

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE**  
**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**OPÇÕES REAIS COMO INSTRUMENTO PARA GERIR**  
**RISCOS EM PROJETOS COMPLEXOS DE INFRAESTRUTURA**  
**DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

**Sidney Chaves**

**Orientador: Prof. Dr. Cesar Alexandre de Souza**

**SÃO PAULO**

**2016**

Prof. Dr. Marco Antonio Zago  
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann  
Diretor da Faculdade Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Roberto Sbragia  
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Moacir Miranda Oliveira Jr.  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

**SIDNEY CHAVES**

**OPÇÕES REAIS COMO INSTRUMENTO PARA GERIR  
RISCOS EM PROJETOS COMPLEXOS DE INFRAESTRUTURA  
DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Orientador: Prof. Dr. Cesar Alexandre de Souza**

**Versão Corrigida**

(Versão original disponível na Biblioteca da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade)

**SÃO PAULO**

**2016**

Tese defendida e aprovada no Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Administração, pela seguinte banca examinadora: Prof. Dr. Cesar Alexandre de Souza, Prof. Dr. Aguinaldo Aragon Fernandes, Prof. Dr. Antonio Geraldo da Rocha Vidal, Prof. Dr. Otávio Próspero Sanchez e Prof. Dr. Renato Moraes.

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Chaves, Sidney

Opções reais como instrumento para gerir riscos em projetos complexos de infraestrutura de tecnologia da informação / Sidney Chaves. -- São Paulo, 2016.  
213p.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2016.  
Orientador: Cesar Alexandre de Souza.

1. Tecnologia da informação 2. Infraestrutura de tecnologia da informação 3. Projetos complexos 4. Gestão de riscos 5. Opções reais I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade II. Título.

CDD – 658.4038

**Para Mônica, querida e valiosa companheira  
de todos os momentos, cuja compreensão e  
incentivo foram imperativos para que  
mais este trabalho pudesse ser  
realizado a contento.**



## **Agradecimentos**

Meu sincero agradecimento, em primeiro lugar, ao Prof. Dr. Cesar Alexandre de Souza, orientador deste trabalho, pela oportuna participação na definição do tema da pesquisa e pelas intervenções sempre precisas e didáticas ao longo dos prolongados meses durante os quais este estudo se desenvolveu.

Agradeço também aos demais Professores Doutores que compuseram a banca examinadora, Prof. Dr. Aguinaldo Aragon Fernandes, Prof. Dr. Antonio Geraldo da Rocha Vidal, Prof. Dr. Otávio Próspero Sanchez e Prof. Dr. Renato Moraes, pelas importantes contribuições oferecidas para o aprimoramento desta monografia, que culminaram com a elaboração desta versão final revisada e aprimorada.

Agradeço ainda ao Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo e, uma vez mais, ao Prof. Dr. Otávio Próspero Sanchez, pelas valiosas observações quando da participação na banca do exame de qualificação, com intervenções e sugestões que, tenho certeza, fizeram por melhorar enormemente a qualidade deste trabalho.

Meu agradecimento, adicionalmente, aos professores e aos colegas das disciplinas que cursei ao longo do Programa de Doutorado, cujos ensinamentos e trocas de ideias em muito contribuíram para que mais esta etapa da minha história acadêmica pudesse ser cumprida a contento.

Muito obrigado, ainda, à Lícia Abe, pelo discreto apoio e pela sempre constante paciência, orientando e oferecendo dicas sobre como percorrer os intrincados caminhos que levaram a bom termo a tarefa de finalizar este empreendimento.

Como não poderia deixar de ser, meus melhores agradecimentos aos amigos que participaram dos estudos de caso que propiciaram a obtenção das informações que viabilizaram este estudo: Sergio Ladeira, Thiago Bastos e Wilson Masao Kuzuhara, do Grupo Vitória da União, Adilson Galleti, Guilherme Bonaroti e Mônica Bryson, da InMetrics, Nilton Cesar Barioto, da empresa cliente da InMetrics e o Prof. Dr. Aguinaldo Aragon Fernandes, do Instituto de Tecnologia Aragon e Costa.

Por fim, mas em primeiro lugar pela importância, meu sincero, carinhoso e afetuoso obrigado à Mônica, minha esposa, e à Mariana, minha filha, por terem suportado com garra incomum minha ausência e a pouca atenção que dediquei a elas enquanto estive envolvido com este estudo e por me terem oferecido, ao longo de todo este tempo, sua compreensão, dedicação, incentivo e apoio incondicionais e inestimáveis.

**"A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em  
procurar novas paisagens, mas sim em ter novos olhos."**

*Marcel Proust*



## RESUMO

Esta monografia apresenta e descreve o trabalho de pesquisa realizado com vistas a obter conclusões e propor recomendações que pudessem ser úteis a profissionais que atuam no campo da Tecnologia da Informação (TI) e a pesquisadores acadêmicos, no que diz respeito: (a) à aplicação do enfoque das opções reais a projetos complexos de infraestrutura de TI, de interesse para os primeiros citados, e (b) a novos rumos para a pesquisa sobre a aplicação deste enfoque, de interesse para os últimos. Para atender aos objetivos definidos, o estudo foi realizado em seis etapas: (1) revisão da literatura relativa aos temas envolvidos, (2) elaboração das definições operacionais e definição do modelo de pesquisa e das proposições, (3) escolha da metodologia e do método de pesquisa, (4) elaboração e apresentação dos casos estudados, (5) análise dos casos, verificação das proposições e elaboração de recomendações e (6) elaboração das conclusões finais. A revisão da literatura compreendeu um levantamento bibliográfico amplo sobre infraestrutura de TI, projetos complexos de infraestrutura de TI, riscos e gestão de riscos, técnicas para justificação de projetos, opções reais e outros temas complementares. A elaboração das definições operacionais tomou como base o resultado do levantamento bibliográfico e os objetivos da pesquisa. A definição do modelo de pesquisa e o estabelecimento das proposições consideraram os objetivos da pesquisa e os *gaps* existentes na literatura acadêmica. A escolha da metodologia e do método de pesquisa se deu por meio de um processo de seleção que culminou com a opção pelo estudo de caso. Uma vez feita a opção pelo estudo de caso como método de pesquisa, foram selecionados três casos de projetos complexos de infraestrutura de TI, os quais foram explorados e analisados sob a ótica dos temas centrais da pesquisa (com o suporte das definições operacionais assumidas) e com foco na questão e nos objetivos da pesquisa. A análise dos casos estudados contemplou a verificação das seis proposições estabelecidas, que se mostraram integralmente suportadas pelas conclusões obtidas. Por fim, a elaboração das recomendações e considerações finais complementou o estudo. Como contribuição maior, este estudo oferece uma visão realista, simples e objetiva acerca do papel que o enfoque das opções reais pode exercer no contexto dos projetos complexos de infraestrutura de TI e coloca à disposição dos pesquisadores um elenco de novas perspectivas para estudo do tema na Academia e ao alcance dos profissionais de TI um novo formato que tende a incentivar a aplicação deste enfoque aos seus projetos.

Palavras-chave: Tecnologia da informação, Infraestrutura de tecnologia da informação, Projetos complexos, Gestão de riscos, Opções reais.



## ABSTRACT

This report presents and depicts the research carried out in order to find out recommendations that may possibly assist Information Technology (IT) professionals and academic researchers with respect to: (a) the effective use of real options thinking in complex IT infrastructure projects, useful for the formers, and (b) new insights related to academic research focused on how to apply real options thinking, useful for the latter. In order to satisfy the proposed objectives, the research comprised six steps: (1) review the academic literature on the issues involved, (2) develop operational definitions and define the research model and propositions, (3) choose the methodology and the research method, (4) organize and describe the case studies, (5) analyze the cases, verify proposals and make recommendations, and (6) prepare final conclusions. The literature review comprised an extensive bibliography research on IT infrastructure, complex IT infrastructure projects, risks and risk management, project justification techniques, real options and other complementary themes. The results of the literature review and the research objectives were taken into account to prepare the operational definitions. To build the research model and set up the propositions, the research objectives were taken into account again, as also the existing gaps in the academic literature. The choice of both the methodology and the research method was made through a process that culminated in the choice of the case study method. Once the choice of case study as a research method was made, three cases involving complex IT infrastructure projects were selected and thereafter explored and analyzed under the perspective of the central themes of the research (with support of the assumed operational definitions) and with focus on both the research question and the research objectives. The analysis of the cases comprised the verification of the six propositions stated, which showed themselves to be fully supported by the conclusions drawn. At last, the recommendations and closing remarks were written down and added to the study. As a major contribution, this study provides a realistic, simple, and objective vision about the role that real options thinking can play within the context of complex IT infrastructure projects and also makes available to researchers a cast of new perspectives for study of this subject in Academy and to IT professionals a new schema that tends to encourage them in order to apply this approach in their projects.

Keywords: Information technology, Information technology infrastructure, Complex projects, Risk management, Real options.



## SUMÁRIO

Lista de Quadros.....	5
Lista de Tabelas.....	7
Lista de Figuras .....	9
1 Introdução.....	11
1.1 Apresentação .....	11
1.2 Problemática e Conceitos Iniciais .....	12
1.3 A Exploração do Tema no Meio Acadêmico .....	17
1.4 Análise Preliminar dos Resultados da Pesquisa Bibliográfica.....	19
1.4.1 Técnicas Aplicáveis à Justificação de Projetos.....	20
1.4.2 Opções Reais como Simples Ferramenta Versus Enfoque das Opções Reais.....	20
1.4.3 Valoração Versus Não Valoração das Opções Reais.....	21
1.4.4 Vinculação Versus Não Vinculação das Opções Reais a Riscos.....	21
1.5 Questão de Pesquisa.....	22
1.6 Objetivos da Pesquisa .....	24
1.7 Organização da Pesquisa.....	27
2 Revisão da Literatura.....	29
2.1 Infraestrutura de TI .....	29
2.1.1 Definições para Infraestrutura de TI.....	30
2.1.2 Componentes da Infraestrutura de TI .....	33
2.1.3 Natureza da Infraestrutura de TI.....	36
2.2 Projetos e Complexidade.....	38
2.2.1 Projeto.....	38
2.2.2 Complexidade e Sistemas Complexos.....	40
2.2.3 Projetos Complexos .....	47
2.3 Riscos e Gestão de Riscos em Projetos.....	49
2.3.1 Definição de Risco.....	49
2.3.2 Riscos em Projetos.....	50
2.3.3 Gestão de Riscos.....	51
2.3.4 Classificação dos Riscos de Projetos .....	54
2.4 Valoração de Projetos .....	59
2.4.1 Modelos Estáticos para Valorar Projetos.....	59
2.4.2 Modelos para Valorar Projetos Baseados na Gestão do Fluxo de Caixa.....	62
2.4.3 Modelos Dinâmicos para Valorar Projetos .....	64
2.5 Opções Reais.....	65
2.5.1 Conceitos Básicos e Histórico das Opções Reais .....	66
2.5.2 O Valor das Opções Reais .....	69
2.5.3 Modelos de Valoração Baseados em Opções .....	72
2.5.4 O Emprego das Opções Reais em Projetos.....	75

2.5.5	Associação Entre Riscos em Projetos e Opções Reais .....	79
2.5.6	Associação Entre Flexibilidade Gerencial em Projetos e Opções Reais .....	82
2.5.7	O Emprego das Opções Reais no Âmbito da TI.....	84
3	Definições Operacionais e Modelo de Pesquisa.....	91
3.1	Definições Operacionais Adotadas .....	91
3.1.1	Infraestrutura de TI .....	91
3.1.2	Projeto Complexo .....	92
3.1.3	Risco em Projetos .....	93
3.1.4	Opção Real.....	95
3.1.5	Flexibilidade Gerencial.....	96
3.1.6	Inter-relacionamento Entre Riscos, Opções Reais e Flexibilidade Gerencial	97
3.2	Modelo de Pesquisa e Proposições .....	98
3.2.1	Modelo de Pesquisa .....	98
3.2.2	Proposições Relativas ao Exercício das Opções Reais em Projetos de ITI.	100
4	Metodologia e Métodos de Pesquisa .....	109
4.1	Visão Geral.....	109
4.2	A Base Conceitual para Escolha da Metodologia .....	110
4.3	A Escolha da Metodologia para Esta Pesquisa .....	115
4.4	A Escolha do Método de Pesquisa .....	116
4.5	Escopo da Pesquisa .....	119
4.6	Visão Geral dos Estudos de Caso Realizados .....	121
4.6.1	Os Projetos Selecionados para Estudo.....	121
4.6.2	O Protocolo Elaborado para os Estudos de Caso.....	121
4.6.3	Relação dos Entrevistados nos Casos .....	123
4.7	Crterios para Qualificação dos Casos .....	123
5	Estudos de Caso Realizados .....	125
5.1	Caso 1: "Implantação de ERP" .....	125
5.1.1	A Empresa e o Projeto .....	125
5.1.2	A Qualificação do Projeto.....	127
5.1.3	A Obtenção de Informações do Projeto.....	128
5.1.4	Os Dados Quantitativos do Projeto.....	129
5.1.5	O Processo de Gestão de Riscos .....	130
5.1.6	O Andamento do Projeto .....	130
5.2	Caso 2: "Implantação de Plataforma para Gestão do Conhecimento" .....	134
5.2.1	A Empresa e o Projeto .....	134
5.2.2	A Qualificação do Projeto.....	135
5.2.3	A Obtenção de Informações do Projeto.....	136
5.2.4	Os Dados Quantitativos do Projeto.....	137
5.2.5	O Processo de Gestão de Riscos .....	138
5.2.6	O Andamento do Projeto .....	138
5.3	Caso 3: "Implantação de Plataforma para Ensino à Distância" .....	142

5.3.1	A Empresa e o Projeto .....	142
5.3.2	A Qualificação do Projeto.....	143
5.3.3	A Obtenção de Informações do Projeto.....	144
5.3.4	Os Dados Quantitativos do Projeto.....	144
5.3.5	O Processo de Gestão de Riscos .....	145
5.3.6	O Andamento do Projeto .....	146
6	Análise dos Casos e Conclusões.....	153
6.1	Considerações Gerais sobre a Análise dos Casos Estudados.....	153
6.2	Análise do Caso 1 – Implantação de ERP.....	154
6.2.1	A Visão dos Incidentes Significativos Sob a Ótica das Opções Reais .....	154
6.2.2	Análise Individual.....	157
6.3	Análise do Caso 2 – Implantação de Plataforma para Gestão do Conhecimento ....	159
6.3.1	A Visão do Incidente Significativo Sob a Ótica das Opções Reais.....	159
6.3.2	Análise Individual.....	160
6.4	Análise do Caso 3 – Infraestrutura para Ensino à Distância.....	162
6.4.1	A Visão do Incidente Significativo Sob a Ótica das Opções Reais.....	162
6.4.2	Análise Individual.....	164
6.5	Análise Conjunta dos Três Casos.....	166
6.6	Verificação das Proposições .....	168
6.7	Conclusões Derivadas da Análise dos Casos Estudados.....	172
6.7.1	Recomendações Relativas à Gestão de Riscos e Ações de Mitigação .....	172
6.7.2	Tipificação e Classificação dos Subsídios .....	175
7	Considerações Finais .....	177
7.1	Alcance dos Objetivos.....	177
7.2	Limitações da Pesquisa .....	179
7.3	Sugestões para Futuras Pesquisas .....	180
7.4	Considerações Finais.....	181
Apêndices.....		183
Apêndice 1 – Exemplo de Aplicação do Modelo do Valor Presente Líquido.....		183
Apêndice 2 – Exemplo de Aplicação do Modelo da Taxa Interna de Retorno .....		185
Apêndice 3 – Exemplo de Modelo de Valoração Baseado na Simulação de Monte Carlo		186
Apêndice 4 – Exemplo de Modelo de Valoração Baseado em Árvore de Decisão.....		189
Apêndice 5 – Modelo "Black-Scholes" e Derivados.....		191
Apêndice 6 – Modelo "Cox-Rubinstein" e Derivados.....		194
Referências Bibliográficas .....		197



