presente Líquido do Projeto Ajustado ao Risco</i> .....	77
<i>Hierarquização dos Fatores de Risco</i> .....	78
4.3. ANÁLISE DA OPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INCREMENTAL DO PROJETO .....	79
<i>Preenchimento da Estrutura de Fluxo de Caixa</i> .....	80
<i>Preenchimento da Estrutura de Avaliação dos Riscos</i> .....	80
<i>Cálculo dos Valores dos Grupos do Fluxo de Caixa da Primeira Etapa Ajustados ao Risco</i> .....	81
<i>Cálculo do Valor Presente Líquido da Primeira Etapa Ajustado ao Risco</i> .....	81
<i>Cálculo dos Valores dos Grupos do Fluxo de Caixa da Segunda Etapa Ajustados ao Risco</i> .....	82
<i>Cálculo do Valor Presente Líquido da Segunda Etapa Ajustado ao Risco</i> .....	84
<i>Cálculo do Valor Presente Líquido do Projeto Completo Ajustado ao Risco</i> .....	84
4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....	86
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>88</b>
<i>Sugestões para Trabalhos Futuros</i> .....	90
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>116</b>

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUÇÃO

A Análise de Risco tem se tornado uma área de crescente importância na economia atual, pois a maioria das decisões econômicas é tomada em cenários que envolvem incerteza. As fontes de incerteza são múltiplas e extensivas, abrangendo riscos associados a mercados, fornecedores, meteorologia, tecnologia, etc. (CHAVAS, 2004).

Nestes cenários, os investimentos em Tecnologia da Informação (TI) vêm assumindo uma parte dominante do orçamento das empresas nas últimas décadas. O rápido desenvolvimento da TI, junto com o crescimento da variedade e complexidade de alternativas disponíveis do uso da tecnologia de informação, tem tornado a tarefa de avaliar este tipo de tecnologia cada vez mais difícil. Desta forma, a avaliação de projetos de TI tem se tornado um assunto importância crescente no cenário empresarial atual (SUN; MA, 2005; SHEHABUDDEEN *et al.*, 2006).

Embora seja amplamente considerado que os investimentos em TI são uma fonte de vantagem competitiva, que podem garantir amplos benefícios às empresas (MELVILLE *et al.*, 2004), a avaliação e a mensuração desta contribuição e dos riscos associados aos investimentos são tarefas de difícil execução (JOSHI; PANT, 2008). É significativo o índice de fracasso em projetos de TI que podem causar prejuízos consideráveis às empresas. As estimativas de falha para este tipo de investimento têm se mantido entre 40 a 75% das implantações (GRIFFITH *et al.*, 1999; SOMERS; NELSON, 2003).

A evolução do papel da TI nas empresas e o crescimento estratégico da tecnologia torna o processo de avaliação da TI mais complexo e difícil (JOSHI; PANT, 2008). A TI é

responsável por mudar ambientes rapidamente em conjunto com fatores organizacionais dinâmicos, sujeitos a muitos riscos incontrolláveis (WU; ONG, 2008). Questões frequentes que assolam os gestores incluem: Como os investimentos em infraestrutura de TI são justificados? O que mais é necessário para desenvolver todo o potencial da TI? Como medir antecipadamente o sucesso das escolhas de TI?

A complexidade da tarefa de avaliação da TI faz com que, frequentemente, as implicações destas decisões não sejam bem entendidas (BALASUBRAMANIAN *et al.*, 2000). Os benefícios para projetos de TI podem mudar consideravelmente mesmo no curto prazo, uma vez que as tecnologias envolvidas podem mudar rapidamente (CHEN *et al.*, 2009). Desta forma, o uso de um *framework* que identifique e analise os riscos envolvidos deve ser uma parte integral do processo de tomada de decisão para este tipo de investimento (NEUMANN, 1994).

A avaliação de investimento em novos projetos de TI comumente envolve um conjunto de técnicas que buscam estabelecer parâmetros indicativos de sua viabilidade. Esses parâmetros são geralmente expressos pelo prazo de retorno do investimento inicial, pela taxa interna de retorno ou pelo valor presente líquido dos fluxos de caixa. Porém, poucas são as considerações formais sobre os riscos que envolvem os fluxos de caixa de um projeto.

Apesar de existirem *frameworks* de gerenciamento de risco estabelecidos e aceitos, os gerentes de projetos comumente entendem que estes não são efetivos para gerenciar as incertezas dos projetos (PENDER, 2001). Nas últimas duas décadas, a maior parte dos *frameworks* propostos para identificar oportunidades de investimentos em TI falhou em capturar a natureza dinâmica de tais investimentos, e poucos abordam explicitamente os riscos envolvidos (NEUMANN, 1994; WU; ONG, 2008).

## **1.1. OBJETIVOS DO TRABALHO**

### **OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo econômico-probabilístico de análise de riscos para investimentos em projetos de TI. O modelo deve ser capaz de quantificar a probabilidade e o impacto econômico que cada categoria de risco representa para o projeto e fornecer uma análise probabilística dos retornos esperados para o mesmo.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- identificar e sistematizar as categorias de risco e os respectivos fatores de risco envolvidos em projetos de TI;
- desenvolver um arranjo entre as categorias de risco e os grupos de fluxo de caixa para projetos de TI;
- desenvolver uma estrutura para a avaliação do impacto econômico dos fatores de risco e suas probabilidades de ocorrência em projetos de TI;
- sistematizar o uso das opções reais para as categorias de risco predominantes em um projeto de TI;

### 1.2. JUSTIFICATIVA DOS OBJETIVOS

Autores como Wu e Ong (2008) e Pender (2001) relatam a insatisfação dos gerentes de projetos com relação às falhas que grande parte dos *frameworks* para gerenciamento de risco apresentam no momento de administrar as incertezas dos projetos. Entre as principais falhas está a incapacidade de abordar explicitamente os riscos. A maioria dos *frameworks* realiza uma abordagem genérica, não oferecendo métodos específicos que quantifiquem os riscos envolvidos nos projetos em análise.

Quanto aos modelos para análise de risco em projeto de TI disponíveis na literatura, poucos levantam diretamente os riscos em sua análise. Entre aqueles que oferecem ferramentas para a análise do risco, a maior parte foca apenas na probabilidade de sucesso dos projetos, negligenciando o aspecto econômico dos mesmos. Existem ainda modelos como o de Benaroch (2002; 2007), que utilizam opções reais para valorizar os projetos de TI frente ao risco. Mas estes modelos realizam apenas a análise econômica, não indicando como identificar e quantificar os riscos envolvidos.

O índice da probabilidade de sucesso de um projeto não é suficiente para avaliar se este será economicamente viável. O uso de ferramentas avançadas de análise econômica, como Opções Reais, parte do pressuposto que os riscos envolvidos no projeto já tenham sido identificados e quantificados. Desta forma, identifica-se uma lacuna na literatura com relação a modelos que quantifiquem o risco envolvido em projetos de TI e avaliem o impacto econômico provocado pelos mesmos. Percebe-se a necessidade de modelos que conectem a análise de risco com a análise econômica em projetos de TI, até então desenvolvidas

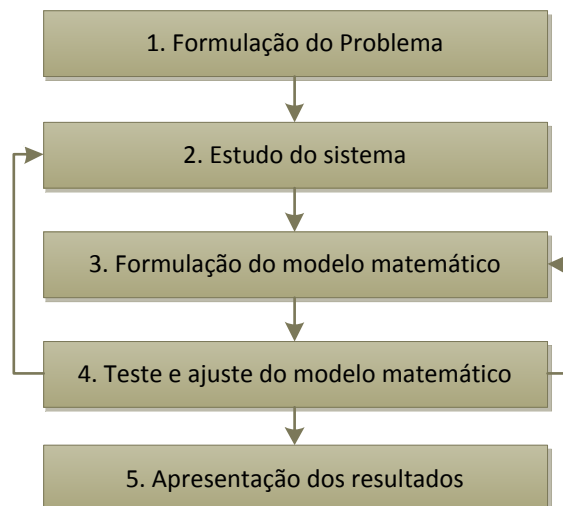
separadamente.

### 1.3. MÉTODO DE PESQUISA

Os objetivos deste trabalho buscam descrever as características que envolvem o risco em projetos de TI e estabelecer relações entre as variáveis identificadas. Para isto, é utilizada uma abordagem quantitativa para identificar e descrever as principais relações entre as variáveis associadas ao risco, fazendo-se uso de análises estatísticas. O trabalho apresenta uma natureza aplicada decorrente da possibilidade de utilização imediata dos conhecimentos gerados sobre a dinâmica do risco em projetos de TI, no âmbito das empresas.

Desta forma, segundo Gil (1991) e Silva e Menezes (2000), este trabalho se caracteriza como: (a) pesquisa aplicada, quanto à natureza; (b) pesquisa quantitativa, quanto à abordagem; e (c) pesquisa exploratória/explicativa, quanto ao objetivo. Do ponto de vista dos procedimentos, a pesquisa desenvolvida pode ser classificada como pesquisa aplicada.

Este trabalho é desenvolvido em três etapas, como apresentado na Figura 1. A primeira etapa envolve a Formulação do Problema, com a identificação dos objetivos e das possíveis alternativas que levem a realização dos mesmos. Na segunda fase é realizado o Estudo do Sistema, com um estudo teórico sobre riscos em investimentos de projetos de TI.



**Figura 1 – Modelo do método de pesquisa**  
**Fonte: adaptado de Even (2008).**

Na terceira etapa é formulado um modelo matemático para medir o impacto econômico dos riscos associados a projetos de TI. O modelo matemático fornecerá, como resposta, análise probabilística dos fluxos de caixa dos projetos, assim como dos retornos esperados.

Na quarta etapa é verificado o grau de aderência do modelo à realidade representada e seus respectivos ajustes. Como resultado desta etapa tem-se a consolidação do modelo desenvolvido ou um novo ciclo de Estudo do Sistema ou Reformulação do Modelo Matemático. A quinta etapa apresenta os resultados obtidos com a utilização do modelo.

#### **1.4. ETAPAS DO TRABALHO**

As principais etapas de elaboração da tese são apresentadas a seguir:

1. Identificar e analisar os principais aspectos conceituais relacionados ao tema em estudo existentes na literatura;
2. Identificar e analisar os principais modelos existentes na literatura, relacionados ao tema em estudo;
3. Propor um modelo para analisar os riscos em projetos de TI e caracterizar opções de investimentos para aumentar o valor dos projetos;
4. Testar e validar o modelo proposto, verificando sua aplicabilidade à realidade de mercado do tema em estudo;
5. Apresentar comentários sobre os resultados obtidos, inclusive a comparação entre modelos.

#### **1.5. LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Os estudos de análise de risco em TI apresentam várias limitações, visto que é difícil conjugar em um mesmo modelo todos os aspectos envolvidos no risco. Algumas tentativas de quantificar de forma exaustiva os riscos envolvidos em projetos de TI têm levado a um gasto significativo e desnecessário de recursos (JOSHI; PANT, 2008). As propostas de estudo sugerem a análise de apenas alguns aspectos do risco, focando principalmente na probabilidade de sucesso do projeto.

No que se refere ao modelo apresentado nesta tese, as limitações vinculam-se às seguintes questões:

- i. Os fatores de risco analisados são tratados como independentes, ou seja, o questionário de análise é estruturado de forma minimizar possíveis correlações entre os fatores que pertençam a mesma categoria de risco;

ii. O estudo não realiza uma análise pormenorizada dos fatores de risco envolvidos nos projetos. Neste trabalho, os fatores de risco são generalizados a fim de ampliar a aplicação do modelo e diminuir o esforço dos analistas.

Quanto à delimitação verificada, o modelo contempla apenas a análise de risco em projetos de TI. O mecanismo matemático do modelo pode ser aplicado a projetos de qualquer área do conhecimento. No entanto, é necessária uma adaptação do questionário de avaliação para a nova área de análise.

## **1.6. ESTRUTURA DA TESE**

Esta tese está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema objeto de estudo, apresentação dos objetivos, justificativa dos objetivos, método de trabalho e limitações do modelo proposto.

No Capítulo 2 é apresentado o referencial teórico sobre o tema em estudo, seus diversos desdobramentos e sua importância para um desenvolvimento integrado envolvendo os vários aspectos dos riscos em TI.

O Capítulo 3 apresenta o método utilizado para a elaboração do modelo para avaliação de riscos em projetos de TI. Também é apresentada a abordagem matemática que traduz os riscos presentes em perdas ou ganhos econômicos.

No Capítulo 4 é apresentada a aplicação do método desenvolvido. Durante esta aplicação, é avaliado um projeto de desenvolvimento e implantação de um sistema ERP em uma instituição de ensino superior no estado do Rio Grande do Sul.

O Capítulo 5 é destinado às conclusões obtidas a partir do trabalho desenvolvido, esclarecendo suas limitações. Também são apresentadas sugestões de continuidade para o modelo proposto.



## CAPÍTULO 2

### **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A revisão da literatura está dividida em seis seções: (i) Análise de Risco em Investimentos; (ii) Métodos de Análise de Risco em Investimentos; (iii) Investimentos em TI; (iv) Riscos em Projetos de TI; (v) Modelos de Análise de Risco para Projetos de TI; e (vi) Considerações sobre o Referencial Teórico. A apresentação de cada tópico segue um ordenamento lógico de abordagem que busca facilitar a compreensão do tema objeto de estudo.

#### **2.1. ANÁLISE DE RISCO EM INVESTIMENTOS**

Para entender os conceitos da Análise de Risco, é necessário esclarecer o significado dos termos Risco e Incerteza. Não há na literatura um consenso sobre seus significados (ALESSANDRI *et al.* 2004; HUBBARD, 2007). Existem pelo menos duas escolas de pensamento sobre este assunto. Uma escola defende que Risco e Incerteza são distintos. Uma maneira de distinguir entre os dois termos está na habilidade de realizar uma avaliação probabilística. Desta forma, Risco corresponde a eventos que podem ser associados com uma dada probabilidade e Incerteza corresponde a eventos para os quais uma avaliação probabilística não é possível (MARCH; SIMON, 1958; ALESSANDRI *et al.*, 2004).

Isto sugere que eventos de risco são fáceis de avaliar, enquanto eventos de incerteza são mais difíceis. No entanto, separar eventos de risco de eventos de incerteza pode não ser uma tarefa fácil. Isto depende em parte do significado dado à probabilidade. Em geral,

probabilidade é interpretada como a mensuração de algo que não se conhece com certeza. Mas o conhecimento pode ser subjetivo e variar através dos indivíduos, apontado para interpretações alternativas (CHAVAS, 2004).

A segunda escola define Risco como a exposição às consequências da incerteza. Desta forma, Risco significa um estado de incerteza onde possibilidades de perda ou ganho, ou variação dos resultados desejados ou planejados, surgem como consequência da incerteza associada ao curso de ação (GORROD, 2004; HUBBARD, 2007). Esta definição atribui dois elementos ao risco: a possibilidade ou probabilidade de um evento ocorrer e as consequências ou impactos do evento, caso ocorra (COOPER *et al.*, 2005).

Para o propósito deste trabalho, será adotada a definição de risco apresentada por Gorrod (2004), Cooper *et al.* (2005) e Hubbard (2007), na qual o risco corresponde a exposição às consequências da incerteza, sendo composto tanto pela possibilidade de ocorrência de um dado evento como pelas suas consequências, caso este venha ocorrer.

Do ponto de vista do gerenciamento de risco nos negócios, os riscos podem ser divididos em três categorias (BENAROCH, 2002; CHEN *et al.*, 2009): (i) Riscos internos, (ii) Riscos da concorrência e (iii) Riscos de mercado. Os riscos internos são gerados por fatores endógenos. Eles podem ser resultado de incertezas sobre a habilidade da empresa em financiar investimentos intensivos a longo prazo, do desenvolvimento de capacidades para atingir um investimento, de combinar os objetivos do investimento com várias unidades organizacionais, entre outros. Estes fatores afetam a habilidade da empresa em realizar a oportunidade de investimento.

Os riscos da concorrência são resultantes de incertezas sobre a possibilidade de um competidor realizar um movimento antecipatório aos resultados do investimento ou simplesmente copiar o investimento da empresa e melhorá-lo. Estes riscos aumentam a possibilidade do investimento realizado pela empresa perder parte ou a totalidade dos retornos esperados.

Os riscos de mercado resultam de fatores exógenos que afetam todas as empresas que realizam o mesmo investimento. Estes riscos podem ser resultantes de incertezas sobre a demanda de um produto ou serviço, potenciais mudanças regulatórias, capacidade não comprovada de uma tecnologia, surgimento de uma tecnologia substituta superior ou mais barata, entre outros. Estes fatores podem afetar a habilidade da empresa em obter os resultados esperados com a realização do investimento.

Considerando as categorias de riscos apresentadas, a análise de risco pode ser dividida em quatro etapas (PMI, 2004; COOPER *et al.*, 2005; AVEN, 2008): (i) Planejamento, (ii) Identificação dos riscos, (iii) Análise dos riscos e (iv) Tratamento dos riscos. Na etapa de planejamento são realizadas a definição do problema e a seleção do método de análise. O planejamento envolve o desenvolvimento de uma estrutura para as tarefas de identificação e análise dos riscos.

Durante o planejamento é necessário estabelecer o ambiente organizacional e o ambiente do projeto onde a análise dos riscos será realizada; especificar os principais objetivos e resultados desejados; identificar os critérios de sucesso com os quais as consequências dos riscos podem ser mensuradas e definir os elementos chaves para estruturar a identificação dos riscos e o processo de análise. As informações utilizadas para esta etapa incluem alguns documentos chaves do projeto como: estratégia de execução do projeto, previsões de custo e cronograma e outros documentos relevantes sobre o projeto e seus propósitos (AVEN, 2008; VOSE, 2008).

A identificação dos riscos determina que eventos podem afetar os objetivos do projeto e como estes eventos podem ocorrer. O processo de identificação dos riscos deve ser abrangente, uma vez que os riscos não identificados não podem ser avaliados e sua ocorrência no futuro pode ameaçar o sucesso do projeto. O processo deve ser estruturado utilizando-se elementos chaves para examinar sistematicamente os riscos em cada área do projeto. As informações utilizadas na identificação dos riscos podem incluir dados históricos, análise teórica, análise empírica de dados e opinião do grupo de projeto, de especialistas e dos demais interessados no projeto. Entre as técnicas utilizadas neste processo pode-se citar: *brainstorming*, *checklists*, questionários, exame de projetos similares e técnicas que incorporam a opinião de especialistas (GORROD, 2004; COOPER *et al.*, 2005).

A análise de risco diz respeito a todo o processo de análise e avaliação dos riscos. Isto inclui o uso das informações disponíveis para determinar quão frequente determinados eventos podem ocorrer e a magnitude de suas consequências. A avaliação dos riscos inclui o processo de comparação do risco estimado contra um critério estabelecido para determinar a significância do risco. Para isto, é necessário desenvolver um sistema ou estrutura de elementos para exame do projeto; utilizar uma abordagem quantitativa ou semi-quantitativa para acessar a probabilidade dos eventos associados a cada elemento e suas consequências; converter a consequência e probabilidade em nível de risco e estabelecer a prioridade dos elementos/eventos analisados. As informações utilizadas na análise podem incluir dados

históricos, análise teórica, análise empírica de dados e opinião de especialistas ou pessoas envolvidas no projeto (GORROD, 2004; AVEN, 2008).

O tratamento dos riscos deve determinar o que será feito em resposta aos riscos identificados, com o objetivo de reduzir a exposição aos mesmos. A menos que ações sejam tomadas, a identificação e análise dos riscos não terão valor. O tratamento dos riscos deve converter as etapas anteriores em ações reais para redução dos riscos. Os dados utilizados para esta etapa são: a lista de riscos e suas prioridades ajustadas; e os planos e orçamento do projeto. Os passos desta etapa envolvem: identificar as opções para reduzir as probabilidades ou consequências de cada elemento/evento priorizado; determinar os benefícios potenciais e os custos de cada opção; selecionar a melhor opção para o projeto; desenvolver e implementar um plano de ações para mitigar os riscos; e realizar uma previsão orçamentária apropriada (COOPER *et al.*, 2005).

Apesar da análise de risco ser um tema estabelecido na literatura, os métodos existentes não oferecem uma avaliação clara da viabilidade econômica dos projetos. Para tal avaliação, os analistas necessitam empregar métodos de análise de investimentos, que na sua grande maioria possuem fraca interação com os métodos de análise de risco, como é discutido a seguir.

## **2.2. MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS AJUSTADOS AO RISCO**

Nas últimas décadas, muitas ferramentas para identificação e avaliação do risco têm apresentado avanços graças ao desenvolvimento da informática e do gerenciamento de dados. Tal tecnologia também propiciou avanços nas teorias financeiras e econômicas, possibilitando o desenvolvimento de novas abordagens para a análise do risco. Entre as abordagens mais utilizadas atualmente pode-se citar: (i) abordagem tradicional com o valor ajustado ao risco, (ii) abordagens probabilísticas, e (iii) Opções Reais.

### **MÉTODOS TRADICIONAIS E O VALOR AJUSTADO AO RISCO**

A abordagem tradicional para análise de investimentos tem como objetivo identificar a oportunidade mais rentável dentre diversas opções disponíveis, buscando otimizar a alocação dos recursos financeiros. Os métodos tradicionais de avaliação partem do pressuposto básico de que o risco, ou a incerteza, não são considerados numa primeira análise pelos tomadores de decisão (BACON, 1992). Para contornar este fato, os tomadores de

decisão precisam calcular o valor ajustado ao risco para o projeto, seja aumentando a taxa de retorno esperada ou reduzindo o período para recuperação do capital investido. Entre os métodos tradicionais mais utilizados, pode-se destacar (GRAHAM; HARVEY, 2001): o *Payback*, a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL).

O método *Payback* define o número de períodos (geralmente em anos) necessários para a recuperação do investimento inicial. O método *Payback* tradicional não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo e também não serve como medida de lucratividade, uma vez que as entradas e saídas de caixa após o período de recuperação do investimento inicial são ignoradas (MONTEIRO, 2003). Uma evolução deste método é o *Payback* descontado, o qual calcula o valor presente de todos os fluxos de caixa por uma dada taxa de desconto (LONGMORE, 1989). No entanto, ambos os métodos desconsideram os fluxos de caixa posteriores ao período de recuperação do investimento.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma medida da taxa de rentabilidade. Por definição, a TIR é uma taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial (BALARINE, 2004). No entanto, uma análise de investimentos apoiada apenas na TIR pode levar a resultados não realistas. Muitas vezes, a TIR calculada não é razoável para o reinvestimento dos fluxos de caixa futuros; ou também é possível que existam múltiplas taxas de retorno em um único projeto. No segundo caso, a difícil definição de qual taxa deveria ser utilizada na comparação com a taxa mínima torna o método pouco confiável (ROSS *et al.*, 1998).

O Valor Presente Líquido (VPL), considerado um dos métodos tradicionais mais consistente, é a diferença entre o valor presente das entradas e saídas de caixa presentes e futuras, descontadas a taxa de juros (taxa de desconto) (SMART *et al.*, 2004). O ponto crítico da abordagem do VPL está na decisão de qual taxa de desconto utilizar. As taxas de desconto são influenciadas pelo nível de risco e duração do projeto, e tendem a crescer acompanhando as taxas de juros e a inflação (TRIGEORGIS, 1996).

Outra limitação que afeta o VPL, e praticamente todos os métodos tradicionais, está na necessidade de se assumir que o analista seja capaz de prever os fluxos de caixa futuros e que as premissas adotadas permanecerão estáticas durante todo o projeto, sem qualquer intervenção dos gerentes em caso de resultados inesperados e desfavoráveis (SMART *et al.*, 2004; PUTTEN; MACMILLIAN, 2004).

Na análise de investimentos, quanto mais distante for o horizonte de tempo, maiores

serão as incertezas e mais imprecisas serão as previsões dos fluxos de caixa. Desta forma, nos métodos tradicionais, erros na previsão dos fluxos de caixa podem levar à aceitação de um projeto que deveria ser rejeitado, ou vice-versa (BLOCK, 2007). Além disso, a estimativa de taxas futuras é tanto difícil como incerta, e a premissa adotada pelos métodos de que a taxa de desconto é a mesma durante todo o projeto pode não ser realista (MONTEIRO, 2003).

Para contornar tais limitações é necessário ajustar os valores do projeto para seu nível de risco. A forma mais utilizada de ajuste consiste em calcular o seu “valor ajustado ao risco”. Entre as principais abordagens para o ajuste ao risco encontram-se as que se baseiam na avaliação dos fluxos de caixa descontados, pela qual se avalia um ativo descontando os seus fluxos de caixa a uma determinada taxa de desconto. Nesse caso, o ajuste pode assumir a forma de uma taxa de desconto maior ou de uma redução no valor dos fluxos de caixa esperados, baseado em alguma mensuração do risco do ativo (PLENBORG, 2002).

Das abordagens que avaliam fluxos de caixa descontados, a mais utilizada pelos tomadores de decisão é a da taxa de desconto ajustada para o risco, em que se utilizam taxas de desconto mais elevadas para descontar fluxos de caixa esperados de ativos com maior risco, e taxas de desconto menores quando se avalia ativos com fluxos de caixa mais seguros (SLATER *et al*, 1998). No entanto, alguns tomadores de decisão preferem ajustar para o risco os fluxos de caixa esperados. Nesse processo, os analistas substituem os fluxos de caixa esperados, incertos, por fluxos de caixa equivalentes certos, por meio de um processo de ajuste para o risco semelhante ao empregado para ajustar taxas de retorno (GREGORY, 1978, DAMODARAN, 2009).

Outra abordagem para mensuração do risco consiste em fazer um ajuste pós-avaliação para o valor do ativo. Nesse caso avalia-se um investimento ou ativo com risco como se não apresentasse riscos, e então se efetua o ajuste para o risco, após a avaliação. Esses ajustes pós-avaliação, muitas vezes, ocorrem na forma de descontos sobre o valor estimado, mas há também casos em que o potencial de lucros com o risco é refletido na forma de prêmios (DAMODARAN, 2009).

## **ABORDAGENS PROBABILÍSTICAS**

Não obstante a alta popularidade das abordagens tradicionais, todas têm algo em comum: o risco de um ativo está contido em um número, seja numa taxa de desconto mais elevada, fluxos de caixa reduzidos ou um desconto no valor. Da mesma forma, o cálculo quase sempre requer a adoção de hipóteses muitas vezes rígidas sobre a natureza do risco

(DAMODARAN, 2009).

As abordagens probabilísticas são potencialmente mais informativas no momento de avaliar e apresentar os riscos presentes em um investimento. Em vez de calcular um valor esperado que busque refletir diferentes desfechos possíveis, esses modelos permitem fornecer informações sobre qual o valor que o ativo terá para cada um dos desfechos possíveis, ou no mínimo para alguns deles. Entre os principais modelos probabilísticos, pode-se destacar: (i) Análise de Cenários, (ii) Árvores de Decisão, e (iii) Simulação de Monte Carlo.

Na análise de cenários, estimam-se os fluxos de caixa esperados e os valores de ativos para diferentes situações com a intenção de visualizar o efeito do risco sobre o seu valor. Cada informação que entra no cálculo do valor do ativo é configurada em seu melhor e pior resultado, e assim os fluxos de caixa são estimados com esses valores. Dessa maneira, os tomadores de decisão podem se utilizar da diferença entre os valores do melhor e do pior caso como a medida do risco do ativo (CLEMONS, 1995).

Também é possível realizar uma análise de cenários múltiplos, que não fica restrita ao melhor e pior casos. Neste método o valor do ativo é calculado sob diferentes cenários, alterando-se as hipóteses para as variáveis macroeconômicas e específicas ao ativo. É possível apresentar o resultado de uma análise de cenários na forma de valores para cada cenário ou como um valor esperado desses diferentes cenários, se for possível estimar uma probabilidade para cada caso (POSTMA; LIEBL, 2005; DAMODARAN, 2009).

As árvores de decisão são eficientes em alguns tipos de projetos e ativos em que o risco, além de discreto, assume um caráter sequencial. Nestes casos, a falha do projeto em qualquer ponto significa uma potencial perda total do seu valor. Em situações como estas, as árvores de decisão permitem considerar o risco em cada estágio, assim como conceber as respostas corretas para os resultados obtidos em cada um deles (QUINLAN, 1987).

Uma árvore de decisão representa uma tabela de decisão sob a forma de uma árvore, compostas por vários tipos de nós: (i) nó raiz, que representa o início da árvore de decisão; (ii) nós de eventos, que simbolizam os possíveis desfechos de uma aposta; (iii) nós de decisão, que representam escolhas que o tomador de decisão pode tomar; e (iv) nós de fim, que em geral representam os desfechos de decisões tomadas em reação a desfechos prévios.

Existem dois dados-chave gerados por uma árvore de decisão. O primeiro é o valor esperado para o momento presente, obtido ao se percorrer toda a árvore de decisão. Esse valor esperado incorpora as potenciais perdas e oportunidades do risco e as ações que devem ser

tomadas em reação a elas. O segundo é a faixa de variação dos valores nos nós de fim, que contém o risco em potencial de um investimento (DAMODARAN, 2009).

A simulação de Monte Carlo oferece uma maneira de examinar os efeitos de riscos contínuos, proporcionando um quadro mais completo do risco presente em um investimento ou ativo (HERTZ, 1964). Na sua forma clássica, as distribuições de valores são estimadas para cada parâmetro de análise. Em cada rodada da simulação é obtido um resultado para cada uma das distribuições, gerando um conjunto único de fluxos de caixa. Se o número de rodadas da simulação for grande, será obtida uma distribuição para esses valores que refletirá a incerteza subjacente enfrentada ao se estimar os dados de entrada necessários à avaliação (LAW; KELTON, 2000).

As etapas associadas à execução da simulação são as seguintes: (i) determinar as variáveis probabilísticas; (ii) definir as distribuições probabilísticas para essas variáveis; (iii) verificar a correlação entre as variáveis; e (iv) executar a simulação. Na primeira simulação é extraído um resultado de cada distribuição e calculado o valor base nesse resultado. Esse processo é repetido quantas vezes forem desejadas. Quanto maior o número de repetições menor o erro da estimativa do método (LAW; KELTON, 2000; DAMODARAN, 2009).