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre Justificação de Projetos Sem Emprego de Opções Reais (Etapa 1A).....	18
Quadro 2 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre Justificação de Projetos Com Emprego de Opções Reais (Etapa 1B) .....	18
Quadro 3 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre Justificação de Projetos de TI Sem Emprego de Opções Reais (Etapa 2A) .....	18
Quadro 4 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre Justificação de Projetos de TI Com Emprego de Opções Reais (Etapa 2B).....	18
Quadro 5 – Componentes da Infraestrutura de TI.....	33
Quadro 6 – Objetos da Infraestrutura de TI .....	36
Quadro 7 – Características dos Projetos.....	39
Quadro 8 – Atributos dos Sistemas Complexos.....	46
Quadro 9 – Classificação dos Riscos de Projetos (1a. Visão).....	54
Quadro 10 – Classificação dos Riscos de Projetos (2a. Visão).....	55
Quadro 11 – Classificação dos Riscos de Projetos (3a. Visão).....	56
Quadro 12 – Classificação dos Riscos de Projetos (4a. Visão).....	57
Quadro 13 – Classificação dos Riscos de Projetos (5a. Visão).....	58
Quadro 14 – Comparativo Entre Definições de Opção Financeira e Opção Real .....	68
Quadro 15 – Comparativo Entre Atributos de Opções Financeiras e Opções Reais .....	68
Quadro 16 – Opções Reais Presentes com Maior Frequência em Projetos .....	76
Quadro 17 – Artigos Pioneiros Sobre Emprego de Opções Reais .....	77
Quadro 18 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (1a. Visão) .....	79
Quadro 19 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (2a. Visão) .....	80
Quadro 20 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (3a. Visão) .....	81
Quadro 21 – Equivalência Entre Flexibilidade Gerencial e Opções Reais Mais Frequentes em Projetos.....	83
Quadro 22 – Estudos Aplicando Opções Reais a Projetos de TI .....	86
Quadro 23 – Proposições Relativas ao Exercício das Opções Reais em Projetos de ITI .....	108
Quadro 24 – Tipologias para Ontologia e Epistemologia .....	112
Quadro 25 - Relação de Entrevistados .....	123
Quadro 26 – Atributos de Complexidade para Qualificação dos Projetos para os Casos.....	124
Quadro 27 – Mapa de Riscos do Projeto ITAC-EAD.....	146

Quadro 28 – Opções Reais Associadas aos Incidentes Significativos do Projeto GVU-ERP156	
Quadro 29 – Opções Reais Associadas ao Incidente Significativo do Projeto InMetrics-PGC .....	160
Quadro 30 – Opções Reais Associadas ao Incidente Significativo do Projeto ITAC-EAD ..	164
Quadro 31 – Comparativo das Características dos Casos .....	166
Quadro 32 – Verificação das Proposições Estabelecidas .....	171
Quadro 33 – Modelos Pioneiros Derivados do "Black-Scholes" .....	193
Quadro 34 – Modelos Pioneiros Derivados do "Cox-Rubinstein" .....	195

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Custos e Benefícios do Projeto GVU-ERP .....	129
Tabela 2 – Custos e Benefícios do Projeto InMetrics-PGC .....	137
Tabela 3 – Custos e Benefícios do Projeto ITAC-EAD.....	145
Tabela 4 – Dados para Exemplo de Cálculo de Desconto de Fluxos de Caixa.....	183
Tabela 5 – Dados para Exemplo de Simulação de Monte Carlo.....	186
Tabela 6 – Resultado da Simulação de Monte Carlo para o Exemplo.....	188
Tabela 7 – Dados para Exemplo de Árvore de Decisão.....	189



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Composição da Infraestrutura de TI .....	30
Figura 2 – Modelo Piramidal das Macrofinalidades da TI.....	31
Figura 3 – Modelo de Pesquisa .....	99
Figura 4 – Esquema Hierárquico para Escolha da Metodologia (Variante 1) .....	111
Figura 5 – Esquema Hierárquico para Escolha da Metodologia (Variante 2) .....	111
Figura 6 – Escopo da Pesquisa .....	120
Figura 7 – Ações de Mitigação Padronizadas (Com Gestão de Riscos Formal).....	173
Figura 8 – Ações de Mitigação Padronizadas (Sem Gestão de Riscos Formal) .....	175
Figura 9 – Árvore de Decisão para o Projeto-Exemplo .....	189



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação

A demanda por novos projetos de aplicações de Tecnologia da Informação (TI) nas organizações de negócios vem apresentando um ritmo crescente. Um dos responsáveis por este crescimento é o fato de os investimentos em novas aplicações de TI realizados pelas organizações terem passado a ser, com maior intensidade, vinculados à obtenção de novos produtos, à inovação em processos e a outros aspectos intimamente relacionados às atividades-fim. Destacados estudiosos que têm se dedicado a este tema, entre eles, por exemplo, Irani *et al.* (2005), Gunasekaran *et al.* (2006), Irani e Love (2008) e Peffers e Santos (2013), compartilham desta visão, enfatizando que a importância de investir em projetos de TI tornou-se um tema de alta relevância dentro das organizações de negócios, em grande parte devido à necessidade de se oferecer mais rapidamente melhores produtos e serviços, cuja viabilidade é cada vez mais suportada por aplicações de TI.

Como consequência dessa crescente demanda por aplicações, projetos de infraestrutura de TI (ITI) também têm experimentado um crescimento em sua demanda. Para suportar esse crescimento no volume de novas aplicações, a ITI necessita ser sistematicamente revista e atualizada e se adequar não só à demanda gerada pelas aplicações como também às inovações tecnológicas, de modo a possibilitar que as aplicações incorporem tecnologia de ponta aos negócios (IRANI e LOVE, 2008; KHAN *et al.*, 2013).

Na medida em que cresce a demanda por projetos de ITI, eles passam a competir entre si por recursos financeiros e/ou humanos, os quais são limitados às disponibilidades estabelecidas nos orçamentos das organizações de negócios e podem conduzir à necessidade de se escolher apenas uma parcela dos projetos pretendidos para serem de fato realizados, em detrimento de outros. Neste contexto, assume um papel de indiscutível relevância a capacidade das organizações de negócios de poder avaliar adequadamente o volume de investimentos requerido por cada uma das iniciativas de ITI versus a contribuição efetiva que elas podem oferecer aos resultados dos negócios como um todo, em particular sob a ótica econômico-financeira (KUMAR, 2002; FREEDMAN, 2003; JEFFERY, 2003).

Mas a avaliação de um projeto de ITI não deve ser dada por concluída após ele ter sido selecionado para ser executado, nem tampouco quando a execução tem início; elas são necessárias ao longo de todo o período de realização de um projeto. Na medida em que, em decorrência dos riscos e incertezas aos quais estão expostos os projetos, incidentes ocorrem e são potencialmente capazes de modificar as relações benefício-custo esperadas e afetar os ganhos de valor esperados, é imprescindível manter um processo permanente de revisão das justificativas enquanto os projetos se desenvolvem. E é importante que esse processo seja capaz de gerar informações que contribuam para a tomada de decisões por parte dos gestores dos projetos quanto à eventual necessidade de ajustes de rumo que continuem mantendo válidas as expectativas de ganhos de valor (CLEMONS e WEBER, 1990; GUNASEKARAN *et al.*, 2006; PEFFERS e SANTOS, 2013).

## 1.2 Problemática e Conceitos Iniciais

Para Gunasekaran *et al.* (2006), avaliações relativas a investimentos em TI são importantes, especialmente nos ambientes contemporâneos de negócios, devido não apenas às grandes somas de dinheiro aplicadas em projetos de TI mas também aos riscos envolvidos. Balasubramanian *et al.* (2000) ressaltam que os investimentos em TI tornaram-se uma parte relevante dos orçamentos das empresas e que a gestão destes investimentos é uma tarefa complexa e com implicações ainda não totalmente compreendidas, o que tem levado as empresas a se autoquestionar a respeito, formulando, entre outras, questões do tipo: "Como os investimentos em TI podem ser justificados?". Song e Letch (2012) enfatizam que ter a capacidade de avaliar efetivamente a contribuição dos investimentos em TI é uma demanda gerencial perene para as organizações.

Owen (2007, p. 9) define avaliação como "o processo de realizar um julgamento sobre um objeto que está sendo avaliado". Song e Letch (2012, p. 276), por sua vez, adotam uma definição assemelhada: "Avaliar é um processo empregado para identificar, medir e analisar o valor de um objeto em um determinado contexto".<sup>1,2</sup>

---

<sup>1</sup> "[...] the process of making a judgment about the value or worth of an object under review".

<sup>2</sup> "Evaluation is a process used to identify, measure, and assess the value of an object in a given context".

No âmbito da TI, a avaliação pode ser entendida como um processo que suporta a tomada de decisões e permite a uma organização definir os custos, benefícios, riscos e implicações de investir em aplicações e em infraestrutura (FARBNEY *et al.*, 1994; REMENYI, 1999; THOMAS *et al.*, Graeme, 2008).

As avaliações podem ser feitas em distintos momentos ao longo da vida de um investimento: (1) antes da realização do mesmo, (2) durante a execução do projeto no qual o investimento é efetivado e (3) após a conclusão do projeto, durante a vida útil dos produtos por ele disponibilizados (REMENYI, 1999; THOMAS *et al.*, Graeme, 2008).

As avaliações que antecedem um investimento, ou "*ex-ante*", são também denominadas "justificações" e se prestam exatamente a isto: justificar a realização do investimento. Já as avaliações feitas após a conclusão de um projeto, ou "*ex-post*", prestam-se a demonstrar o retorno proporcionado pelo investimento, confirmando ou não o que dele se esperava em tempo de justificação (REMENYI, 1999). Também é preciso considerar que esses dois tipos de avaliação não são mutuamente excludentes; como afirmam Ward e Daniel (2012), para que a obtenção dos benefícios previstos na avaliação "*ex-ante*" ocorram, deve haver também um contínuo monitoramento durante e após a implementação dos projetos.

Farbey *et al.* (1992) e Irani e Love (2002) destacam que as avaliações "*ex-ante*" de projetos de TI prestam-se a satisfazer, no mínimo, aos seguintes objetivos:

- Justificar um projeto, situação em que a avaliação precisa, primeiramente, dotar a organização de uma estimativa sobre qual pode ser o resultado do projeto em questão e, em segundo lugar, analisar esse resultado em termos do interesse da organização;
- Comparar distintos projetos que competem pelos mesmos recursos; se a avaliação se baseia em um esquema comum a ambos os projetos, em teoria, é possível alocar recursos para os projetos "melhores" sob a ótica desse esquema.

Então, à luz das considerações feitas até aqui, pode-se depreender que todo projeto de ITI não deva prescindir de um processo de justificação (portanto, de uma avaliação prévia) que possibilite obter elementos que suportem a tomada de decisão relativa à sua realização ou não, face à competição por recursos da qual participam todos os projetos desta mesma natureza demandados pelas necessidades de negócio de uma organização. E, conforme já destacado

acima, é fundamental que a justificação seja sistematicamente monitorada e revisada ao longo de toda a execução dos projetos.

Entretanto, justificar projetos de TI não é uma tarefa simples para as organizações de negócios. Farbey *et al.* (1992) e também Willcocks e Lester (2003) enfatizam que, na medida em que o papel da TI se modificou, passando de uma atividade de suporte para uma com penetração efetiva no cerne dos negócios e de importância estratégica para as organizações, esta questão da justificção de projetos se tornou mais difícil e um desafio crescente para os gestores. Irani (2002) reforça essa visão, afirmando que a decisão acerca de investimentos em TI permanece sendo um processo de gerenciamento não trivial para as organizações. Essa dificuldade para justificar projetos de TI pode ser segmentada em três distintos focos:

- Na identificação e quantificação dos benefícios e custos:
  - Peffers e Santos (2013, p. 131) afirmam que "muitos dos maiores desafios têm sido identificar e estimar os benefícios e custos de novas aplicações de TI";<sup>3</sup>
  - Nessa mesma linha, Anandarajan e Wen (1999) consideram que, pelo fato da TI ter se tornado mais sofisticada ao longo do tempo, corre-se o risco de não se ter um entendimento completo de toda a gama de benefícios e custos a ela associados;
  - Irani (2002) coloca que, dentre os temas que contribuem para a dificuldade do processo de justificção, estão a caracterização da natureza dos benefícios (por exemplo, tangíveis versus intangíveis e financeiros versus não financeiros) e a identificação e controle dos custos associados aos investimentos; Berghout e Remenyi (2005) também veem esta questão sob a ótica da dificuldade, ao explicitar que a determinação dos custos e benefícios de projetos de TI é uma tarefa difícil;
  - Ainda que se considere que há mais facilidade para quantificar custos do que benefícios, não há roteiros precisos para apoiar essa quantificação dos custos (em particular, dos indiretos) e, no caso dos benefícios, a tarefa é mais árdua, pois boa parte deles, neste caso, é de natureza intangível (IRANI, 2002; FREEDMAN, 2003);
  - Isso sem contar o fato, bem destacado por Hochstrasser (1990) e por Santos (1991), que um projeto de TI, particularmente de infraestrutura e que envolva a adoção de uma nova tecnologia, não gera benefícios que possam ser creditados exclusivamente a esse próprio

---

<sup>3</sup> "Many of the biggest challenges have been in identifying and estimating the benefits and costs for new IT applications".

projeto, mas proporciona benefícios potenciais para futuros projetos que irão se utilizar dessa tecnologia; este é um aspecto crítico no processo de justificação, pois é difícil quantificar esses benefícios futuros, o que pode, entretanto, ser crucial para justificar o projeto inicial, em especial se ele não se justifica numa avaliação preliminar que leve em conta apenas os benefícios que lhe podem ser diretamente associados;

- Ainda Schryen (2013), explorando as lacunas existentes em pesquisas sobre o valor da TI, aponta a necessidade de estudos que detalhem como são obtidos benefícios a partir da TI, clamando por trabalhos que explorem a interligação entre os ativos de TI e outras capacidades da empresa, tais como inovação e mudanças organizacionais.
- Na identificação, quantificação e gestão dos riscos:
  - Analisando as colocações de autores que se envolveram com este tema, depreende-se que há uma conjunção de três elementos envolvendo essa dificuldade para identificar e quantificar os riscos: os riscos em si, a complexidade e a incerteza (WYSOCKI, 2007; KERZNER e BELLACK, 2010; REMINGTON e POLLACK, 2010);
  - Kerzner e Bellack (2010) defendem que a capacidade dos gestores para identificar riscos se torna mais limitada na medida em que lidam com projetos complexos, quais sejam, aqueles projetos em que há uma grande quantidade e diversidade de atividades e agentes (formando uma intrincada rede de interdependências) e a incerteza e as mudanças são características esperadas, demandando constantes ajustes e adaptações;
  - Remington e Pollack (2010) também destacam que a incerteza é uma das características inerentes aos projetos complexos, enquanto Wysocki (2007) coloca que, no âmbito de um projeto, a incerteza e a complexidade são positivamente correlacionadas;
  - Ainda, a incerteza é um componente frequente na maioria dos grandes investimentos em TI, sejam eles relativos a aplicativos corporativos, a elementos de infraestrutura ou a iniciativas estratégicas suportadas por TI (CHEN *et al.*, 2007; REMINGTON e POLLACK, 2010);
  - Por outro lado, Kumar (2002) menciona que, num projeto, a efetiva gestão dos riscos (por ele definida como o processo que engloba a identificação, a quantificação ou avaliação e a implementação de cursos de ação para lidar com os riscos) é uma tarefa desafiadora para as organizações de negócios;
  - Indo mais além, Irani e Love (2008) citam o fato de evidências indicarem que a falta de uma adequada gestão de riscos durante a realização de um projeto de TI é um fator

importante a contribuir para o fracasso do projeto ou levar à impossibilidade de seus objetivos serem alcançados.

- Na escolha de um esquema ou modelo de justificação:
  - Este é o foco em torno do qual talvez haja a maior incidência de controvérsias, por se tratar de algo que envolve escolhas e porque estas, por natureza, incorporam vieses;
  - Santos (1991) e Copeland (2001), somente para citar alguns autores, colocam que os modelos de justificação baseados no conceito do fluxo de caixa descontado têm sido amplamente utilizados pelas organizações de negócios para avaliar seus projetos em geral; Ghahremani *et al.* (2012) realizaram um apanhado de diversas pesquisas sobre o emprego de modelos de justificação e os resultados apresentados corroboram esta afirmação;
  - Porém, não são poucos os estudiosos deste tema a tecer as mais variadas críticas aos modelos baseados no fluxo de caixa descontado, como Clemons e Weber (1990), que advogam que não é mais viável justificar projetos complexos de TI apenas com base no cálculo do retorno esperado sobre o investimento; os críticos defendem o emprego de modelos baseados em técnicas que levem em conta o tratamento da incerteza e a flexibilidade gerencial, como o são os modelos que empregam opções reais (SANTOS, 1991; DIXIT e PINDYCK, 1994; COPELAND, 2001; BENARROCH, 2002; MUN, 2002; BRACH, 2003; DE NEUFVILLE, 2003; FICHMAN *et al.*, 2005); por definição, um projeto incorpora opções reais quando seus gestores têm a possibilidade (mas não a obrigação) de ajustar a direção futura do projeto em resposta a eventos internos e/ou externos, ajustes estes que podem implicar em adiar o projeto, mudá-lo para servir a um propósito diferente, alterar sua escala, implementá-lo em etapas, abandoná-lo ou usá-lo como uma plataforma para oportunidades futuras de crescimento (TIWANA *et al.*, 2006);
  - Fichman *et al.* (2005) entendem que dois pilares presentes nos projetos de TI, a incerteza e a flexibilidade gerencial, fazem com que as opções reais sejam especialmente aplicáveis a projetos de TI e advogam que os conceitos associados a opções reais permitem a uma organização não só avaliar com maior precisão a incerteza dos investimentos em TI, mas, e talvez o mais importante, orientar os gestores sobre como ativamente criar e extrair valor de seus projetos;
  - Contudo, boa parte dos mesmos estudiosos que defendem e propõem a utilização de modelos de justificação capazes de tratar adequadamente a incerteza têm mostrado, por

meio de estudos de campo, que esses modelos têm sido pouco adotados por gestores de projetos e organizações de negócios; as causas para essa baixa adoção são as mais variadas: modelos de amplitude restrita e aplicáveis a situações muito particulares, dificuldade para lidar com a formulação matemática, dificuldade para construir a "estrutura" demandada pelos modelos (as variáveis, premissas e parâmetros que devem ser considerados etc.) e dificuldade para quantificar as variáveis e parâmetros (BUSBY e PITTS, 1997; LANDER e PINCHES, 1998; GHAREMANI *et al.*, 2012).

Entretanto, por maiores que sejam as dificuldades para elaborar uma justificativa para um projeto, é útil lembrar a colocação de Freedman (2003, p. 34), que destaca: "apesar de a TI ser algo difícil de ser medido, seus enormes custo e potencial requerem que apliquemos alguma disciplina a qualquer investimento nesta área".<sup>4</sup>

### 1.3 A Exploração do Tema no Meio Acadêmico

Os estudiosos deste tema têm desenvolvido e proposto técnicas e modelos para serem empregados para justificar projetos, tanto gerais quanto específicos de TI e, ainda mais particularmente, de ITI. Com vistas a conhecer melhor este foco de estudos, uma pesquisa bibliográfica em duas etapas, abrangendo os últimos 35 anos (mais especificamente o período de 01/01/1980 a 31/12/2014), foi realizada em periódicos acadêmicos com revisão por pares indexados nas bases ProQuest (ABI/Inform), EBSCO, Web of Science, ScienceDirect, Scopus e JStor. Na primeira etapa, buscou-se identificar estudos voltados à justificação de projetos em geral e, na segunda etapa, o escopo foi limitado, para contemplar a justificação apenas de projetos de TI, com a inclusão da expressão "*information technology*". A escolha das expressões "*project justification*" e "*project evaluation*" para compor o argumento de pesquisa foi imediata, tendo em vista serem estas as expressões comumente empregadas nos artigos acadêmicos preliminarmente analisados; já a inclusão da expressão "*real option*" foi motivada pelo fato de esta ser predominantemente utilizada na Academia para indicar o emprego de instrumentos mais aptos a tratar os riscos e a incerteza. Os resultados obtidos nas duas etapas desta pesquisa bibliográfica estão sumarizados nos Quadros 1 a 4.

---

<sup>4</sup> "*While IT is a difficult thing to measure, its enormous cost and potential require us to apply some discipline to any investment in it*".

**Quadro 1 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre  
Justificação de Projetos Sem Emprego de Opções Reais (Etapa 1A)**

Argumento	Fonte	1980/2014	2010/2014
("project justification" OR "project evaluation") AND NOT "real option"	ProQuest (ABI/Inform)	2176	534
	EBSCO	2371	828
	Web of Science	847	269
	ScienceDirect	4570	1082
	Scopus	9754	4395
	JStor	1999	165

**Quadro 2 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre  
Justificação de Projetos Com Emprego de Opções Reais (Etapa 1B)**

Argumento	Fonte	1980/2014	2010/2014
("project justification" OR "project evaluation") AND "real option"	ProQuest (ABI/Inform)	131	57
	EBSCO	26	12
	Web of Science	20	11
	ScienceDirect	156	77
	Scopus	460	255
	JStor	30	1

**Quadro 3 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre  
Justificação de Projetos de TI Sem Emprego de Opções Reais (Etapa 2A)**

Argumento	Fonte	1980/2014	2010/2014
("project justification" OR "project evaluation") AND NOT "real option" AND "information technology"	ProQuest (ABI/Inform)	385	117
	EBSCO	199	65
	Web of Science	20	7
	ScienceDirect	458	110
	Scopus	821	469
	JStor	123	2

**Quadro 4 – Pesquisa Bibliográfica de Trabalhos Acadêmicos Sobre  
Justificação de Projetos de TI Com Emprego de Opções Reais (Etapa 2B)**

Argumento	Fonte	1980/2014	2010/2014
("project justification" OR "project evaluation") AND "real option" AND "information technology"	ProQuest (ABI/Inform)	36	15
	EBSCO	5	2
	Web of Science	3	2
	ScienceDirect	32	15
	Scopus	112	67
	JStor	13	2

A separação dos trabalhos publicados entre 2010 e 2014 deveu-se ao interesse de analisar, em particular, as atuais tendências neste foco de pesquisa. Sobre as quantidades indicadas nos Quadros 1 a 4, é importante mencionar:

- Os números exibidos não podem ser simplesmente somados em cada coluna para se obter o total de trabalhos identificados sobre os temas, pois vários trabalhos são referenciados em mais de uma base de pesquisa, caracterizando repetições entre os resultados;
- Em adição aos argumentos de pesquisa utilizados, nas bases ProQuest e EBSCO foram selecionados apenas os materiais publicados após passarem por um processo de revisão por pares, pois somente estas bases possuem esta opção de pesquisa.

Os sumários dos estudos que compõem as quantidades indicadas nos Quadros 2 a 4, publicados no período de 2010 a 2014 (à exceção daqueles encontrados na base Scopus, face à elevada quantidade), foram lidos, num total de aproximadamente 300. Como existe a já mencionada superposição entre os conteúdos das bases pesquisadas, parte dos estudos contidos em Scopus também acabou sendo analisada. Dentre estes 300 estudos, cerca de 50 foram selecionados para leitura integral.

Além dos trabalhos acima mencionados, foram ainda analisados em detalhe cerca de 120 outros artigos e livros publicados entre 1950 e 2014, estes independentemente de focarem ou não em projetos de TI ou em opções reais, mas selecionados face tanto à relevância que apresentam para com relação aos demais temas explorados no estudo que levou à elaboração desta tese (quais sejam: infraestrutura de TI, projetos, complexidade, riscos e gestão de riscos e metodologia e métodos de pesquisa) quanto pela quantidade de citações possuídas.

#### **1.4 Análise Preliminar dos Resultados da Pesquisa Bibliográfica**

A análise preliminar dos resultados da pesquisa bibliográfica realizada mostrou alguns resultados importantes para o prosseguimento da pesquisa que culminou com a elaboração desta tese. Estes resultados estão apresentados nos tópicos a seguir desta seção.

### 1.4.1 Técnicas Aplicáveis à Justificação de Projetos

A observação dos números constantes dos Quadros 1 a 4, aliada à leitura dos trabalhos citados na seção acima, mostram que, nos estudos acadêmicos, há uma predominância do emprego de técnicas de justificação baseadas no conceito do fluxo de caixa descontado, ratificando os já citados resultados obtidos por Ghahremani *et al.* (2012) em sua pesquisa.

Esta predominância, entretanto, não se mantém de forma expressiva quando se analisa especificamente a justificação de projetos de maior grau de complexidade, situação em que a proposição de métodos baseados em opções reais se apresenta com mais intensidade.

### 1.4.2 Opções Reais como Simples Ferramenta Versus Enfoque das Opções Reais

A pesquisa bibliográfica realizada mostrou que, no caso do emprego de opções reais para justificar projetos complexos, alguns autores entendem que esta aplicação deve ser encarada como uma nova forma de pensar e não apenas como a utilização de mais um método ou ferramenta à disposição dos gestores de projetos.

A partir da segunda metade dos anos 1990, parte desses autores atribuiu a esta nova forma de pensar a denominação "*real options approach*" (ou "abordagem das opções reais", em português). Entre estes autores, pode-se citar, por exemplo, Dixit e Pindyck (1995), Amram e Kulatilaka (1999), Smith (1999) e Huchzermeier e Loch (2001). Quase que concomitantemente, este instrumental passou também a ser denominado "*options thinking*" ou "*real options thinking*", que é a expressão que predomina nos dias atuais e que, vertida para o português, pode ser interpretada como "enfoque das opções reais" (FAULKNER, 1996; MUN, 2002; FICHMAN, 2004; FICHMAN *et al.*, 2005).

Fichman *et al.* (2005) justificam este posicionamento afirmando que: "as opções reais não são apenas uma nova metodologia para avaliar investimentos em TI; elas se constituem em uma nova forma de pensar acerca de como projetos podem ser estruturados e gerenciados".<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> "[...] *real options are not just a new methodology for valuing IT investments—they constitute a new way of thinking about how projects can be structured and managed*".

### 1.4.3 Valoração Versus Não Valoração das Opções Reais

Recorrendo uma vez mais a Fichman *et al.* (2005), tem-se que, quando se opta por aplicar o enfoque das opções reais a um projeto, não é mandatório valorar as opções que se apresentam, mas é essencial que o projeto seja gerido de forma tal a possibilitar que o valor potencial dessas opções seja aproveitado.

Nas palavras de Fichman *et al.* (2005): "As opções podem ser de valor relevante e grande parte da literatura acadêmica sobre este tema tem focado no desenvolvimento de ferramentas apropriadas para ajudar a quantificar o valor de uma opção. Gestores, no entanto, não necessitam adquirir habilidades secretas para valorar opções para poder aplicar o enfoque das opções".<sup>6</sup>

### 1.4.4 Vinculação Versus Não Vinculação das Opções Reais a Riscos

Por fim, a pesquisa bibliográfica realizada também demonstrou que a aplicação do enfoque das opções reais pode se dar tanto num contexto no qual as mesmas são vinculadas aos riscos potenciais aos quais os projetos estão sujeitos quanto num contexto alternativo, no qual os riscos não são considerados.

Assim é que se tem:

- Opções vinculadas aos riscos de projeto e selecionáveis em função do comportamento destes:
  - As opções reais passíveis de serem aplicadas a um projeto decorrem dos riscos aos quais o mesmo pode ser exposto;
  - Os mecanismos de gestão de risco adotados num projeto é que permitem avaliar o impacto potencial de cada opção real e a conseqüente escolha da opção mais adequada a cada situação que se apresente;
  - Exploraram situações nas quais este enfoque se aplica, por exemplo, Dixit e Pindyck (1994), Benaroch (2002), Kumar (2002), Benaroch *et al.* (2007), Chen *et al.* (2007) e Hilhorst *et al.* (2008).

---

<sup>6</sup> "These options can be quite valuable, and much of the academic literature on this topic has focused on developing appropriate tools to assist in quantifying option value. Managers, however, do not need to acquire arcane option quantification skills to put options thinking to work".

- Opções desvinculadas dos riscos de projeto:
  - Os projetos, em tempo de concepção e estruturação inicial, admitem que se definam as opções reais passíveis de serem aplicadas em função apenas de seus objetos e características, sem que se leve em consideração o eventual impacto que incidentes e riscos possam vir a proporcionar;
  - Compartilha desta visão a maioria dos autores que têm explorado o tema das opções reais; entre eles estão Brennan e Schwartz (1985), McDonald e Siegel (1986), Panayi e Trigeorgis (1998), Taudes *et al.* (2000), Schwartz e Zozaya-Gorostiza (2000, 2003), Trigeorgis (2002, 2005), Fichman (2004), Fichman *et al.* (2005) e Schwartz (2013), somente para citar alguns.