## **OPÇÕES REAIS**

Embora ainda pouco adotada, a abordagem das Opções Reais vem sendo apontada como o novo paradigma na análise econômica de investimentos (DIAS, 2005). O termo “opções reais” foi criado pelo professor Stewart C. Myers em 1977, quatro anos após a publicação dos artigos seminais de Black e Scholes (1973) e Merton (1973) sobre valoração de opções financeiras. Myers (1977) caracterizou as oportunidades de investimento das empresas em ativos reais como sendo análogas a opções de compra sobre esses mesmos ativos. Assim, a teoria reconhece e valoriza o fato de que as empresas têm o direito, mas não a obrigação, de investir uma quantia X em um projeto que vale Y (DIAS, 2005). As opções reais são utilizadas para a avaliação de ativos (ativos reais) que não são negociados no mercado, como por exemplo: projetos de investimento de capital, avaliação de propriedades intelectuais, avaliação de terras, avaliação de fontes de recursos naturais, avaliação de projetos de pesquisa, entre outros (SANTOS, 2001). Seu conceito principal está fundamentado na teoria das opções financeiras, uma vez que as decisões gerenciais ao longo da vida útil de um projeto podem ser consideradas análogas às opções, pois existe um direito, mas não uma obrigação de se investir (DIAS, 2005).



Uma opção real é a flexibilidade que um gerente tem para tomar decisões a respeito de ativos reais. No momento em que as novas informações vão surgindo e as incertezas sobre o fluxo de caixa vão se revelando, os administradores podem tomar decisões que venham a influenciar positivamente no valor final de um projeto (DIXIT; PINDYCK, 1994).

As decisões com as quais os administradores frequentemente se deparam são: qual o momento certo de investir, de abandonar ou parar temporariamente um projeto, de modificar as características operacionais ou ainda trocar um ativo por outro? Desta forma, um projeto de investimento de capital pode ser considerado como um conjunto de opções reais sobre um ativo real (SANTOS, 2001; KUMAR, 2002).

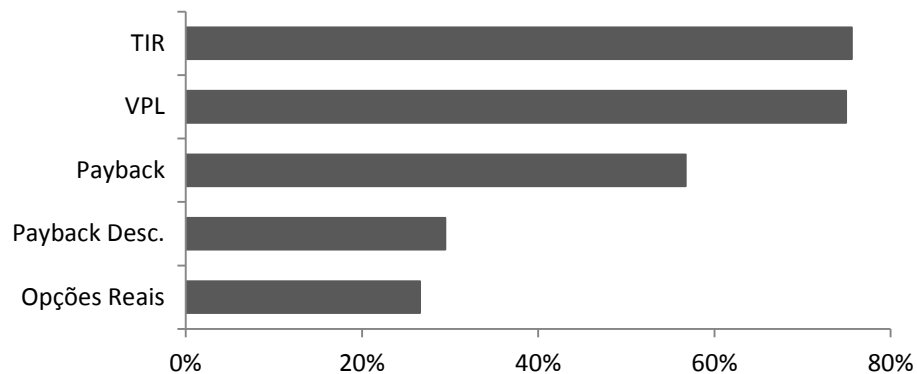
As opções reais geralmente são classificadas pelo grau de flexibilidade que oferecem. Trigeorgis (1993, 1996) e Monteiro (2003) apresentam as seguintes classificações genéricas para os tipos de opções em avaliação de projetos: (i) Opção de adiamento, utilizada em situações nas quais é possível adiar o início de um projeto; (ii) Opção de abandono, permite abandonar um projeto permanentemente ou realizar o valor de liquidação dos ativos investidos; (iii) Opção de retração, possibilita reduzir o tamanho do projeto quando as condições tornam-se adversas durante o investimento; (iv) Opção de expansão, permite aumentar os investimentos em um projeto mediante um ambiente favorável; e (v) Opção de prorrogação, possibilita estender o tempo de vida de um projeto contra o pagamento de um preço de exercício.

Existem argumentos favoráveis e desfavoráveis com relação ao uso de Opções Reais em substituição aos métodos tradicionais. Uma das diferenças importantes com relação ao método tradicional do VPL na análise projetos de investimentos é que as opções reais incentivam a realização de investimentos por fases, valorizando a aprendizagem entre as fases. A informação obtida numa fase serve para decidir sobre o projeto na fase subsequente (DIAS, 2005).

Ainda, segundo Dixit e Pindyck (1994), três fatores importantes afetam as decisões de investimento: o momento ótimo para a realização do investimento, a incerteza a respeito da lucratividade e o seu grau de irreversibilidade (ou seja, quanto do investimento inicial pode ser recuperado). Segundo esses autores, os métodos tradicionais de análise, como VPL e TIR, não consideram a interação entre irreversibilidade, incerteza e escolha do momento ótimo de um investimento.

No entanto, uma pesquisa realizada por Graham e Harvey (2001), com 392 diretores

financeiros de empresas de vários tipos e tamanhos nos EUA e Canadá sobre suas práticas financeiras, mostrou que a maioria das empresas usa mais de um método de análise nas decisões de investimentos. Perguntados sobre quais métodos eram utilizados sempre ou quase sempre em suas análises, os entrevistados apontaram um amplo uso dos métodos tradicionais (TIR, VPL e *Payback*) em detrimento de métodos novos mais complexos como Opções Reais. A Figura 2 mostra o resultado da pesquisa referente aos métodos mais utilizados pelas empresas pesquisadas.



**Figura 2 – Métodos de análise mais utilizados por empresas dos EUA e Canadá**  
 Fonte: adaptado de Graham e Harvey (2001)

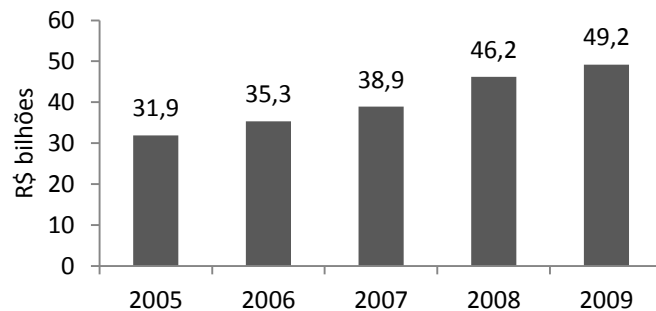
Embora a pesquisa de Graham e Harvey (2001) mostre que um número considerável de usuários vêm adotando opções reais em suas análises, um número igualmente expressivo parece estar insatisfeito com o método. Em 2001, um estudo da Bain & Company realizado com 451 executivos que haviam testado a abordagem de Opções Reais revelou que um terço destes abandonou o método no mesmo ano. Segundo os executivos, opções embutidas em decisões administrativas são muito mais complexas e ambíguas do que opções financeiras. Desta forma, o receio é que seja perigoso tentar reduzir tamanha complexidade para um ajuste aos modelos típicos de opções como o Black-Sholes-Merton, que emprega só cinco ou seis variáveis (COPELAND; TUFANO, 2004).

Em uma pesquisa realizada por Block (2007), com 279 respondentes de empresas pertencentes à *Fortune 1000*, apenas 14,3% afirmaram utilizar opções reais no processo de orçamento de capital. As principais razões dadas pelos usuários que não utilizam o método foram, em ordem de importância: (i) a falta de suporte da alta gerência, hesitante em aceitar uma metodologia que ela não consegue acompanhar passo a passo; (ii) a confiança nos métodos tradicionais, por serem métodos já comprovados, (iii) o alto grau de sofisticação exigido pelo método de Opções Reais, e (iv) um possível encorajamento excessivo ao risco provocado pelo uso do método.

Enquanto muitos proponentes de Opções Reais são críticos quanto às análises dos métodos tradicionais em ambientes de risco, Block (2007) esclarece que tais análises não são um erro em si. Análises como a do VPL falham quando desconsideram o efeito das incertezas. O VPL pode oferecer uma boa avaliação se todas as opções (investir, não investir, postergar, etc.) forem conhecidas e avaliadas no início do projeto.

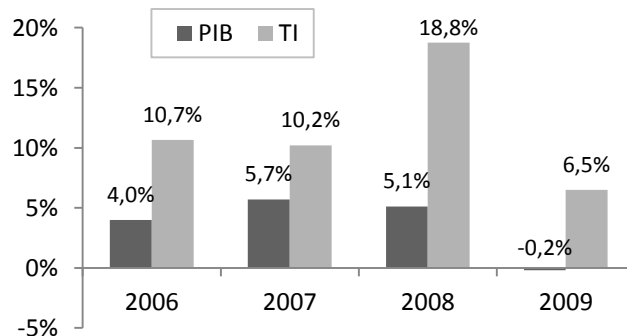
### 2.3. INVESTIMENTOS EM TI

Os investimentos em TI têm se tornado uma parte dominante do orçamento das empresas, tanto de serviços como de manufatura. Pesquisas realizadas pelo grupo E-Consulting (2009) têm mostrado um contínuo crescimento nos investimentos em TI realizados no Brasil (Figura 3). Mesmo com a crise financeira global que teve início em setembro de 2008, os investimentos em TI no Brasil mantiveram um crescimento de 6,5% no ano de 2009. Para a economia mundial, a expectativa a longo prazo é de recuperação, retomando uma taxa de crescimento de 6% ao ano até 2012 (IDG, 2010).



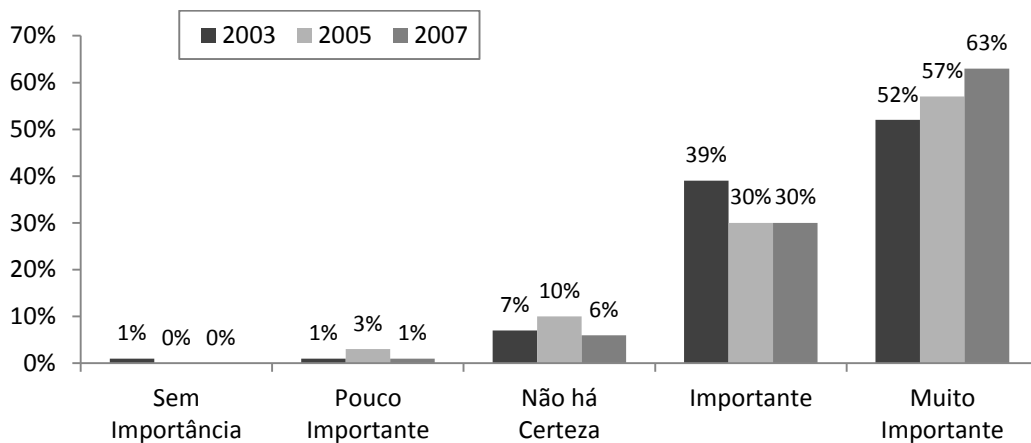
**Figura 3 – Investimentos em TI realizados no Brasil (anual)**  
Fonte: E-Consulting (2010)

Quando comparado ao crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, fica visível que os investimentos em TI apresentam um crescimento acentuado, não apenas em valores absolutos, mas também em relação à taxa de crescimento do PIB (Figura 4).



**Figura 4 – Taxa de crescimento anual do PIB brasileiro e dos investimentos em TI no Brasil**  
Fonte: IBGE (2010); E-Consulting (2010)

Além dos resultados de crescimento nos investimentos em TI, um estudo realizado pelo IT Governance Institute (ITGI, 2008), envolvendo 749 diretores executivos de empresas de diversos países, mostra um crescimento da importância da TI ao longo dos anos (Figura 5). Perguntados sobre quão importante é a TI para alcançar o sucesso da estratégia ou visão da empresa, 93% dos entrevistados em 2007 responderam que a TI é Importante ou Muito importante para a estratégia. Isto representa um crescimento de 6% em relação ao ano de 2005.



**Figura 5 – Importância da TI**  
Fonte: ITGI (2008)

Por outro lado, a evidência de uma relação entre os investimentos em TI e o desempenho de negócio nas empresas vem sendo um ponto de discussão entre vários autores. Nos trabalhos realizados por Brynjolfsson e Hitt (1996), Im *et al.* (2001), Santhanam e Hartono (2003) e Loukis *et al.* (2009), os autores encontraram evidências empíricas de uma relação estatística positiva entre investimentos em TI e algumas medidas de desempenho de negócio.

Entretanto, Stiroh (1998) e Hartman (2002) chegaram a resultados que apontam para uma direção contrária, indicando que devem existir variáveis adicionais que influenciam o efeito da TI no desempenho de negócio. O trabalho de Arvanitis (2005) mostra que quando combinado com outros investimentos complementares, como em práticas organizacionais, habilidades humanas, reengenharia do processo de negócios, entre outros, os efeitos dos investimentos em TI crescem significativamente.

Esta discussão mostra que projetos de TI são complexos e que as suas implicações nem sempre são bem entendidas. Embora existam muitos estudos sobre análise de investimentos em projetos com tecnologias genéricas para manufatura (CSASZAR *et al.*, 2006; LAWSON *et al.*, 2006; SHEHABUDEEN *et al.*, 2006), os projetos de TI têm um

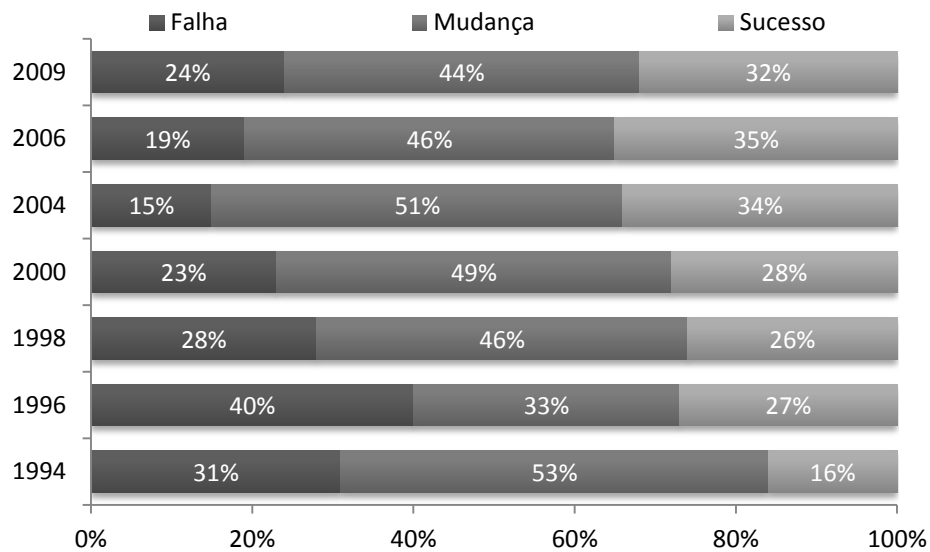
número de características únicas que devem ser consideradas.

Como um dos investimentos predominantes em várias empresas e com um impacto potencialmente desastroso quando falhas ocorrem, os investimentos em TI diferem de outros investimentos tecnológicos por estarem mesclados tanto com a estrutura da empresa como com seu processo organizacional. Desta forma, eles geram incertezas de ambas as perspectivas (WU; ONG, 2008).

As incertezas tecnológicas resultam do fato da TI mudar rapidamente, assim um projeto pode tornar-se obsoleto mais rápido que a expectativa criada pela empresa. Uma nova tecnologia pode ser posta em obsolescência por uma tecnologia concorrente que não tenha sido prevista dentro dos riscos estratégicos (WHITTAKER, 1999).

As incertezas organizacionais são ainda mais perigosas porque são endógenas. Os tipos de incertezas encontradas podem ser: resistência dos usuários, falta de comprometimento, custo de mudança das pessoas, custos de manutenção incorridos durante o processo de implementação, etc. (PARENT; REICH, 2009). A dinâmica destes fatores pode trair muitos gerentes e fazer com que o projeto falhe, gerando resultados aquém do esperado. Projetos podem ser considerados falhos quando o escopo esperado, custo e cronograma não são alcançados, os benefícios esperados não são realizados ou os envolvidos não estão satisfeitos com aspectos do processo ou resultados. Projetos de TI, em particular, possuem uma alta taxa de falha (KUTSCH; HALL, 2005).

Um estudo realizado pelo Standish Group sobre o desempenho dos projetos de TI dentro dos Estados Unidos mede periodicamente a taxa de sucesso dos projetos e os principais fatores que influenciam seus resultados. Os projetos são classificados em três grupos: (i) Projetos de sucesso: aqueles entregues dentro do prazo e orçamento, com todas as funcionalidades especificadas; (ii) Projetos modificados: aqueles entregues fora do prazo, fora do orçamento ou sem algumas das funcionalidades previstas; e (iii) Projetos falhos: aqueles cancelados antes de sua finalização ou com falhas severas. A Figura 6 apresenta um resumo dos estudos do Standish Group (2000; 2009) nos últimos 16 anos.



**Figura 6 – Desempenho dos projetos de TI**  
**Fonte: Standish Group (2000; 2009)**

Embora o estudo do Standish Group mostre que a taxa de sucesso dos projetos de TI tenha aumentado na última década, o índice de falhas ainda é alto e vem crescendo a partir de 2004. Segundo Standish Group (2000), a maioria dos projetos falha não por falta de recursos financeiros ou acesso à tecnologia, mas por falta de conhecimento em gestão de projetos. Este problema afeta não apenas a figura do gerente de projetos, mas a toda equipe envolvida. De forma semelhante, uma pesquisa realizada por Whittaker (1999) aponta que as causas mais comuns para falha em projetos de TI são a falta de envolvimento da alta gerência, um estudo de negócio fraco e um gerenciamento de risco inadequado.

#### **2.4. RISCOS EM PROJETOS DE TI**

Os riscos em TI têm sido estudados sobre várias perspectivas, tanto em uma análise teórica da anatomia dos riscos quanto no contexto do valor da informação (KUMAR, 2002). Alguns pesquisadores têm examinado os riscos no contexto do gerenciamento de projetos de TI (BOEHM; IDENTZHING, 1991; JIANG, KLEIN, 2001). Estes riscos podem ser divididos em várias categorias que descrevem as dimensões de um projeto de tecnologia de informação. A Figura 7 apresenta um resumo dos principais riscos em projetos de TI encontrados na literatura.

<b>Categoria de Risco</b>	<b>Fator de Risco</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências</b>
<b>Custos</b> <i>Incerteza quanto à conclusão do projeto dentro dos custos projetados.</i>	Atendimento ao orçamento	Quão bem os custos e contingências do projeto estão estimados?	6, 11, 13, 18, 20, 21, 24
	Exposição financeira	Até que ponto o projeto permite abordagens de contingência para eventos inesperados?	8, 11, 12, 13, 18, 20
	Estimativas e contingências	Quão seguro é o projeto quanto às estimativas de custos e contingências?	2, 10, 12, 16, 24
<b>Benefícios</b> <i>Incerteza quanto à completa realização dos benefícios esperados.</i>	Clareza dos benefícios	Quão claro estão descritos os benefícios do projeto? Necessita-se de algum trabalho adicional para alcançar os benefícios?	3, 4, 11, 13, 15, 17, 19, 24
	Confiabilidade dos benefícios	Quão confiável é a lógica que liga os benefícios esperados com os resultados do projeto?	3, 4, 10, 18
	Validação dos benefícios	Até que ponto os benefícios planejados foram validados?	3, 4, 11, 13, 18
	Plano de realização dos benefícios	Todas as iniciativas necessárias para a realização dos benefícios foram identificadas no projeto?	3, 4, 11, 13, 17, 18
	Mensuração dos benefícios	Até que ponto é possível medir os benefícios do projeto?	3, 4, 6, 15, 21
	Métricas e alvos para os benefícios	Existem métricas e alvos estabelecidos para os benefícios chave?	3, 4, 15, 17, 19, 21
	Processo de captura dos benefícios	Existem processos para capturar e alavancar benefícios inesperados que forem descobertos?	13, 15, 18, 20
<b>Habilidades e experiência</b> <i>Incerteza sobre a existência das habilidades em TI e experiência necessária para realização do projeto.</i>	Habilidades em TI	A equipe de TI envolvida no projeto possui as qualidades técnicas necessárias?	5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 22, 24
	Habilidades na área de negócios	A equipe envolvida no projeto possui a experiência necessária na área de negócios do projeto?	5, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 19, 21
	Habilidades em gerenciamento de projetos	Quão experiente é a equipe no gerenciamento de projetos?	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24
<b>Tamanho e complexidade</b> <i>Incerteza devido ao tamanho e complexidade do projeto.</i>	Tamanho do projeto	Quão grande é o trabalho de TI no projeto?	5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 18, 19, 20, 23, 24
	Complexidade do projeto	Quão complexo é o projeto em relação a outros projetos realizados pela empresa?	5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24
	Dependência de outros projetos	Quão dependente é o projeto do sucesso de outros projetos ou iniciativas de negócios?	5, 7, 8, 14, 15, 24
	Dependência de indivíduos	Quão dependente é o projeto da habilidade e experiência de um time	5, 6, 7, 14, 19, 21

		específico de membros?	
	Dependência de fornecedores	Quão dependente é o projeto de um fornecedor específico?	5, 10, 12, 17, 18
<b>Arquitetura e desempenho</b> <i>Incerteza sobre a estabilidade da arquitetura, do suporte de infraestrutura e desempenho esperado para o projeto</i>	Alinhamento da arquitetura	Quanto à tecnologia proposta está alinhada com a arquitetura de TI da empresa?	12, 15, 19, 20, 21
	Segurança	Quanto o projeto está compatível com as políticas de segurança da empresa?	10, 12, 18, 21, 23
	Ponto crítico de desempenho	Quanto os benefícios são dependentes de um alto nível de desempenho dos produtos do projeto?	1, 2, 18, 21
<b>Cronograma</b> <i>Incerteza sobre conclusão do projeto dentro do cronograma projetado.</i>	Prazos de desenvolvimento	Os prazos projetados no cronograma são suficientes para o desenvolvimento do projeto?	1, 6, 10, 17, 19, 21
	Interrupção do desenvolvimento	Até que ponto os benefícios podem ser alcançados se o projeto for terminado em um estágio intermediário.	17, 18
<b>Clareza de escopo</b> <i>Incerteza sobre o escopo de investimento.</i>	Clareza do estado futuro	A situação futura foi claramente antecipada, compreendida e declarada no planejamento?	5, 7, 8, 12, 22
	Clareza dos resultados	Quão claros estão os resultados e suas relações com a realização dos benefícios do projeto?	5, 7, 8, 12, 19, 21, 24
	Clareza de foco nas áreas	Até que ponto as áreas chaves foram incorporadas no planejamento do projeto?	8, 12, 18, 21
<b>Suporte organizacional</b> <i>Incerteza sobre o suporte organizacional oferecido por patrocinadores, gerentes, unidades de negócios e usuários.</i>	Envolvimento das áreas de negócio	Quanto às áreas de negócio estão envolvidas com o projeto?	2, 8, 12, 19, 21, 24
	Suporte das áreas impactadas pela mudança	Quanto dos impactados pelas mudanças apoiam o projeto?	5, 8, 9, 12, 15, 17, 19, 21, 22, 24
	Disposição do patrocinador	Quão pronto, disposto e apto é o patrocinador para fazer do programa um sucesso?	5, 7, 8, 12, 18, 21
	Patrocinadores	Quanto à área de negócios está comprometida em patrocinar o projeto?	5, 7, 8, 10, 12, 15, 19
	Compromisso da fonte de recursos	Existem recursos disponíveis vindo das áreas de negócio afetadas pelo projeto?	2, 8, 12, 18, 21, 22
	Suporte de operações computacionais	Quão comprometido é o pessoal de TI para fornecer suporte durante o projeto?	12, 14, 17, 18
	Envolvimento da alta gerência	Quanto à alta gerência da área de negócios está comprometida com o projeto?	8, 9, 10, 15, 17, 19, 21, 22, 24
<b>Impacto da</b>	Extensão das mudanças	Quão extenso é o impacto do projeto?	5, 7, 14, 18, 19



<b>mudança</b> <i>Incertezas sobre a habilidade das unidades de negócio gerenciarem as mudanças.</i>	Capacidade de mudança	O pessoal impactado pelo projeto tem capacidade e habilidade para assimilar as mudanças implementadas pelo projeto?	5, 12, 15, 17, 19, 21, 22
<b>Ambiente de negócio</b> <i>Incerteza quanto à instabilidade e previsibilidade do ambiente de negócio.</i>	Adaptação às mudanças de negócio	Quantos dos benefícios projetados serão realizados se as prioridades de negócio mudarem?	7, 8, 10, 12, 23
	Sensibilidade do ambiente de negócio	Quanto os benefícios são contingentes na estabilidade do ambiente de negócios?	7, 12, 21
	Mudança das necessidades dos clientes	Os benefícios poderão ser alcançados se as necessidades dos clientes mudarem?	7, 12, 17, 18, 20, 21, 24
<b>Maturidade tecnológica</b> <i>Incerteza sobre a maturidade da tecnologia implantada.</i>	Maturidade de TI	Quão matura é a tecnologia a ser implementada pelo projeto?	5, 7, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 21, 22, 24
	Sofisticação da TI	Até que ponto as áreas afetadas estão familiarizadas com a tecnologia utilizada no projeto?	5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 17, 19, 24
<b>Gerenciamento de risco</b> <i>Incerteza sobre a adequação do projeto e seu gerenciamento de risco.</i>	Planejamento das diretrizes	Quanto o planejamento está adequado às boas práticas de gerenciamento de projeto?	8, 10, 12, 15, 18, 23
	Garantia da qualidade	Existe garantia do processo de qualidade planejado para o projeto?	8, 10, 12, 18, 23
	Tomada de decisão	Existe um processo efetivo para tomada de decisão no projeto?	12, 15, 16, 18, 19

- |                               |                                  |                                    |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Boehm (1988)               | 9. Jiang <i>et al.</i> (2000)    | 17. Wallace <i>et al.</i> (2004)   |
| 2. Boehm e Identzhing (1991)  | 10. Barki <i>et al.</i> (2001)   | 18. Benaroch <i>et al.</i> (2006)  |
| 3. Clemons (1991)             | 11. Benaroch (2001)              | 19. Lientz e Larssen (2006)        |
| 4. Kemerer e Sosa (1991)      | 12. Schmidt <i>et al.</i> (2001) | 20. Benaroch <i>et al.</i> (2007)  |
| 5. Barki <i>et al.</i> (1993) | 13. Benaroch (2002)              | 21. OGC (2007)                     |
| 6. Karolak (1996)             | 14. Jiang <i>et al.</i> (2001)   | 22. Chen <i>et al.</i> (2009)      |
| 7. Moynihan (1997)            | 15. Iversen <i>et al.</i> (2004) | 23. Parent e Reich (2009)          |
| 8. Keil <i>et al.</i> (1998)  | 16. Kliem (2004)                 | 24. Warkentin <i>et al.</i> (2009) |

**Figura 7 – Principais riscos em projetos de TI**

## 2.5. MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO PARA PROJETOS DE TI

Vários modelos de gerenciamento de riscos têm sido desenvolvidos nas últimas décadas como resultado do estudo dos riscos envolvidos nos projetos de TI. A maior parte destes modelos é orientada na direção de identificar as diferentes categorias de risco, avaliando suas importâncias relativas para o projeto e implementando estratégias para gerenciá-los. Esta seção apresenta os principais modelos de análise de risco em TI encontrados na literatura e os tipos de opções reais utilizadas como configurações alternativas nos investimentos de TI para valorizar projetos frente ao risco.

## **FRAMEWORKS PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS E GOVERNANÇA DE TI**

As empresas, em um nível mais amplo, podem abordar o gerenciamento de projetos e a governança da TI com práticas desenvolvidas internamente ou podem adotar padrões que foram desenvolvidos e aperfeiçoados pela experiência combinada de centenas de pessoas e empresas. Nas últimas duas décadas, vários *frameworks* para gerenciamento de projetos e governança de TI têm sido desenvolvidos e diferentes métodos para avaliar o impacto da TI e seu desempenho têm sido empregados (LARSEN *et al.* 2006).

Nem todos os *frameworks* são explícitos quanto ao gerenciamento dos riscos em TI. Grande parte dos *frameworks* aborda o gerenciamento de risco apenas em linhas gerais. Nesta seção, são apresentados alguns dos principais *frameworks* para gerenciamento de projetos e governança de TI comprometidos mais diretamente com a análise dos riscos que envolvem esta tecnologia. Uma lista mais detalhada dos *frameworks* disponíveis atualmente no mercado é apresentada em Larsen *et al.* (2006) e Parent e Reich (2009).

### **PMBOK**

O *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) foi elaborado pelo *Project Management Institute* (PMI), uma organização não-governamental dedicada às necessidades dos gerentes de projetos do mundo todo. O PMBOK é um *framework* genérico, destinado ao gerenciamento de projetos para todas as áreas do conhecimento. Ele foi elaborado com a colaboração de várias dezenas de profissionais afiliados ao PMI e de origens diversas. A primeira versão do PMBOK foi publicada em 1996 (FERNANDES; ABREU, 2006).

O PMBOK formaliza diversos conceitos em gerenciamento de projetos, como a própria definição de projeto e do seu ciclo de vida. O principal objetivo do PMBOK é identificar um conjunto de conhecimentos sobre gerenciamento de projetos reconhecido como boa prática. Estes conhecimentos estão categorizados em nove áreas e os processos relacionados são organizados em cinco grupos de processos ao longo do ciclo de vida do projeto (PMI, 2010).

As nove áreas de conhecimento caracterizam os principais aspectos envolvidos em um projeto e no seu gerenciamento: (i) Integração, (ii) Escopo, (iii) Tempo, (iv) Custos, (v) Qualidade, (vi) Recursos humanos, (vii) Comunicações, (viii) Riscos e (ix) Aquisições. Os cinco grupos de processos de gerenciamento de projetos são: (i) Iniciação, (ii) Planejamento, (iii) Execução, (iv) Monitoramento e Controle, e (v) Encerramento (PMI, 2010).

## **PRINCE2**

A metodologia PRINCE foi estabelecida primeiramente em 1989 pelo CCTA (*Central Computer and Telecommunications Agency*) do governo Britânico. A PRINCE2 foi lançada em 1996 em resposta aos requisitos dos usuários para melhorar a orientação de gestão de projetos para todos os tipos de projeto, além dos projetos de TI (PRINCE2, 2010).

Da mesma forma que o PMBOK, a PRINCE2 também possui o seu modelo de maturidade. A metodologia PRINCE2 é baseada nas experiências com os projetos, gerentes de projetos e equipes de projeto que contribuíram com os seus erros, acertos e sucessos (FERNANDES; ABREU, 2006).

O objetivo do PRINCE2 é fornecer um método que: (i) possa ser repetido por todos os projetos; (ii) possa ser ensinado; (iii) assegure que os membros dos projetos saibam o que será exigido deles, onde, como e quando; (iv) previna mais cedo contra problemas no projeto; (v) permita ser proativo, capaz de acomodar mudanças repentinas, oriundas de eventos inesperados; (vi) forneça um guia consistente para os gerentes de projetos e demais interessados, facilitando o planejamento, controle e comunicação no âmbito do projeto (PRINCE2, 2010).