## 1.5 Questão de Pesquisa

As considerações feitas na seção 1.1 desta monografia permitem afirmar que os resultados esperados de projetos de ITI selecionados para serem executados estão associados a propiciar ganhos de valor superiores aos que podem ser proporcionados por outros projetos eventualmente descartados face à limitação de recursos. Em termos mais concretos, pode-se afirmar que os resultados esperados de um projeto, e em particular dos projetos de ITI, são os seus produtos, sejam estes quais forem, e é sobre esses produtos que repousa a expectativa de que, quando disponibilizados, venham a possuir um valor tal que seja superior aos investimentos realizados na sua obtenção, resultando no ganho de valor proporcionado pela realização do projeto como um todo. Em um artigo dedicado a este tema, Boehm e Sullivan (2000) fazem uma extensa defesa deste ponto de vista relativamente ao desenvolvimento de software em geral (e em ITI há muito desenvolvimento de software, como se detalha mais adiante no tópico 2.1.2.); uma das colocações de Boehm e Sullivan (2000, p. 40) que chama a atenção é:

"Existe o campo de software porque a informação processada tem valor. Se as pessoas não se dispusessem a pagar pelo desenvolvimento de software na expectativa de obter ganhos de valor, todos nós que atuamos nesta área estaríamos desempregados".<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> "The software field exists because processed information has value. If people were not willing to pay for software development in the expectation of enhanced value, all of us in the software field would be out of jobs".

No caso de projetos complexos, sujeitos a diversos riscos e incertezas, a obtenção dos resultados esperados em termos de ganhos de valor é um desafio constante, ao longo de todo o período de execução. É neste contexto que os estudos acadêmicos dedicados ao tema sugerem que os métodos de valoração baseados em opções reais podem ser úteis aos gestores de projetos, fornecendo subsídios para a tomada de decisões que possibilitem preservar as expectativas de obtenção de ganhos de valor na eventualidade da ocorrência de incidentes decorrentes dos riscos e incertezas aos quais os projetos complexos estão sistematicamente expostos (MUN, 2002; FICHMAN *et al.*, 2005).

Entretanto, a revisão bibliográfica realizada mostrou que, da mesma forma que os métodos baseados em opções reais têm arregimentado um bom número de adeptos, eles também têm sido alvo tanto de críticas quanto de gestores que, simplesmente, não veem vantagens no seu emprego. Block (2007) realizou uma pesquisa entre as empresas da Fortune 1000 que, entre outros objetivos, identificou motivos para a não utilização das opções reais em projetos; dentre os 279 respondentes, 239 afirmaram não utilizar opções reais e indicaram quatro motivos para tal: falta de suporte da alta direção (42,7%); não ser necessário substituir os métodos tradicionais, que têm se mostrado satisfatórios (25,6%); maior complexidade de cálculo (19,5%) e encorajamento a assumir riscos em excesso (12,2%). O confronto entre essas visões conflitantes, pró e contra as opções reais, ainda hoje deixa dúvidas quanto à capacidade das opções reais para suportar de fato os gestores de projetos nas situações provocadas por incidentes que demandam decisões para possibilitar a obtenção dos ganhos de valor esperados.

Nesse contexto então, e tomando também por base o acima exposto na seção 1.4 desta monografia, optou-se, no estudo que levou à elaboração desta tese, por priorizar a exploração do emprego das opções reais vistas como um enfoque, em detrimento do seu uso como simples ferramenta. Mais ainda, optou-se por privilegiar o emprego das opções reais sem considerar como mandatória sua valoração. Em assim sendo, e com o intuito de investigar se, nestes aspectos aqui delineados, o enfoque das opções reais pode ser útil aos gestores de projetos complexos de ITI, a questão de pesquisa considerada foi:

*"Como o enfoque das opções reais pode oferecer subsídios aos gestores de projetos complexos de ITI, contribuindo no tratamento dos riscos e das incertezas inerentes a estes projetos e para a obtenção dos resultados esperados em termos de ganhos de valor?"*

Para responder a esta questão, depreende-se ser necessário explorar em detalhe os conceitos de projeto, complexidade, risco e incerteza e ainda os conceitos associados às opções reais passíveis de serem aplicadas a projetos complexos de ITI.

## **1.6 Objetivos da Pesquisa**

Antes de declarar os objetivos desta pesquisa, é interessante recordar as considerações feitas por Peffers e Santos (2013), que entendem existir oito focos distintos no âmbito das pesquisas sobre análise de financiamento de projetos de TI, dentre os quais dois em particular guardam estreita proximidade com o que foi colocado até aqui acerca dos modelos de justificação. Estes dois focos são:

- Identificação de elementos que tornem mais fácil a tarefa de aplicar o enfoque das opções reais para justificar projetos de TI, visando, conseqüentemente, encorajar uma maior adoção de uma ferramenta de tomada de decisões útil e poderosa;
- Exploração de mecanismos que promovam a integração entre estratégias e a aplicação do enfoque das opções reais como instrumento para justificar projetos de TI, o que pode aumentar a utilidade e o poder de ambas como ferramentas de apoio à tomada de decisões.

Numa linha de análise semelhante, Berghout e Remenyi (2005), partindo dos trabalhos apresentados nas 11 primeiras edições da *European Conference on IT Evaluation*, ECITE, indicam três focos potenciais, até hoje não integralmente explorados, para novas pesquisas no campo da avaliação de projetos de TI, quais sejam:

- Suporte teórico para o processo de justificação;
- Mapeamento dos conjuntos de dados relevantes para o processo de justificação e indicação de como utilizá-los;

- Definição de um núcleo mais comum de conceitos.

Em outro estudo assemelhado, Song e Letch (2012) investigaram as edições dos últimos 25 anos de cinco destacados periódicos acadêmicos voltados a TI e concluíram recomendando que futuras pesquisas relacionadas ao tema da justificação de projetos deveriam investigar:

- As diferentes formas de envolvimento dos *stakeholders* e seu impacto sobre o processo e os resultados da justificação;
- Como fazer com que as justificações sejam efetivamente realizadas e seus resultados utilizados.

Gunasekaran *et al.* (2006), como conclusão de uma revisão da literatura acadêmica sobre justificação de projetos de TI que cobriu o período de 1995 a 2008, recomendam cinco focos de pesquisa que entendem ser relevantes e dentre os quais dois deles se destacam pelo alinhamento com o foco da pesquisa que deu origem a esta tese:

- Desenvolvimento de uma metodologia abrangente, derivada de quaisquer áreas do conhecimento apropriadas e que seja completa, eficiente e eficaz para justificar investimentos em TI;
- Desenvolvimento de uma abordagem holística para justificar investimentos em TI, capaz de propiciar a valoração de projetos de TI de larga escala nos quais, via de regra, estão embutidos projetos dependentes e que podem não se justificar por conta própria com o emprego de técnicas tradicionais, mas que, no entanto, são fundamentais para os projetos que deles dependem.

Interpretando e buscando encontrar pontos em comum nas colocações dos quatro estudos acima citados, pode-se concluir que uma solução para suprir essas carências no âmbito da justificação quantitativa de projetos de ITI passa por:

- Estruturar mecanismos simples, secundados por procedimentos para sua aplicação, que possibilitem justificar projetos desta classe e incentivem a efetiva realização das justificações e sua utilização ao longo da execução dos projetos;
- Dotar estes mecanismos de capacidades tais que permitam prover, aos gestores de projetos desta classe, soluções que lhes possibilitem tratar os incidentes potencialmente capazes de afetar os resultados de seus projetos e os ganhos de valor esperados.

À luz dessas considerações, e tendo em mente a questão de pesquisa formulada na seção 1.5 acima, os objetivos deste estudo podem ser enunciados, a começar pelo objetivo principal:

*Obj-P: "Identificar como o enfoque das opções reais pode oferecer, aos gestores de projetos complexos de ITI, subsídios que contribuam no tratamento dos riscos e das incertezas inerentes a estes projetos e para a obtenção dos resultados esperados em termos de ganhos de valor".*

Espera-se poder satisfazer a este objetivo principal da pesquisa a partir do estabelecimento e verificação de proposições que traduzam o enfoque das opções reais em termos facilmente compreensíveis para gestores de projetos que possuam os mais variados graus de profundidade no que diz respeito aos conhecimentos acerca dos conceitos associados às opções reais e seu potencial de aplicação a projetos complexos de ITI.

Complementando este objetivo principal, estão colocados os seguintes objetivos secundários a serem também alcançados:

- *Obj-S1: "Identificar e classificar os subsídios que a aplicação do enfoque das opções reais pode oferecer aos gestores de projetos complexos de ITI, categorizando estes subsídios segundo algum critério adequado";*
- *Obj-S2: "Identificar regras e recomendações para aplicação do enfoque das opções reais a projetos complexos de ITI que satisfaçam à condição de serem simples e que incentivem não só a realização das justificações, mas também sua utilização ao longo da execução dos projetos";*
- *Obj-S3: "Oferecer uma contribuição relevante ao desenvolvimento do enfoque das opções reais no meio acadêmico".*

Espera-se poder satisfazer aos objetivos complementares desta pesquisa por intermédio de elementos derivados das conclusões que vierem a ser obtidas com a verificação das acima mencionadas proposições a serem estabelecidas.

## 1.7 Organização da Pesquisa

Tendo em vista o tema central e a questão de pesquisa definidos e ainda os objetivos estabelecidos, o seguinte roteiro de trabalho foi projetado para a pesquisa:

- Fase 1 – Revisão da literatura e considerações:
  - Contemplou uma ampla revisão da literatura referente aos temas contemplados na pesquisa e a elaboração de considerações sobre os tópicos explorados ao longo do trabalho.
- Fase 2 – Elaboração das definições operacionais e construção do modelo de pesquisa e das proposições:
  - Estabeleceu as definições operacionais para os diversos objetos envolvidos na pesquisa;
  - Compreendeu também a elaboração do racional que conduziu ao modelo de pesquisa e a elaboração propriamente dita do modelo;
  - Abrangeu ainda a definição das proposições estabelecidas com vistas a responder à questão de pesquisa e possibilitar o alcance dos objetivos da pesquisa.
- Fase 3 – Escolha da metodologia e dos métodos de pesquisa:
  - Explorou os diversos aspectos e dimensões que norteiam a seleção de uma metodologia e dos métodos de pesquisa a serem aplicados em estudos sociais e justificou a escolha da metodologia e dos métodos adotados nesta pesquisa.
- Fase 4 – Elaboração e apresentação dos casos estudados:
  - Objetivou a estruturação e elaboração dos casos estudados e contemplou ainda sua apresentação narrativa.
- Fase 5 – Análise dos casos estudados verificação das proposições e elaboração de recomendações:
  - Compreendeu a análise dos casos estudados, com a verificação das proposições estabelecidas;
  - Foi finalizada com a elaboração das conclusões e recomendações dela derivadas.
- Fase 6 – Considerações finais:
  - Compreendeu a elaboração das considerações finais, à luz dos resultados obtidos durante a realização dos trabalhos.

A documentação produzida ao longo de cada uma das fases deste roteiro compõe os distintos capítulos nos quais esta monografia está dividida a partir deste ponto.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Tomando por base a questão de pesquisa enunciada na seção 1.5 desta monografia e os objetivos de pesquisa declarados na seção 1.6, pode-se depreender ter sido mandatório, ao longo do desenvolvimento do estudo, lidar com os seguintes temas centrais: (a) projetos complexos de ITI e (b) justificção de projetos, em particular projetos complexos.

Com vistas a abordar adequadamente esses dois temas centrais, fez-se necessário realizar uma pesquisa bibliográfica com foco nos principais conceitos associados a esses temas e que compreendeu:

- Infraestrutura de TI;
- Projeto;
- Complexidade;
- Projeto complexo;
- Projeto complexo de ITI;
- Riscos e gestão de riscos;
- Técnicas para valoração e justificção de projetos.

Neste capítulo, então, são abordados os conceitos acima enunciados, secundados por uma exploração complementar dos princípios básicos das teorias da Complexidade e das Opções Reais, temas em torno dos quais gravita uma parte dos conceitos acima relacionados.

### 2.1 Infraestrutura de TI

A expressão "infraestrutura de TI" começou a tomar corpo na literatura acadêmica a partir da segunda metade da década de 1980 e, desde então, este tema tem sido abordado na Academia por diversos autores sob distintas óticas, seja explorando apenas a definição da expressão, seja elencando seus componentes e/ou oferecendo exemplos, ou ainda provendo sugestões acerca de como arquitetar uma ITI.

### 2.1.1 Definições para Infraestrutura de TI

De acordo com as primeiras definições encontradas na literatura acadêmica, uma ITI é a base de sustentação (ou fundação), composta por recursos compartilháveis de TI, que suporta a função de TI de uma organização de negócios. Os sistemas de informação da organização são os agentes que fazem uso compartilhado destes recursos, os quais, em essência, pertencem a duas distintas dimensões: técnica (ou tecnológica) e humana. Os recursos técnicos compreendem os equipamentos e os aplicativos básicos, enquanto os recursos humanos congregam os profissionais de TI envolvidos com a implantação e manutenção dos recursos técnicos (McKAY e BROCKWAY, 1989; WEILL, 1992; DAVENPORT e LINDER, 1994).

Sob a ótica dessa definição, os recursos técnicos e humanos da ITI, quando empregados em conjunto, constituem-se em um elenco de serviços que suporta a função TI de uma organização. McKay e Brockway (1989) oferecem uma visão ilustrada desta concepção, reproduzida na Figura 1.

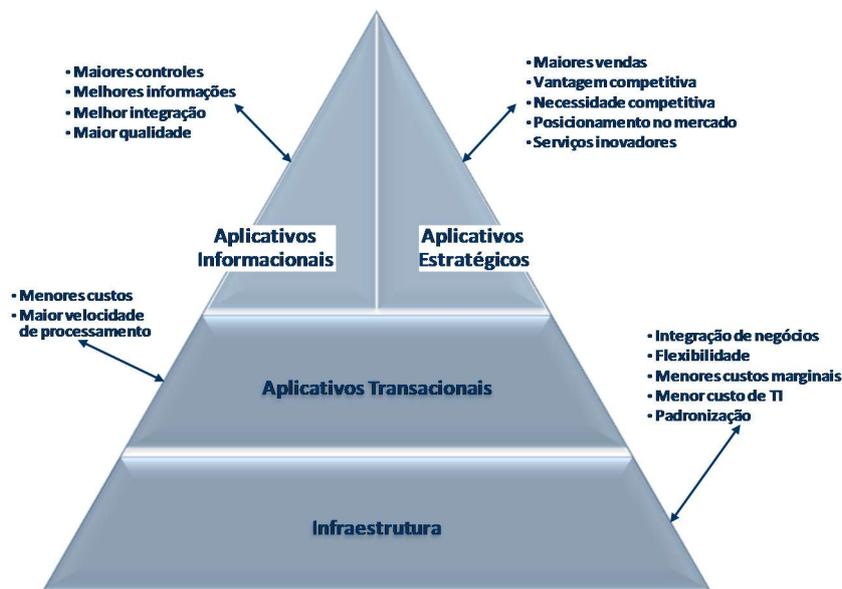
Figura 1 – Composição da Infraestrutura de TI



FONTE: Adaptado de McKay e Brockway (1989).

Weill e Broadbent (1998) também oferecem uma contribuição a este tema, com a proposição do modelo piramidal das macrofinalidades da TI (vide Figura 2), que introduz a noção das quatro macrofinalidades da TI com seus respectivos macro-objetivos.