## **TENSTEP**

TenStep é uma metodologia desenvolvida pela TenStep Inc. para o processo de gerenciamento de projetos. Ela tem como objetivo auxiliar os profissionais e empresas no gerenciamento de projetos mediante fornecimento de ferramentas, processos e procedimentos empregáveis na definição, planejamento, controle e conclusão de projetos (BISCHOFF, 2008; TENSTEP, 2010).

A metodologia se caracteriza por: (i) ser compatível com os padrões estabelecidos pelo PMBOK; (ii) estar presente em praticamente todos os países do mundo e traduzida para 12 línguas diferentes; (iii) prover processos, procedimentos, melhores práticas, técnicas, modelos de formulários (*templates*), bibliotecas com papéis complementares e fluxogramas para o gerenciamento de projetos (BISCHOFF, 2008).

A metodologia TenStep está dividida em dez passos organizados da seguinte forma: (i) definir tarefas; (ii) construir o plano de trabalho e o orçamento; (iii) gerenciar o plano de trabalho e o orçamento; (iv) gerenciar as incidências; (v) gerenciar o escopo; (vi) gerenciar a comunicação; (vii) gerenciar os riscos; (viii) gerenciar os documentos; (ix) gerenciar a

qualidade; e (x) gerenciar as métricas (TENSTEP, 2010).

### **COBIT 4.1**

O COBIT (*Control Objectives for Information and Related Technologies*) foi desenvolvido pelo *IT Governance Institute* (ITGI, 2007) como um guia das melhores práticas para a gestão TI. Trata-se de um modelo de governança em TI desenvolvido para alinhar os recursos e processos de TI com os objetivos do negócio, padrões de qualidade, controle monetário e necessidades de segurança (ISACA, 2010).

Recomendado pela ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*), sua primeira publicação ocorreu em 1996. Atualmente, o COBIT encontra-se na sua quarta versão e inclui recursos como um sumário executivo, um *framework*, controle de objetivos, mapas de auditoria, um conjunto de ferramentas de implementação e um guia com técnicas de gerenciamento (ISACA, 2010).

O COBIT fornece um modelo padrão de referência e linguagem para permitir distinguir e gerenciar as atividades que competem à TI. O modelo possui 4 domínios inter-relacionados aos requisitos de informações e recursos de TI: (i) domínio de planejamento e organizações; (ii) domínio aquisição e implementação; (iii) domínio entrega e suporte; e (iv) domínio de monitoração e avaliação (ITGI, 2007).

### **ITIL v3**

O ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) (OCG, 2007) é um *framework* das melhores práticas para gerenciamento de processos de TI. A metodologia foi criada pelo *Office of Government Commerce* do governo Inglês a partir de pesquisas realizadas por consultores, especialistas e doutores, para desenvolver as melhores práticas para a gestão de TI nas empresas privadas e públicas.

Na sua terceira edição, o ITIL é composto por cinco volumes de boas práticas: Estratégia de Serviços, Projeto de Serviços, Mudança de Serviços, Operação de Serviço e Melhoramento Contínuo de Serviços. Os domínios desses volumes se inter-relacionam a fim de integrar as necessidades de negócios com os recursos tecnológicos. Sete são os domínios que compõe o ITIL (FERNANDES; ABREU, 2006): (i) Planejamento e implementação do gerenciamento de serviços; (ii) Perspectivas de negócios; (iii) Suporte a serviços; (iv) Entrega de serviços; (v) Gerenciamento da infraestrutura de TI e comunicação; (vi) Gerenciamento da segurança; e (vii) Gerenciamento de aplicações.

O ITIL fornece um padrão mundial das melhores práticas no gerenciamento de serviços de TI que requerem alta qualidade e disponibilidade em serviços onde há operação continuada (BISHOFF, 2008). Atualmente, o ITIL é uma das metodologias mais amplamente aceita para Governança de TI, segundo ITSMF (2007).

A Figura 8 apresenta um resumo das etapas que cada *framework* apresentado anteriormente sugere para a análise de riscos.

<b>Framework</b>	<b>Etapas</b>
PMBOK	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planejamento do gerenciamento de riscos</li> <li>– Identificação dos riscos e documentação de suas características</li> <li>– Análise qualitativa dos riscos e priorização por probabilidade de ocorrência e impacto</li> <li>– Análise quantitativa de riscos</li> <li>– Planejamento de respostas aos riscos buscando aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto</li> <li>– Monitoramento e controle dos riscos</li> </ul>
Tenstep	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Criar um plano de gerenciamento de riscos</li> <li>– Identificar todos os possíveis riscos envolvidos no projeto</li> <li>– Determinar o nível de risco para cada possível risco identificado utilizando técnicas qualitativas</li> <li>– Determinar o nível de risco para cada possível risco identificado utilizando técnicas quantitativas</li> <li>– Criar um plano de resposta aos riscos</li> <li>– Criar um plano de contingência para o caso do plano de riscos falhar</li> <li>– Mover as atividades associadas ao plano de risco para o planejamento do projeto</li> <li>– Controlar os riscos durante o projeto e procurar por novos riscos</li> </ul>
Prince2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificação e classificação dos riscos</li> <li>– Estimação dos riscos quanto a sua importância</li> <li>– Avaliação dos riscos quanto a sua aceitabilidade e as necessidades para torná-los aceitáveis</li> <li>– Desenvolvimento de contramedidas para prevenção contra os riscos</li> <li>– Redução dos riscos buscando reduzir sua probabilidade de ocorrência</li> <li>– Transferência dos riscos a uma terceira parte (companhias de seguro, por exemplo)</li> <li>– Criação de um plano de contingência para os riscos</li> </ul>
COBIT 4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alinhamento da gestão de riscos de TI e de Negócios</li> <li>– Estabelecimento do contexto de risco</li> <li>– Identificação de eventos com potencial impacto negativo nos objetivos ou nas operações da organização</li> <li>– Avaliação de probabilidade e impacto dos riscos utilizando métodos qualitativos e quantitativos</li> <li>– Desenvolvimento e manutenção de um processo de respostas aos riscos</li> <li>– Manutenção e Monitoramento do Plano de Ação de Risco</li> </ul>
ITIL v3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Na fase de Desenho de Serviços, aponta a necessidade de identificação dos possíveis riscos envolvidos e sugere alguns dos principais fatores.</li> </ul>

**Figura 8 – Resumo das etapas dos *frameworks* na análise de riscos em TI**

## MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO EM TI VOLTADOS À IMPLANTAÇÃO

Uma vez que os *frameworks* de governança abordam os riscos de TI de forma mais genérica, vários modelos para a análise destes riscos foram desenvolvidos para atender as diretrizes de governança. Na sua maioria, os modelos oferecem um processo para a identificação, análise e controle dos riscos. No entanto, nem todos fornecem métodos específicos para quantificar os riscos envolvidos nas iniciativas de TI. Nesta seção são apresentados alguns dos principais modelos de análise de risco em TI presentes na literatura.

### Original Spiral Model

O *Original Spiral Model*, criado por Boehm (1988), busca identificar e solucionar os riscos de um projeto de TI nas suas fases iniciais de desenvolvimento. A metodologia é composta por cinco etapas: (i) identificar os 10 itens de risco mais impactantes do projeto; (ii) desenvolver um plano para solucionar cada item de risco; (iii) atualizar mensalmente a lista de itens de risco, plano de soluções e resultados; (iv) destacar o estado dos itens de risco em relatórios mensais de projeto e compará-los com o estado de meses anteriores; e (v) iniciar ações corretivas apropriadas.

Em Boehm e Identzhing (1991) o modelo é ampliado para um novo *framework* de gerenciamento de risco que busca ajudar na identificação das fontes primárias de risco, analisá-las e mitigá-las. O novo modelo envolve duas etapas primárias, cada uma com etapas auxiliares (Figura 9). A primeira etapa, Avaliação dos Riscos, envolve: (i) Identificação dos Riscos, (ii) Análise dos Riscos e (iii) Priorização dos Riscos.

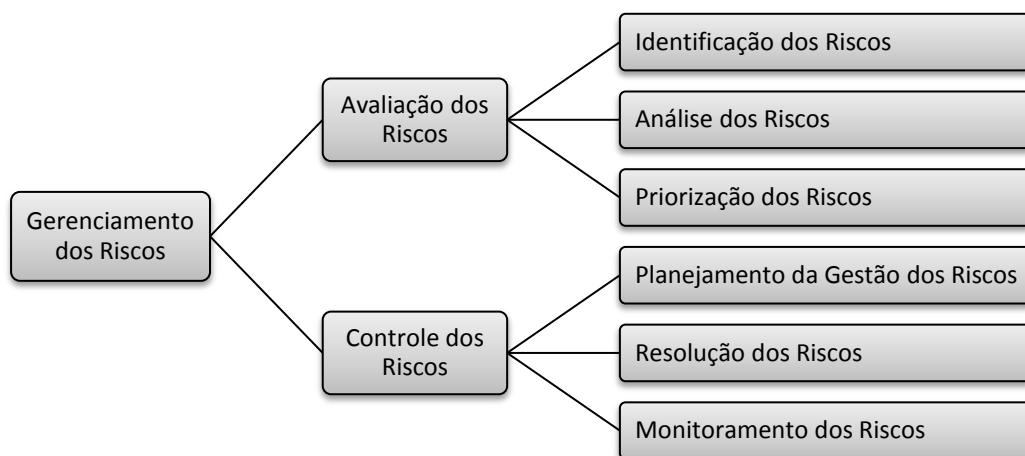


Figura 9 – Etapas do *Original Spiral Model*  
Fonte: Boehm e Identzhing (1991)

A Identificação dos Riscos produz uma lista de riscos específicos do projeto que podem comprometer seu sucesso. As técnicas utilizadas nesta etapa incluem: *checklists*, exame dos critérios de decisão, análise de hipóteses e decomposição. A Análise dos Riscos avalia a probabilidade e a magnitude da perda para cada incerteza identificada. A Priorização dos Riscos produz um ordenamento dos riscos identificados e analisados.

A segunda etapa, Controle dos Riscos, envolve: (i) Planejamento da Gestão dos Riscos; (ii) Resolução dos Riscos; e (iii) Monitoramento dos Riscos. O Planejamento da Gestão dos Riscos ajuda no processo de tratamento de cada risco, incluindo a coordenação de riscos individuais com os demais riscos e com o plano de projeto como um todo. A Resolução dos Riscos produz uma situação na qual os riscos são eliminados ou mitigados. O Monitoramento dos Riscos envolve acompanhar o progresso do projeto para solucionar seus riscos e tomar medidas corretivas quanto apropriadas.

O resultado final do modelo apresenta uma priorização dos riscos dada pelo cruzamento entre probabilidade e magnitude da perda. Um caso de estudo do *Original Spiral Model* é apresentado em Boehm *et al.* (1998).

### Modelo Software Risk Evaluation

O *Software Risk Evaluation*, criado por Williams *et al.* (1999), fornece um *framework* para gerenciamento de risco que compreende cinco fases (Figura 10): (i) Contratação, (ii) Identificação e Análise dos Riscos, (iii) Relatório Parcial, (iv) Plano Estratégico de Mitigação e (v) Relatório Final. A fase de Contratação consiste de atividades necessárias para identificar os objetivos do projeto, obter entendimentos para o gerenciamento dos riscos e coordenar os recursos para a sua condução.



**Figura 10 – Fases do Software Risk Evaluation**  
 Fonte: Williams *et al.* (1999)

Na fase de Identificação e Análise dos Riscos são realizadas visitas aos locais de desenvolvimento do projeto e conduzidas entrevistas estruturadas com os membros envolvidos para extrair opiniões sobre os riscos. Os riscos identificados são analisados, priorizados pelo nível de impacto no projeto e agrupado em áreas de risco. Os resultados encontrados são, então, apresentados ao gerente e membros do projeto.

Durante a fase do Relatório Parcial, as áreas de risco são reavaliadas e as recomendações resultantes alimentam o Plano Estratégico de Mitigação enviado ao gerente do projeto. As recomendações devem ser aceitas pelo gerente do projeto antes de serem incluídas no Plano Estratégico de Mitigação.

A fase do Plano Estratégico de Mitigação é focada na construção do Plano de Mitigação de Alto-nível para o campo selecionado da área de risco. Os membros do projeto e seu gerente criam os objetivos, estratégias e atividades que mitigarão os eventos identificados como riscos da área. Os membros do projeto, com as informações e planos necessários darão início a mitigação dos riscos críticos.

Na fase do Relatório Final, os planos estratégicos de mitigação são adicionados às informações já existentes para a montagem do Relatório Final. O Relatório Final e os dados dos riscos associados são então apresentados ao gerente de projeto.

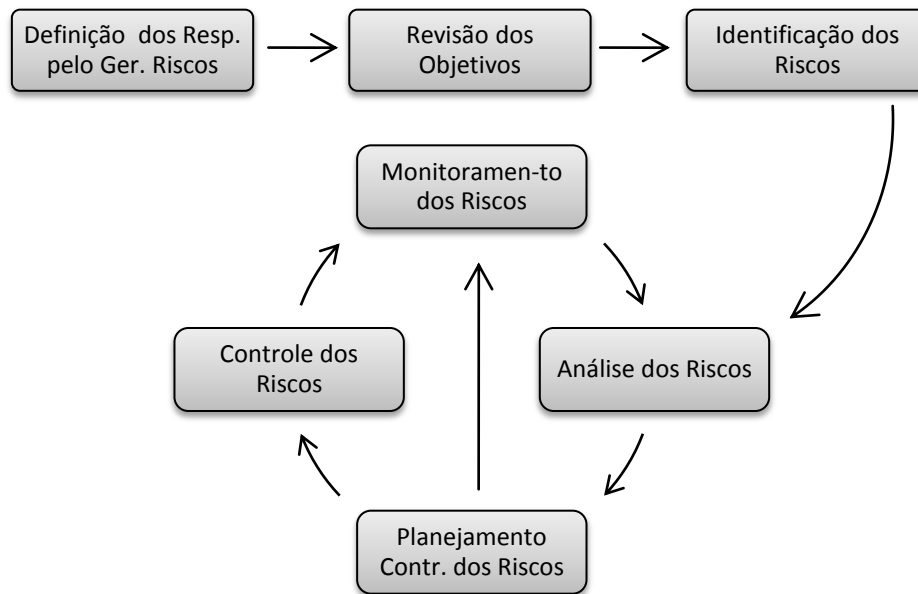
### **Modelo Riskit**

O modelo Riskit, criado por Kontio (2001), apresenta um *framework* para gerenciamento de risco baseado no modelo conceitual desenvolvido em Kontio (1998). Os processos de engenharia foram baseados nos trabalhos de Curtis *et al.* (1992), Basili e Rombach (1991) e Basili *et al.* (1992). O modelo utiliza os objetivos do projeto e a opinião das demais partes interessadas (*stakeholders*) como entidades essenciais na definição dos riscos. O objetivo é gerenciar os riscos capturando a opinião de todos os interessados no projeto.

A metodologia fornece aos gerentes de projeto uma acurada disseminação das informações do projeto, das oportunidades e dos riscos para as diferentes partes interessadas. O processo de gerenciamento de riscos do modelo é apresentado na Figura 11. A primeira etapa do processo é a Definição dos Responsáveis pelo Gerenciamento dos Riscos. O propósito desta etapa é tornar claro quem serão os responsáveis por gerenciar os riscos e como isto será realizado durante o projeto, definindo os objetivos e o escopo do gerenciamento.

A segunda etapa é a Revisão dos Objetivos. Esta etapa busca entender e, se necessário, refinar ou revisar os objetivos do projeto para que eles reflitam os interesses e a concordância de todos os interessados. A etapa de Identificação dos Riscos produz uma lista dos riscos potenciais do projeto. A etapa de Análise dos Riscos foca dois resultados: no primeiro, os riscos identificados são discutidos e documentados, para a compreensão dos participantes; no segundo, os riscos são priorizados e os críticos deverão ser controlados.





**Figura 11 – Processo do gerenciamento de risco do modelo Riskit**  
 Fonte: Kontio (2001)

Na etapa de Planejamento dos Controles dos Riscos são identificadas e selecionadas as ações de controle para os riscos críticos do projeto. A implementação dessas ações de controle configura a etapa de Controle de Riscos. A etapa de Monitoramento dos Riscos consiste na atividade contínua de monitorar os riscos, controlar ações e qualquer mudança no projeto que possa gerar novos riscos.

### **Modelo Deursen e Kuipers**

O modelo de Deursen e Kuipers (2003) é composto de três etapas: (i) Análise de Dados Secundários; (ii) Análise de Dados Primários; e (iii) Ligação das Lacunas Interpretadas. Na primeira etapa, Análise de Dados Secundários, o projeto é analisado baseado nas informações presentes na organização. Essas informações são recuperadas através de entrevistas com o pessoal envolvido no projeto e através da revisão de documentos.

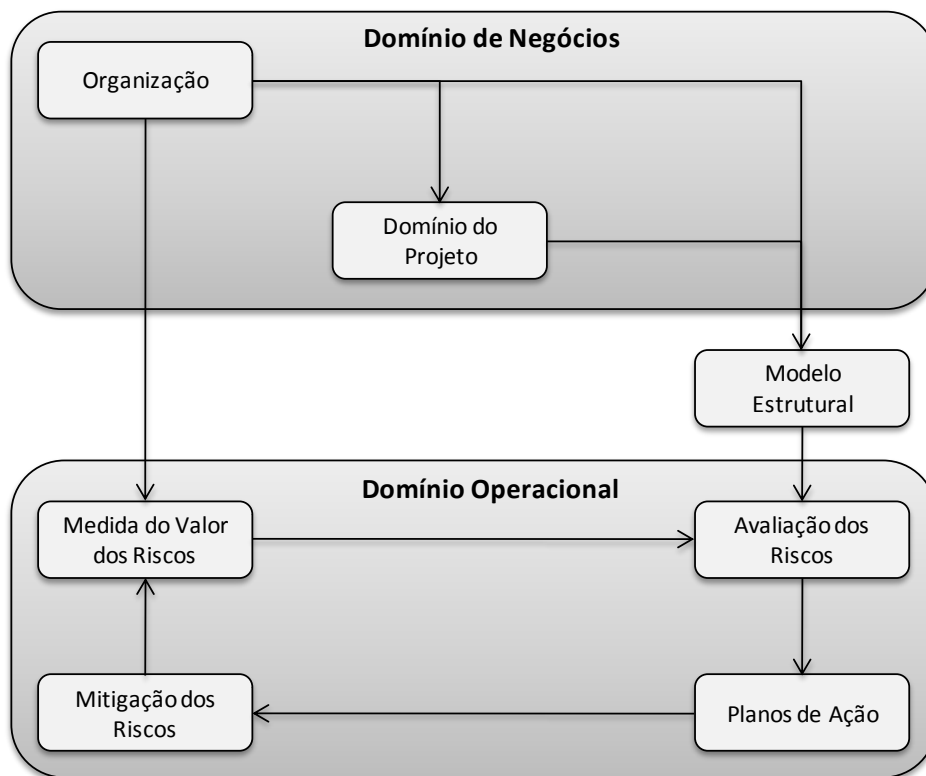
Na etapa de Análise de Dados Primários, a tecnologia utilizada e os sistemas desenvolvidos são analisados. Isto pode envolver sistemas e tecnologias desenvolvidos para diferentes funções, interações com outros sistemas e uma contínua definição e manipulação de dados.

Na terceira etapa, os resultados recuperados dos dados primários são relacionados com os resultados obtidos das entrevistas e da análise de documentos. Uma vez que as pessoas envolvidas usualmente têm diferentes visões do mesmo projeto, e por vezes conflitantes, os resultados obtidos ajudam a validar estas visões e compreender quando o risco

percebido por parte do pessoal é realmente um risco ou apenas um equívoco. A principal contribuição do método de Deursen e Kuipers é que, quando utilizado com outros métodos de análise de risco, ele soluciona os conflitos de visões entre o pessoal do projeto.

### Modelo ProRisk Management Framework

O modelo ProRisk, criado por Roy (2004), é uma extensão da norma Australiana e Neozelandesa para gestão de risco AS/NZS 4350. O modelo categoriza as atividades de gerenciamento de risco em dois grupos (Figura 12): (i) Domínio de Negócios; e (ii) Domínio Operacional.



**Figura 12 – Estrutura de gerenciamento do modelo ProRisk**  
Fonte: Roy (2004)

O Domínio de Negócios foca nas perspectivas da organização e do projeto, tendo como responsabilidade duas etapas: (i) identificar o ambiente econômico no qual o projeto está inserido e a susceptibilidade da empresa com relação ao desempenho da equipe de projeto e a exposição a fatores de riscos externos; e (ii) estimar o conhecimento e a experiência da empresa para desenvolver o projeto, assim como o nível de confiança para uma implantação bem sucedida do mesmo.

O Domínio Operacional foca na modelagem dos diferentes aspectos do projeto, sendo responsável por cinco etapas: (i) quantificar os riscos como guia para as políticas da empresa, (ii) fornecer uma análise detalhada que identifique os fatores chaves de risco, (iii) identificar e descrever planos de ação para reduzir o impacto dos riscos chaves, (iv) implementar tais planos e reavaliar os fatores de risco afetados e (v) manter um ciclo contínuo destas etapas durante a execução do projeto.

O modelo ProRisk segue uma estrutura hierárquica baseada no modelo de Karolak (1996) e prevê as seguintes atividades: (i) Identificação dos *Stakeholders*: deve identificar um grande número de *stakeholders* e diferentes maneiras de avaliar seus interesses; (ii) Identificação dos Fatores de Risco: pode ser realizada com o uso de um *brainstorming* ou do método Delphi; (iii) Construção de um modelo de Árvore de Risco: consiste em agrupar os fatores de risco relacionados em uma estrutura hierárquica que se alinhe as perspectivas dos *stakeholders*; (iv) Calibração do Modelo: a calibração é realizada com a estimativa dos pesos dos fatores de risco; (v) Estimativa das probabilidades dos eventos de Risco: cada fator de risco deve ser avaliado pela sua probabilidade de ocorrência. Geralmente, estas probabilidades são representadas por uma escala de 0 a 1; e (vi) Desenvolvimento de Planos de Ação: estes planos fornecem suporte para a documentação, gerenciamento e reavaliação dos eventos de risco durante o desenvolvimento do projeto.

A Figura 13 apresenta um resumo dos modelos de análise de risco em TI levantados da literatura. Pela análise das Etapas apresentadas na figura, é possível observar que todos os modelos estão voltados para a identificação e controle dos riscos para a implantação de projetos. Nenhum dos modelos realiza a análise dos riscos com o objetivo de quantificar a probabilidade de sucesso ou fracasso de projeto de TI.

<b>Modelo</b>	<b>Autor</b>	<b>Etapas</b>
Original Spiral Model	Boehm, 1991	Identificação dos Riscos Análise dos Riscos Priorização dos Riscos Planejamento da Gestão dos Riscos Resolução dos Riscos Monitoramento dos Riscos
Software Risk Evaluation	Williams <i>et al.</i> , 1999	Identificação dos objetivos do Projeto Identificação e Análise dos Riscos Reavaliação das Áreas de risco Construção do Plano Estratégico de Mitigação Construção do Relatório Final de Riscos
Riskit	Kontio, 2001	Definição dos Responsáveis pelo Gerenciamento de Riscos Revisão dos Objetivos do Projeto Identificação dos Riscos Análise dos Riscos Planejamento do Controle dos Riscos Controle dos Riscos Monitoramento dos Riscos
Deursen e Kuipers	Deursen; Kuipers, 2003	Análise de dados secundários Análise de dados primários Cruzamento dos dados e validação da visão dos membros envolvidos no projeto
ProRisk Management Framework	Roy, 2004	Identificação dos membros Interessados Identificação dos Fatores de Risco Construção de um modelo de Árvore de Risco Calibração do Modelo Estimativa das probabilidades dos eventos de Risco Desenvolvimento de Planos de Ação

**Figura 13 – Resumo dos modelos de análise de risco em TI**

## **MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO EM TI VOLTADOS PARA PORTFÓLIO**

Além dos modelos de análise voltados para implantação de projetos, apresentados na seção anterior, a literatura apresenta outros modelos que buscam quantificar a probabilidade de sucesso ou fracasso de um projeto antes do seu desenvolvimento. Estes modelos, na sua maioria, utilizam métodos qualitativos de análise e são de especial importância para a análise de portfólio de projetos. Alguns dos principais modelos com esta característica são apresentados a seguir.

### **SERIM – *Software Engineering Risk Model***

O modelo SERIM, criado por Karolak (1996), tem como foco três elementos: riscos técnicos, riscos de negócio e riscos de metas e prazos. O modelo utiliza uma análise qualitativa para estimar os riscos de projeto, aplicando um questionário com oitenta e um

fatores de risco divididos em dez categorias e três critérios de sucesso. Os fatores de risco são eventos que, de alguma maneira, poderão afetar o desempenho do projeto ou seu produto final. Os critérios de sucesso correspondem às qualidades que garantem o sucesso do projeto.

O questionário é analisado por um especialista e cada fator de risco recebe uma nota de 0 a 1 indicando sua probabilidade de ocorrência (Figura 14). A probabilidade de ocorrência de uma determinada categoria de risco é dada pela média aritmética dos seus fatores de risco.

<b>Fator Risco</b>	<b>Probabilidade</b>				
	0,0	0,2	0,5	0,8	1,0
<i>Fator 1</i>					
<i>Fator 2</i>					
<i>Fator 3</i>					
<i>Fator 4</i>					
<i>Fator 5</i>					
...					

**Figura 14 – Intensidade dos fatores de risco**  
**Fonte: Karolak (1996)**

O impacto de cada uma das categorias de risco sobre os critérios de sucesso é dado pelo preenchimento da matriz Categorias de Risco x Critérios de Sucesso. As categorias de risco são classificadas quanto a sua influência (baixo, médio ou alto) sobre cada critério de sucesso (Figura 15). A probabilidade dos critérios de sucesso serem atingidos é obtida pela média ponderada das probabilidades de sucesso das categorias de risco.

<b>Categoria Risco</b>	<b>Critério Sucesso</b>		
	Técnico	Custo	Prazo
Organização			
Estimativas			
Monitoramento			
Metodologia de desenvolvimento			
Ferramentas			
Cultura de Risco			
Usabilidade			
Correção			
Confiabilidade			
Pessoal			

**Figura 15 – Impacto das categorias de risco sobre os critérios de sucesso**  
**Fonte: Karolak (1996)**

A probabilidade de sucesso do projeto é dada pela média aritmética da probabilidade de sucesso das categorias de risco. Como resultado da aplicação do método tem-se um índice para cada projeto analisado indicando sua respectiva probabilidade de sucesso.

### **SRAM – Risk Assessment Model**

O modelo SRAM foi criado por Foo e Muruganathan (2000) e constitui-se de um questionário que considera nove elementos críticos de risco: complexidade do projeto, equipe envolvida no projeto, nível de confiança desejado, requisitos do produto, método de estimativa, método de monitoramento, processo de desenvolvimento adotado, usabilidade do sistema e ferramentas utilizadas para desenvolvimento.

O questionário é constituído por oitenta e oito questões com três alternativas cada, divididas em nove categorias. As alternativas são arranjadas em ordem crescente de risco. O risco associado a cada alternativa é pré-definido pelo modelo. Assim, a alternativa (a) possui risco igual a 1, a alternativa (b) possui risco igual a 2 e a alternativa (c) possui risco igual a 3.

O risco do projeto é dado pela normalização e soma dos riscos das alternativas apontadas. As somas são realizadas por categorias e o resultado das categorias fornece um índice de risco entre 0 (inexistência de risco) e 1 (alto risco presente) para o projeto. O efeito dos riscos sobre os critérios de sucesso “Qualidade”, “Cronograma” e “Custo” é medido com o uso de uma matriz que relaciona o nível de impacto das nove categorias avaliadas com relação a cada um dos critérios de sucesso. Cada categoria é avaliada entre baixo, médio ou alto impacto.

### **Modelo de Tiwana e Keil**

O modelo de Tiwana e Keil (2004) utiliza um questionário para avaliar os riscos em projetos de TI, construído a partir da análise de 720 projetos por 60 gerentes seniores de TI de empresas de grande porte. Nesta análise, os autores identificaram seis questões características, como sendo as fontes de risco mais significativas para o fracasso de um projeto: (i) uso de uma metodologia inapropriada, (ii) ausência de envolvimento do cliente, (iii) ausência de práticas formais de gerenciamento de projeto, (iv) diferenciação dos projetos anteriores, (v) complexidade do projeto e (vi) volatilidade de requerimentos.

O método destina-se a uma avaliação rápida e geral de projetos. O avaliador atribui índices para cada uma das 6 questões utilizando uma escala de 1 a 10. Cada questão é avaliada comparando-se o projeto em análise com outros projetos já implementados pela empresa. O índice 1 significa que o projeto tem pouca semelhança com outros projetos já desenvolvidos, e o índice 10 significa que o projeto tem uma alta semelhança com projetos já desenvolvidos pela empresa. O resultado final é dado pela soma do produto dos índices e de um peso dado a cada questão pelo analista. O resultado pode variar de 10 a 100, sendo 10

indicativo de um projeto muito arriscado e 100 um projeto com pouco risco.

### **Modelo BRisk**

O modelo BRisk, criado por Schmitz *et al.* (2006), é uma evolução do modelo de Karolak (1996). O BRisk utiliza a mesma estrutura de questionário, com oitenta e um fatores de risco divididos em dez categorias e os três critérios de sucesso, assim como a mesma estrutura de matriz, Categorias de Risco x Critérios de sucesso.

Uma das inovações do método consiste em determinar a intensidade dos fatores de risco através de uma distribuição triangular de probabilidade. O especialista avalia a intensidade dos fatores de risco por meio de estimativas de três pontos: a estimativa mais otimista para o fator de risco, a estimativa mais provável e a estimativa pessimista. Esta inovação permite, além da análise estatística tradicional, o uso de simulação, quando apoiado por um software aplicado a esse recurso.

O método também permite a análise de risco com a avaliação de vários especialistas. Para isso, é sugerido que os avaliadores sejam classificados conforme suas áreas de conhecimento através de uma matriz de conhecimento do avaliador. A matriz possui uma linha para cada avaliador e uma coluna para cada fator de risco. Assim, cada avaliador atribui um peso para seu grau de conhecimento com relação a cada fator de risco.

A última importante inovação consiste na possibilidade de definir a correlação entre os fatores de risco pertencentes a uma mesma categoria. Para isto, é utilizada uma matriz de correlações onde os avaliadores assinalam as possíveis correlações utilizando uma escala de +1 (uma forte correlação positiva) a -1 (uma forte correlação negativa).

A Figura 16 apresenta um resumo dos modelos qualitativos de análise de risco em TI recuperados da literatura. Todos os modelos apresentados utilizam o cruzamento do impacto de cada risco no projeto com sua probabilidade de ocorrência como método de análise. Assim, os modelos geram um índice que indica a probabilidade de sucesso ou fracasso do projeto analisado.

<b>Modelo</b>	<b>Autor</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Método</b>
SERIM – Software Engineering Risk Model	Karolak (1996)	Questionário com 10 categorias e 81 fatores de risco	Matriz de Impacto x Probabilidade
SERIM – Software Engineering Risk Model	Foo e Muruganathan (2000)	Questionário com 9 categorias e 88 fatores de risco	Matriz de Impacto x Probabilidade
Tiwana e Keil	Tiwana e Keil (2004)	Questionário com 6 fatores de risco	Matriz de Impacto x Probabilidade
BRisk	Schmitz <i>et al.</i> (2007)	Questionário com 10 categorias e 81 fatores de risco	Matriz de Impacto x Probabilidade Distribuição Triangular de probabilidade

**Figura 16 – Modelos qualitativos de análise de risco em TI**

### **MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO EM TI BASEADOS EM OPÇÕES REAIS**

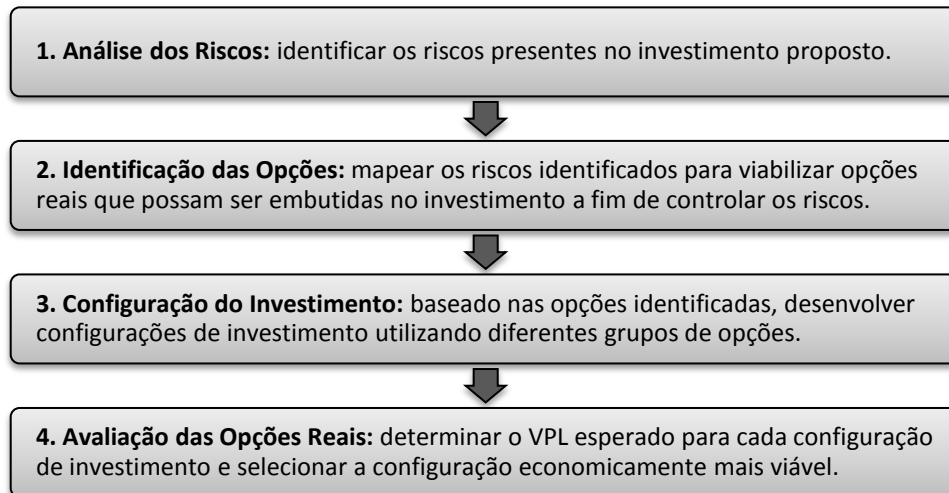
O uso da teoria de Opções Reais tem alcançado um rápido crescimento na avaliação de investimentos em ambientes de incerteza. Modelos baseados em Opções Reais buscam aumentar o valor de um investimento através da flexibilidade fornecida pelas opções selecionadas. Os investimentos em TI, por possuírem um alto grau de incerteza, vêm sendo objeto de estudos para o uso desta teoria. Alguns dos principais modelos de análise de risco para investimentos em TI que utilizam opções reais em suas análises são apresentados a seguir.

#### **Modelo OBRiM**

O modelo OBRiM foi desenvolvido por Benaroch (2001). Baseado na teoria de Opções Reais, o modelo busca atender a duas questões principais: (i) como abordar o gerenciamento de riscos em TI a partir de uma perspectiva econômica e (ii) como escolher as mitigações adequadas e combiná-las para combater de forma eficaz alguns riscos específicos. O método busca atender estas questões utilizando opções reais como uma estratégia de alto nível para mitigação de riscos e para proporcionar diferentes formas de flexibilidade, necessárias para desenvolver as ações corretivas quando os riscos ocorrerem. Desta forma, é possível encontrar a combinação de opções que adicionem o máximo valor relativo a um investimento sob ameaça de um risco específico.

O OBRiM é apresentado como um *framework* que possui quatro etapas principais: (i) Análise dos Riscos; (ii) Identificação de Opções; (iii) Configurações do Investimento; e (iv) Avaliação das opções reais. A Figura 17 apresenta um resumo das etapas que configuram o OBRiM.





**Figura 17 – Etapas de implantação do modelo OBRiM.**  
**Fonte: Benaroch et al. (2007)**

### **Modelo de Chen et al.**

O modelo de Chen *et al.* (2009) é apresentado como um *framework* para avaliação de investimentos em TI sob múltiplas fontes de fatores de risco que explora os relacionamentos entre os riscos da TI e o valor das opções reais nas decisões de investimento em TI. O modelo parte do pressuposto que os investimentos em TI envolvem uma associação de riscos externos e riscos internos à empresa. Desta forma, o modelo está dividido em quatro etapas: (i) definição dos objetivos do investimento e identificação dos riscos, (ii) avaliação dos riscos externos, (iii) avaliação dos riscos internos e (iv) avaliação das opções reais.

O objetivo da primeira etapa é definir os objetivos e requisitos do investimento e identificar as fontes críticas de fatores de risco. As fontes críticas de risco podem estar relacionadas tanto ao desenvolvimento do projeto quanto ao comportamento do mercado. Na segunda etapa são avaliados os riscos externos à empresa, como os relacionados ao mercado financeiro. Assim, os riscos públicos são representados como a volatilidade do retorno financeiro do projeto. A terceira etapa avalia os riscos internos, constituídos por fatores internos a empresa como experiência da equipe, complexidade do projeto, planejamento e controle, entre outros. Na última etapa é analisado o valor das opções reais para o projeto, baseado no resultado das etapas anteriores. O número de opções a serem avaliadas determinará o método de Opções Reais para a análise.

## TIPOS DE OPÇÕES REAIS EM INVESTIMENTOS DE TI

A fim de restringir os riscos associados a investimentos em tecnologia, os tomadores de decisões têm a possibilidade de fazer uso de um portfólio de opções reais. Gerenciar projetos de TI pode ser visto como um processo de atualização deste portfólio, adicionando novas opções, eliminando outras ou alterando o valor das opções existentes. As principais opções disponíveis para investimentos em TI, segundo Kumar (2002) e Benaroch (2001; 2006; 2007), são:

- *Adiamento*: a opção de adiar um investimento é útil em cenários onde a espera pode revelar informações adicionais. Baseado na teoria de Opções Reais, quanto maior o tempo disponível até expirar a opção, maior será o valor do investimento.
- *Desenvolver um projeto piloto ou protótipo*: a flexibilidade para investir parcialmente em um piloto ou protótipo possibilita aprender sobre a extensão em que os riscos técnicos e organizacionais afetam um investimento em escala integral.
- *Desenvolver em estágios*: a possibilidade de desenvolver um investimento em estágios e cancelá-lo no meio do seu fluxo é útil quando existem riscos associados à complexidade técnica, envolvimento dos usuários, conformidade da arquitetura, entre outros.
- *Mudar escala*: a flexibilidade de alterar (expandir ou contrair) o escopo de um investimento é atrativa quando permite reagir a certas condições de risco técnico, envolvimento dos usuários, entre outros.
- *Abandonar (alterar o uso)* : a possibilidade de abandonar um investimento e realocar seus recursos em um investimento alternativo fornece uma segurança parcial e um valor maior ao projeto, principalmente quando as incertezas envolvidas são altas.
- *Terceirizar o desenvolvimento*: a opção de terceirizar o desenvolvimento é útil quando o risco de falha no desenvolvimento pode ser transferido para uma terceira parte que possua as capacidades e experiência necessárias.
- *Terceirizar a operação*: a opção de terceirizar um processo de negócio, quando as condições de contingência são suficientemente desfavoráveis, permite transferir os riscos dos benefícios para uma terceira parte.

- *Alugar*: a flexibilidade de alugar recursos é útil quando os investimentos podem ser abandonados para salvar o custo residual dos recursos e o abandono possa ocorrer durante o desenvolvimento ou após o investimento tornar-se operacional.
- *Expansão*: a possibilidade de tirar vantagem de fontes de investimentos favoráveis (devido a riscos positivos) é útil quando os investimentos criam capacidades e oportunidades para novos investimentos.

### CONFIGURAÇÕES ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTOS EM TI COM OPÇÕES REAIS

O uso das opções reais para mitigar os riscos identificados em um projeto gera configurações alternativas de investimento. Considerando o número de riscos envolvidos, o número possível de configurações pode se tornar grande. No entanto, muitas configurações não razoáveis podem ser eliminadas baseando-se em três princípios (BENAROCH, 2002): (i) a ordem de opções em uma configuração deve corresponder à ordem na qual as opções aparecem no ciclo de vida do investimento (por exemplo, a opção de abandono não pode preceder a opção de adiamento); (ii) as opções em uma configuração devem ser capazes de coexistir; e (iii) devem ser valorizadas aquelas configurações que envolvam um máximo de opções viáveis.

A Figura 18 apresenta um quadro que descreve os principais riscos envolvidos em projetos de TI e as respectivas opções para mitigá-los. O quadro baseia-se no trabalho de diversos autores e apresenta nas células em cinza o cruzamento das opções indicadas para cada categoria de risco.

Categoria de Risco	Opções Fatores de Risco	Adiar	Explorar		Desenvolvimento incremental	Abandonar (mudar o uso)	Contratar	Terceirizar o desenvolvimento	Alugar	Expandir
			Piloto	Protótipo						
Monetário	A empresa não pode arcar com os custos do projeto (exposição financeira)		4, 13							
	O desenvolvimento ou os custos operacionais podem extrapolar o orçamento	9, 12		4, 13	1, 7	11, 16	9, 13	12, 13	12, 13	
	Superestimava ou falta de processos para alcançar os benefícios	10, 17	4							

Execução	A equipe não possui habilidades e/ou experiência necessárias	1, 12		1, 4	1, 13			6, 5		
	O projeto é muito grande ou muito complexo		4, 19	4	1, 8		1, 15	5, 12	12, 13	
	A infraestrutura é inadequada (falta de estabilidade ou conformidade)	18		2, 14	13, 19		13		18	
	Design inadequado (desempenho deficiente ou comportamento anormal)			2, 4	13, 19		1, 18	13, 19	13	
	Requisitos problemáticos (estabilidade, integridade, etc.)	18	4	4	13		1, 18			
Organizacional	Falta de cooperação interna	12, 13	12		13, 19	12, 13			18	
	Lenta adoção da tecnologia		12, 13		9, 13	12	12, 19		18	
Concorrência	A resposta dos competidores elimina a vantagem da empresa	4, 15	4, 12			15, 12	15, 12		12, 13	
	Ações antecipadas dos competidores	15, 13	12, 13							
Ambiental	Baixo número de clientes/fornecedores /parceiros, demanda /adoção/uso	10, 14	12		13	9, 29	1, 12		2, 12	
	Demanda excede expectativas (monitorar oportunidades)	10	13, 19							15, 19
	Demanda/uso sobrecarrega a aplicação	4	12			4, 13	13		13	12
	Ações imprevistas de órgãos regulatórios	10, 12				12			12, 13	
Tecnológico	A aplicação pode ser impraticável com a tecnologia considerada, ou a tecnologia é imatura	9, 16		3, 12	13	12, 19		9, 12	12	
	A introdução de uma nova tecnologia pode tornar a aplicação obsoleta	16				13			13	

1 Boehm (1988)

2 Clemons e Weber (1990)

3 Boehm e Identzhing (1991)

4 Clemons (1991)

5 Whang (1992)

6 Richmond e Siedmann (1993)

7 Fairley (1994)

8 Panayi e Trigeorgis (1998)

9 Amran e Kulatilaka (1999)

10 Benaroch e Kauffman (2000)

11 Keil e Montealegre (2000)

12 Benaroch (2001)

13 Benaroch (2002)

14 Erdgomus (2002)

15 Kim e Sanders (2002)

16 Kumar (2002)

17 Schwartz e Zozaya-Gorostiza (2003)

18 Benaroch (2006)

19 Benaroch (2007)

Figura 18 – Quadro das opções contingentes aos riscos em TI

Fonte: adaptado de Benaroch (2006)

## 2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL TEÓRICO

Analisando o referencial teórico pela perspectiva dos objetivos traçados no capítulo 1, observa-se que a análise de risco, apesar de ser um tema amplamente discutido na literatura e com métodos estabelecidos, ainda mantém certo afastamento e pouca interação com os métodos tradicionais de análise de investimento. Esta característica dificulta que gerentes e analistas possam realizar uma análise completa da viabilidade econômica de seus projetos em ambientes de incerteza.

Os métodos tradicionais de análise de investimentos, como VPL e TIR, possuem uma capacidade limitada para tratar riscos em suas análises. Tais métodos assumem que os fluxos de caixa futuros e as premissas adotadas para o projeto permanecerão estáticos durante toda a sua vida. Mesmo quando o horizonte de tempo de um projeto é distante, o que aumenta as incertezas do seu fluxo de caixa, não é prevista qualquer intervenção dos gerentes em caso de resultados inesperados.

Dadas as limitações dos métodos tradicionais, o método de Opções Reais é apontado como a solução adequada para análise de projetos em ambientes de incerteza. No entanto, apesar da análise de opções conseguir valorar a flexibilidade de um projeto frente às incertezas, o método enfrenta certa resistência por parte de gerentes e tomadores de decisão devido à complexidade no seu uso. Um dos caminhos alternativos entre as limitações dos métodos tradicionais e a complexidade das Opções Reais é a avaliação de todas as opções no início do projeto pelos métodos tradicionais.

Quanto aos riscos envolvidos nos projetos de TI, estes se mostram complexos, envolvendo efeitos potencialmente graves, por relacionarem-se tanto com a estrutura tecnológica das empresas como com seu processo organizacional. Contudo, apesar das altas taxas de falhas em projetos e do alto volume de investimentos realizado em TI, os modelos de análise de risco para projetos de TI não oferecem uma avaliação clara do impacto econômico de cada risco presente. Desta forma, o capítulo seguinte apresenta uma metodologia para avaliação de riscos em projetos de TI capaz de quantificar monetariamente o impacto dos riscos presentes em cada projeto.

## CAPÍTULO 3

### 3. MODELO PROPOSTO

Conforme referenciado na seção 2.5, os modelos de análise de risco para TI apresentados na literatura avaliam apenas as probabilidades de sucesso para um dado projeto. Tais modelos não quantificam o impacto econômico do risco a que os projetos estão expostos, nem apontam quais fatores de risco são mais significativos economicamente para os projetos. Isso pode conduzir um analista a decisões equivocadas por não ter acesso à dimensão do impacto econômico (positivo ou negativo) que está associado à probabilidade de sucesso de um projeto.

As principais contribuições desta tese, capazes de reduzir as deficiências mencionadas anteriormente, caracterizam-se por: *(i)* realizar paralelamente a análise dos fatores de risco e do fluxo de caixa do projeto; *(ii)* associar aos fatores de risco seu impacto econômico e sua probabilidade de ocorrência; *(iii)* atribuir distribuições de probabilidades para os valores do fluxo de caixa do projeto, baseado no impacto das categorias de risco envolvidas; e *(iv)* calcular a variabilidade do resultado econômico do projeto através de simulação.

#### 3.1. JUSTIFICATIVA PARA A UTILIZAÇÃO E PRESSUPOSTOS DO MODELO

O modelo proposto nesta tese apresenta duas características originais: *(i)* a análise conjunta do impacto econômico e probabilidade de ocorrência dos fatores de risco envolvidos no projeto, e *(ii)* o cálculo do resultado econômico do projeto, através de uma distribuição de

probabilidade.

O desenvolvimento do modelo é motivado pela carência de métodos de análise de risco para projetos de TI capazes de quantificar o impacto econômico dos fatores de risco envolvidos no projeto. Esta carência dificulta aos analistas calcularem a variabilidade do fluxo de caixa de projetos de TI em ambientes de incerteza.

A modelagem proposta nesta tese está apoiada na literatura e na opinião de especialistas envolvidos com o gerenciamento de projetos de TI. O modelo foi construído a partir de um conjunto de pressupostos reproduzidos a seguir:

- a. o projeto em análise possui fluxo de caixa próprio;
- b. os benefícios podem ser mensurados financeiramente;
- c. as perdas e oportunidades resultantes da ação dos fatores de risco podem ser mensuradas financeiramente;
- d. exista um analista na equipe capaz de mensurar (mesmo que qualitativamente) a perda financeira associada aos fatores de risco.

### **3.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO**

O modelo proposto nesta tese utiliza como principais referências os modelos de Karolak (1996), Foo e Murugananthan (2000) e Schimitz et al. (2006), apresentados na seção 2.5. Tais modelos utilizam questionários para avaliar o risco de projetos através do impacto dos fatores de risco e sua probabilidade de ocorrência. O modelo proposto é composto das etapas constantes no fluxograma da Figura 19, apresentadas em detalhe na sequência. Uma comparação mais aprofundada entre as características do modelo desta tese e dos demais modelos da literatura é apresentada na seção 3.3.

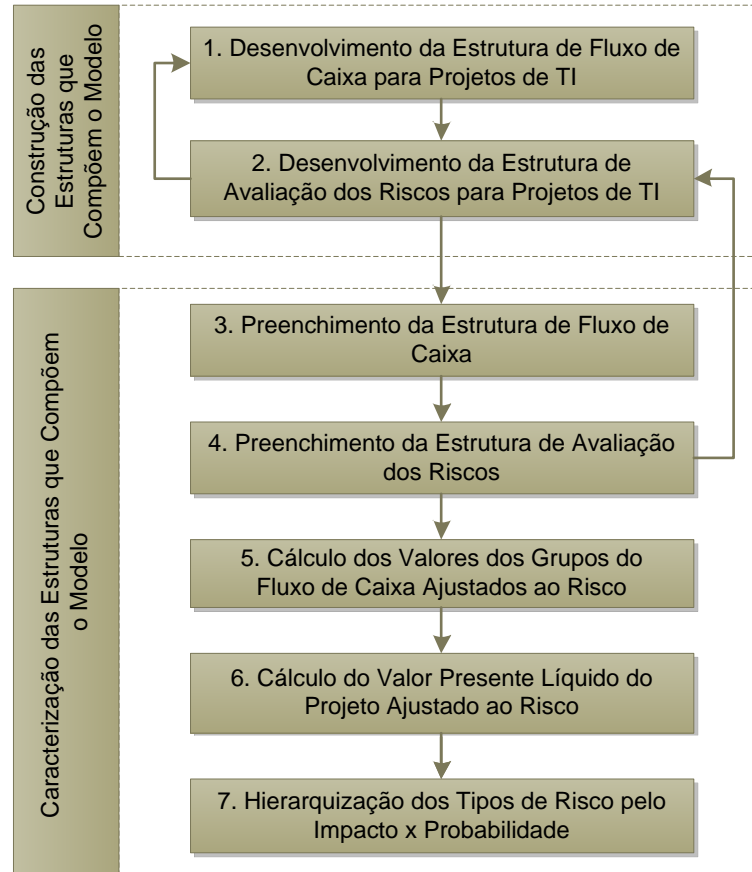


Figura 19 – Fluxograma do modelo de avaliação de risco

### 3.2.1. CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS QUE COMPÕEM O MODELO

O modelo de análise de riscos possui duas estruturas que funcionam como interface entre o modelo e os analistas. A construção destas estruturas é realizada em duas partes: (i) Desenvolvimento da estrutura de fluxo de caixa para projetos de TI e (ii) Desenvolvimento da estrutura de avaliação dos riscos para projetos de TI.

#### DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA DE FLUXO DE CAIXA PARA PROJETOS DE TI

A primeira etapa da construção das estruturas que compõe o modelo consiste no *desenvolvimento da estrutura de fluxo de caixa para projetos de TI*. Baseado em boas práticas, levantadas junto a especialistas, o fluxo de caixa é dividido em dez grupos que descrevem os benefícios e os custos do projeto – no restante do texto estes grupos serão referenciados como grupos do fluxo de caixa. Os grupos estão divididos da seguinte forma: (i) Benefícios, (ii) Custo financeiro, (iii) Infraestrutura, (iv) Licenças e equipamentos, (v) Mão-de-obra, (vi) Treinamento, (vii) Serviços de terceiros, (viii) Material de consumo, (ix) Passagens e diárias e (x) Outras despesas (Figura 20).



Dentro de cada grupo são discriminados os custos/benefícios e seus valores mais prováveis. Os valores são lançados ao longo do período de vida considerado para o projeto. Por se tratar de valores alocados ao longo do tempo, calcula-se o VPL para cada item de grupo, utilizando-se uma taxa livre de risco. O VPL de cada grupo do fluxo de caixa é dado pela soma do VPL de seus itens, e o VPL do projeto é dado pela soma do VPL dos dez grupos.

	Qtd.	Período 1	Período 2	...	Período n	VPL
Benefícios						
...	...	...	...	...	...	...
Custo Financeiro						
...	...	...	...	...	...	...
Infraestrutura						
...	...	...	...	...	...	...
Licenças e equipamentos						
...	...	...	...	...	...	...
Mão-de-obra						
...	...	...	...	...	...	...
Treinamento						
...	...	...	...	...	...	...
Serviços de terceiros						
...	...	...	...	...	...	...
Material de consumo						
...	...	...	...	...	...	...
Passagens e diárias						
...	...	...	...	...	...	...
Outras despesas						
...	...	...	...	...	...	...

Figura 20 – Estrutura de fluxo de caixa para projetos de TI

## DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS PARA PROJETOS DE TI

O desenvolvimento da estrutura de avaliação dos riscos para projeto de TI é realizado em duas etapas: (i) identificação das categorias de riscos e fatores de risco associados, e (ii) integração das categorias de risco com os grupos do fluxo de caixa. A identificação das categorias de risco envolvidas em projetos de TI e os fatores relacionados a estes riscos fornecem a base para a criação da estrutura de avaliação dos riscos. As categorias de risco e os fatores associados são identificados por uma análise da literatura e pela opinião de especialistas.

Na análise da literatura identificam-se as categorias de risco envolvidas em projetos de TI e também os fatores de risco associados a cada categoria. Os fatores de risco são considerados características do ambiente (condição ou situação) que quando presentes aumentam a probabilidade de ocorrência e/ou agravamento do risco. Após a identificação, é

montado um quadro relacionando os fatores de risco às respectivas categorias de risco. A Figura 7 apresentada na seção 2.4 mostra um resumo das principais categorias de riscos e seus fatores para projetos de TI.

A coleta da opinião de especialistas busca validar o quadro dos riscos e fatores de risco levantados da literatura e, se necessário, complementá-los com itens ausentes. A obtenção da opinião dos especialistas é realizada com o uso de entrevistas individuais. Em um primeiro momento os especialistas são solicitados a identificar os riscos presentes em projetos de TI genéricos baseado na sua experiência. Num segundo momento, é apresentado o quadro dos riscos levantados da literatura para avaliação dos mesmos.

Na avaliação do quadro dos riscos as respostas são geradas e analisadas seguindo a aplicação do Método Delphi. O Método Delphi consiste na aplicação de um questionário e obtenção de informações quantificáveis que podem ser reavaliadas pelos respondentes em rodadas sucessivas de apresentação do questionário. A cada nova rodada o respondente tem acesso às respostas concedidas anteriormente pelos demais respondentes. O objetivo é obter um nível de consenso entre as respostas com a menor variabilidade possível (CARDOSO *et al.*, 2005).

A integração das categorias de risco com o fluxo de caixa é realizada utilizando-se o arranjo dos grupos apresentados anteriormente. Cada fator de risco é analisado segundo a sua capacidade de impactar algum dos grupos do fluxo de caixa e então associado ao grupo sobre o qual produz efeito. Dentro dos grupos, os fatores são organizados segundo as categorias de risco as quais pertencem. Os fatores devem ser selecionados de forma a minimizar suas correlações. Alguns fatores de risco podem estar presentes em mais de um grupo de fluxo de caixa. Neste caso, o efeito do fator é avaliado separadamente em cada grupo.

Assim como a organização dos grupos do fluxo de caixa, a associação dos fatores de risco também é baseada na literatura e na experiência dos especialistas, levantada através das entrevistas individuais. A lista dos fatores de risco e a associação destes com os grupos, no entanto, podem ser adaptadas para atender as características específicas de cada projeto.

A Figura 21 mostra o arranjo dos grupos do fluxo de caixa e das categorias de risco, divididos em duas famílias: Benefícios e Custos. Cada grupo do fluxo de caixa é identificado pela expressão “Avaliação” seguida do nome do grupo. Abaixo de cada grupo estão os tipos de risco associados e, abaixo dos tipos de risco, seus respectivos fatores de risco.

BENEFÍCIOS
<b>Avaliação dos Benefícios</b>
Riscos associados ao cálculo dos benefícios
Benefícios subestimados/superestimados por limitações do processo de estimação
Impacto nos benefícios pela interrupção do projeto em estágio intermediário subestimado/superestimado
Riscos associados a ações da concorrência
Impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores subestimado/superestimado
Impacto nos benefícios pela entrada de uma tecnologia substituta subestimado/superestimado
Riscos associados a estratégias da empresa
Impacto nos benefícios pela dependência de outro programa de negócio subestimado/superestimado
Benefícios impactados pela mudança das prioridades de negócio
Riscos associados a ações ambientais
Impacto nos benefícios por mudanças no ambiente de negócio ou demanda dos clientes subestimado/superestimado
Impacto nos benefícios por ações imprevistas de órgãos regulatórios subestimado/superestimado
Impacto nos benefícios pela sobrecarga de demanda/uso da aplicação subestimado/superestimado
CUSTOS
<b>Avaliação do custo Financeiro</b>
Riscos associados ao orçamento
Custos subestimados/superestimados por limitações no processo de estimação
Riscos associados ao financiamento
Custos de financiamento subestimados/superestimados
<b>Avaliação do custo da Infraestrutura</b>
Riscos associados à infraestrutura
Custos de alinhamento da tecnologia proposta com a arquitetura de TI da empresa subestimados/superestimados
Custos com possíveis problemas de desempenho, instabilidade, integridade, etc., subestimados/superestimados
<b>Avaliação do custo de Licenças e Equipamentos</b>
Riscos associados a licenças e equipamentos
Custos de licenças e equipamentos devido à maturidade/robustez da tecnologia subestimados/superestimados
<b>Avaliação do custo da Mão de obra</b>
Riscos associados à Mão de obra
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto
Qualificação da equipe de TI subestimada/superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias ao projeto
Experiência da Equipe de TI subestimada/superestimada para a complexidade de execução do projeto
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica subestimada/superestimada
Riscos associados à execução do projeto
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado
<b>Avaliação do custo de Treinamento</b>
Riscos associados ao apoio gerencial
Envolvimento da área de negócio na criação do plano de projeto subestimado/superestimado
Envolvimento da alta gerência com o desenvolvimento do projeto subestimado/superestimado
Riscos associados aos usuários

Familiaridade das áreas afetadas com tecnologias equivalentes subestimada/superestimada
Capacidade das áreas afetadas em assimilar as mudanças de negócio implantadas subestimada/superestimada
<b>Riscos associados ao suporte</b>
Impactos devido a possíveis mudanças na equipe de suporte (interna ou externa) nos resultados do projeto subestimados/superestimados
<b>Avaliação do custo de Serviços de Terceiros</b>
<b>Riscos associados à equipe de projeto (terceiros)</b>
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto
Qualificação da equipe de TI subestimada/superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias ao projeto
Experiência da Equipe de TI subestimada/superestimada para a complexidade de execução do projeto
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica subestimada/superestimada
<b>Riscos associados à execução do projeto (terceiros)</b>
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado
<b>Avaliação do custo Material de consumo</b>
<b>Riscos associados ao material de consumo</b>
Despesas com materiais de consumo subestimadas/superestimadas
<b>Avaliação do custo de Passagens e diárias</b>
<b>Riscos associados a passagens e diárias</b>
Despesas com passagens e diárias subestimadas/superestimadas
<b>Avaliação do custo com Outras Despesas</b>
<b>Riscos associados ao desempenho do projeto</b>
Impactos devido a dependência de um fornecedor em particular (interno ou externo) sobre os resultados do projeto subestimados/superestimados

**Figura 21 – Arranjo dos grupos do fluxo de caixa e das categorias de risco**

A estrutura final de avaliação dos riscos é composta de seis campos (Figura 22): (i) arranjo dos grupos do fluxo de caixa e das categorias de risco, (ii) avaliação do impacto dos fatores de risco, (iii) avaliação das probabilidades de ocorrência para os intervalos de impacto dos fatores de risco, (iv) registro do nível de conhecimento do analista sobre a avaliação de cada fator de risco, (v) registro da base de raciocínio e (vi) valor do grupo atribuído no fluxo de caixa. As características de cada um destes campos são apresentadas na seção 3.2.2.

	Pior situação												
Grupo A do Fluxo de Caixa													
Categoria de Risco I													
Fator de risco 1													
Fator de risco 2													
...													
Valor do Grupo A													

**Figura 22 – Estrutura de avaliação dos riscos**

### 3.2.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS QUE COMPÕEM O MODELO

As estruturas desenvolvidas na etapa anterior formam a base do modelo para a avaliação dos riscos em projetos de TI. A aplicação destas estruturas é realizada em cinco etapas: (i) preenchimento da estrutura de fluxo de caixa, (ii) preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos, (iii) cálculo dos valores dos grupos do fluxo de caixa ajustados ao risco, (iv) cálculo do valor presente líquido do projeto ajustado ao risco e (v) hierarquização dos fatores de risco.

#### PREENCHIMENTO DA ESTRUTURA DE FLUXO DE CAIXA

A primeira etapa para a aplicação do modelo proposto é o *preenchimento da estrutura de fluxo de caixa* (Figura 23). Os itens de custos e benefícios devem ser distribuídos entre os dez grupos de fluxo de caixa apresentados na seção 3.2.1 e alocados ao longo do período de análise. Os valores dos itens devem ser descontados ao valor presente por uma taxa de mínima atratividade livre de risco, atribuída pela empresa.

Grupo A do Fluxo de Caixa	Período. 1	Período 2	Período 3	...	Período n	VPL
Item 1 do grupo A	3,00	1,00	2,00	...	1,00	7,52
Item 2 do grupo A	1,00	3,00	1,00	...	2,00	7,52
...	...	...	...	...	...	...
Item n do grupo A	3,00	1,00	2,00	...	1,00	9,40
VPL do Grupo A						35,15

Figura 23 – Preenchimento da estrutura de fluxo de caixa

#### PREENCHIMENTO DA ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS

O *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos* é dividido em quatro partes: (i) avaliação do impacto econômico dos fatores de risco sobre os grupos do fluxo de caixa; (ii) avaliação da probabilidade de ocorrência do impacto dos fatores de risco em cinco intervalos de valores; (iii) registro da base de raciocínio da análise; e (iv) registro do grau de conhecimento do analista sobre cada fator de risco analisado.