**Figura 2 – Modelo Piramidal das Macrofinalidades da TI**



FONTE: Adaptado de Weill e Broadbent (1998, p. 52).

Este modelo estabelece que a TI nas empresas possui quatro macrofinalidades (estratégica, informacional, transacional e de infraestrutura), cada uma delas com objetivos específicos. No que diz respeito particularmente à ITI, que é a macrofinalidade que constitui a base da pirâmide (suportando, portanto, as demais), o macro-objetivo é decomposto nos cinco seguintes objetivos particulares: (1) integrar os negócios da empresa, (2) prover flexibilidade aos negócios, (3) reduzir os custos marginais da aplicação da TI aos negócios, (4) reduzir os custos globais da TI no longo prazo e (5) instituir padrões para a TI.

Mais adiante, Weill e Broadbent (1998) retrabalham o modelo proposto por McKay e Brockway (1989) e afirmam, com base em suas pesquisas, ter identificado um elenco de 20 tipos de serviços dentre os mais regularmente prestados pela ITI. Dentre estes, cinco são por eles considerados os principais: (1) gerir as redes de comunicações, (2) gerir os serviços de

troca de mensagens, (3) propor padrões para os componentes de hardware e software básico, (4) prover segurança e elaborar planos de prevenção de desastres e recuperação e (5) orientar quanto ao uso da TI e prover suporte.

Nesse mesmo texto, Weill e Broadbent (1998, p. 26) fazem uma colocação que pode ser interpretada como uma definição revista para a ITI: "A infraestrutura, que compreende os recursos de sustentação destinados à TI (ou a fundação), é disponibilizada por meio de serviços confiáveis e compartilháveis por toda a empresa e centralmente coordenados".<sup>8</sup>

Byrd and Turner (2000, p. 172), por seu turno, reescrevem e detalham as definições anteriores, colocando que: "ITI compreende os recursos compartilháveis de TI compostos por uma base técnica e física de hardware, software, tecnologias de comunicações, dados e aplicativos corporativos e um componente humano de habilidades, conhecimentos, competências, compromissos, valores, normas e conhecimentos que se combinam para criar serviços de TI que são tipicamente únicos de uma organização".<sup>9</sup>

Lewis e Byrd (2003) também são detalhistas na definição que propõem, ao colocar que a ITI é o conjunto de recursos de TI estruturados e compartilháveis de uma organização, conjunto este composto por hardware, software, tecnologias de comunicações, dados, aplicações corporativas e práticas que proveem uma fundação tecnológica única, destinada: (1) ao intercâmbio de comunicações, (2) à concepção, desenvolvimento, implementação, manutenção e gerenciamento de aplicações de negócio e (3) ao apoio à inovação.

Pouco antes, entretanto, em outra linha de raciocínio, Kayworth *et al.* (2001) defendiam o ponto de vista de que deve ser considerada uma terceira vertente ou dimensão dos recursos da ITI: os padrões. Para estes autores, os padrões possuem uma natureza distinta da apresentada pelos recursos intelectuais (habilidades, conhecimentos e competências), pelo fato de serem estruturados, enquanto os recursos intelectuais não o são. A definição proposta por Kayworth *et al.* (2001, p. 6) é: "ITI pode ser conceituada como um conjunto de recursos corporativos

---

<sup>8</sup> "Infrastructure, the foundation of information technology capability, is delivered as reliable services shared throughout the firm and coordinated centrally [...]".

<sup>9</sup> "IT infrastructure is the shared IT resources consisting of a technical physical base of hardware, software, communications technologies, data, and core applications and a human component of skills, expertise, competencies, commitments, values, norms, and knowledge that combine to create IT services that are typically unique to an organization".

compartilháveis, compreendendo um componente físico e outro intelectual subordinados a padrões organizacionais que regem o seu uso".<sup>10</sup>

Kumar (2004), por sua vez, propõe que o esquema de três dimensões de Kayworth *et al.* (2001) seja reescrito, substituindo a dimensão padrões por processos, na qual mantém os padrões e inclui regras e procedimentos. Para Kumar (2004, p. 11): "uma ITI é a reunião de tecnologias, pessoas e processos que facilitam a conectividade em larga escala e a efetiva operação conjunta dos aplicativos de TI de uma organização".<sup>11</sup>

### 2.1.2 Componentes da Infraestrutura de TI

Assim como ocorre com as definições, e até como consequência da diversidade existente entre elas, há também, na literatura acadêmica, uma variedade de proposições acerca dos componentes da ITI, oferecidas por distintos autores. Um resumo dessas proposições e seus respectivos autores está apresentado no Quadro 5.

**Quadro 5 – Componentes da Infraestrutura de TI**

Autores	Dimensão/Grupo	Componentes
McKay e Brockway (1989)	Equipamentos	Computadores e demais equipamentos e tecnologias de comunicação.
	Serviços Compartilháveis	Redes, serviços de comunicação (correio eletrônico e outros), gestão de dados e demais serviços de natureza corporativa.
	Recursos Humanos	Pessoal especializado atuante em TI.
Weill (1992)	Recursos Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware: computadores, equipamentos para comunicação e demais;</li> <li>• Software: sistemas operacionais, linguagens de programação, gerenciadores de bases de dados, correio eletrônico, ferramentas de produtividade e demais.</li> </ul>
	Recursos Humanos	Profissionais envolvidos com ITI e competências técnicas e gerenciais voltadas à ITI.
Davenport e Linder (1994)	Tecnologia	Equipamentos e ferramentas: computadores, redes e seus componentes, sistemas operacionais, gerenciadores de bases de dados, linguagens de programação e demais assemelhados.

<sup>10</sup> "IT infrastructure can be conceptualized as a shared corporate resource that consists of physical and intellectual components 'held together' by organizational standards regarding their use".

<sup>11</sup> "An information technology (IT) infrastructure is a collection of technologies, people, and processes that facilitates large-scale connectivity and effective interoperation of an organization's IT applications".

**Quadro 5 – Componentes da Infraestrutura de TI (Cont.)**

Autores	Dimensão/Grupo	Componentes
Davenport e Linder (1994) (cont.)	Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padrões para direcionar o uso da TI na direção desejada;</li> <li>• Habilidades, conhecimentos e capacidades para disponibilizar a tecnologia.</li> </ul>
Weill e Broadbent (1998)	Componentes de TI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadores, impressoras e demais equipamentos de TI;</li> <li>• Sistemas operacionais, gerenciadores de bases de dados e demais aplicativos de base.</li> </ul>
	"Human IT"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades dos profissionais que atuam em ITI: experiência, conhecimentos e habilidades;</li> <li>• Políticas e padrões.</li> </ul>
	Serviços Compartilháveis	Aplicativos padronizados e compartilháveis que sofrem mudanças com menor frequência: contabilidade, orçamento, recursos humanos e assemelhados.
Taudes <i>et al.</i> (2000)	Hardware	Equipamentos de TI em geral.
	Plataformas de software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas operacionais;</li> <li>• Gerenciadores de bases de dados;</li> <li>• Ferramentas de produtividade: CASE's, workflow/ workgroup;</li> <li>• Packages: ERP's, CRM's e assemelhados</li> </ul>
	Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento;</li> <li>• Desenho de sistemas;</li> <li>• Operação de sistemas.</li> </ul>
Kayworth <i>et al.</i> (2001)	Ativos Físicos	Plataformas, arquiteturas comuns, redes, bases de dados, <i>middleware</i> e demais componentes físicos.
	Ativos Intelectuais	Conhecimentos acerca da TI, competências e habilidades.
	Ativos Procedurais	Regras e padrões.
Weill <i>et al.</i> (2002)	<i>Clusters</i> Físicos de Serviços	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de canais;</li> <li>• Gestão de segurança e risco;</li> <li>• Comunicações;</li> <li>• Gestão de dados;</li> <li>• Aplicativos de infraestrutura;</li> <li>• Gestão de facilidades.</li> </ul>
	<i>Clusters</i> Gerenciais de Serviços	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão da TI;</li> <li>• Arquitetura de TI e padrões;</li> <li>• Educação em TI;</li> <li>• Pesquisa e desenvolvimento em TI.</li> </ul>
Kumar (2004)	Tecnologia	Elementos para armazenagem e recuperação de dados, integração de sistemas ( <i>middleware</i> ), conectividade (redes) e segurança.
	Pessoas	Arquitetos de infraestrutura e demais profissionais responsáveis pela definição da ITI e pelo suporte.
	Processos	Padronização da infraestrutura e mudanças evolutivas.

Como se pode depreender do exposto no Quadro 5, há uma quase unanimidade quanto aos agrupamentos de recursos que compõem a ITI. Apesar das diferenças em termos de nomenclatura, há três grupos de recursos que se destacam: (1) ativos de natureza técnica ou tecnológica, (2) ativos de natureza humana e (3) ativos de natureza procedural e de gestão. Enquanto os ativos compreendidos nos dois primeiros grupos são citados desde as definições e estudos acadêmicos iniciais sobre a ITI, os ativos enquadrados no último grupo passaram a ser citados de forma mais persistente a partir da década passada.

Apesar de as referências mais recentes relacionadas no Quadro 5 serem de mais de dez anos atrás, os itens que se enquadram nos grupos "Ativos de Natureza Humana" e "Ativos de Natureza Procedural e de Gestão" ainda podem ser considerados atuais. Entretanto, no caso dos itens que se enquadram no grupo "Ativos de Natureza Técnica ou Tecnológica" e, mais particularmente, no que diz respeito aos produtos de software, a defasagem no tempo fez com que a lista sofresse certo grau de desatualização, sendo importante acrescentar a ela, no mínimo, produtos do seguinte tipo:

- Soluções para computação em nuvem;
- Plataformas para a construção de *sites* para a Internet;
- Plataformas para a implementação de soluções de inteligência de negócios (ou BI, da sigla em inglês para *business intelligence*);
- Plataformas para a implementação de soluções de automatização de processos de negócio (ou BPMS, da sigla em inglês para *business process management system*);
- Gerenciadores de conteúdos;
- Software destinado ao monitoramento do ambiente de TI;
- Software destinado a prover a segurança lógica e física do ambiente de TI.

Em assim sendo, reagrupando os itens relacionados no Quadro 5 e acrescentando o software acima relacionado, obtém-se a lista apresentada no Quadro 6.

Quadro 6 – Objetos da Infraestrutura de TI

Grupo	Itens	Objetos	Referências
Ativos de Natureza Técnica ou Tecnológica	Equipamentos de TI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadores;</li> <li>• Impressoras;</li> <li>• Periféricos em geral;</li> <li>• Equipamentos de comunicação.</li> </ul>	McKay e Brockway (1989); Weill (1992); Davenport e Linder (1994); Weill e Broadbent (1998); Taudes <i>et al.</i> (2000); Kayworth <i>et al.</i> (2001); Weill <i>et al.</i> (2002).
	Produtos de software compartilháveis e estáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas operacionais;</li> <li>• Software de rede e de comunicações em geral (correio eletrônico, <i>workflow</i> e outros);</li> <li>• <i>Middleware</i>;</li> <li>• Linguagens de programação;</li> <li>• Software gerenciador de bases de dados;</li> <li>• Ferramentas de produtividade.</li> </ul>	McKay e Brockway (1989); Weill (1992); Davenport e Linder (1994); Weill e Broadbent (1998); Taudes <i>et al.</i> (2000); Kayworth <i>et al.</i> (2001); Weill <i>et al.</i> (2002); Kumar (2004).
	Aplicativos compartilháveis e estáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de contabilidade;</li> <li>• Sistemas de recursos humanos;</li> <li>• Sistemas integrados de gestão (ERPs);</li> <li>• Sistemas de CRM.</li> </ul>	Weill e Broadbent (1998); Taudes <i>et al.</i> (2000).
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluções para computação em nuvem;</li> <li>• Plataformas para a construção de <i>sites</i> para a Internet;</li> <li>• Plataformas para soluções de BI;</li> <li>• Plataformas para soluções de BPMS;</li> <li>• Gerenciadores de conteúdos;</li> <li>• Software para monitoramento de TI;</li> <li>• Software para segurança de TI.</li> </ul>	(*)
Ativos de Natureza Humana	Profissionais atuantes em TI e seus conhecimentos, habilidades e experiência.		McKay e Brockway (1989); Weill (1992); Davenport e Linder (1994); Weill e Broadbent (1998); Kayworth <i>et al.</i> (2001); Kumar (2004).
Ativos de Natureza Procedural e de Gestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitetura, padrões, diretrizes e políticas;</li> <li>• Processos, procedimentos e métodos de trabalho;</li> <li>• Pesquisa e desenvolvimento em TI;</li> <li>• Educação em TI;</li> <li>• Gestão da TI.</li> </ul>		Davenport e Linder (1994); Weill e Broadbent (1998); Taudes <i>et al.</i> (2000); Kayworth <i>et al.</i> (2001); Weill <i>et al.</i> (2002); Kumar (2004).

(\*) Estes são os itens acrescentados à lista, em função da desatualização das referências.

### 2.1.3 Natureza da Infraestrutura de TI

Pelo fato de se constituir em uma camada de sustentação, a ITI apresenta as características típicas de uma camada genérica de infraestrutura. Davenport e Linder (1994) fazem,

inclusive, uma associação entre a ITI e as infraestruturas públicas em geral, lembrando que estas últimas compreendem bens públicos compartilháveis (tangíveis, tais como ruas, pontes, redes de utilidades e escolas, e intangíveis, como sistemas monetários e linguagens) e que a ITI, de forma assemelhada, compreende "vias" pelas quais trafega a informação e padrões que garantem o uso efetivo dessa informação.

Weill *et al.* (1994) também recorrem a esta mesma analogia, acrescentando que tanto a ITI quanto as infraestruturas públicas são criadas com a intenção de terem longa duração e consomem elevados investimentos, com a particularidade que esses investimentos, via de regra, devem ser feitos em antecipação a futuros benefícios que podem ser deles advindos. Isto faz com que, no caso da ITI, o retorno dos investimentos, em termos de valor para os negócios, seja de difícil medição diretamente ou, o que é mais comum, que o retorno somente se dê com a realização de novos futuros investimentos em projetos das camadas superiores da pirâmide de TI (conforme ilustradas na Figura 2). Weill e Broadbent (1998) acrescentam a consideração que os investimentos em ITI não geram valor por si mesmos, mas sua contribuição reside na capacidade de viabilizar novos aplicativos das camadas superiores da pirâmide de TI, fato este que, aí sim, gera valor para os negócios. Broadbent *et al.* (1999) reforçam que os benefícios gerados pelos produtos da ITI são difíceis de quantificar.

Analisando a ITI sob a ótica das características apresentadas pelos objetos que lhe são peculiares, Grossman e Packer (1989) identificaram cinco grandes diferenças destes para com relação aos objetos das camadas superiores da pirâmide de TI e, dentre essas diferenças, duas em particular chamam a atenção e são pertinentes à natureza específica da ITI: (1) a finalidade dos objetos pertinentes à ITI é fornecer uma plataforma para futuros aplicativos de negócios, enquanto que a finalidade destes aplicativos é disponibilizar funcionalidades de negócios e (2) o escopo de um objeto de ITI é amplo, abarcando diversas funções e/ou produtos, ao passo que o escopo de um aplicativo de negócios é mais restrito, geralmente focando um único ou um elenco limitado de processos de negócio.