A avaliação do impacto dos fatores de risco sobre os grupos do fluxo de caixa é realizada baseada no conhecimento e experiência do analista. Primeiro, o analista avalia qual o maior impacto econômico negativo que cada fator de risco pode promover sobre o valor esperado para o grupo do fluxo de caixa correspondente (pior caso). O mesmo procedimento é realizado para o maior impacto positivo que os fatores de risco possam induzir (melhor caso) (Figura 24). Fornecidos estes valores extremos, o modelo gera quatro valores intermediários, que formam os intervalos para análise. Os intervalos estão descritos nas Equações 1 a 5.

$$\text{Intervalo 1} = \left[ \text{Pior situação}, \frac{3}{5} \text{Pior situação} \right] \quad (1)$$

$$\text{Intervalo 2} = \left[ \frac{3}{5} \text{Pior situação}, \frac{1}{5} \text{Pior situação} \right] \quad (2)$$

$$\text{Intervalo 3} = \left[ \frac{1}{5} \text{Pior situação}, \frac{1}{5} \text{Melhor situação} \right] \quad (3)$$

$$\text{Intervalo 4} = \left[ \frac{1}{5} \text{Melhor situação}, \frac{3}{5} \text{Melhor situação} \right] \quad (4)$$

$$\text{Intervalo 5} = \left[ \frac{3}{5} \text{Melhor situação}, \text{Melhor situação} \right] \quad (5)$$

	Pior situação						Melhor situação					
Grupo A do Fluxo de Caixa	(-) Impacto (\$) (+)											
Categoria de Risco I												
Fator de risco 1	-500	-300	-100	80	240	400						
Fator de risco 2	-300	-180	-60	0	0	0						
...	...	...	...	...	...	...						
Valor do Grupo A do Fluxo de Caixa	R\$ 7.000											

**Figura 24 – Avaliação do Impacto Econômico dos Fatores de Risco**

Uma vez realizada a avaliação do impacto econômico que os fatores de risco podem promover, o analista é solicitado a indicar qual a probabilidade de ocorrência para o impacto em cada um dos intervalos apresentados, como mostra a Figura 25. No exemplo da Figura, observa-se a probabilidade de 22% para a ocorrência de um impacto entre -R\$ 180,00 e -R\$ 60,00 para o Fator de risco 2. Neste mesmo exemplo, o Fator de risco 2 apresenta apenas impacto negativo, não oferecendo oportunidades de ganho para o projeto.

Nas situações em que um fator de risco apresenta apenas impacto negativo ou positivo, os campos relacionados aos cenários sem impacto são preenchidos com zero. Os valores das probabilidades para os intervalos de \$0,00 a \$0,00, gerados em tal situação, também é igual a zero. Nos casos em que a soma das probabilidades atribuídas ao fator de risco seja diferente de 100%, o modelo realiza um escalonamento destes valores para uma soma igual a 100%.

Após a análise do impacto econômico e da sua probabilidade de ocorrência nos respectivos intervalos, é realizado o registro da base de raciocínio que norteou a análise. O registro facilita a rastreabilidade dos critérios utilizados e servem como fonte de consulta para corrigir possíveis discrepâncias entre a resposta de diferentes analistas (Figura 26).

	Impacto econômico						Probabilidades de ocorrência				
	Pior situação					Melhor situação	Pior situação				Melhor situação
Grupo A do Fluxo de Caixa	(-) Impacto (R\$/1.000) (+)						(-) Probabilidade (+)				
Categoria de Risco I											
Fator de risco 1	-500	-300	-100	80	240	400	5%	19%	50%	20%	6%
Fator de risco 2	-300	-180	-60	0	0	0	7%	22%	50%	0%	0%
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Valor do Grupo A do Fluxo de Caixa	R\$ 7.000										

**Figura 25 – Definição dos intervalos de impacto econômico e correspondentes probabilidades de ocorrência**

Adicionalmente, nos casos em que o projeto é avaliado por mais de um profissional, cada analista deve preencher a estrutura de avaliação registrando seu grau de conhecimento da análise. O registro pode ser realizado utilizando-se uma escala de três pontos, indicativo do grau de conhecimento (Alto, Médio e Baixo), conforme indicado na Figura 26.

	Pior situação		Melhor situação	Conhecimento			Base de raciocínio da análise	
				Alto	Médio	Baixo		
Grupo A do Fluxo de Caixa		...						
Categoria de Risco I		...						
Fator de risco 1	5%	...	6%	x			Base de raciocínio 1...	
Fator de risco 2	7%	...	0%			x	Base de raciocínio 2...	
Fator de risco 3								

**Figura 26 – Avaliação do grau de conhecimento e registro da base de raciocínio da análise**

**CÁLCULO DOS VALORES DOS GRUPOS DO FLUXO DE CAIXA AJUSTADOS AO RISCO**

Nesta etapa, utilizando-se os valores médios de cada intervalo de impacto econômico e suas respectivas probabilidades de ocorrência, é construída a distribuição de probabilidade do impacto econômico que traduz o risco associado a cada fator. Esta distribuição descreve probabilisticamente o impacto do fator considerado sobre o valor monetário do grupo do fluxo de caixa.

Nas situações em que a estrutura de avaliação dos riscos é preenchida por mais de um analista, os valores finais do impacto econômico e suas probabilidades de ocorrência são resultado de uma média ponderada das avaliações registradas. A média utiliza como peso o grau de conhecimento de cada analista, fornecido no preenchimento da estrutura de avaliação, e segue o seguinte critério: Alto = 1, Médio = 0,5 e Baixo = 0,25.

O valor de cada grupo do fluxo de caixa ajustado ao risco é dado pela soma das distribuições de probabilidade dos fatores que o compõe e do valor determinístico atribuído ao grupo no fluxo de caixa, através de simulação estocástica. O resultado da simulação gera uma distribuição de probabilidade para o valor econômico do grupo analisado.

### **CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DO PROJETO AJUSTADO AO RISCO**

O cálculo do VPL do projeto ajustado ao risco também é realizado através de simulação estocástica. A simulação é feita considerando a soma das distribuições de probabilidade dos valores econômicos dos grupos do fluxo de caixa. Dado que as distribuições de probabilidade dos valores econômicos dos grupos são calculadas considerando as distribuições de probabilidade do risco associado aos diversos fatores, a distribuição final do VPL (soma de diversos eventos) tende a seguir o modelo normal.

### **HIERARQUIZAÇÃO DOS FATORES DE RISCO**

Após obter a distribuição de probabilidade do VPL do projeto (ajustado ao risco), o modelo prevê a *hierarquização dos Fatores de risco*. Essa hierarquização é feita considerando a média da distribuição de probabilidade de cada fator de risco. A hierarquização possibilita identificar quais riscos devem ser mitigados prioritariamente e quais apresentam as melhores oportunidades para aumentar a rentabilidade do projeto. Para isso, é realizado um gráficos de Pareto dos índices do impacto negativo x probabilidade e outro gráfico com os índices do impacto positivos x probabilidade.

Conhecidos os riscos prioritários, o tomador de decisão pode buscar valorar o projeto utilizando opções reais aplicadas a estes riscos. Baseado na Figura 18 da seção 2.5 o tomador de decisão pode identificar qual a melhor opção para a categoria de risco predominante no projeto, ou uma combinação destas. As opções disponíveis são: (i) adiar o projeto; (ii) realizar um piloto ou protótipo; (iii) desenvolver de forma incremental; (iv) abandonar o projeto ou modificar o uso; (v) contratar os serviços; (vi) terceirizar o desenvolvimento; (vii) alugar; e (viii) expandir o projeto.

A equação para o cálculo do valor de cada opção é dada por Black e Scholes (1973) (Equação 6). Ao somar-se o valor da opção, ou das várias opções, ao VPL médio do projeto, tem-se o VPL esperado da análise.



$$\text{Valor da Opção} = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2) \quad (6)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Onde:

S = valor corrente do ativo-objeto;

K = preço de exercício da opção;

t = prazo de exercício da opção;

r = taxa de juros sem risco correspondente ao prazo de vencimento da opção;

$\sigma$  = volatilidade do valor do ativo-objeto; e

N( ) = valor da distribuição normal cumulativa para variável padronizada.

No entanto, dado que a teoria de Opções Reais foi desenvolvida para o mercado de capitais, nem sempre é uma tarefa fácil adaptá-la a avaliação de projetos, pois grande parte dos projetos possuem características que não atendem os pressupostos exigidos pela teoria, (como valores normalmente distribuídos e volatilidade conhecida). Desta forma, o modelo utiliza a lógica de Opções Reais como um guia para avaliar configurações que valorizem o projeto frente ao risco. Após a avaliação das opções disponíveis para projetos de TI na Figura 18, o modelo é reaplicado considerando a nova opção ou combinação de opções selecionadas.

### 3.3. COMPARAÇÃO DO MODELO PROPOSTO COM OS MODELOS DA LITERATURA

A revisão dos principais modelos de avaliação de risco para projetos de TI na literatura, apresentada na Seção 2.5, mostra que a maioria dos modelos foca apenas na probabilidade de sucesso dos projetos, negligenciando o impacto econômico dos fatores de risco na análise. Dentre modelos que oferecem ferramentas para análise do risco, apresentados na Seção 2.5, o modelo de Schmitz *et al.* (2006) mostra ser o mais consistente. Por ser um modelo recente, Schmitz *et al.* (2006) corrige algumas falhas dos modelos mais antigos e aproveita a estrutura do modelo de Karolak (1996).

O modelo de Schmitz *et al.* (2006) utiliza uma escala de 0 a 1 para avaliar o impacto de 81 fatores de risco através de estimativas de três pontos: a estimativa mais otimista para o

fator de risco, a estimativa mais provável e a estimativa pessimista. São avaliadas as correlações entre os fatores em uma escala de  $-1$  a  $+1$  e também o impacto de cada categoria de risco sobre três critérios de sucesso do projeto: Técnico, Custo e Prazo. As categorias de risco são classificadas quanto a sua influência (baixo, médio ou alto) sobre cada critério de sucesso. Ao final, tem-se um índice para o projeto analisado indicando sua probabilidade de sucesso.

O modelo proposto nesta tese toma como ponto de partida o modelo criado por Schmitz *et al.* (2006). No entanto, importantes inovações são realizadas em relação ao modelo citado e aos demais modelos da literatura:

- *Mudança do foco da avaliação*: o foco sai da probabilidade de sucesso do projeto e passa a ser o resultado econômico esperado (probabilístico), considerando o impacto dos fatores de risco sobre os valores do fluxo de caixa. Com este novo foco, os analistas são levados a avaliar e quantificar o risco de forma monetária, convertendo os resultados da análise para uma linguagem próxima dos tomadores de decisão.
- *Uso de distribuições de probabilidade para avaliar o risco*: o impacto dos fatores de risco é avaliado através de distribuições de probabilidade, com sete pontos de avaliação. Não há exigência do uso de uma distribuição pré-estabelecida para a realização da simulação.
- *Estrutura de avaliação com fatores de risco independentes (não correlacionados)*: a configuração utilizada pela estrutura de avaliação busca a independência entre os fatores de risco analisados. Esta característica elimina a necessidade do preenchimento de uma matriz de correlações, reduzindo a carga de trabalho do analista.
- *Simulação do VPL do projeto e hierarquização dos riscos*: a simulação dos valores do fluxo de caixa impactados pelos fatores de risco gera a distribuição de probabilidade do VPL do projeto. A mesma análise fornece uma hierarquização dos fatores de risco segundo seu impacto sobre o desempenho econômico do projeto.
- *Análise de opções reais para o projeto*: com a volatilidade dos retornos do projeto, fornecida pela simulação, facilita-se o cálculo do valor de opções reais para os riscos mais significativos. A escolha das opções é realizada utilizando-se

um quadro de opções contingentes aos riscos em TI, levantado da literatura e apresentado na Figura 18 da seção 2.5.

A Figura 27 mostra uma comparação entre os principais modelos encontrados na literatura e o modelo proposto nesta tese.

	Karolak (1996)	Foo; Muruganathan (2000)	Schmitz <i>et al</i> (2006)	Modelo Proposto
Instrumento utilizado para a Análise	Questionário	Questionário	Questionário e Matriz de Correlações.	Questionário
Total de Categorias de Risco Analisadas	10	9	10	18
Total de Fatores de Risco Analisados	81	88	81	39
Análise do impacto dos Fatores de Risco	Impacto das <b>categorias</b> sobre Des. Técnico, Custo e Prazo	Impacto das <b>categorias</b> sobre Qualidade, Custo e Cronograma	Impacto das <b>categorias</b> sobre Des. Técnico, Custo e Prazo	Impacto dos <b>fatores</b> sobre o Fluxo de Caixa do projeto
Análise da probabilidade de ocorrência dos riscos	Probabilidade de ocorrência dos fatores de risco	-	Probabilidade de ocorrência dos fatores de risco	Probabilidade de ocorrência dos fatores de risco
Análise de correlação dos fatores de Risco	-	-	Análise de correlação entre os 81 fatores	-
Análise do impacto dos riscos sobre o fluxo de caixa	-	-	-	Análise dos 39 fatores
Análise probabilística dos fatores de Risco	-	-	Distribuição triangular de probabilidades	Distribuição de probabilidade genérica
Análise probabilística do retorno econômico do projeto	-	-	-	Análise probabilística do VPL por simulação
Análise de opções para valoração do projeto	-	-	-	Análise de 9 opções reais
Análise de vários analistas	Com adaptações	Com adaptações	Sim	Sim
Registro da base de raciocínio	-	-	-	Registra para a análise dos fatores de risco
Informação de saída	Probabilidade de sucesso do projeto	Probabilidade de sucesso do projeto	Distribuição de probabilidade para o sucesso do projeto	Distribuição de probabilidade para o VPL do projeto

Figura 27 – Comparação do modelo proposto com os principais modelos da literatura

Na Figura 27 é possível observar que o modelo proposto apresenta um número reduzido de fatores de risco e um alto número de categorias quando comparado aos demais modelos. Esta característica é resultante do esforço em tornar o modelo proposto mais abrangente e genérico. O número reduzido de fatores de risco deve-se a reformulação na descrição dos mesmos, tornando-os mais abrangentes e eliminando a existência de itens superpostos ou redundantes. O aumento no número de categorias de risco é resultado da

generalização da estrutura de avaliação, a fim de atender a maioria dos projetos de TI.

Quanto à abordagem da análise, a avaliação realizada sobre o fluxo de caixa, em detrimento de avaliações qualitativas dos aspectos Qualidade, Custos e Cronograma, torna a análise mais consistente. Nem todos os projetos terão como principais critérios de sucesso os três aspectos citados, mas todos os aspectos que influenciam um projeto estarão implícitos no fluxo de caixa.

### 3.4. VERSÃO SIMPLIFICADA DO MÉTODO

O modelo proposto nesta tese é resultado da evolução de algumas versões preliminares. Entre estas versões, a *Versão Simplificada do Método* (VPM) foca na facilidade e na rapidez no processo de avaliação dos riscos. Esta versão utiliza a estrutura clássica dos modelos encontrados na literatura, que utilizam uma escala fixa para avaliar impacto e probabilidade. A opção por esta estrutura é reduzir o esforço dos analistas no momento da avaliação dos riscos.

A VPM avalia o impacto dos fatores de risco e sua probabilidade de ocorrência dentro de uma escala de 5 pontos que vai de *Muito Pequeno* a *Muito Grande* (Figura 28). Para cada fator de risco, o analista avalia o impacto negativo e o impacto positivo (oportunidades) com suas respectivas probabilidades. Para cada grupo do fluxo de caixa é avaliado o valor *Mínimo*, mais *Provável* e *Máximo* para o fluxo de caixa determinístico, levando em consideração a análise dos riscos realizada dentro de cada grupo.

	Muito Pequena	Pequena	Média	Grande	Muito Grande	Muito Pequena	Pequena	Média	Grande	Muito Grande
Categoria de Risco I	- Impacto					+				
Fator de risco 1	x						x			
Fator de risco 2			x			x				
Fator de risco 3				x				x		
Grupo A do Fluxo de Caixa	Mínimo				Provável				Máximo	
	93,00				100,00				109,00	

Figura 28 – Análise dos aspectos negativos e positivos do risco da VPM

O valor mais provável é fornecido pelo orçamento determinístico e os valores mínimo e máximo são atribuídos pelo analista, apoiado por intervalos prováveis calculados pela estrutura de avaliação dos riscos. Para cada ponto assinalado na escala, a estrutura atribui

um peso correspondente (Muito Pequeno = 0; Pequeno = 0,1; Médio = 0,2; Grande = 0,5; e Muito Grande = 1). O peso de cada impacto é multiplicado pelo peso de sua probabilidade, gerando um índice para cada fator de risco.

A estrutura de avaliação utiliza os índices dos fatores de risco para calcular os cenários extremos quanto à correlação entre os fatores: (i) todos os fatores de risco são independentes – o valor mínimo sugerido pela estrutura é a soma dos índices dos fatores de risco do grupo (Cenário 1); (ii) todos os fatores de risco são correlacionados – o valor mínimo sugerido é o valor máximo entre os índices dos fatores de risco do grupo (Cenário 2).

O intervalo para o valor *Mínimo* é dado pelas diferenças entre o valor *Provável* e o valor dos dois cenários calculados anteriormente (Equação 7). O intervalo para o valor *Máximo* é dado pelas somas do valor provável e o valor dos dois cenários calculados (Equação 8). Estes valores atuam como guia para o analista, que pode optar por valores fora do intervalo estabelecido (Figura 29). No entanto, isto indica que, provavelmente, o analista tenha deixado de incluir algum fator de risco que não foi avaliado na estrutura de avaliação.

$$\text{Provavel} - \text{Cenario 1} \leq \text{Mínimo} \leq \text{Provavel} - \text{Cenario 2} \quad (7)$$

$$\text{Provavel} + \text{Cenario 2} \leq \text{Máximo} \leq \text{Provavel} + \text{Cenario 1} \quad (8)$$

Os valores *Mínimo*, mais *Provável* e *Máximo* de cada grupo do fluxo de caixa formam uma distribuição de probabilidade triangular, que é utilizada na simulação para o cálculo do VPL probabilístico do projeto. Assim como o modelo principal apresentado na seção 3.2, esta versão também prevê a hierarquização das categorias de risco e a análise de opções reais para os riscos prioritários a fim de aumentar o valor do projeto.

Intervalo Val. MIN		Intervalo Val. MAX	
48,20	50,00	150,00	151,80

Figura 29 – Intervalos para os valores mínimo e máximo da VPM

Apesar de seguir uma estrutura racional, a VPM apresenta inconsistências pelo uso de uma escala com pesos fixos para avaliar o impacto dos fatores de risco. O uso de uma escala fixa pode se tornar uma fonte de erro quando os analistas possuem uma sensibilidade maior do que a fornecida pela escala. Da mesma forma, a escala possui um peso máximo (Muito Grande) igual a 1, significando que, na pior situação, um fator de risco teria o impacto de 100% do valor monetário do grupo ao qual pertence. Fatores com impactos maiores tem seu valor reduzido para o máximo de 100%.

## CAPÍTULO 4

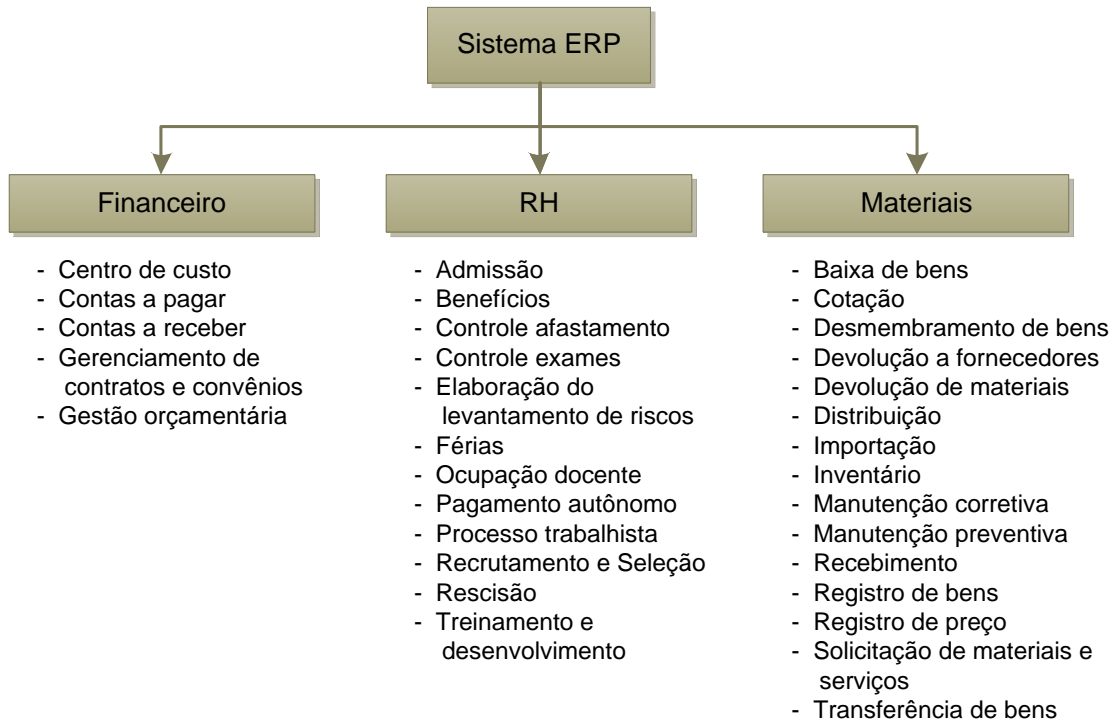
### **4. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO**

A análise do modelo proposto foi realizada por meio do atendimento às etapas constantes na Figura 19, as quais são detalhadas a seguir no contexto de uma aplicação em um projeto de TI.

#### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO**

O modelo proposto foi aplicado na análise econômica dos riscos envolvidos no desenvolvimento e implantação de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*). O projeto é desenvolvido por uma instituição de ensino superior, que necessitava avaliar a viabilidade econômica do projeto antes de iniciá-lo. O sistema ERP será constituído de 3 módulos (Financeiro, RH e Materiais), gerenciando um total de 32 processos que cobrem as atividades meio da instituição. A Figura 30 apresenta a estrutura de processos do sistema ERP.

Devido à complexidade do projeto, a instituição contratará os serviços de uma empresa especializada em desenvolvimentos de aplicativos e também de consultores de negócio e TI. Desta forma, o mapeamento dos processos e a análise das especificações para os sistemas que comporão o ERP serão realizados pela instituição de ensino, enquanto a programação será realizada pela empresa especializada. Ao longo do projeto, os consultores darão apoio na análise das especificações dos sistemas, na programação do ERP e no desenvolvimento de interfaces.



**Figura 30 – Estrutura de processos do sistema ERP**

#### **4.2. COLETA DOS DADOS**

Os dados para análise do projeto foram coletados através de reuniões com o gerente do projeto e o gerente de TI da instituição de ensino. Foram realizadas 4 reuniões, somando um total de 10 horas. Na primeira reunião, foi realizado o *preenchimento da estrutura do fluxo de caixa*. A segunda reunião envolveu uma revisão do fluxo de caixa e o início do *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos*.

Na terceira reunião, foi concluído o *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos* e foram realizados os *cálculos dos valores dos grupos do fluxo de caixa* e do *valor presente líquido do projeto ajustado ao risco*. Na quarta reunião, realizou-se a *hierarquização dos fatores de risco*, segundo o impacto provável proporcionado no projeto. Nesta reunião, também foi elaborada uma nova análise baseada em Opções Reais, verificando a possibilidade de reduzir o risco e aumentar a rentabilidade do projeto.

#### **PREENCHIMENTO DA ESTRUTURA DE FLUXO DE CAIXA**

O preenchimento do fluxo de caixa do projeto foi realizado considerando a estrutura apresentada na seção 3.2.1 para um período de análise de 5 anos. O período escolhido foi considerado o tempo mínimo em que o sistema ERP não geraria novos custos de atualizações. Nos primeiros 2 anos estão previstos o desenvolvimento e a implantação do sistema. O

retorno financeiro ocorre a partir do terceiro ano, quando também encerram-se os custos de desenvolvimento e implantação.

O fluxo de caixa do projeto foi organizado em 10 grupos. Os valores para o grupo Benefícios são oriundos: (i) da eliminação do custo de licenças dos sistemas utilizados atualmente para gestão dos processos da instituição, (ii) das melhorias nos processos internos proporcionadas pelo novo ERP, e (iii) da venda de licenças do novo ERP no mercado educacional.

Todos os benefícios ocorrem a partir do terceiro ano do projeto, com o final da implantação do ERP. A partir deste momento, o contrato de licenças dos sistemas antigos é encerrado e iniciam os retornos das melhorias dos processos proporcionadas pelo novo sistema. No terceiro ano ocorre também a venda de licenças do ERP num formato de associação, onde o retorno financeiro advém do suporte e treinamentos prestados aos associados como um valor fixo mensal.

O grupo *Custo financeiro* não possui valores associados no fluxo de caixa, uma vez que o projeto será realizado com recursos próprios. Para o grupo *Infraestrutura*, os custos previstos estão relacionados ao novo mobiliário e a manutenção de servidores para implantação e conversão entre o sistema antigo e o novo ERP. O grupo *Licenças e equipamentos* prevê 6 licenças de uma ferramenta para desenvolvimento de aplicativos com modelagem UML (*Unified Modeling Language*), 3 notebooks para reuniões e viagens, 3 PCS para desenvolvimento e 2 servidores.

Para o grupo *Mão-de-obra* foram previstos gastos com 6 gestores, 6 analistas e 76 usuários. A previsão de trabalho para os gestores é mais intensiva nos primeiros 8 meses do projeto, quando serão realizadas a definição e o mapeamento dos processos. Posteriormente, os gestores atuarão como auditores do novo ERP, comparando o novo sistema com os processos definidos nas etapas anteriores.

Os analistas atuarão em tempo integral durante todo o período do projeto. Eles auxiliarão os gestores no mapeamento dos processos e serão responsáveis pela análise e verificação da programação, pela implantação do novo sistema e pelo treinamento dos usuários. Os usuários auxiliarão os gestores no mapeamento dos processos e os analistas de sistemas nas auditorias e operacionalização do sistema.

O grupo *Treinamento* prevê despesas com um único treinamento ministrado aos analistas, que focará aspectos técnicos para o desenvolvimento do ERP. A previsão de gastos



com *Serviços de terceiros* está dividida em: (i) programação do sistema e (ii) consultorias. A programação do sistema será terceirizada a uma empresa especializada, com desembolsos mensais. As consultorias estão previstas em etapas consideradas sensíveis para o desenvolvimento e têm a função de auxiliar as equipes na compreensão do valor de negócio e ajudar no desenvolvimento técnico, como análise do sistema e desenvolvimento ergonômico de interfaces.

A previsão de gastos em *Material de consumo* está relacionada apenas a insumos para escritório. Gastos com *Passagens e diárias* estão previstos para o deslocamento de alguns desenvolvedores que auxiliarão na análise do sistema e para visitas técnicas em outras instituições a fim de aprimorar os processos definidos no novo ERP. Para o grupo Outras despesas não foram identificados valores.

A Figura 31 apresenta o resumo do fluxo de caixa com o VPL de cada grupo e o VPL esperado para o projeto. A Taxa de Mínima Atratividade (TMA), livre de risco, foi estabelecida em 1,8% a.m. O fluxo de caixa detalhado para o projeto é apresentado no Apêndice A.

Grupo do Fluxo de Caixa	VPL
Benefícios	14.763.650,41
Custo financeiro	0,00
Infraestrutura	-75.971,44
Licenças e equipamentos	-80.893,52
Mão-de-obra	-623.436,49
Treinamento	-2.219,30
Serviços de terceiros	-1.861.187,53
Material de consumo	-834,97
Passagens e diárias	-33.702,00
Outras despesas	0,00
<b>VPL do Projeto</b>	<b>12.085.405,15</b>

**Figura 31 – Resumo do fluxo de caixa do projeto**

## **PREENCHIMENTO DA ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS**

O *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos* foi realizado em uma análise conjunta entre o gerente do projeto e o gerente de TI da instituição. A opção pela análise conjunta, em detrimento de análises separadas, buscou estimular uma maior discussão dos riscos envolvidos no projeto. Os valores de impacto e probabilidades de ocorrência para cada fator de risco foram determinados por consenso. A Figura 32 mostra parte da estrutura de avaliação dos riscos preenchida para o grupo Benefícios. A estrutura com o preenchimento completo é apresentada no Apêndice B.

O processo de preenchimento seguiu três etapas. Primeiro realizou-se a avaliação do impacto econômico do fator de risco sobre o grupo do fluxo de caixa ao qual pertence. Os analistas estimaram o valor do maior impacto econômico negativo e o maior impacto positivo do fator de risco sobre o valor esperado do grupo do fluxo de caixa. A partir destes valores o modelo gerou quatro valores intermediários, formando cinco intervalos prováveis de impacto, conforme as Equações 1, 2, 3, 4 e 5 apresentadas na seção 3.2.2.

Após a avaliação do impacto econômico, os analistas indicaram a probabilidade de ocorrência para cada um dos intervalos gerados na etapa anterior. Na Figura 32, pode-se observar a avaliação dos *Riscos associados a ações da concorrência*.

	Pior situação						Melhor situação				
Avaliação dos Benefícios	(-) Impacto (R\$/1.000)						(+) Probabilidade				
Riscos associados a ações da concorrência											
Impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores subestimado/superestimado	-1.045	-627	-209	816	2.448	4.080	35%	40%	15%	7%	3%
Impacto nos benefícios pela entrada de uma tecnologia substituta subt./superestimado	-1.700	-1.020	-340	0	0	0	50%	0%	50%	0%	0%
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Valor dos Benefícios	R\$ 14.764 mil										

\* Valores monetários apresentados em milhares

**Figura 32 – Estrutura de avaliação dos riscos – Impacto x Probabilidade**

Para a avaliação do primeiro fator de risco, foi perguntado aos analistas qual seria o “*impacto nos benefícios devido à resposta dos competidores estar subestimada ou superestimada*”? Na análise da pior situação, os analistas avaliaram poder ter subestimado o impacto da resposta dos competidores em até -R\$ 1.045.000,00, representando uma perda nos benefícios esperados.

Na análise da melhor situação, avaliou-se uma possibilidade de ganho adicional de até R\$ 4.080.000,00 por superestimar a resposta dos competidores. A base de raciocínio destas estimativas é registrada junto a análise, como apresentado na Figura 33. Os valores intermediários (-R\$ 627.000,00; -R\$ 209.000,00; R\$ 816.000,00 e R\$ 2.448.000,00) são gerados automaticamente pelo modelo, fornecendo intervalos equidistantes para o impacto negativo e para o impacto positivo.

Na avaliação das probabilidades, atribuiu-se em 35% a chance de se confirmar um impacto negativo nos benefícios entre -R\$ 1.045.000,00 e -R\$ 624.000,00 por resposta dos

concorrentes; 40% para o intervalo entre -R\$ 624.000,00 e -R\$ 209.000,00, e assim sucessivamente. Observa-se apenas 3% de probabilidade para a melhor situação, com um ganho entre R\$ 2.448.000,00 e R\$ 4.080.000,00.

A base de raciocínio para a análise anterior foi baseada na possibilidade de perdas ou ganhos na venda de licenças do novo ERP, como mostra Figura 33. Existe uma forte possibilidade que concorrentes consigam desenvolver um sistema com as mesmas características em menos de 5 anos e comprometam parte da venda de licenças esperada pela instituição. Da mesma forma, existe uma possibilidade menor que os concorrentes não consigam colocar no mercado um sistema que seja competitivo com o novo ERP, o que possibilitaria uma venda maior de licenças.

	Pior situação		Melhor situação		Pior situação		Melhor situação	
Avaliação dos Benefícios	...				...			
Riscos assoc. ações da concorrência								
Impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores sub./superestimada	-1.045	...	4.080		35%	...	3%	
Impacto nos benefícios pela entrada de uma tecnologia substituta sub./super.	-1.700	...	0		50%	...	0%	
...	...	...	...		...	...	...	
Valor dos Benefícios	...							

Base de Raciocínio da Análise	
Perdas ou ganhos na venda de licenças	
Custo de remodelar os processos e reescrever a aplicação	
...	

\* Valores monetários apresentados em milhares

**Figura 33 – Estrutura de avaliação dos riscos – Base de raciocínio da análise**

**CÁLCULO DOS VALORES DOS GRUPOS DO FLUXO DE CAIXA AJUSTADOS AO RISCO**

Após o preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos, foi realizado o cálculo dos valores dos grupos do fluxo de caixa ajustados ao risco. O ajuste ao risco foi realizado somando-se o valor determinístico do grupo, indicado no fluxo de caixa, com as distribuições de probabilidade dos fatores de risco que impactam o referido grupo, através de uma simulação estocástica.

Para a realização da simulação foi utilizado o aplicativo @Risc da empresa Palisade. Foram realizadas 10.000 iterações para cada simulação, utilizando as técnicas de amostragem de Monte Carlo e Hipercubo Latino. Os resultados encontrados pelas duas técnicas não apresentaram diferenças significativas entre si para os cálculos do modelo.

A Figura 34 apresenta as distribuições de probabilidade resultantes do ajuste ao risco para cada grupo após a realização da simulação estocástica. Na figura, também são

apresentados a média, desvio-padrão, valor para o percentual de 1% e valor para o percentual de 99% para cada grupo.

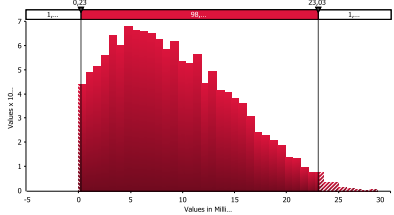
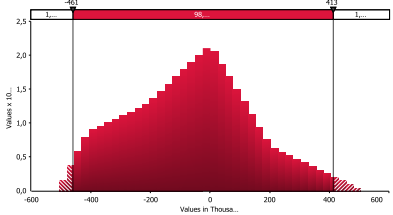
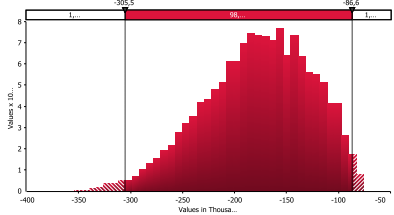
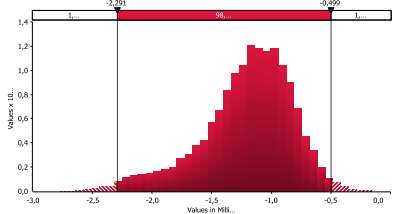
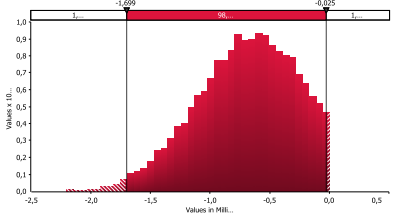
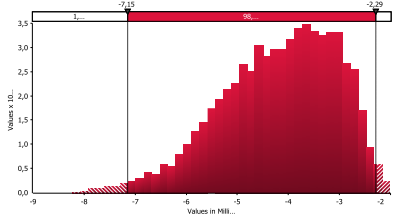
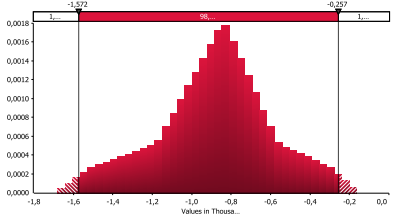
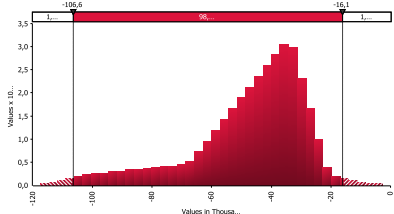
Grupo do Fluxo de Caixa	Valores	Grupo do Fluxo de Caixa	Valores
<b>Benefícios</b>	<b>Média</b>	<b>Custo financeiro e orçamento</b>	<b>Média</b>
	9.161.823		-63.890
	<b>Desv. Padr.</b>		<b>Desv. Padr.</b>
	5.687.280		204.700
	<b>Valor 1%</b>		<b>Valor 1%</b>
	232.428		-461.450
	<b>Valor 99%</b>		<b>Valor 99%</b>
	23.025.189		412.544
<b>Custo da infraestrutura</b>	<b>Média</b>	<b>Custo de licenças e equipamentos</b>	<b>Média</b>
	-177.389	Não foram identificados fatores de riscos que impactem o valor do grupo	-80.893
	<b>Desv. Padr.</b>		<b>Desv. Padr.</b>
	50.862		0
	<b>Valor 1%</b>		<b>Valor 1%</b>
	-305.548		-80.893
	<b>Valor 99%</b>	<b>Valor 99%</b>	
	-86.615	-80.893	
<b>Custo da mão-de-obra</b>	<b>Média</b>	<b>Custo de treinamento</b>	<b>Média</b>
	-1.204.944		-705.039
	<b>Desv. Padr.</b>		<b>Desv. Padr.</b>
	381.878		402.314
	<b>Valor 1%</b>		<b>Valor 1%</b>
	-2.291.091		-1.698.651
	<b>Valor 99%</b>		<b>Valor 99%</b>
	-498.917		-24.805
<b>Custo de serviços de terceiros</b>	<b>Média</b>	<b>Custo de material de consumo</b>	<b>Média</b>
	-4.177.650		-884
	<b>Desv. Padr.</b>		<b>Desv. Padr.</b>
	1.117.255		288
	<b>Valor 1%</b>		<b>Valor 1%</b>
	-7.145.922		-1.571
	<b>Valor 99%</b>		<b>Valor 99%</b>
	-2.287.692		-257
<b>Custo de passagens e diárias</b>	<b>Média</b>	<b>Custo com outras despesas</b>	<b>Média</b>
	-47.430	Não foram identificados fatores de riscos que impactem o valor do grupo	0
	<b>Desv. Padr.</b>		<b>Desv. Padr.</b>
	19.338		0
	<b>Valor 1%</b>		<b>Valor 1%</b>
	-106.550		0
	<b>Valor 99%</b>	<b>Valor 99%</b>	
	-16.120	0	

Figura 34 – Resumo do fluxo de caixa probabilístico

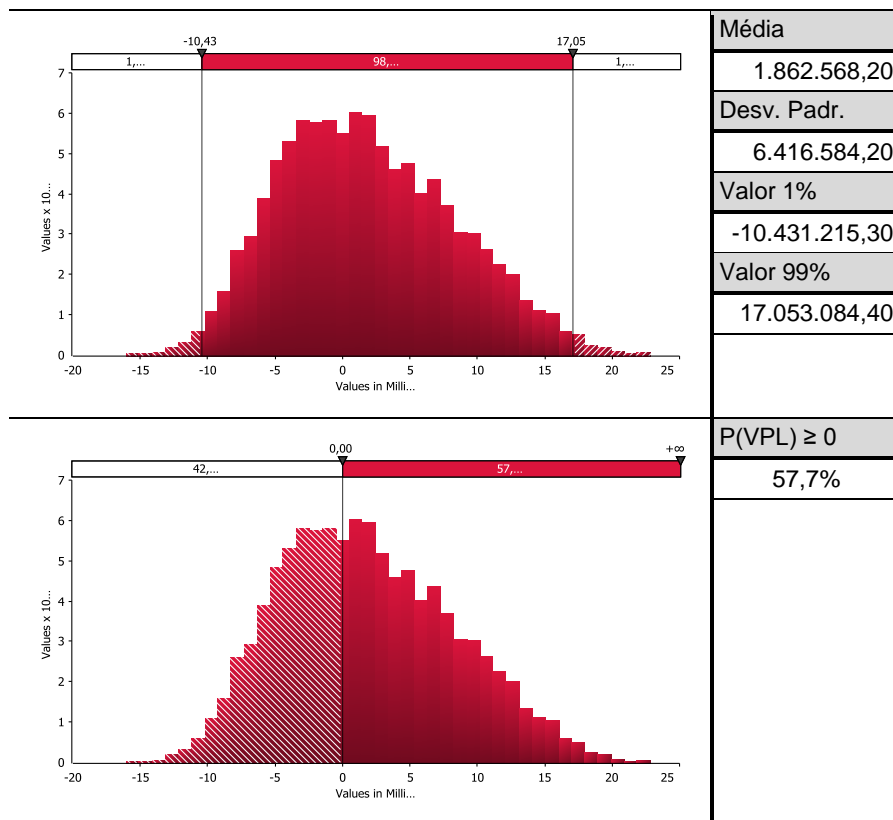
Observa-se na Figura 34, para o grupo *Benefícios*, um valor médio esperado de R\$

9.161.823,00. No entanto, o grupo apresenta uma grande variabilidade associada ao risco, com um desvio-padrão de R\$ 5.687.208,00. Para um intervalo de confiança de 98%, o valor esperado para este grupo está entre R\$ 232.428,00 e R\$ 23.025.189,00. Para os demais grupos segue-se a mesma lógica de análise, observando apenas que seus valores esperados são negativos, indicando custos.

**CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DO PROJETO AJUSTADO AO RISCO**

O cálculo do VPL do projeto ajustado ao risco foi realizado através da soma das distribuições de probabilidade dos grupos do fluxo de caixa, através de uma nova simulação estocástica. A Figura 35 apresenta a distribuição de probabilidade para o VPL do projeto. Com um VPL médio de R\$ 1.862.568,20, o projeto mostra-se atrativo, uma vez que pagaria o custo de capital com uma sobra de R\$ 1,8 milhão.

A Figura 35 também mostra, no entanto, que o desvio-padrão para o VPL é de R\$ 6.416.584,20, e os valores prováveis para um intervalo de confiança de 98% estão entre -R\$ 10.431.215,30 e R\$ 17.053.084,40. Além disso, a probabilidade do projeto retornar um VPL positivo é de 58,4%. Estas informações indicam que, embora na média o projeto seja atrativo, ele oferece um grande risco econômico.

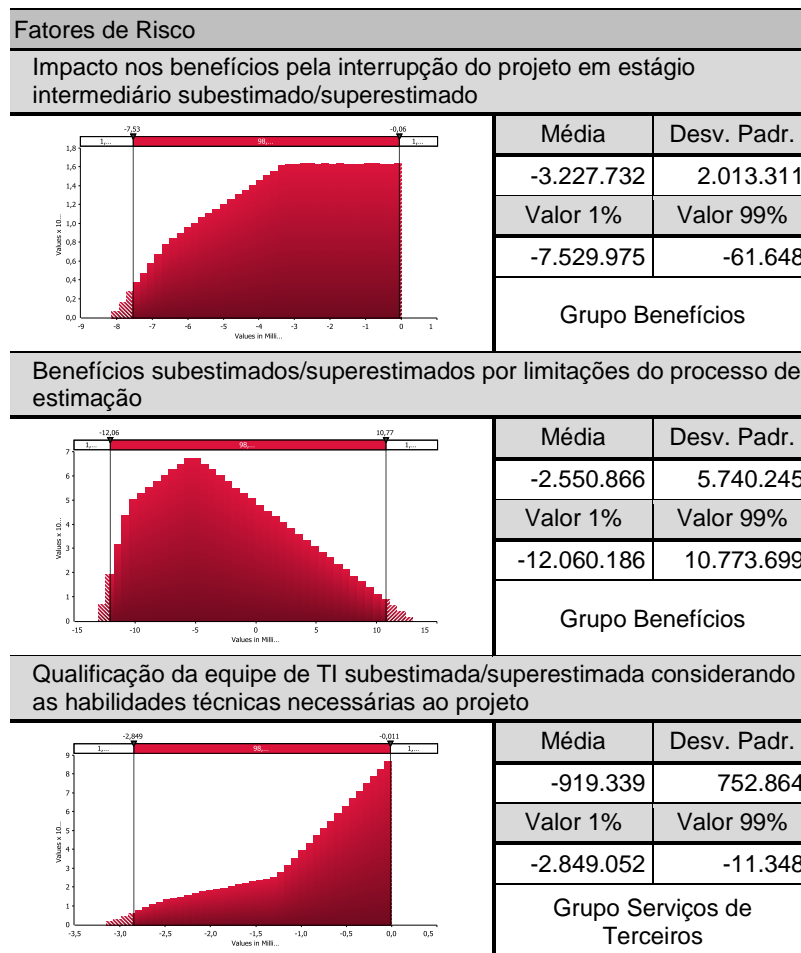


**Figura 35 – VPL probabilístico do projeto ajustado ao risco**

**HIERARQUIZAÇÃO DOS FATORES DE RISCO**

Após o cálculo do VPL probabilístico do projeto, foi realizada a *hierarquização dos fatores de risco* a fim de identificar aqueles que representam as maiores ameaças e as melhores oportunidades. A Figura 36 apresenta, em ordem decrescente, os três fatores de risco que apresentam as maiores ameaças para a viabilidade econômica do projeto.

O fator que exerce maior influência está relacionado ao “*impacto nos benefícios pela interrupção do projeto em estágio intermediário*”. Para um intervalo de confiança de 98%, este fator pode gerar perdas que vão de -R\$ 61.648,00 a -R\$ 7.529.975,00, com média de -R\$ 3.277.732,00. Os outros dois fatores são: “*benefícios subestimados ou superestimados por limitações do processo de estimação*” e “*qualificação da equipe de TI de terceiros subestimada ou superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias ao projeto*”, com valores médios de perdas de -R\$ 2.550.866,00 e -R\$ 919.339,00, respectivamente.



**Figura 36 – Fatores de risco com maior impacto negativo sobre o VPL do projeto**

A Figura 37 apresenta os três fatores que oferecem as melhores possibilidades de ganhos frente ao risco. O fator de risco com a melhor oportunidade está relacionado ao

“*impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores estar subestimado ou superestimado*”, com os valores previstos variando de -R\$ 962.507,00 a R\$ 3.515.690,00 e média de R\$ 351.329,00. Esta informação indica uma oportunidade a ser explorada ou que este tipo de risco esta superestimado no projeto.

Os outros fatores com impacto positivo são: “*impacto nos benefícios por ações imprevistas de órgãos regulatórios estar subestimado ou superestimado*” e “*impacto nos benefícios por mudanças no ambiente de negócio ou demanda dos clientes estar subestimado ou superestimado*”, com médias de R\$ 267.519,00 e R\$ 29.802,00 respectivamente.

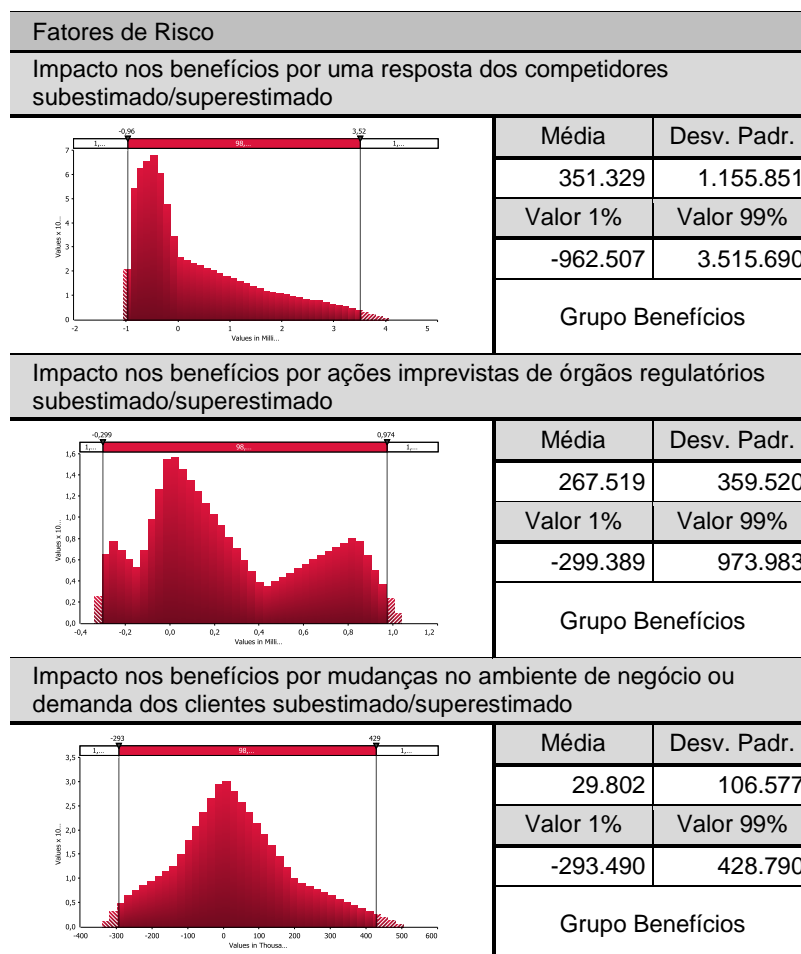


Figura 37 – Fatores de risco com maior impacto positivo sobre o VPL do projeto

#### 4.3. ANÁLISE DA OPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INCREMENTAL DO PROJETO

Após a identificação dos fatores de risco mais impactantes no projeto e com o apoio da Figura 18 da seção 2.5, os analistas decidiram avaliar a opção de desenvolver o projeto de forma incremental. A estratégia para a segunda análise foi dividir o projeto em duas etapas. Na primeira etapa será desenvolvido apenas um dos módulos do ERP. Antes do desenvolvimento dos módulos restantes, o retorno dos benefícios será avaliado por um

período de 6 meses. Caso os benefícios fiquem abaixo do esperado, a instituição optará pelo abandono do projeto. Com o uso esta opção, pretende-se minimizar o risco dos fatores críticos para o projeto ligados aos benefícios.

#### **PREENCHIMENTO DA ESTRUTURA DE FLUXO DE CAIXA**

O fluxo de caixa, para a opção de desenvolvimento incremental, foi reformulado de forma a distribuir os valores segundo o desenvolvimento de cada uma das duas etapas. O período de análise permaneceu em 5 anos. No entanto, o desenvolvimento foi estendido para 3 anos, reduzindo o período de realização dos benefícios. Embora esteja previsto apenas um terço do desenvolvimento na primeira etapa, atribuiu-se a ela cerca de 55% dos custos do projeto devido ao esforço de aprendizado no mapeamento dos processos e desenvolvimento do sistema.

Ao final do 18º mês do projeto, após a implantação do primeiro módulo do ERP, inicia-se um período de 6 meses para teste do novo sistema e análise do retorno dos benefícios. Neste período estão previstos  $\frac{1}{3}$  dos ganhos pelo interrompimento do custo atual de licenças e  $\frac{1}{3}$  dos ganhos por melhoria dos processos. A avaliação dos benefícios neste período fornecerá subsídios para a decisão de dar continuidade ao projeto ou interrompê-lo. O fluxo de caixa para a primeira etapa do projeto encerra-se ao final do 24º mês.

A segunda etapa do projeto concentra os custos de desenvolvimento e implantação dos módulos 2 e 3 do ERP. Nesta etapa também está prevista a maior parcela dos benefícios, que ocorrem a partir do quarto ano. O fluxo de caixa completo para a opção de desenvolvimento incremental do projeto é apresentado no Apêndice C.

#### **PREENCHIMENTO DA ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS**

No *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos* para a nova análise, foram realizados dois preenchimentos, uma para cada etapa do projeto. Para a primeira etapa, os analistas seguiram os mesmos critérios utilizados na análise do projeto original. A diferença ocorreu na redução dos valores atribuídos ao impacto dos fatores de risco, uma vez que a primeira etapa concentra apenas  $\frac{1}{3}$  do desenvolvimento. As probabilidades para os intervalos de impacto permaneceram as mesmas, pois as incertezas em relação ao futuro do projeto não se alteraram para esta etapa.

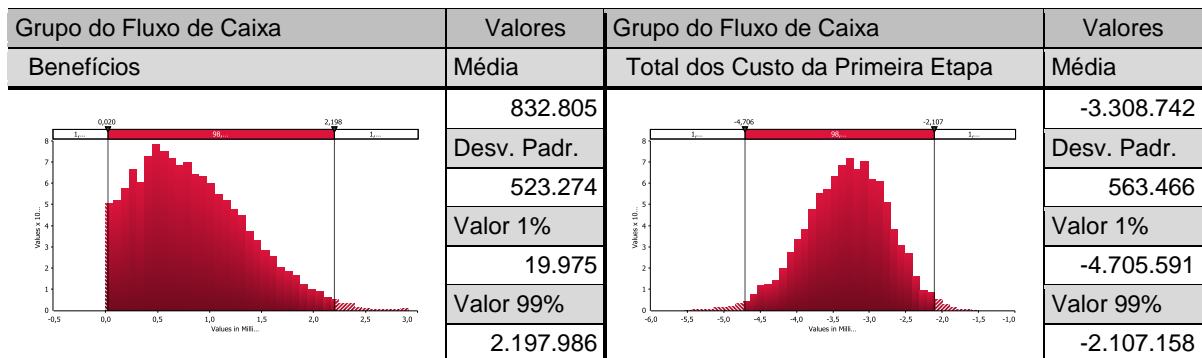
No preenchimento da segunda etapa, foram atribuídos valores de impacto referentes



aos  $\frac{2}{3}$  do desenvolvimento restante. A mudança mais importante foi a redução das probabilidades de ocorrência dos impactos, uma vez que somente se daria continuidade a segunda etapa do projeto com um resultado positivo na primeira. Assim, dado que a primeira etapa tenha proporcionado um bom resultado, as probabilidades de que ocorram um forte impacto dos fatores de risco na segunda etapa são reduzidas. As estruturas de avaliação com o preenchimento completo das duas etapas são apresentadas no Apêndice D.

### **CÁLCULO DOS VALORES DOS GRUPOS DO FLUXO DE CAIXA DA PRIMEIRA ETAPA AJUSTADOS AO RISCO**

Concluído o *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos*, realizou-se o *cálculo dos valores dos grupos do fluxo de caixa para a primeira etapa do projeto ajustados ao risco*. A Figura 38 apresenta um resumo para os benefícios e o total de custos esperados para esta etapa. Os benefícios esperados estão entre R\$ 19.975,00 e R\$ 2.197.986,00, com média de R\$ 832.805,00. O total de custos esperados está entre -R\$ 2.107.158 e -R\$ 4.705.591, com média de -R\$ 3.308.742,00.

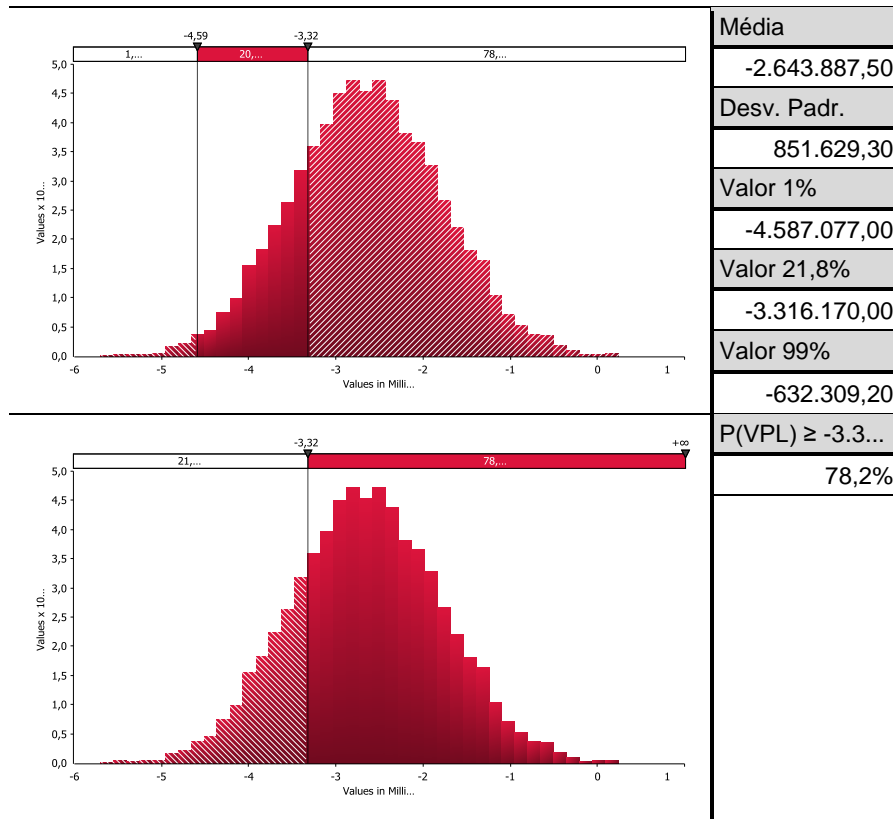


**Figura 38 – Resumo do fluxo de caixa probabilístico da primeira etapa**

### **CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DA PRIMEIRA ETAPA AJUSTADO AO RISCO**

O resultado para o cálculo do VPL ajustado ao risco para a primeira etapa, apresentado na Figura 39, mostra um valor esperado entre -R\$ 4.587.077,00 e -R\$ 632.309,20 (valores para o intervalo de confiança de 98%). O valor médio para o VPL desta etapa foi de -R\$ 2.643.887,50.

Como critério para a continuidade do projeto, os analistas estipularam um VPL mínimo para a primeira etapa igual a -R\$ 3.316.170,00. Este valor está baseado em um percentual da realização dos benefícios cuja projeção para a segunda etapa assegure uma probabilidade de rentabilidade para o projeto acima 50%. Um resultado na primeira etapa com VPL abaixo do mínimo estipulado fará a instituição abandonar o projeto.



**Figura 39 – VPL probabilístico da primeira etapa do projeto ajustado ao risco**

A Figura 39 mostra que a probabilidade de sucesso na primeira etapa, e consequente conclusão do projeto, é de 78,2%. Já a probabilidade de abandono do projeto após a conclusão da primeira etapa é de 21,8%. O que implicaria assumir um prejuízo provável entre -R\$ 3.316.170,00 e -R\$ 4.587.077,00, a fim de evitar um prejuízo maior ao final do projeto.

**CÁLCULO DOS VALORES DOS GRUPOS DO FLUXO DE CAIXA DA SEGUNDA ETAPA AJUSTADOS AO RISCO**

Os resultados do *cálculo dos valores dos grupos do fluxo de caixa ajustados ao risco* para a segunda etapa refletem a redução das probabilidades de ocorrência de grandes impactos negativos indicadas pelos analistas no preenchimento da estrutura de avaliação . A Figura 40 apresenta as distribuições de probabilidade resultantes do ajuste ao risco dos valores dos grupos do fluxo de caixa da segunda etapa.

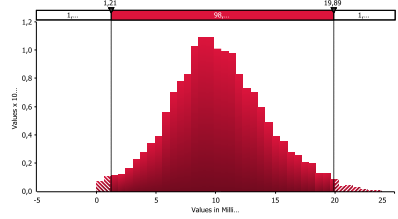
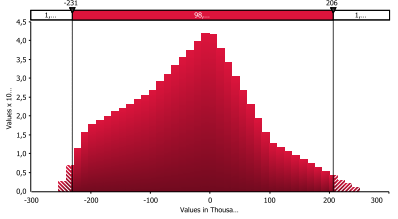
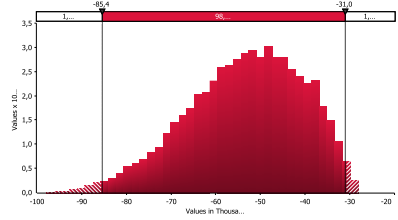
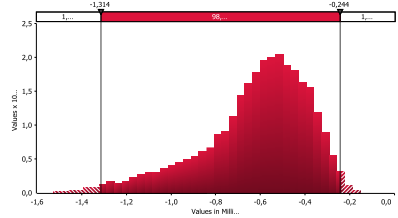
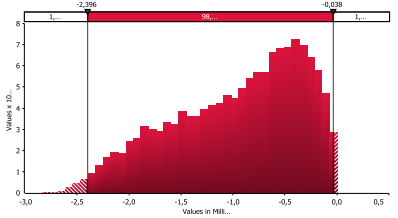
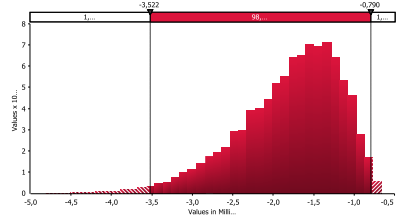
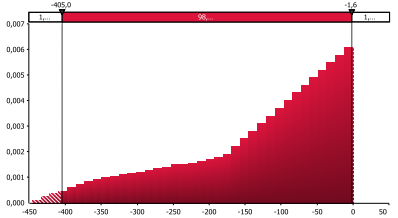
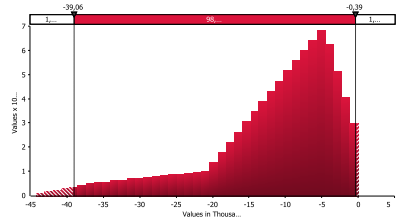
Grupo do Fluxo de Caixa	Valores	Grupo do Fluxo de Caixa	Valores
<b>Benefícios</b>	<b>Média</b>	<b>Custo financeiro e orçamento</b>	<b>Média</b>
	10.128.652		-31.945
	Desv. Padr.		Desv. Padr.
	3.987.333		102.349
	Valor 1%		Valor 1%
	1.212.880		-230.787
	Valor 99%		Valor 99%
	19.894.443		206.132
<b>Custo da infraestrutura</b>	<b>Média</b>	<b>Custo de licenças e equipamentos</b>	<b>Média</b>
	-12.719	Não foram identificados fatores de riscos que impactem o valor do grupo	-24.224
	Desv. Padr.		Desv. Padr.
	12.719		0
	Valor 1%		Valor 1%
	-85.416		-24.224
	Valor 99%	Valor 99%	
	-30.991		-24.224
<b>Custo da mão-de-obra</b>	<b>Média</b>	<b>Custo de treinamento</b>	<b>Média</b>
	-618.872		-962.699
	Desv. Padr.		Desv. Padr.
	236.755		623.892
	Valor 1%		Valor 1%
	-1.313.763		-2.395.712
	Valor 99%		Valor 99%
	-244.084		-37.818
<b>Custo de serviços de terceiros</b>	<b>Média</b>	<b>Custo de material de consumo</b>	<b>Média</b>
	-1.791.279		-130
	Desv. Padr.		Desv. Padr.
	616.119		107
	Valor 1%		Valor 1%
	-3.522.216		-405
	Valor 99%		Valor 99%
	-789.965		-2
<b>Custo de passagens e diárias</b>	<b>Média</b>	<b>Custo com outras despesas</b>	<b>Média</b>
	-11.585	Não foram identificados fatores de riscos que impactem o valor do grupo	0
	Desv. Padr.		Desv. Padr.
	8.880		0
	Valor 1%		Valor 1%
	-39.056		0
	Valor 99%	Valor 99%	
	-387		0

Figura 40 – Resumo do fluxo de caixa probabilístico da segunda etapa

### CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DA SEGUNDA ETAPA AJUSTADO AO RISCO

O resultado do cálculo do VPL ajustado ao risco para a segunda etapa, apresentado na Figura 41, mostrou um valor esperado entre -R\$ 3.412.078,10 e R\$ 16.651.878,80 (valores para um intervalo de confiança de 98%). O valor médio para o VPL desta etapa foi de R\$ 6.660.200,90.