Finalizando este tema, é importante notar que as considerações constantes dos dois últimos parágrafos acima complementam e corroboram o destacado na seção 1.2 desta monografia, no que diz respeito à dificuldade de se justificar projetos de ITI, dada a sua característica de não gerar benefícios diretamente.

## 2.2 Projetos e Complexidade

Nesta seção são explorados os conceitos de projeto, de complexidade e de projeto complexo, que compõem um trio de conceitos relacionados e centrais no âmbito desta pesquisa.

### 2.2.1 Projeto

Nos dias atuais, projeto é considerado um conceito estável e sobre o qual há consenso. Na sua conhecida publicação *Project Management Book of Knowledge*, PMBoK, o *Project Management Institute*, PMI (2013, p. 3), coloca que "projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo".<sup>12</sup>

Por seu turno, na sua publicação *Managing Successful Projects with PRINCE2*, o *Office of Government Commerce*, OGC (2009, p. 3) define projeto como "uma organização temporária criada com o objetivo de gerar um ou mais produtos de negócio em conformidade com um caso de negócio estabelecido".<sup>13</sup>

Já na sua publicação *IPMA Competence Baseline*, a *International Project Management Association*, IPMA (2006, p. 13), define projeto como "uma operação limitada em tempo e custo que objetiva gerar um conjunto definido de entregas (o escopo para cumprir com os objetivos do projeto) segundo padrões e requisitos de qualidade".<sup>14</sup>

No plano acadêmico, Gaddis (1959, p. 89) foi um dos pioneiros a conceituar projeto, propondo a seguinte definição:

"Um projeto é uma unidade de organização dedicada ao alcance de um objetivo; em geral, a conclusão bem sucedida do desenvolvimento de um produto em tempo hábil, atendendo a um orçamento e em conformidade com requisitos de desempenho predeterminados".<sup>15</sup>

---

<sup>12</sup> "A project is a temporary endeavor undertaken to create a unique product, service, or result".

<sup>13</sup> "[...] a temporary organization that is created for the purpose of delivering one or more business products according to an agreed Business Case".

<sup>14</sup> "[...] a time and cost constrained operation to realize a set of defined deliverables (the scope to fulfill the project's objectives) up to quality standards and requirements".

<sup>15</sup> "A project is an organization unit dedicated to the attainment of a goal – generally the successful completion of a developmental product on time, within budget, and in conformance with predetermined performance specifications".

A Harvard Business School (1997, p. 4), por sua vez, define projeto destacando as atividades nele compreendidas: "um conjunto único de atividades destinadas a gerar um produto definido, com datas específicas de início e término e uma alocação específica de recursos".<sup>16</sup>

De modo semelhante, para Wysocki (2007, p. 4):

"Um projeto é uma sequência de atividades únicas, complexas e conectadas, possuidoras de um objetivo e que devem ser realizadas num intervalo de tempo específico, cumprindo um orçamento e em conformidade com uma especificação".<sup>17</sup>

Por sua vez, Shenhar e Dvir (2007, p. 5) colocam que "um projeto é uma organização e um processo temporários estabelecidos com o intuito de se alcançar um determinado objetivo, com restrições de tempo, orçamento e outros recursos". Estes autores não deixam claro se o objetivo a que se referem corresponde à obtenção de algum produto, serviço ou resultado, mas pode-se entender que isto esteja implícito nesta sua definição.<sup>18</sup>

Tomando por base as definições acima apresentadas, pode-se destacar um elenco de características que podem ser atribuídas aos projetos, as quais estão comentadas no Quadro 7.

**Quadro 7 – Características dos Projetos**

Característica	Comentário	Referências
Esforço temporário	Projetos são temporários por natureza; uma vez que o resultado que deles se espera é obtido, deixa de existir a necessidade da sua existência.	BGCO (2009)
	Projeto é uma organização temporária estabelecida com o intuito de se alcançar um determinado objetivo.	Shenhar e Dvir (2007)
Objetivos explícitos e pré-definidos	Todo projeto gera um produto, serviço e/ou resultado único; ainda que elementos repetitivos possam estar presentes em algumas atividades e/ou resultados, essa repetição não altera a característica fundamental dos projetos de serem únicos.	PMI (2013)
	O sucesso de um projeto é geralmente decorrente da clareza dos seus objetivos e da maneira pela qual seus executores são capazes de coordenar as atividades necessárias para sua execução.	Harvard Business School (1997)

<sup>16</sup> "A unique set of activities that are meant to produce a defined outcome, with a specific start and finish date, and a specific allocation of resources".

<sup>17</sup> "A project is a sequence of unique, complex, and connected activities having one goal or purpose and that must be completed by a specific time, within budget, and according to specification".

<sup>18</sup> "We define a project as a temporary organization and process set up to achieve a specific goal under the constraints of time, budget, and other resources".

**Quadro 7 – Características dos Projetos (Cont.)**

Característica	Comentário	Referências
Objetivos explícitos e pré-definidos (cont.)	Projetos podem ser classificados por dois parâmetros: o quão bem definidos são os objetivos e o quão bem definidos são os métodos para alcançar esses objetivos.	Terry Williams (1999)
Resultados únicos	Cada projeto é único; uma organização empresarial pode executar muitos projetos similares e estabelecer certo padrão de execução para os mesmos, mas ainda assim cada um deles será único de alguma maneira: executores distintos, clientes distintos, locais de realização distintos etc.	BGCO (2009)
Conjunto único e finito de atividades e ordem de execução	Uma atividade de projeto é definida como uma porção de trabalho e cada projeto compreende um conjunto de atividades que necessitam ser executadas em uma determinada ordem.	Wysocki (2007)
Alocação específica de recursos, limitados e subordinados a um orçamento	Projetos dispõem de recursos limitados: pessoas, investimento e equipamentos; ainda que, por meio do seu gerenciamento, esses recursos possam ser empregados da melhor forma, são sempre considerados limitados para os gestores.	Wysocki (2007)
Intervalo de tempo específico	Projetos possuem uma data de conclusão predefinida, que está fora do controle das pessoas que nele atuam.	Wysocki (2007)

### 2.2.2 Complexidade e Sistemas Complexos

Não há, como no caso de projeto, um consenso na Academia acerca do conceito de complexidade. Heylighen (1999, p. 19) destaca que:

"A complexidade tornou-se muito difícil de definir. As dezenas de definições que têm sido propostas ficam aquém em um aspecto ou outro, classificando como complexo algo que intuitivamente seria visto como simples ou negando a um fenômeno obviamente complexo o rótulo de complexidade".<sup>19</sup>

Van Eijnatten (2004) acrescenta que, apesar dos esforços já empreendidos, o consenso sobre a definição de complexidade infelizmente ainda não foi obtido. Edmonds (1999), entretanto, enfoca esta questão sob outra ótica, ao afirmar que não existe uma definição geral para complexidade devido a este conceito adquirir significados diferentes em contextos distintos. Este é o mesmo ponto de vista defendido por Gershenson (2007), ao declarar que o que impede uma definição rigorosa de complexidade é o fato de não haver um meio de estabelecer uma linha divisória entre o simples e o complexo de modo não dependente de um contexto.

<sup>19</sup> "[...] complexity has turned out to be very difficult to define. The dozens of definitions that have been offered all fall short in one respect or another, classifying something as complex which we intuitively would see as simple, or denying an obviously complex phenomenon the label of complexity".

Na acepção da palavra, complexidade diz respeito à qualidade ou estado de se ser complexo. A palavra "complexo" foi incorporada à língua portuguesa a partir do verbete em latim "complexus", que, por sua vez, é a composição de "cum" (que significa "com; juntamente com") e "plexus" (que significa "entrelaçado; tecido"). Então, complexo é aquilo que foi tecido ou entrelaçado junto, dando a ideia de ser composto por partes interrelacionadas, porém que é intrincado ou de difícil entendimento.

Os dicionários modernos da língua portuguesa apresentam várias definições distintas para as palavras complexo e complexidade. O Dicionário Michaelis, por exemplo, coloca que complexidade é "a qualidade do que abrange ou encerra muitos elementos ou partes". O Dicionário Houaiss, por sua vez, define complexidade como "a qualidade de um todo cujos componentes funcionam entre si em numerosas relações de interdependência ou subordinação". Já no Dicionário Aulete encontra-se para complexidade a expressão: "um estado ou condição de um todo que abrange ou contém muitos elementos ou aspectos diversos, com diferentes formas de inter-relação".

Estas duas últimas definições são mais precisas, pois introduzem a noção da inter-relação entre as partes, que é um aspecto que contribui para aumentar o grau de complexidade de um todo. A simples presença de muitos elementos ou partes pode ser admitida como um sinal de complexidade, mas certamente esta se manifesta com maior intensidade quando as partes se inter-relacionam. E com maior intensidade ainda quando o inter-relacionamento se intensifica, produzindo extensas redes de interações entre as partes (CHAVES e SOUZA, 2014).

Na literatura acadêmica, no contexto no qual se insere o tema objeto desta tese, as definições propostas para complexidade e para sistema complexo se permeiam, fazendo com que ambos sejam muitas vezes considerados quase que como um único conceito, embora seja claro que se tratam de duas coisas distintas: complexidade é uma característica, um atributo, ao passo que sistema complexo é um objeto, um ente, dotado de complexidade.

Aqui cabe um parênteses, para explorar a definição de sistema, dado que, a partir deste ponto do texto, passa a surgir a expressão "sistema complexo". Sistema é um conceito primitivo, elementar, porém também fortemente dependente do contexto em que é estudado.

A formalização do conceito de sistema iniciou-se por volta da segunda metade do século XX e está retratada nos trabalhos de inúmeros pesquisadores e estudiosos. Hall e Fagen (1956) definem sistema como um conjunto de objetos reunidos que apresentam relacionamentos entre si e entre seus atributos ou propriedades. Von Bertalanffy (1969) propõe uma definição mais minimalista, ao colocar que um sistema é um conjunto de elementos que se inter-relacionam; esta visão é compartilhada por Kast e Rosenzweig (1972), que definem sistema como um todo composto por partes ou elementos inter-relacionados. Já para Churchman (1968), um sistema é um conjunto de partes coordenadas visando satisfazer a um conjunto de objetivos.

Ackoff (1981), por sua vez, propõe uma definição mais elaborada, ao afirmar que um sistema é um conjunto de elementos que satisfazem a três condições: (1) o comportamento de cada elemento produz um efeito sobre o comportamento do todo, (2) o comportamento dos elementos e seus efeitos sobre o todo são interdependentes e (3) considerando que subgrupos de elementos possam ser formados, cada um desses subgrupos produzirá um efeito sobre o comportamento do todo e nenhum deles afetará esse todo de forma independente. O próprio Ackoff (1981) destaca que duas conclusões importantes são derivadas dessa definição: cada elemento componente de um sistema possui propriedades que se perdem quando esse elemento é separado do todo e um sistema possui propriedades que nenhuma das partes isoladamente possui.

Tomando como base essas colocações, no contexto em que se insere esta tese, pode-se, então, adotar para sistema a seguinte definição: "sistema é um todo composto por partes ou elementos que se inter-relacionam visando satisfazer a um conjunto de objetivos".

Retomando o tema da complexidade e dos sistemas complexos e buscando fazer uma retrospectiva histórica das definições acadêmicas, pode-se iniciar, por exemplo, por Waldrop (1992), que rotula os sistemas complexos como sendo aqueles nos quais agentes independentes estão presentes em grande quantidade e interagem uns com os outros numa grande quantidade de modos distintos.

Talvez a mais simples definição de complexidade, neste contexto, possa ser atribuída a Heylighen (1999, p. 19), que se expressa da seguinte forma: "[...] para se ter um complexo,

são necessários dois ou mais componentes distintos, conectados de tal maneira que seja difícil separá-los".<sup>20</sup>

Já Sussman (1999) define complexidade como um atributo dos sistemas que são compostos por um grupo de partes relacionadas (subsistemas) das quais o grau e a natureza das relações são imperfeitamente conhecidos; em decorrência, o comportamento global emergente é difícil de prever, mesmo quando o comportamento dos subsistemas é previsível.

Perrow (1999), por sua vez, utiliza o termo "linear" em contraponto a "complexo" e afirma que as interações lineares ocorrem em uma sequência esperada ou previsível (mesmo que não planejadas), ao passo que as interações complexas ocorrem numa sequência inesperada, não usual ou imprevisível. Para este autor, um sistema complexo é caracterizado por:

- Proximidade de componentes que não estão em uma sequência operacional normal;
- Muitas conexões comuns entre componentes não em uma sequência operacional normal;
- *Feedback* não familiar ou não planejado;
- Muitos parâmetros de controle com potenciais interações;
- Fontes de informação indiretas ou inferenciais;
- Compreensão limitada de alguns processos.

Avançando para o século atual, tem-se, por exemplo, Schneberger e McLean (2003, p. 217), que colocam:

"Complexidade é uma função não apenas da quantidade de partes ou componentes de um sistema, mas também da respectiva quantidade de suas inter-relações; quanto maiores são as quantidades de partes combinadas e de suas interações, maior o grau de complexidade do todo".<sup>21</sup>

Hanseth (2007, p. 4), por seu turno, enfoca os sistemas complexos de modo semelhante, afirmando que:

---

<sup>20</sup> "[...] in order to have a complex, you need two or more components, which are joined in such a way that it is difficult to separate them".

<sup>21</sup> "[...] complexity is a function not only of the number of system parts or components, but also of the respective number of their interrelations. The higher the combined number of parts and their interactions, the higher the level of complexity".

"Um sistema é realmente complexo apenas quando congrega componentes de diferentes tipos (tais como tecnológicos e organizacionais) e quando problemas ou questões relacionados a um tipo de componente não podem ser associados a outro, ou seja, não se pode compreender o problema focando apenas o aspecto tecnológico ou o organizacional (ou o social), mas é necessário compreender todos os aspectos e suas interações e interdependências".<sup>22</sup>

Mitchell (2009, p. 13) tem uma visão um pouco distinta e destaca:

"Agora posso propor uma definição para sistema complexo: um sistema no qual grandes redes de componentes, sem qualquer tipo de controle central e seguindo regras simples de operação, dão origem a um comportamento coletivo complexo, a um sofisticado processamento da informação e à adaptação por meio do aprendizado ou da evolução".<sup>23</sup>

Remington e Pollack (2010) também exploram a questão da incerteza, destacando que o grau de complexidade de um sistema aumenta na medida em que o número de focos de incerteza aumenta, em especial se estes focos são interdependentes.

Heylighen (1999) complementa sua definição acima apresentada associando à complexidade os processos de "diferenciação" e "integração". Diferenciação é o processo de aumento da distinção ou da variedade, isto é, das diferenças entre as distintas partes que compõem um todo, ao passo que a integração é o processo de aumento da quantidade ou da força das conexões que fazem com que as partes desse todo se inter-relacionem.