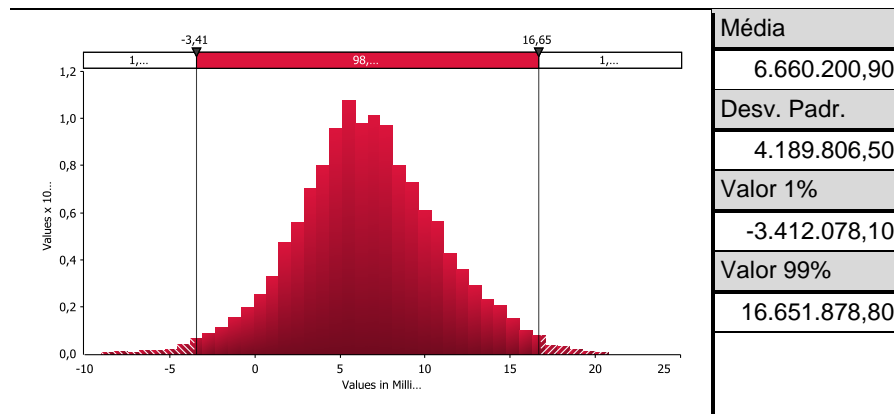


Figura 41 – VPL probabilístico da segunda etapa do projeto ajustado ao risco

### CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DO PROJETO COMPLETO AJUSTADO AO RISCO

O resultado para a avaliação completa do projeto, seguindo um desenvolvimento incremental, mostra a probabilidade de obtenção de um VPL positivo de 67,1% (Figura 42). Os valores prováveis para o VPL do projeto, considerando um intervalo de confiança de 98%, estão entre -R\$ 5.538.217,10 a R\$ 14.171.940,40, com média de R\$ 2.586.405,10.

Ao comparar-se o projeto original com a opção de desenvolvê-lo de forma incremental (Figura 43), observa-se um resultado favorável ao segundo caso. Pois, apesar do desenvolvimento incremental eliminar aproximadamente um ano de realização dos benefícios, sua média para o VPL (R\$ 2.586.405,10) é superior a média do projeto original (R\$ 1.862.568,20).

Os resultados também são favoráveis para os valores do limite inferior de 1% da distribuição de probabilidade do VPL, com um valor de -R\$ 10.431.215,30 para o projeto original e -R\$ 5.538.217,10 para a opção de desenvolvimento incremental. O que mostra uma redução nos valores de uma possível perda. Em contra partida, essa redução também ocorre para limite superior de 99% da distribuição do VPL, com valores de R\$ 17.053.084,40 para o projeto original e R\$ 14.171.940,40 para o desenvolvimento incremental.

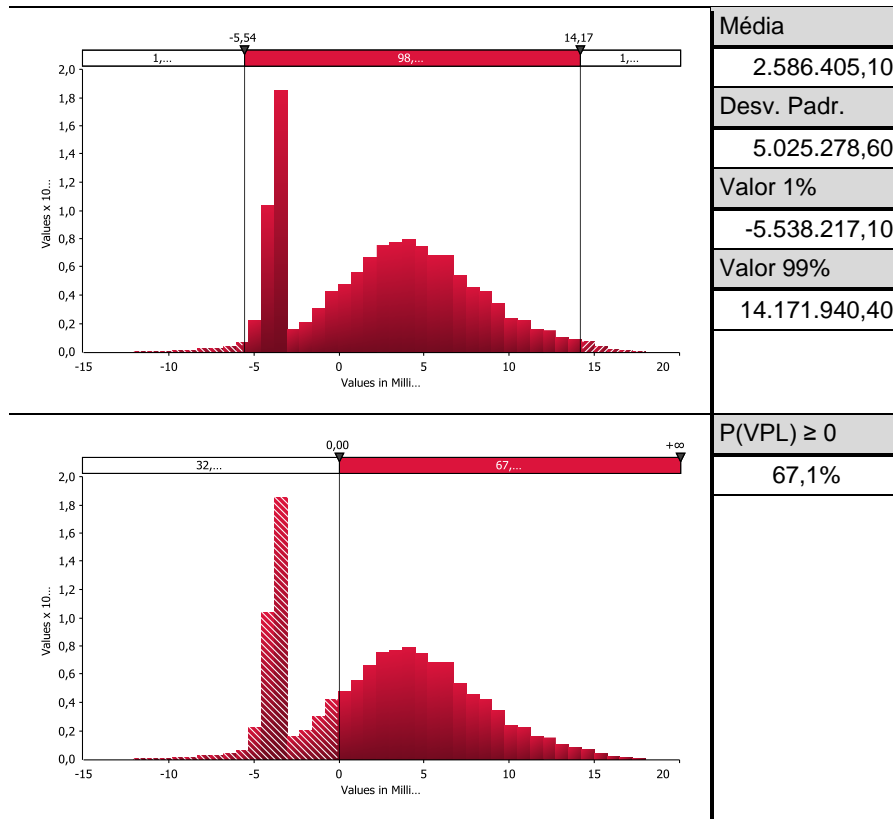


Figura 42 – VPL probabilístico do projeto com desenvolvimento incremental ajustado ao risco

A opção de desenvolvimento incremental também apresenta uma probabilidade maior (67,1%) do VPL ser positivo do que o projeto original (57,7%). Em resumo, a opção escolhida mostrou-se eficiente na redução do risco de desenvolvimento do projeto. Ela reduz os valores para as situações de perda e situações de ganhos, proporciona um aumento no valor médio de retorno do projeto e aumenta a probabilidade do projeto obter um VPL positivo.

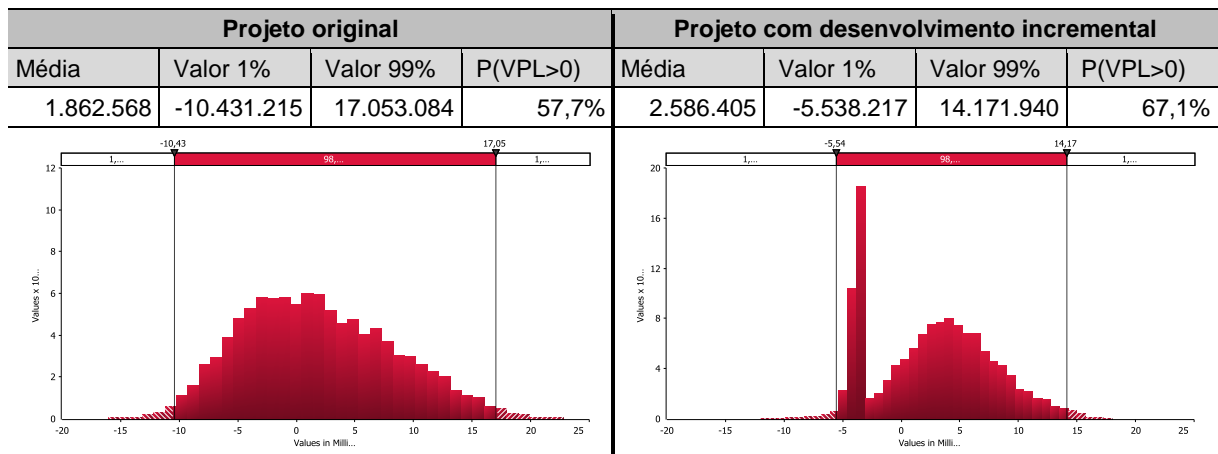


Figura 43 – VPL probabilístico das duas opções de condução do projeto ajustados ao risco

#### 4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Durante o processo de aplicação do modelo, foi possível observar alguns resultados e características importantes que surgiram da interação entre a metodologia e os analistas. Observou-se que o preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos necessita de acompanhamento de um especialista no modelo para orientação dos analistas numa primeira aplicação. A lógica de preenchimento da estrutura pode confundir os analista na sua primeira experiência, permitindo erros de correlação entre fatores ou avaliação repetida de um mesmo tipo risco. Por outro lado, a curva de aprendizado do preenchimento mostrou-se rápida.

Verificou-se também que o modelo favorece a identificação de possíveis falhas no fluxo de caixa do projeto. Por vezes, durante a aplicação, os analistas identificaram valores incompletos ou itens faltantes no fluxo de caixa, após a análise dos riscos. O processo de determinar o impacto dos fatores de risco através de valores monetários ajuda a revisar o fluxo de caixa, tornando o *preenchimento da estrutura de fluxo de caixa* e o *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos* um processo iterativo.

Outro resultado importante da aplicação foi o aprendizado adquirido pelos analistas sobre os detalhes do projeto e a conscientização das dificuldades e ameaças presentes. O processo de identificar os riscos envolvidos e quantificar seu impacto em valores monetários gerou discussões que aprofundaram o detalhamento do projeto e identificaram múltiplas possibilidades e ameaças que até então não eram consideradas. O gerente do projeto relatou ter realizado uma análise de riscos anterior, baseado no guia PMBOK. Mas, segundo ele, esta última não proporcionou a mesma conscientização do efeito dos riscos sobre o projeto.

Também observou-se que, apesar de não ser um dos objetivos da metodologia, o modelo auxiliou os analistas a pensarem o plano de contingência para os riscos do projeto. Durante o *preenchimento da estrutura de avaliação dos riscos*, ao quantificar o impacto dos fatores de risco, muitas vezes o valor fornecido era medido pelo custo de solucionar as contingências relacionadas.

Por fim, em testes com o modelo simplificado, apresentado na seção 3.4, observou-se que a estrutura de análise do impacto e probabilidade dos fatores de risco, baseada em uma escala fixa, não proporcionou o mesmo grau de discussão e aprofundamento das possibilidades e ameaças presentes no projeto. Embora esta estrutura seja utilizada pelos principais modelos de análise de risco em TI da literatura, os analistas se disseram inseguros durante a avaliação por não haver uma referência para quantificação do impacto dos riscos.

Segundo eles, permanecia um sentimento de que a facilidade de preenchimento da estrutura não demandava a avaliação dos riscos em toda sua extensão. Isto confirmou a importância do uso da versão completa do modelo, conforme realizado neste estudo aplicado e apresentado neste capítulo.

## CAPÍTULO 5

### 5. CONCLUSÕES

O modelo proposto neste trabalho busca fornecer uma ferramenta de análise econômica de riscos associados a investimentos em projetos de TI. O objetivo é atender uma carência da literatura para modelos que integrem análise de risco e análise econômica. O modelo busca quantificar o valor e a probabilidade de possíveis desvios do fluxo de caixa, fornecendo uma análise econômico-probabilística dos retornos esperados para o projeto.

Para atender a carência mencionada, a qual se traduz no objetivo principal deste trabalho, algumas etapas tiveram que ser vencidas e objetivos secundários tiveram que ser satisfeitos. Como resultado do levantamento da literatura, observou-se que poucos modelos para análise de risco em projeto de TI abordam diretamente os riscos em sua análise, sendo que a maioria dos modelos contempla apenas a probabilidade de sucesso dos projetos, subestimando o aspecto econômico dos mesmos.

Com relação aos objetivos secundários, inicialmente buscou-se *identificar e sistematizar as categorias de risco e os respectivos fatores de risco envolvidos em projetos de TI*. Através de análise da literatura, identificou-se as categorias de risco envolvidas em projetos de TI e também os fatores de risco associados a cada categoria. Esta análise gerou um quadro, apresentado na Figura 7 da seção 2.4, que posteriormente foi validado através da opinião de especialistas.

O *desenvolvimento de um arranjo entre as categorias de risco e os grupos de fluxo de caixa para projetos de TI* foi realizado baseado em boas práticas de mercado e na opinião



de especialistas. A estrutura relaciona 18 categorias de risco a 10 grupos do fluxo de caixa, fornecendo a base para o desenvolvimento da estrutura de avaliação econômica dos riscos. O resultado deste objetivo foi apresentado na Figura 21 da seção 3.2.

*O desenvolvimento de uma estrutura para avaliação do impacto econômico dos fatores de risco e suas probabilidades de ocorrência em um projeto de TI* teve como base o quadro das categorias de risco e seus fatores e a estrutura de relacionamento das categorias de risco aos grupos do fluxo de caixa. A estrutura registra informações sobre o impacto econômico dos fatores de risco, as probabilidades de ocorrência para intervalos de impacto, o nível do conhecimento do analista para cada fator avaliado e a base de raciocínio da análise. A partir destas informações são realizados os cálculos para o VPL do projeto ajustado ao risco.

*A sistematização do uso das Opções Reais para as categorias de risco preponderantes em um projeto de TI* foi realizada através de revisão da literatura. Foram levantados os principais tipos de opções reais aplicadas a projetos de TI e identificados para quais tipos de risco cada uma é indicada, considerando a opinião dos diversos autores pesquisados. O resultado desta sistematização foi a elaboração do quadro apresentado na Figura 18 da seção 2.5.

A aplicabilidade do modelo proposto foi realizada através da avaliação de um projeto de desenvolvimento e implantação de um sistema ERP para uma instituição de ensino superior. O modelo guiou a montagem do fluxo de caixa do projeto, identificou os riscos envolvidos e quantificou os mesmos através do levantamento dos possíveis impactos econômicos e suas probabilidades de ocorrência. Como produto final, o modelo forneceu o retorno econômico do projeto ajustado ao risco, através da distribuição de probabilidades para o seu VPL. Após a avaliação do projeto original, seguindo os princípios de Opções Reais, o modelo também avaliou uma opção alternativa de condução do projeto, que buscou aumentar seu valor e reduzir o seu risco.

A partir das necessidades que motivaram o desenvolvimento deste trabalho, da sua aplicação e dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o mesmo atingiu os objetivos iniciais estabelecidos. O modelo proposto oferece uma alternativa para a condução da análise de riscos integrada com a análise econômica em projetos de TI, característica que até o momento apresentava-se deficiente na literatura.

O modelo também apresentou algumas características secundárias relevantes durante a aplicação. O processo de avaliação do impacto econômico dos fatores de risco contribuiu

para; (i) corrigir e refinar do fluxo de caixa determinístico, (ii) proporcionar a discussão e o aprendizado sobre as oportunidades e ameaças para o projeto e (iii) analisar algumas soluções para um futuro plano de contingências.

### **SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Embora o presente modelo seja aplicado à análise de riscos para projeto de TI, a modelagem matemática utilizada pode ser generalizada para outros tipos de projetos realizados em ambiente de incerteza e cujo desenvolvimento justifique uma análise econômica. Para tanto, é necessário adaptar a estrutura dos tipos de risco e seus fatores associados para atender às áreas específicas. Um trabalho futuro poderia ser realizado com o objetivo de aplicar o modelo em projetos de diferentes áreas, desenvolvendo uma estrutura de riscos mais genérica.

## REFERÊNCIAS

ALESSANDRI, T. M.; FORD, D. N.; LANDER, D. M.; LEGGIO, K. B.; TAYLOR, M. Managing risk and uncertainty in complex capital projects. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 44, n. 5, p. 751–767, 2004.

AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Disciplined Decisions: Aligning Strategy with the Financial Markets. *Harvard Business Review*, v. 77, n. 1, p. 95-104, 1999.

ARVANITIS, S. Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: evidence for the Swiss business sector. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 14, n. 4, p. 225–249, 2005.

AVEN, Terje. Risk Analysis: **Assessing Uncertainties Beyond Expected Values and Probabilities**. Chichester: John Wiley & Sons, 2008.

BACON, J. The Use of Decision Criteria in Selecting Information Systems/Technology Investments. **MIS Quarterly**. v. 16, n. 3, p. 335-353, 1992.

BALARINE, Oscar F. O. O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias. **Revista Produção**, v. 14, n. 2, p. 47-57, 2004.

BALASUBRAMANIAN, P.; KULATILAKA, N.; STORCK, J. Managing information technology investments using a real-options approach. **Journal of Strategic Information Systems**, V. 9, n. 1, p. 39-62, 2000.

BARKI, H.; RIVARD, S.; TALBOT, J. An Integrative Contingency Model of Software Project Risk Management. **Journal of Management Information Systems**, v. 17, n. 4, p. 37-69, 2001.

BARKI, H.; RIVARD, S.; TALBOT, J. Toward an Assessment of Software Development Risk. **Journal of Management Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 203-225, 1993.

BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; CANTONE, G. A Reference Architecture for the Component Factory. **ACM Transactions on Software Engineering and Methodology**, v. 1, n. 1, p. 53- 80, 1992.

BASILI, V. R.; ROMBACH, H. D. Support for comprehensive reuse. **Software Engineering Journal**, v. 6, n. 9, p. 303-316, 1991.

BENAROCH, M. Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective. **Journal of Management Information Systems**, v. 19, n. 2, pp. 43-84, 2002.

BENAROCH, M. Option-Based Management of Technology Investment Risk. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 4, p. 428-444, 2001.

BENAROCHE, M.; JEFFERY, M. ; KAUFFMAN, R. J.; SHAH, S. Option-Based Risk Management: A Field Study of Sequential Information Technology Investment Decisions. **Journal of Management Information Systems**, v. 24 n. 2, p103-140, 2007.

BENAROCHE, M.; KAUFFMAN, R. J. Justifying Electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis. **MIS Quarterly**, v. 24, n. 2, pp. 197-225, 2000.

BENAROCHE, M.; LICHTENSTEIN, Y.; ROBINSON, K. Real Options in Information Technology Risk Management: an Empirical Validation of Risk-option Relationships. **MIS Quarterly**, v. 30, n. 4, p. 827-864, 2006.

BISCHOFF, Adelar A. **Modelo para a gestão do ciclo de vida de projetos de aquisição de software: estudo de caso no sistema financeiro**. 2008. 199 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, PUC-RS, Porto Alegre.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. **Journal of Political Economy**, vol. 81, n. 3, p.637-659, 1973.

BLOCK, Stanley. Are real options actually used in the real world? **The Engineering Economist**, vol. 52, n. 3, p. 255-267, 2007.

BOEHM, B. W. A Spiral Model of Software Development and Enhancement. **IEEE Computer**, v. 21, n. 5, p. 61-72, 1988.

BOEHM, B. W.; EGYED, A.; KWAN, J.; PORT, D.; SHAH, A.; MADACHY, R. Using the WinWin Spiral Model: A Case Study. **IEEE Computer**, v. 31, n. 7, p. 33-44, 1998.

BOEHM, B. W; IDENTZHING, I. Software Risk Management: Principles and Practices. **IEEE Software**, v. 8, n. 1, p. 32-41, 1991.

BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L. M. Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. **Management Science**, v. 42, n. 4, p. 541–558, 1996.

CARDOSO, L. R. A.; ABIKO, A. K.; HAGA, H. C. R.; INOUE, K. P.; GONÇALVES, O. M. G. Prospecção de futuro e método Delphi: uma aplicação para a cadeia produtiva da construção habitacional. **Ambiente Construído**, v. 5, n. 3, p. 63-78, 2005.

CHAVAS, Jean-Paul. **Risk analysis in theory and practice**. Elsevier Academic Press, San Diego, 2004, 247p.

CHEN, T.; ZHANG, J.; LAI, K. K. An integrated real options evaluating model for information technology projects under multiple risks. **International Journal of Project Management**, 2009.

CLEMONS, E. K. Evaluation of Strategic Investments in Information Technology. **Communications of the ACM**, v. 34, n. 1, p. 22-36, 1991.

CLEMONS, E. K.; WEBER, B. W. Strategic Information Technology Investments: Guidelines for Decision Making. **Journal of Management Information Systems**, v. 7, n. 2, pp. 9-28, 1990.

CLEMONS, E. K. Using Scenario Analysis to Manage the Strategic Risks of Reengineering. **Sloan Management Review**, v. 36, n. 4, p. 61-71, 1995.

COOPER, Dale F.; GREY, Stephen; RAYMOND, Geoffrey; WALKER, Phil. **Project Risk Management Guidelines: Managing Risk in Large Projects and Complex Procurements**. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

COPELAND, Tom; TUFANO, Peter. A Real-World Way to Manage Real Options. **Harvard Business Review**, vol. 82, n. 3, p90-99, 2004

CSASZAR, F.; NUSSBAUM, M.; SEPULVEDA, M. Strategic and Cognitive Criteria for the Selection of Startups. **Technovation**, v. 26, n. 2, p. 151-161, 2006.

CURTIS, B.; KELLNER, M. I; OVER, J. Process Modeling. **Communications of the ACM**, v. 35, n. 9, p. 75-90, 1992.

DAMODARAN, Aswath. **Gestão Estratégica do Risco**. Bookman: Porto Alegre, 2009.

DEURSEN, A.; KUIPERS, T. Source-Based Software Risk Assessment. **Proceedings of the International Conference on Software Maintenance**, Amsterdam, p. 385- 388, 2003.

DIAS, Marco A. G. **Opções Reais híbridas com aplicações em Petróleo**. 2005. 509 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994.

E-Consulting. Investimentos em TI. **E-consulting Corp**. Disponível em: <[www.e-consultingcorp.com.br/](http://www.e-consultingcorp.com.br/)>. Acesso em 01 Dezembro de 2010.

ERDOGMUS, H. Valuation of Learning Options in Software Development under Private and Market Risk. **The Engineering Economist**, v. 47, n. 3, p. 308-353, 2002.

FAIRLEY, R. Risk Management for Software Projects. **IEEE Software**, v. 11, n. 3, pp. 57-67, 1994.

FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F. **Implantando a Governança de TI: da Estratégia à Gestão dos Processos e Serviços**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

FOO, S. W.; MURUGANANTHAM, A. Software Risk Assessment Model. **Proceedings of the International Conference on Management of Innovation and Technology**, IEEE, v.2, n. 1, p. 536-544, 2000.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atrás, 1991.

GORROD, Martin. **Risk Management Systems: Process, Technology and Trends**. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2004.

GRAHAM, J. R.; HARVEY, C. R. The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. **Journal of Financial Economics**, v. 60, n. 2, p. 187-243, 2001.

GREGORY, D. D. Multiplicative Risk Premiums. **Journal of Financial & Quantitative Analysis**, v. 13, n. 5, p. 947-963, 1978.

GRIFFITH, T. L.; ZAMMUTO, R. F.; AIMAN-SMITH, L. Why new technologies fail? **Industrial Management**, v. 41, n. 3, p. 29-34, 1999.

HARTMAN, A. Why tech falls short of expectations. **Optimize**, v. 4, n. 9, 20–27, 2002.

HERTZ, D. B. Risk Analysis in Capital Investment. **Harvard Business Review**, v. 42, n. 1, p. 95-106, 1964.

HUBBARD, Douglas W. **How to Measure Anything: Finding the Value of “Intangibles” in Business**. John Wiley & Sons, Hoboken, 2007.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. PIB – Produto Interno Bruto Brasileiro. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 01 Dezembro de 2010.

IDG – **International Data Corporation**. IDG Latin America. Disponível em: <[www.idclatin.com/](http://www.idclatin.com/)>. Acesso em 14 Julho de 2009.

IM, K. S.; DOW, K. E.; GROVER, V. Research report: A Reexamination of IT Investment and the Market Value of the Firm – An Event Study Methodology. **Information Systems Research**, v. 12, n. 1, p. 103–117, 2001.

ISACA – **Information Systems Audit and Control Association**. COBIT Framework for IT Governance and Control. Disponível em: <[www.isaca.org/](http://www.isaca.org/)>. Acesso em 1 Outubro de 2010.

ITGI – IT Governance Institute. **COBIT – Control Objectives for Information and related Technologies**. 4th ed. ITGI: Rolling Meadows, 2007.

ITGI – IT Governance Institute. **IT Governance Global Status Report 2008**. Rolling Meadows: ITGI, 2008.

ITSMF – The IT Service Management Forum. **The IT Infrastructure Library: an Introductory Overview of ITIL v3**. ITSMF: London, 2007.

IVERSEN, J. H.; MATHIASSEN, L.; NIELSEN, P. A. Managing Risk in Software Process Improvement: An Action Research Approach. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 3, p. 395-433, 2004.

JIANG, J. J.; KLEIN, G.; DISCENZA, R. Information System Success as Impacted by Risks and Development Strategies. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 1, p. 46-55, 2001.

JIANG, J. J.; KLEIN, G.; MEANS, T. L. Project risk impact on software development team performance. **Project Management Journal**, v. 31, n. 4, p. 19-26, 2000.

JOSHI, K.; PANT, S. Development of a framework to assess and guide IT investments: An analysis based on a discretionary–mandatory classification. **International Journal of Information Management**, v. 28, n. 1, p. 181-193, 2008.

KAROLAK, D. W. **Software Engineering Risk Management**. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 1996.

- KEIL, M.; CULE, P. E.; LYYTINEN, K.; SCHMIDT, Roy C. A Framework for Identifying Software Project Risks. **Communications of the ACM**, v. 41, n. 11, p. 76-83, 1998.
- KEIL, M.; MONTEALEGRE, R. Cutting Your Losses: Extricating Your Organization When a Big Project Goes Awry. **Sloan Management Review**, v. 41, n. 3, p. 55-68, 2000.
- KEMERER, C F; SOSA, G L. Systems development risks in strategic information systems. **Information and Software Technology**, v. 33, n. 3, p. 212-223, 1991.
- KIM, Y. J.; SANDERS, L. G. Strategic Actions in Information Technology Investment Based on Real Option Theory. **Decision Support Systems**, v. 33, n. 1, p. 1- 11, 2002.
- KLIEM, Ralph. Managing the risks of offshore IT development projects. **Information Systems Management**, v. 21, n.3, p. 22-27, 2004.
- KONTIO, J. A Process Engineering Framework. In: ZELKOWITZ, M. V. **Advances in Computers**. 45 ed. Academic Press: p. 36-108. 1998.
- KONTIO, J. **Software Engineering Risk Management: A Method, Improvement Framework, and Empirical Evaluation**. Helsinki: HUT, 2001. Tese (Ph.D. em Ciência da Computação e Engenharia), Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology, 2001.
- KUMAR, R. L. Managing risks in IT projects: an options perspective. **Information & Management**, v. 40, n. 1, p. 63-74, 2002.
- KUTSCH, E.; HALL, M. Intervening conditions on the management of project risk: Dealing with uncertainty in information technology projects. **International Journal of Project Management**, v. 23, n. 8, p. 591-599, 2005.
- LARSEN, M. H; PEDERSEN, M. K; ANDERSEN, K. V. IT Governance: Reviewing 17 IT Governance Tools and Analysing the Case of Novozymes A/S. **Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences**, vol. 8, p. 195-206, 2006
- LAW, A. L.; KELTON, D. W. **Simulation Modeling and Analysis**. 3rd ed., McGraw-Hill, Boston, 2000.
- LAWSON, C. P.; LONGHURST, P. J.; IVEY, P. C. The Application of a new Research and Development Project Selection Model in SMEs. **Technovation**, v. 26, n. 2, p. 242–250, 2006.
- LIENTZ, Bennet P; LARSSSEN, Lee. **Risk Management for IT Projects: How to Deal with over 170 Issues and Risks**. Burlington: Elsevier, 2006.
- LONGMORE, D. The persistence of the Payback Method: a time-adjusted decision rule perspective. **The Engineering Economist**, v. 34, n. 3, p. 185-194, 1989.
- LOUKIS, E. N.; SAPOUNAS, I. A.; MILIONIS, A. E. The effect of hard and soft information and communication technologies investment on manufacturing business performance in Greece – A preliminary econometric study. **Telematics and Informatics**, v. 26, n. 2, p. 193-210, 2009.
- MARCH, J. G.; SIMON, H. A. Cognitive limits on rationality. **Organizations**. New York:

John Wiley & Sons, p. 137–172, 1958.

MELVILLE, N.; KRAEMER, K.; GURBAXANI, V. Information technology and organizational performance: an integrative model of it business value. p. 283-322, 2004.

MERTON, R. C. Theory of Rational Option Pricing. **The Bell Journal of Economics and Management Science**, vol. 4, n. 1, p. 141-183, 1973.

MONTEIRO, Regina C. **Contribuições da abordagem de avaliação de Opções Reais em ambientes econômicos de grande volatilidade – uma ênfase no cenário latino-americano**. 2003. 200 f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo.

MOYNIHAN, Tony. How Experienced Project Managers Assess Risk. **IEEE Software**, v. 14, n. 3, p. 35-41, 1997.

MYERS, S. C. Determinants of Corporate Borrowing. **Journal of Financial Economics**, v. 5, n. 2, p.147-175, 1977.

NEUMANN, S. **Strategic Information Systems: Competition Through Information Technologies**. McMillan College Publishing, New York, 1994.

OGC – Office of Government Commerce. **ITIL – Information Technology Infrastructure Library**. TSO, London, 3th ed., 2007.

PANAYI, S.; TRIGEORGIS, L. Multi-stage Real Options: The Cases of Information Technology Infrastructure and International Bank Expansion. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 38, n. 3, p. 675-692, 1998.

PARENT, M.; REICH, B. H. Governing Information Technology Risk. **California Management Review**, v. 51, n. 3, p. 134-152, 2009.