Então, os aspectos de "distinção" e "conexão" podem ser entendidos como dois atributos (ou dimensões) associados à complexidade: (1) distinção corresponde à variedade ou heterogeneidade e diz respeito ao fato de as distintas partes de um complexo terem comportamentos diferentes; (2) conexão corresponde à restrição ou à redundância e se refere ao fato de as diferentes partes de um complexo não serem independentes, mas o conhecimento de uma delas permitir a determinação das características das outras partes. No limite, a distinção conduz à desordem, ao caos, à entropia e a conexão leva à ordem, à estabilidade, à entropia negativa. A complexidade só pode existir se esses dois aspectos estão presentes: nem a total desordem, nem a mais completa ordem são complexas (HEYLIGHEN, 1999). Como resultado deste raciocínio, pode-se concluir que, se há um aumento na variedade

---

<sup>22</sup> "A system is really complex only when it contains components of different kinds – for instance technical and organizational – and when the problems or issues related to one cannot be reduced to the other, i.e. we cannot understand the problem by addressing only technological or organizational (or social) issues, we need to understand both and their interactions and interdependencies".

<sup>23</sup> "Now I can propose a definition of the term complex system: a system in which large networks of components with no central control and simple rules of operation give rise to complex collective behavior, sophisticated information processing, and adaptation via learning or evolution".

(distinção) e/ou na restrição (conexão) associadas a um sistema, aumenta a complexidade desse sistema (HEYLIGHEN, 2009).

Com esse pano de fundo, Heylighen (1999) destaca que sua definição situa os sistemas complexos num *continuum* entre a desordem (caracterizada por muita diferenciação e pouca ou nenhuma integração) e a ordem (esta, caracterizada por muita integração e pouca ou nenhuma diferenciação). À semelhança do que advoga Waldrop (1992), para quem os sistemas complexos, de alguma forma, adquirem a capacidade de colocar a ordem e o caos em uma espécie de ponto de equilíbrio, também conhecido na literatura acadêmica por "fronteira do caos"; nesse ponto hipotético, Waldrop (1992, p.12) afirma que os componentes de um complexo: "nunca se fixam totalmente em um determinado lugar e nunca se dissolvem completamente em turbulências".<sup>24</sup>

Como uma derivação das definições e considerações acima, pode-se afirmar que o grau de complexidade de um todo tende a aumentar na medida em que cresce o número de partes que o compõem; a presença de poucos componentes tende a implicar em graus menores de complexidade do que a presença de muitos componentes. De forma assemelhada, quanto mais tipos distintos de partes compõem um todo, maior tende a ser seu grau de complexidade, pois a existência de tipos distintos tende a promover interações de naturezas diversas ao invés de interações mais uniformes, como as que, via de regra, ocorrem quando todas as partes são de um mesmo tipo ou de poucos tipos diferentes (CHAVES e SOUZA, 2014).

Isto posto, pode-se destacar algumas características, propriedades ou atributos dos sistemas complexos, tomando por base as definições e considerações até aqui exploradas neste tópico. O Quadro 8 apresenta um resumo desses atributos, bem com os autores que os citam.

---

<sup>24</sup> [...] *never quite lock into place and yet never quite dissolve into turbulence.*

**Quadro 8 – Atributos dos Sistemas Complexos**

Atributo	Comentário	Referências
Grande quantidade e diversidade de partes ou componentes	Sistemas complexos compreendem uma grande quantidade de partes ou componentes.	Cilliers (1998)
	O escopo e a diversidade dos componentes têm sido citados como fatores de complexidade; de fato, diferenças entre os componentes criam sistemas mais complexos.	Schneberger e McLean (2003)
	Um sistema é realmente complexo apenas se contém componentes de distintos tipos.	Hanseth (2007)
Inter-relacionamento intenso, diversificado e não linear	A complexidade de um sistema é uma função da quantidade e diversidade das inter-relações entre seus componentes.	Schneberger e McLean (2003)
	Num sistema complexo, um grande número de agentes independentes interagem entre si numa grande quantidade de modos distintos.	Waldrop (1992)
	Um sistema complexo não é constituído apenas pela soma dos seus componentes, mas também pelo relacionamento intrincado e não linear entre esses componentes.	Cilliers (1998)
	Num sistema complexo, as interações ocorrem numa sequência não linear, ou seja, não usual, inesperada, imprevisível.	Perrow (1999)
	Num sistema complexo, o relacionamento entre as partes é não linear.	Spector (2002)
Emergência	Emergência é o surgimento repentino e inesperado de um comportamento complexo num sistema no qual prevalecem regras simples.	Mitchell (2009)
	Num sistema complexo, o comportamento global emergente é difícil de prever, mesmo quando o comportamento dos subsistemas é previsível.	Sussman (1999)
Incerteza	O entendimento sobre como os distintos componentes de um sistema complexo atuam e interagem e, em decorrência, sobre como o sistema funciona é sempre incompleto, pois os componentes podem agir e interagir de maneiras que não podem ser totalmente previstas.	Hanseth (2007)
	Em geral, a complexidade aumenta quando o número de focos de incerteza aumenta, especialmente se estes são interdependentes.	Remington e Pollack (2010)
Auto-organização e adaptação	Nos sistemas complexos, o comportamento organizado desponta sem que haja um gestor ou líder, seja ele interno ou externo.	Mitchell (2009)
	Os sistemas complexos organizam-se espontaneamente, de modo a lidar com perturbações e conflitos internos e externos, o que lhes permite evoluir e adaptar-se a ambientes em constante mudança.	Heylighen (2009)
	A capacidade de auto-organização permite aos sistemas complexos desenvolver ou mudar sua estrutura interna de forma espontânea, a fim de lidar com ou manipular o ambiente.	Cilliers (1998)
	Um sistema tem a capacidade de adaptação quando não responde passivamente a eventos externos, mas tenta de modo ativo obter vantagens desses eventos.	Waldrop (1992)

### 2.2.3 Projetos Complexos

Antes de caracterizar os projetos complexos, é importante uma exploração prévia, com vistas a enquadrar a definição de projeto na definição mais ampla de sistema. Tomando como base as definições apresentadas nesta monografia para projeto e para sistema, é imediato notar que ambas apresentam ampla convergência: (1) projeto é um conjunto finito de atividades, as quais correspondem ao conceito de partes ou elementos componentes de um sistema; (2) projetos são executados segundo ou em conformidade com um plano, o qual corresponde ao objetivo que todo sistema tem a si associado. Além dessas associações diretas, pode-se depreender que as atividades de um projeto estão inter-relacionadas, fato que, uma vez mais, apresenta aderência para com relação à definição de sistema.

Uma vez isto posto e então caracterizado que, em sua essência, projetos podem ser entendidos como sistemas, pode-se passar à qualificação do que venha a ser "projeto complexo", recorrendo, para tal, aos atributos dos sistemas complexos relacionados no Quadro 8. Para ser caracterizado como complexo, um projeto necessita demonstrar aderência aos atributos dos sistemas complexos, a saber:

- Grande quantidade e diversidade de partes ou componentes:
  - Dado que, no caso de um projeto, as atividades que o compõem e os agentes que dele participam podem ser entendidos como sinônimos de partes ou componentes, um projeto complexo deve possuir uma grande quantidade e diversidade de atividades e agentes;
  - Terry Williams (1999) destaca que em praticamente todos os projetos está presente uma multiplicidade de agentes, fato este que tende a levar à complexidade; por natureza, um projeto já conta, no mínimo, com agentes representando os papéis de patrocinadores, de gestores e de executores, sendo que estes últimos, no caso de haver uma grande quantidade de participantes, provavelmente só por si estarão representando muitos distintos papéis; além disso, caso o projeto envolva a terceirização de atividades, este elenco de papéis pode ser ampliado, com a inclusão de parceiros e fornecedores;
  - A consequência natural é que projetos com grande quantidade de atividades e agentes acabam por se tornar mais longos e consumir um maior volume de recursos para serem executados.

- Inter-relacionamento intenso, diversificado e não linear:
  - Num sistema complexo, as interações entre as partes e os agentes ocorrem numa sequência não linear ou, como observa Perrow (1999), numa sequência não usual;
  - Então, para que um projeto possa ser considerado complexo, é necessário que suas atividades e seus agentes formem uma intrincada rede de interdependências e que ocorram entre esses elementos interações intensas, diversificadas e não usuais.
- Incerteza:
  - Um projeto complexo é aquele no qual a incerteza é esperada e, ao se manifestar, impacta o projeto nas mais diferentes formas;
  - Kerzner e Belack (2010) reforçam a afirmação acima, enfatizando que projetos complexos estão sujeitos a quatro distintos tipos de incertezas: requisitos, escopo, produtos e competências dos participantes.
- Emergência:
  - Sussman (1999) afirma que num sistema complexo o comportamento global emergente é difícil de prever, mesmo quando o comportamento dos subsistemas é previsível;
  - Dessa forma, em um projeto complexo há a expectativa que a emergência se manifeste, por meio da ocorrência de incidentes que venham a provocar alterações imprevisíveis em comportamentos tanto de atividades quanto de agentes.
- Auto-organização e adaptação:
  - Conforme destaca Cilliers (1998), a capacidade de auto-organização é uma propriedade dos sistemas complexos que lhes permite desenvolver ou mudar sua estrutura interna de forma espontânea;
  - Pode-se afirmar que um sistema tem a capacidade de adaptação quando não apenas responde passivamente a eventos externos, mas tenta de modo ativo obter vantagens desses eventos (WALDROP, 1992);
  - Assim, um projeto caracteriza-se como complexo se os seus diversos participantes demonstram capacidade de adaptação a mudanças que verificadas no meio ambiente no qual o mesmo se desenvolve e se, ao interagirem uns com os outros, mostram-se capazes de ajustar a estrutura interna do projeto de modo a responder satisfatoriamente a essas mudanças.

## 2.3 Riscos e Gestão de Riscos em Projetos

Esta seção trata das questões dos riscos em geral, dos riscos em projetos e da gestão de riscos, abordando definições, sistemáticas de gestão e a classificação dos riscos de projetos.

### 2.3.1 Definição de Risco

Uma definição que retrata de forma adequada o entendimento sobre risco existente ao final do século passado é a proposta por Ewald (1991, p. 199), para quem: "[...] 'risco' é entendido como sinônimo de ameaça ou perigo, em face de algum evento desfavorável que possa afetar alguém; designa uma ameaça efetiva".<sup>25</sup>

Entretanto, o conceito de risco evoluiu desde o final da década de 1990 e seu foco ampliou-se, para passar a considerar não apenas a questão das ameaças, mas também seu potencial para gerar retornos positivos. Clarke e Varma (1999), por exemplo, entendem que os riscos apresentam esta ambiguidade, podendo implicar num ganho ou numa perda, ou ainda, alternativamente, representar uma oportunidade ou uma ameaça. Em sua publicação mais recente sobre este tema, a *International Organization for Standardization*, ISO (2009), coloca que o risco é o efeito da incerteza sobre os objetivos e explicita que o efeito deve ser entendido como um desvio positivo ou negativo para com relação a uma situação esperada e a incerteza, por sua vez, como um estado de insuficiência de informações relativas ao entendimento ou conhecimento de um evento, suas consequências e probabilidade de ocorrência.

Wenger *et al.* (2008, p. 5), por seu turno, também associam riscos a incertezas e propõem a seguinte definição:

"Riscos são indiretos, não premeditados, incertos e, por definição, localizados no futuro, uma vez que apenas se materializam quando se manifestam como eventos efetivos; em outras palavras: a essência do risco não é estar acontecendo, mas poder acontecer."<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> "[...] 'risk' is understood as a synonym for danger or peril, for some unhappy event which may happen to someone; it designates an objective threat".

<sup>26</sup> "Risks are indirect, unintended, uncertain, and are by definition situated in the future, since they only materialize when they are manifested as real events. In other words: the essence of risk is not that it is happening, but that it might happen".

Já o *International Risk Governance Council*, IRGC (2012, p. 4), apesar de tratar o tema numa publicação recente, adota formalmente uma definição antiga de Kates *et al.* (1985): "Risco é o resultado incerto (em geral adverso) de um evento ou atividade, em relação a algo valorizado pelas pessoas".<sup>27</sup>

Ainda no que diz respeito à incerteza, o *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*, COSO, explora esta questão sinalizando que todas as organizações, em algum momento, acabam por enfrentar incertezas e que o desafio que a elas se coloca é determinar qual o grau de incerteza que estão dispostas a aceitar, de modo a não prejudicar o objetivo de adicionar valor aos *stakeholders*. A incerteza, em si, não é prejudicial, dado que pode trazer no seu bojo tanto ameaças quanto oportunidades, o que, potencialmente, pode implicar não somente em erosão, mas em aumento do valor (COSO, 2004).

Habegger (2008) sustenta que é exatamente esta dupla natureza dos riscos, a potencial ameaça e as oportunidades a eles associadas, que os torna tão difíceis de serem geridos. É este próprio autor que defende que a eliminação dos riscos por completo não é viável, nem tampouco desejável, devido a, pelo menos, três motivos: (a) não há meios para as pessoas controlarem o futuro, (b) os recursos disponíveis para lidar com riscos são sempre limitados e (c) aceitar riscos está no núcleo do processo de inovação e é uma condição mandatória para o crescimento econômico e o progresso social (HABEGGER, 2008).

### 2.3.2 Riscos em Projetos

Raz *et al.* (2002, p. 101) cunharam uma frase que resume especialmente bem a questão da presença de riscos nos projetos: "Como qualquer gerente de projetos experiente sabe, '*não há projeto livre de riscos!*'"<sup>28</sup>

Infelizmente, todavia, muitos gestores de projetos ainda tendem a assumir que todos os projetos serão bem sucedidos, acabam por desconsiderar a existência de riscos e não se preparam para identificá-los e tratá-los adequadamente (RAZ *et al.*, 2002).

---

<sup>27</sup> "Risk is an uncertain (generally adverse) consequence of an event or activity with respect to something that human beings value".

<sup>28</sup> "As any experienced project manager knows, 'there is no risk free project!'".

De modo semelhante ao que ocorre com os riscos em geral, no âmbito dos projetos há também várias definições particulares para risco. Joseph Williams (1993) enfoca o risco de projeto como um elemento associado à incerteza e com potencial para impactar os objetivos de um projeto. Esta é também a linha defendida por Cagno *et al.* (2007), para quem riscos de projetos são eventos incertos que podem ou não ocorrer, mas que, se ocorrem, provocam um impacto significativo sobre os resultados dos projetos. Já Raz *et al.* (2002) se pautam ainda pelo lado negativo e definem riscos de projeto como eventos indesejáveis que podem causar atrasos, gastos excessivos, resultados insatisfatórios, ameaças à segurança ou ao meio ambiente e, até mesmo, o fracasso total do projeto.

Fora do ambiente acadêmico, há, por exemplo, a definição oferecida pelo PMI (2013, p. 310), que coloca: "Risco de projeto é um evento ou uma condição incerta que, se ocorre, gera um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto, como escopo, cronograma, custo e qualidade".<sup>29</sup>

### 2.3.3 Gestão de Riscos

O desafio de direcionar, com prudência e sucesso, o curso dos riscos por entre oportunidades e ameaças acabou por motivar a instituição da gestão de riscos, disciplina que objetiva encontrar caminhos e abordagens que permitam detectar riscos em tempo hábil, avaliar ameaças futuras e implementar ações bem sucedidas de mitigação (HABEGGER, 2008).