PENDER, S. Managing incomplete knowledge: why risk management is not sufficient? **International Journal of Project Management**, v. 19, n. 2, p. 79-87, 2001.

PLENBORG, Thomas. Firm valuation: comparing the residual income and discounted cash flow approaches. **Scandinavian Journal of Management**, v. 18, n. 3, p. 303-318, 2002.

PMI – Project Management Institute. **Guia PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 3 ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2004.

POSTMA, T. J. B. M.; LIEBL, F. How to improve scenario analysis as a strategic management tool? **Technological Forecasting & Social Change**, v. 72, n. 2, p. 161-173, 2005.

PRINCE2. **PRINCE2** – What is PRINCE2? Disponível em: <[www.prince2.com/](http://www.prince2.com/)>. Acesso em 1 Outubro de 2010.

PUTTEN, Alexander B. Van; MACMILLAN, Ian C. Making Real Options Really Work. **Harvard Business Review**, vol. 82, n. 12, p. 134-141, 2004.



QUINLAN, J. R. Simplifying Decision Trees. **International Journal of Man-Machine**, v. 27, n. 3, p. 221-234, 1987.

RICHMOND, W. B.; SEIDMANN, A. Software Development Outsourcing Contract Structure and Business Value. **Journal of Management Information Systems**, v. 10, n. 1, pp. 57-72, 1993.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 1998.

ROY, Geoffrey G. A Risk Management Framework for Software Engineering Practice. **Proceedings of Australian Software Engineering Conference 2004**, p. 60-67, 2004.

SANTHANAM, R.; HARTONO, E. Issues in Linking Information Technology Capability to Firm Performance. **MIS Quarterly**, v. 27, n. 1, p. 125–165, 2003.

SANTOS, Elieber M. **Um Estudo Sobre a Teoria das Opções Reais aplicada à análise de investimentos em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**. 2001, 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá.

SCHMIDT, Roy; LYYTINEN, Kalle; KEIL, Mark; CULE, Paul. Identifying Software Project Risks: An International Delphi Study. **Journal of Management Information Systems**, vol. 17, nr. 4, pp. 5-36, 2001.

SCHMITZ, E. A.; ALENCAR, A. J.; VILLAR, C. B. **Modelos Qualitativos de Análise de Risco para Projetos de Tecnologia da Informação**. Brasport: Rio de Janeiro, 2006.

SCHWARTZ, E. S.; ZOZAYA-GOROSTIZA, C. Investment Under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects. **Management Science**, v. 49, n. 1, p. 57-70, 2003.

SHEHABUDDEEN, N.; PROBERT, D.; PHAAL, R. From theory to practice: challenges in operationalising a technology selection framework. **Technovation**, v. 26, n. 3, p. 324–335, 2006.

SILVA, E.L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. UFSC/PPGEP/LED. Florianópolis, 2000.

SLATER, S. F.; REDDY, V. K.; ZWIRLEIN, T. J. Evaluating Strategic Investments Complementing: Discounted Cash Flow Analysis with Options Analysis. **Industrial Marketing Management**, v. 27, n. 5, p. 447-458, 1998.

SMART, S. B.; MEGGINSON, W. L.; GITMAN, L. J. **Corporate Finance**. Manson: Thomson/South-Western, 2004.

SOMERS, T. M.; NELSON, K. G.; The impact of strategy and integration mechanisms on enterprise system value: empirical evidence from manufacturing firms. **European Journal of Operational Research**, v. 146, n. 2, p. 315–338, 2003.

STANDISH GROUP. **The Chaos Report**. Standish Group International: West Yarmouth, 2000.

STANDISH GROUP. **The Chaos Report**. Standish Group International: West Yarmouth, 2009.

STIROH, K. J. Computers, productivity and input substitution. **Economic Inquiry**, v. 36, n. 2, p. 175–191, 1998.

SUN, H.; MA, T. A packing-multiple-boxes model for R&D project selection and scheduling. **Technovation**, v. 25, n. 11, p. 1355-1361, 2005.

TENSTEP – **TenStep Inc.** About TenStep. Disponível em: <[www.tenstep.com/](http://www.tenstep.com/)>. Acesso em 1 Outubro de 2010.

TIWANA, B. A.; KEIL, M. The One-Minute Risk Assessment Tool. **Communications of the ACM**, vol. 47, nr. 11, pp. 73-77, 2004.

TRIGEORGIS, L. Real Options and Interactions with Financial Flexibility. **Financial Management**, v. 22, n. 3, p. 202-224, 1993.

TRIGEORGIS, L. **Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. Cambridge: The MIT Press, 1996.

WALLACE, L; KEIL, Mark; RAI, Arun. Understanding software project risk: a cluster analysis. **Information & Management**, v. 42, n. 1, p. 115-125, 2004.

WARKENTIN, M.; MOORE, R. S.; BEKKERING, E.; JOHNSTON, A. C. Analysis of Systems Development Project Risks: An Integrative Framework. **Data Base for Advances in Information Systems**, v. 40, n. 2, p. 8-27, 2009.

WHANG, S. Contracting for Software Development. **Management Science**, v. 38, n. 3, p. 307-325, 1992.

WHITTAKER B. What went wrong? Unsuccessful information technology projects. **Information Management & Computer Security**, v. 7, n. 1, p. 23-29, 1999.

WILLIAMS, R. C.; PANDELIOS, G. J.; BEHRENS, S. G. **Software Risk Evaluation (SRE) Method Description**. 2ed. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 1999.

WU, L.; ONG, C. Management of information technology investment: A framework based on a Real Options and Mean–Variance theory perspective. **Technovation**, v. 28, n.3, p. 122-134, 2008.

VOSE, David. **Risk Analysis: A quantitative guide**. Chichester: John Wiley & Sons, 2008.

## APÊNDICE A

### **FLUXO DE CAIXA DETERMINÍSTICO DO PROJETO**













## APÊNDICE B

### **AVALIAÇÃO DOS RISCOS DO PROJETO**

**Avaliação dos Riscos do Projeto**  
(valores financeiros em milhares)

	Pior situação					Melhor situação
<b>Avaliação dos Benefícios</b>	(-) Impacto (R\$) (+)					
<b>Riscos associados ao cálculo dos benefícios</b>						
Benefícios subestimados/superestimados por limitações do processo de estimação	-13.090	-7.854	-2.618	2.618	7.854	13.090
Impacto nos benefícios pela interrupção do projeto em estágio intermediário subestimado/superestimado	-8.160	-4.896	-1.632	0	0	0
<b>Riscos associados a ações da concorrência</b>						
Impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores subestimado/superestimado	-1.045	-627	-209	816	2.448	4.080
Impacto nos benefícios pela entrada de uma tecnologia substituta subestimado/superestimado	-1.700	-1.020	-340	0	0	0
<b>Riscos associados a estratégias da empresa</b>						
Impacto nos benefícios pela dependência de outro programa de negócio subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0
Benefícios impactados pela mudança das prioridades de negócio	-1.045	-627,3	-209	0	0	0
<b>Riscos associados a ações ambientais</b>						
Impacto nos benefícios por mudanças no ambiente de negócio ou demanda dos clientes sub./super.	-340	-204	-68	102	306	510
Impacto nos benefícios por ações imprevistas de órgãos regulatórios subestimado/superestimado	-340	-204	-68	209	627	1.045
Impacto nos benefícios pela sobrecarga de demanda /uso da aplicação subestimado/superestimado	-1.360	-816	-272	272	816	1.360
<b>Valor dos Benefícios</b>	<b>R\$ 14.764</b>					

Pior situação					Melhor situação
(-) Probabilidade (+)					
25%	35%	25%	15%	5%	
20%	40%	40%	0%	0%	
35%	40%	15%	7%	3%	
50%	0%	50%	0%	0%	
0%	0%	0%	0%	0%	
30%	35%	40%	0%	0%	
10%	20%	50%	15%	5%	
25%	15%	50%	10%	25%	
10%	20%	40%	10%	5%	

Base de Raciocínio da Análise
Ganhos por melhorias nos processos são bastante subjetivos
Perdas nos ganhos por melhorias em vários processos e na venda de licenças
Perdas ou ganhos na venda de licenças
Custo de remodelar os processos e reescrever a aplicação para a nova tecnologia
Não se aplica
Perda das vendas das licenças
Custo de adaptação da aplicação ou ganhos por ser o primeiro a explorar a mudança
Custo de adaptação da aplicação ou ganhos por ser o primeiro a explorar a mudança
Custo de ampliação da capacidade ou aumento de ganhos com melhorias dos processos

	Pior situação					Melhor situação
<b>Avaliação dos Custos</b>	(-)		Impacto (\$)		(+) 510	
<b>Riscos associados ao orçamento</b>						
Custos subestimados/superestimados por limitações no processo de estimação	-510	-306	-102	102	306	510
<b>Riscos associados ao financiamento</b>						
Custos de financiamento subestimados/superestimados	0	0	0	0	0	0
<b>Valor do Custo Financeiro</b>	R\$ 0					
<b>Riscos associados à infraestrutura</b>						
Custos de alinhamento da tecnologia proposta com a arquitetura de TI da empresa sub./superestimados	-133	-80	-27	0	0	0
Custos com possíveis problemas de desempenho, instabilidade, integridade, etc., sub./superestimados	-167	-100	-34	0	0	0
<b>Valor do custo da Infraestrutura</b>	R\$ -76					
<b>Riscos associados a licenças e equipamentos</b>						
Custos de licenças e equipamentos devido à maturidade/robustez da tecnologia sub./super.	0	0	0	0	0	0
<b>Valor do custo de Licenças e Equipamentos</b>	R\$ -81					

Pior situação					Melhor situação
(-) Probabilidade (+)					
20%	30%	50%	15%	5%	
0%	0%	0%	0%	0%	

Base de Raciocínio da Análise
Limites financeiros tolerados para erros no orçamento
Não se aplica

20%	50%	80%	0%	0%
10%	30%	50%	0%	0%

Contratação de um analista sênior para realizar integração com os sistemas antigos
Contratação de mais um servidor e um analista sênior para atender os problemas

0%	0%	0%	0%	0%
----	----	----	----	----

Nenhuma previsão
------------------

Riscos associados à Mão de obra						
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto	-248	-149	-50	0	0	0
Qualificação da equipe de TI sub./superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias	-34	-21	-7	0	0	0
Experiência da Equipe de TI sub./superestimada para a complexidade de execução do projeto	-1.469	-881	-294	100	298	497
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica sub./superestimada	-612	-367	-123	0	0	0
Riscos associados à execução do projeto						
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas	-125	-75	-25	0	0	0
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada	-123	-74	-25	24	73	122
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado	-123	-74	-25	24	73	122
Valor do custo da Mão de obra			R\$ -624			

20%	0%	80%	0%	0%
30%	40%	80%	0%	0%
5%	10%	70%	10%	5%
25%	35%	40%	0%	0%
40%	60%	80%	0%	0%
50%	60%	70%	25%	15%
50%	60%	70%	25%	15%

Contratação de mais um técnico
Custo de treinamento não previsto
Custo de contratação de 3 analistas sêniores ou ganho por dispensar 3 analistas juniores
Contratar 3 consultores sobre a área de negócio
Obtenção de apenas 50% da capacidade de desenvolvimento devido a má orientação
Variação de 20% no esforço de desenvolvimento
Variação de 20% no esforço de desenvolvimento

Riscos associados ao apoio gerencial						
Envolvimento da área de negócio na criação do plano de projeto subestimado/superestimado	-510	-306	-102	68	204	340
Envolvimento da alta gerência com o desenvolvimento do projeto sub./superestimado	-1.020	-612	-204	170	510	850
Riscos associados aos usuários						
Familiaridade das áreas afetadas com tecnologias equivalentes subestimada/superestimada	0	0	0	0	0	0
Capacidade das áreas afetadas em assimilar as mudanças de negócio implantadas sub./super.	-1.020	-612	-204	0	0	0
Riscos associados ao suporte						
Impactos devido a possíveis mudanças na equipe de suporte nos resultados do projeto sub./super.	0	0	0	0	0	0
Valor do custo de Treinamento			R\$ -2,2			

10%	30%	50%	15%	5%
10%	30%	50%	15%	5%
0%	0%	0%	0%	0%
30%	40%	60%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%

Valores não significativos
Contratar consultores para treinamento sobre a área de negócio
Nenhuma previsão

<b>Riscos associados à equipe de projeto (terceiros)</b>												
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
Qualificação da equipe de TI sub./superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias	-3.165	-1.899	-633	0	0	0	10%	20%	70%	0%	0%	Substituição da empresa terceirizada e retrabalho
Experiência da Equipe de TI sub./superestimada para a complexidade de execução do projeto	-3.165	-1.899	-633	0	0	0	10%	20%	70%	0%	0%	Substituição da empresa terceirizada e retrabalho
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica sub./superestimada	-1.583	-950	-317	0	0	0	5%	15%	80%	0%	0%	Atraso no cronograma
<b>Riscos associados à execução projeto (terceiros)</b>												
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas	-354	-212	-71	0	0	0	10%	15%	75%	0%	0%	Atraso de 2 meses para troca do gerente
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
<b>Valor do custo de Serviços de Terceiros</b>							<b>R\$ -1.861</b>					
<b>Riscos associados ao material de consumo</b>												
Despesas com materiais de consumo subestimadas/superestimadas	-0,9	-0,5	-0,2	0,2	0,4	0,7	10%	20%	70%	20%	10%	
<b>Valor do custo de Material de consumo</b>							<b>R\$ -0,9</b>					
<b>Avaliação do custo de Passagens e diárias</b>												
Despesas com passagens e diárias subestimadas/superestimadas	-85	-51	-17	7	19	32	5%	10%	70%	5%	1%	
<b>Valor do custo de Passagens e diárias</b>							<b>R\$ -34</b>					
<b>Riscos associados ao desempenho do projeto</b>												
Impactos devido à dependência de um fornecedor em particular sobre resultados do projeto sub./super.	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Nenhuma previsão
<b>Valor do custo com Outras Despesas</b>							<b>R\$ -0</b>					

## APÊNDICE C

### **FLUXO DE CAIXA DETERMINÍSTICO PARA A OPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INCREMENTAL DO PROJETO**













## APÊNDICE D

### **AVALIAÇÃO DOS RISCOS PARA A OPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INCREMENTAL DO PROJETO**

Avaliação da Opção de Desenvolvimento Incremental – Primeira Fase  
(valores financeiros em milhares)

	Pior situação	Impacto (R\$)				Melhor situação
		(-)			(+)	
<b>Avaliação dos Benefícios</b>						
<b>Riscos associados ao cálculo dos benefícios</b>						
Benefícios subestimados/superestimados por limitações do processo de estimação	-1.040	-624	-208	208	624	1.040
Impacto nos benefícios pela interrupção do projeto em estágio intermediário subestimado/superestimado	-600	-360	-120	0	0	0
<b>Riscos associados a ações da concorrência</b>						
Impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0
Impacto nos benefícios pela entrada de uma tecnologia substituta subestimado/superestimado	-196	-117	-39	0	0	0
<b>Riscos associados a estratégias da empresa</b>						
Impacto nos benefícios pela dependência de outro programa de negócio subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0
Benefícios impactados pela mudança das prioridades de negócio	0	0	0	0	0	0
<b>Riscos associados a ações ambientais</b>						
Impacto nos benefícios por mudanças no ambiente de negócio ou demanda dos clientes sub./super.	-213	-128	-43	64	192	321
Impacto nos benefícios por ações imprevistas de órgãos regulatórios subestimado/superestimado	-213	-128	-43	132	395	658
Impacto nos benefícios pela sobrecarga de demanda /uso da aplicação subestimado/superestimado	-855	-513	-171	171	513	855
<b>Valor dos Benefícios</b>						R\$ 1.085

Pior situação	Probabilidade				Melhor situação
	(-)			(+)	
	25%	35%	25%	15%	5%
	20%	40%	40%	0%	0%
	0%	0%	0%	0%	0%
	50%	0%	50%	0%	0%
	0%	0%	0%	0%	0%
	0%	0%	0%	0%	0%
	10%	20%	50%	15%	5%
	25%	15%	50%	10%	25%
	10%	20%	40%	10%	5%

Base de Raciocínio da Análise
Ganhos por melhorias nos processos são bastante subjetivos
Perdas nos ganhos por melhorias em vários processos
Não há vendas de licenças neste período
Custo de remodelar os processos e reescrever a aplicação para a nova tecnologia
Não se aplica
Não há vendas de licenças neste período
Custo de adaptação da aplicação ou ganhos por ser o primeiro a explorar a mudança
Custo de adaptação da aplicação ou ganhos por ser o primeiro a explorar a mudança
Custo de ampliação da capacidade ou aumento de ganhos com melhorias dos processos

	Pior situação						Melhor situação
<b>Avaliação dos Custos</b>	(-) Impacto (\$) (+)						
<b>Riscos associados ao orçamento</b>							
Custos subestimados/superestimados por limitações no processo de estimação	-255	-153	-51	51	153	255	
<b>Riscos associados ao financiamento</b>							
Custos de financiamento subestimados/superestimados	0	0	0	0	0	0	
<b>Valor do Custo Financeiro</b>	R\$ 0						
<b>Riscos associados à infraestrutura</b>							
Custos de alinhamento da tecnologia proposta com a arquitetura de TI da empresa sub./superestimados	-100	-60	-20	0	0	0	
Custos com possíveis problemas de desempenho, instabilidade, integridade, etc., sub./superestimados	-125	-75	-25	0	0	0	
<b>Valor do custo da Infraestrutura</b>	R\$ -41						
<b>Riscos associados a licenças e equipamentos</b>							
Custos de licenças e equipamentos devido à maturidade/robustez da tecnologia sub./super.	0	0	0	0	0	0	
<b>Valor do custo de Licenças e Equipamentos</b>	R\$ -54						

Pior situação						Melhor situação
(-) Probabilidade (+)						
20%	30%	50%	15%	5%		
0%	0%	0%	0%	0%		

Base de Raciocínio da Análise
Limites financeiros tolerados para erros no orçamento
Não se aplica

20%	50%	80%	0%	0%
10%	30%	50%	0%	0%

Contratação de um analista sênior para realizar integração com os sistemas antigos
Contratação de mais um servidor e um analista sênior para atender os problemas

0%	0%	0%	0%	0%
----	----	----	----	----

Nenhuma previsão
------------------

Riscos associados à Mão de obra						
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto	-186	-112	-37	0	0	0
Qualificação da equipe de TI sub./superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias	-34	-21	-7	0	0	0
Experiência da Equipe de TI sub./superestimada para a complexidade de execução do projeto	-490	-294	-98	98	294	490
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica sub./superestimada	-204	-122	-41	0	0	0
Riscos associados à execução do projeto						
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas	-62	-37	-12	0	0	0
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada	-61	-37	-12	12	37	61
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado	-61	-37	-12	12	37	61
Valor do custo da Mão de obra			R\$ -397			

20%	0%	80%	0%	0%
30%	40%	80%	0%	0%
5%	10%	70%	10%	5%
25%	35%	40%	0%	0%
40%	60%	80%	0%	0%
50%	60%	70%	25%	15%
50%	60%	70%	25%	15%

Contratação de mais um técnico
Custo de treinamento não previsto
Custo de contratação de 3 analistas sêniores ou ganho por dispensar 3 analistas juniores
Contratar 3 consultores sobre a área de negócio
Obtenção de apenas 50% da capacidade de desenvolvimento devido a má orientação
Variação de 20% no esforço de desenvolvimento
Variação de 20% no esforço de desenvolvimento

Riscos associados ao apoio gerencial						
Envolvimento da área de negócio na criação do plano de projeto subestimado/superestimado	-255	-153	-51	34	102	170
Envolvimento da alta gerência com o desenvolvimento do projeto sub./superestimado	-510	-306	-102	85	255	425
Riscos associados aos usuários						
Familiaridade das áreas afetadas com tecnologias equivalentes subestimada/superestimada	0	0	0	0	0	0
Capacidade das áreas afetadas em assimilar as mudanças de negócio implantadas sub./super.	-1.020	-612	-204	0	0	0
Riscos associados ao suporte						
Impactos devido a possíveis mudanças na equipe de suporte nos resultados do projeto sub./super.	0	0	0	0	0	0
Valor do custo de Treinamento			R\$ -2,2			

10%	30%	50%	15%	5%
10%	30%	50%	15%	5%
0%	0%	0%	0%	0%
30%	40%	60%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%

Valores não significativos
Contratar consultores para treinamento sobre a área de negócio
Nenhuma previsão

<b>Riscos associados à equipe de projeto (terceiros)</b>												
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
Qualificação da equipe de TI sub./superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias	-1.200	-720	-240	0	0	0	10%	20%	70%	0%	0%	Substituição da empresa terceirizada e retrabalho
Experiência da Equipe de TI sub./superestimada para a complexidade de execução do projeto	-1.200	-720	-240	0	0	0	10%	20%	70%	0%	0%	Substituição da empresa terceirizada e retrabalho
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica sub./superestimada	-530	-318	-106	0	0	0	5%	15%	80%	0%	0%	Atraso no cronograma
<b>Riscos associados à execução projeto (terceiros)</b>												
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas	-120	-72	-24	0	0	0	10%	15%	75%	0%	0%	Atraso de 2 meses para troca do gerente
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
<b>Valor do custo de Serviços de Terceiros</b>							<b>R\$ -1.162</b>					
<b>Riscos associados ao material de consumo</b>												
Despesas com materiais de consumo subestimadas/superestimadas	-0,4	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,3	10%	20%	70%	20%	10%	
<b>Valor do custo de Material de consumo</b>							<b>R\$ -0,8</b>					
<b>Avaliação do custo de Passagens e diárias</b>												
Despesas com passagens e diárias subestimadas/superestimadas	-45	-27	-9	3	9	16	5%	10%	70%	5%	1%	
<b>Valor do custo de Passagens e diárias</b>							<b>R\$ -28</b>					
<b>Riscos associados ao desempenho do projeto</b>												
Impactos devido à dependência de um fornecedor em particular sobre resultados do projeto sub./super.	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Nenhuma previsão
<b>Valor do custo com Outras Despesas</b>							<b>R\$ -0</b>					



**Avaliação da Opção de Desenvolvimento Incremental – Segunda Fase**  
(valores financeiros em milhares)

	Pior situação					Melhor situação
Avaliação dos Benefícios	Impacto (R\$)					
	(-)				(+)	
<b>Riscos associados ao cálculo dos benefícios</b>						
Benefícios subestimados/superestimados por limitações do processo de estimação	-12.050	-7.230	-2.410	2.410	7.230	12.050
Impacto nos benefícios pela interrupção do projeto em estágio intermediário subestimado/superestimado	-7.560	-4.536	-1.512	0	0	0
<b>Riscos associados a ações da concorrência</b>						
Impacto nos benefícios por uma resposta dos competidores subestimado/superestimado	-1.046	-627	-209	816	2.448	4.080
Impacto nos benefícios pela entrada de uma tecnologia substituta subestimado/superestimado	-1.504	-903	-301	0	0	0
<b>Riscos associados a estratégias da empresa</b>						
Impacto nos benefícios pela dependência de outro programa de negócio subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0
Benefícios impactados pela mudança das prioridades de negócio	-1.046	-627	-209	0	0	0
<b>Riscos associados a ações ambientais</b>						
Impacto nos benefícios por mudanças no ambiente de negócio ou demanda dos clientes sub./super.	-127	-76	-25	38	114	189
Impacto nos benefícios por ações imprevistas de órgãos regulatórios subestimado/superestimado	-127	-76	-25	76	233	388
Impacto nos benefícios pela sobrecarga de demanda /uso da aplicação subestimado/superestimado	-505	-303	-101	101	303	505
<b>Valor dos Benefícios</b>	<b>R\$ 10.568</b>					

Pior situação					Melhor situação
(-)	Probabilidade			(+)	
1%	10%	65%	20%	5%	
3%	7%	90%	0%	0%	
5%	15%	65%	10%	5%	
5%	10%	85%	0%	0%	
0%	0%	0%	0%	0%	
5%	10%	85%	0%	0%	
5%	15%	60%	15%	5%	
20%	15%	50%	10%	25%	
5%	10%	40%	10%	5%	

Base de Raciocínio da Análise
Ganhos por melhorias nos processos são bastante subjetivos
Perdas nos ganhos por melhorias em vários processos
Perdas ou ganhos na venda de licenças
Custo de remodelar os processos e reescrever a aplicação para a nova tecnologia
Não se aplica
Perdas ou ganhos na venda de licenças
Custo de adaptação da aplicação ou ganhos por ser o primeiro a explorar a mudança
Custo de adaptação da aplicação ou ganhos por ser o primeiro a explorar a mudança
Custo de ampliação da capacidade ou aumento de ganhos com melhorias dos processos

	Pior situação						Melhor situação
<b>Avaliação dos Custos</b>		(-) Impacto (\$) (+)					
<b>Riscos associados ao orçamento</b>							
Custos subestimados/superestimados por limitações no processo de estimação	-255	-153	-51	51	153	255	
<b>Riscos associados ao financiamento</b>							
Custos de financiamento subestimados/superestimados	0	0	0	0	0	0	
<b>Valor do Custo Financeiro</b>	R\$ 0						
<b>Riscos associados à infraestrutura</b>							
Custos de alinhamento da tecnologia proposta com a arquitetura de TI da empresa sub./superestimados	-33	-20	-7	0	0	0	
Custos com possíveis problemas de desempenho, instabilidade, integridade, etc., sub./superestimados	-42	-25	-8	0	0	0	
<b>Valor do custo da Infraestrutura</b>	R\$ -41						
<b>Riscos associados a licenças e equipamentos</b>							
Custos de licenças e equipamentos devido à maturidade/robustez da tecnologia sub./super.	0	0	0	0	0	0	
<b>Valor do custo de Licenças e Equipamentos</b>	R\$ -54						

Pior situação						Melhor situação
	(-) Probabilidade (+)					
20%	30%	50%	15%	5%		
0%	0%	0%	0%	0%		

Base de Raciocínio da Análise
Limites financeiros tolerados para erros no orçamento
Não se aplica

20%	50%	80%	0%	0%
10%	30%	50%	0%	0%

Contratação de um analista sênior para realizar integração com os sistemas antigos
Contratação de mais um servidor e um analista sênior para atender os problemas

0%	0%	0%	0%	0%
----	----	----	----	----

Nenhuma previsão
------------------

Riscos associados à Mão de obra						
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto	-62	-37	-12	0	0	0
Qualificação da equipe de TI sub./superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias	-34	-21	-7	0	0	0
Experiência da Equipe de TI sub./superestimada para a complexidade de execução do projeto	-979	-588	-196	1	4	7
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica sub./superestimada	-408	-245	-82	0	0	0
Riscos associados à execução do projeto						
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas	-62	-37	-12	0	0	0
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada	-61	-37	-12	12	37	61
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado	-61	-37	-12	12	37	61
Valor do custo da Mão de obra			R\$ -397			

20%	0%	80%	0%	0%
1%	5%	94%	0%	0%
5%	10%	70%	10%	5%
25%	35%	40%	0%	0%
40%	60%	80%	0%	0%
50%	60%	70%	25%	15%
50%	60%	70%	25%	15%

Contratação de mais um técnico
Custo de treinamento não previsto
Custo de contratação de 3 analistas sêniores ou ganho por dispensar 3 analistas juniores
Contratar 3 consultores sobre a área de negócio
Obtenção de apenas 50% da capacidade de desenvolvimento devido a má orientação
Variação de 20% no esforço de desenvolvimento
Variação de 20% no esforço de desenvolvimento

Riscos associados ao apoio gerencial						
Envolvimento da área de negócio na criação do plano de projeto subestimado/superestimado	-255	-153	-51	34	102	170
Envolvimento da alta gerência com o desenvolvimento do projeto sub./superestimado	-510	-306	-102	85	255	425
Riscos associados aos usuários						
Familiaridade das áreas afetadas com tecnologias equivalentes subestimada/superestimada	0	0	0	0	0	0
Capacidade das áreas afetadas em assimilar as mudanças de negócio implantadas sub./super.	-2.380	-1.428	-476	0	0	0
Riscos associados ao suporte						
Impactos devido a possíveis mudanças na equipe de suporte nos resultados do projeto sub./super.	0	0	0	0	0	0
Valor do custo de Treinamento			R\$ -2,2			

10%	30%	50%	15%	5%
10%	30%	50%	15%	5%
0%	0%	0%	0%	0%
20%	30%	70%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%

Valores não significativos
Contratar consultores para treinamento sobre a área de negócio
Nenhuma previsão

<b>Riscos associados à equipe de projeto (terceiros)</b>												
Tamanho da equipe subestimado/superestimado para tamanho e complexidade do projeto	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
Qualificação da equipe de TI sub./superestimada considerando as habilidades técnicas necessárias	-1.965	-1.179	-393	0	0	0	5%	15%	85%	0%	0%	Substituição da empresa terceirizada e retrabalho
Experiência da Equipe de TI sub./superestimada para a complexidade de execução do projeto	-1.965	-1.179	-393	0	0	0	5%	15%	85%	0%	0%	Substituição da empresa terceirizada e retrabalho
Dependência das habilidades e experiência de uma equipe ou pessoa específica sub./superestimada	-1.052	-631	-210	0	0	0	5%	15%	80%	0%	0%	Atraso no cronograma
<b>Riscos associados à execução projeto (terceiros)</b>												
Habilidades para o gerenciamento do projeto estarem subestimadas/superestimadas	-234	-140	-47	0	0	0	10%	15%	75%	0%	0%	Atraso de 2 meses para troca do gerente
A dificuldade técnica ou intelectual do projeto estar subestimada/superestimada	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
Maturidade do ambiente de desenvolvimento subestimado/superestimado	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Responsabilidade da empresa terceirizada
<b>Valor do custo de Serviços de Terceiros</b>							<b>R\$ -1.162</b>					
<b>Riscos associados ao material de consumo</b>												
Despesas com materiais de consumo subestimadas/superestimadas	-0,5	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,4	10%	20%	70%	20%	10%	
<b>Valor do custo de Material de consumo</b>							<b>R\$ -0,8</b>					
<b>Avaliação do custo de Passagens e diárias</b>												
Despesas com passagens e diárias subestimadas/superestimadas	-40	-24	-8	3	10	17	5%	10%	70%	5%	1%	
<b>Valor do custo de Passagens e diárias</b>							<b>R\$ -28</b>					
<b>Riscos associados ao desempenho do projeto</b>												
Impactos devido à dependência de um fornecedor em particular sobre resultados do projeto sub./super.	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	Nenhuma previsão
<b>Valor do custo com Outras Despesas</b>							<b>R\$ -0</b>					