De uma maneira mais genérica, a ISO (2009, p. 2) coloca que: "Gestão de riscos [é o conjunto de] atividades estruturadas que visam direcionar e controlar [as ações de] uma organização no que se refere ao risco".<sup>30</sup>

Para Wenger *et al.* (2008), a implementação de uma gestão de riscos efetiva requer um perfeito entendimento das características e da dinâmica dos riscos e das vulnerabilidades do ambiente. A gestão de riscos deve: (a) fazer parte integral do escopo da gestão, (b) estar integrada à cultura e às práticas e (c) ser adaptada aos processos de negócio (ISO, 2009).

---

<sup>29</sup> "Project risk is an uncertain event or condition that, if it occurs, has a positive or negative effect on one or more project objectives such as scope, schedule, cost, and quality".

<sup>30</sup> "Risk management: coordinated activities to direct and control an organization with regard to risk".

Boehm (1991) publicou um artigo, focado em riscos e gestão de riscos em projetos de software, que até os dias de hoje é um dos mais citados em estudos acadêmicos (segundo o *Web of Science*, possui mais de 300 citações). No artigo, este autor apresenta um roteiro sintético e objetivo para gerir riscos:

- Etapa 1 – Identificação dos riscos:
  - Compreende a identificação propriamente dita dos riscos potenciais, seguida da análise de cada um deles e da elaboração de um ranking segundo prioridades para tratamento;
- Etapa 2 – Controle dos riscos:
  - Abrange a elaboração de um plano para mitigação dos riscos, seguido da execução das ações planejadas e do posterior monitoramento do comportamento dos riscos.

Ao lidar com esta questão da gestão de riscos, em um estudo que versou sobre riscos associados à TI, Chaves (2011) analisou outros quatro roteiros recomendados por diferentes autores e optou por trabalhar preferencialmente com a proposta de Habegger (2008), composta por três etapas assim delineadas pelo seu autor:

- Etapa 1 – Identificação dos riscos:
  - O aspecto crítico nesta etapa é a disponibilidade de informações; obter e processar informações são condições mandatórias para o descobrimento de problemas;
  - O acúmulo de informações gera evidências mais estruturadas e explícitas acerca de eventuais mudanças no ambiente e o desafio é ampliar o escopo das fontes disponíveis, acessá-las oportunamente e utilizar as informações obtidas da maneira mais criativa possível;
  - A evolução da TI é um elemento facilitador deste processo, à medida que as informações se tornam mais disponíveis e facilmente acessáveis; porém, não se deve deixar de considerar o lado negativo desta questão, pois uma maior quantidade de informações torna mais difícil a filtragem e seleção daquelas que são, de fato, relevantes.
- Etapa 2 – Mensuração dos riscos:
  - Esta etapa compreende três atividades: estruturação, avaliação e priorização dos riscos; estas atividades ocorrem em ciclos, no bojo de um processo que visa facilitar a obtenção de consenso entre os diversos envolvidos;

- A estruturação dos riscos busca aportar uma ordem ao universo dos riscos identificados, introduzindo categorias nas quais estes possam ser classificados e possibilitando aos analistas de risco dividi-los da maneira mais conveniente;
  - A avaliação dos riscos visa explicitar a importância relativa entre as distintas categorias nas quais os riscos foram dispostos; muito embora deva refletir visões objetivas no que diz respeito a aspectos tais como comportamento, evolução, potencial de dano e probabilidade de ocorrência dos riscos, esta atividade nem sempre é realizada com a adequada exclusão de fatores subjetivos;
  - A priorização dos riscos objetiva destacar aqueles que devem merecer maior grau de atenção, em decorrência da sua magnitude potencial e dado que os recursos destinados à mitigação, via de regra, não são suficientes, por questões de ordem prática de benefícios versus custo, para permitir que todos os riscos sejam evitados.
- Etapa 3 – Mitigação dos riscos:
    - Uma vez tido sido identificados, estruturados, avaliados e priorizados, os riscos considerados mais significativos devem ser objeto de ações de mitigação;
    - Estas ações enquadram-se em duas distintas estratégias: preventiva e corretiva; a estratégia preventiva visa evitar a ocorrência de eventos adversos e, com isso, eliminar as causas de particulares riscos; a estratégia corretiva destina-se a minimizar os efeitos da ocorrência de eventos que geram exposição a riscos; evidentemente, estas duas estratégias são complementares e devem ser estabelecidas em conjunto;
    - Em termos práticos, pode-se considerar que é impossível eliminar por completo um determinado risco, por conta da necessidade de se dispor tanto de um controle absoluto da situação quanto de recursos muito acima de limites razoáveis, que tenderiam a desequilibrar a relação benefício/custo;
    - Adicionalmente, é importante considerar que aos riscos também se associam oportunidades, o que faz com que possa não ser de todo conveniente eliminá-los por completo, pois essas oportunidades potenciais deixariam de ser aproveitáveis; portanto, no mundo real, o objetivo das ações de mitigação não deve ser eliminar por completo todos os riscos, mas procurar mantê-los num patamar adequado;
    - Por fim, não deve ser descartada a possibilidade de, no rol das ações de mitigação, serem incluídos instrumentos para transferir riscos a terceiros, quando isto se mostrar factível.

Excetuada a mitigação, as demais etapas de um roteiro de gestão de riscos, seja ele o descrito acima ou outro qualquer pinçado da literatura, são de natureza mais estruturada e seguem procedimentos mais padronizáveis. A mitigação é a etapa na qual a capacidade para agir dos gestores de projetos é mais demandada, pois é nela que devem ser empreendidos os esforços para manter a viabilidade de se alcançar os objetivos. Ao explorar esta questão da mitigação, Kumar (2002) afirma que se pode admitir a existência de duas linhas de ação distintas:

- Foco na redução do grau de risco:
  - Esta linha privilegia as ações orientadas para a redução do grau de risco;
  - Por exemplo, considerando que as principais fontes de incerteza em projetos de TI dizem respeito ao escopo e/ou às especificações dos produtos almejados, pode-se resolver parcialmente este ponto estruturando de maneira adequada o processo de obtenção de informações junto aos *stakeholders*.
- Foco na compensação de riscos:
  - Esta linha de ação baseia-se no pressuposto que os riscos não podem ser completamente eliminados ou que pode não ser conveniente sua eliminação;
  - Nesse sentido, a gestão dos riscos torna-se semelhante a um seguro, pois é orientada para a minimização do impacto negativo dos riscos, na expectativa que a incerteza a eles associada possa ser resolvida com o passar do tempo.

### 2.3.4 Classificação dos Riscos de Projetos

Diversos autores têm explorado a questão da classificação dos riscos potencialmente presentes em projetos. Um dos primeiros estudos a abordar este tema é de autoria de Clemons e Weber (1990), que propõem a divisão dos riscos de projetos em seis grupos, conforme indicado no Quadro 9. Esta tipologia está apresentada pelos seus autores como sendo particular de projetos de TI, porém pode-se afirmar ser ela genérica o suficiente para que se permita aplicá-la a projetos de outras naturezas.

**Quadro 9 – Classificação dos Riscos de Projetos (1a. Visão)**

Grupo de Riscos	Descrição dos Riscos
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os produtos de um projeto e as capacidades que se espera adquirir não são viáveis com a tecnologia disponível.</li> </ul>

**Quadro 9 – Classificação dos Riscos de Projetos (1a. Visão – Cont.)**

Grupo de Riscos	Descrição dos Riscos
De Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As capacidades que se pretende desenvolver são muito "grandes" ou muito complexas ou extrapolam as habilidades técnicas da equipe do projeto.</li> </ul>
De Funcionalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ainda que as especificações dos produtos de um projeto estejam corretas e a implementação bem conduzida, pode-se não obter os resultados pretendidos.</li> </ul>
Políticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um projeto pode ser prejudicado por interesses escusos de parte dos funcionários, que podem não cooperar ao longo do projeto e/ou dificultar a adoção dos produtos.</li> </ul>
Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os concorrentes e/ou os órgãos reguladores podem realizar ações que prejudiquem os resultados pretendidos com um projeto; no caso dos concorrentes, as ações podem corresponder ao lançamento de produtos equivalentes ou substitutos;</li> <li>• Os consumidores também podem não aceitar os produtos ou buscar soluções alternativas.</li> </ul>
Sistêmicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um projeto pode mudar drasticamente o ambiente, de tal sorte que os resultados obtidos deixem de produzir os efeitos previstos;</li> <li>• Um projeto pode precipitar uma descontinuidade em larga escala em uma indústria e assim não só alterá-la radicalmente como tornar obsoletas as relações econômicas vigentes, tais como as suposições prévias sobre participação no mercado, crescimento e rentabilidade.</li> </ul>

FONTE: Adaptado de Clemons e Weber (1990, p. 21-22).

Recorrendo em boa parte às colocações de Clemons e Weber (1990), Benaroch (2002) propõe uma sistemática de classificação semelhante, dividindo os riscos de projetos em três categorias, conforme apresentado no Quadro 10. Uma vez mais, trata-se de uma tipologia originalmente focada em projetos de TI, porém também genérica o bastante para poder ser aplicada a outras naturezas de projetos.

**Quadro 10 – Classificação dos Riscos de Projetos (2a. Visão)**

Categoria	Origem	Área	Descrição dos Riscos
Da Empresa	Fatores endógenos incertos	Monetários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa se vê sem condições de suportar o investimento;</li> <li>• A exposição financeira é inaceitável;</li> <li>• Os custos do investimento deixam de ser compatíveis com os benefícios esperados.</li> </ul>
		De Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os produtos do projeto são muito "grandes" ou muito complexos;</li> <li>• Os conhecimentos do corpo técnico são insuficientes ou inadequados;</li> <li>• A infraestrutura disponível é inadequada.</li> </ul>

**Quadro 10 – Classificação dos Riscos de Projetos (2a. Visão – Cont.)**

Categoria	Origem	Área	Descrição dos Riscos
Da Empresa (cont.)	Fatores endógenos incertos (cont.)	De Funcionalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As especificações são respeitadas, porém os benefícios esperados não são obtidos devido a erros nas especificações.</li> </ul>
		Organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O projeto é prejudicado por interesses escusos de pessoas da empresa;</li> <li>• Os produtos do projeto são adotados muito lentamente pelas pessoas às quais se destinam.</li> </ul>
Da Competição	Fatores exógenos controlados unicamente pelos concorrentes	Da Competição	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os competidores empreendem ações preventivas não previstas que prejudicam os resultados esperados;</li> <li>• Os competidores respondem por meio do lançamento de produtos melhores.</li> </ul>
Do Mercado	Fatores exógenos de natureza distinta dos controlados pelos concorrentes	Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surgem reações imprevistas da parte de indivíduos ou instituições (tais como órgãos reguladores, consumidores, vendedores ou parceiros) com capacidade de afetar ou ser afetados pelos produtos do projeto.</li> </ul>
		Sistêmicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os produtos do projeto afetam tão drasticamente o ambiente de negócios, de modo que não se obtém os benefícios esperados.</li> </ul>
		Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A tecnologia empregada não tem maturidade suficiente;</li> <li>• Os produtos do projeto se tornam obsoletos, devido ao surgimento de inovações tecnológicas.</li> </ul>

FONTE: Adaptado de Benaroch (2002, p. 51).

Wallace (1999), em sua tese de doutorado, expõe o resultado de uma pesquisa que levou à obtenção de seis dimensões de riscos de projetos, posteriormente usadas por Wallace *et al.* (2004) em um novo estudo, do qual foram extraídas as descrições constantes do Quadro 11.

**Quadro 11 – Classificação dos Riscos de Projetos (3a. Visão)**

Dimensão	Descrição
Equipe	Estes riscos referem-se a questões relacionadas aos membros da equipe do projeto que podem aumentar a incerteza quanto aos resultados; entre estas questões estão, por exemplo, o <i>turnover</i> da equipe, a insuficiência de conhecimentos, os baixos graus de cooperação e motivação e a dificuldade de comunicação.
Ambiente Organizacional	Esta é a segunda mais importante categoria de risco de um projeto; fatores como política organizacional, a estabilidade do ambiente organizacional e apoio organizacional para os projetos tem sido identificados como passíveis de afetar o andamento do projeto.

**Quadro 11 – Classificação dos Riscos de Projetos (3a. Visão – Cont.)**

Dimensão	Descrição
Requisitos	A incerteza associada aos requisitos dos sistemas é outro fator de risco que pode afetar os resultados dos projetos; requisitos frequentemente alterados, incorretos, imprecisos, inadequados, ambíguos ou desnecessários também podem aumentar os riscos associados a projetos de desenvolvimento.
Gerenciamento do Projeto	O planejamento e controle do processo de desenvolvimento de software adicionam mais uma dimensão ao grau de risco dos projetos; planejamento e controle insuficientes levam a cronogramas e orçamentos irrealistas e à falta de marcos visíveis para avaliar se o projeto está produzindo os resultados pretendidos, sem contar que a inexistência de estimativas precisas impedem os gestores de alocar os recursos adequados aos projetos.
Usuários	A falta de participação dos usuários durante o desenvolvimento dos sistemas é um dos fatores de risco mais citados na literatura; se as atitudes dos usuários perante um novo sistema são desfavoráveis, então é provável que eles não cooperem satisfatoriamente durante o projeto, levando a um aumento do risco de se fracassar.
Complexidade	A complexidade inerente a um projeto de software constitui-se em outra dimensão de risco dos projetos; há vários atributos de um projeto que podem indicar o quão complexo ele é, tais como se uma nova tecnologia é utilizada, se os processos de negócio que estão sendo automatizados são complexos e se há um grande número de conexões com sistemas existentes e entidades externas.

FONTE: Adaptado de Wallace *et al.* (2004, p. 117).

Hilhorst *et al.* (2008) também propõem uma classificação para os riscos de projetos, elencando seis grupos, porém de natureza distinta da proposta de Wallace (vide Quadro 12).

**Quadro 12 – Classificação dos Riscos de Projetos (4a. Visão)**

Categoria	Fator
Monetários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benefícios não suficientemente claros</li> </ul>
De Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipe não possui os conhecimentos requeridos</li> <li>• Projeto muito grande</li> <li>• Infraestrutura inadequada</li> </ul>
De Funcionalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design inadequado</li> <li>• Requisitos problemáticos</li> </ul>
Organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suporte gerencial insuficiente</li> <li>• Inabilidade para lidar com mudanças</li> </ul>
Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda excede às expectativas</li> </ul>
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surgimento de tecnologia mais avançada</li> </ul>

FONTE: Adaptado de Hilhorst *et al.* (2008, p. 1678).

Chen *et al.* (2009), por seu turno, classificam os riscos de um projeto em privados e públicos e apresentam uma tipologia que não difere muito das propostas por Clemons e Weber (1990) e por Benaroch (2002), conforme pode ser visualizado no Quadro 13.

**Quadro 13 – Classificação dos Riscos de Projetos (5a. Visão)**

Categoria	Subcategoria	Descrição dos Riscos
Privados	Organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solidez da administração;</li> <li>• Apoio organizacional a novos investimentos.</li> </ul>
	De Usuário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolvimento dos <i>stakeholders</i> durante a realização do projeto;</li> <li>• Atitude dos <i>stakeholders</i> frente a um novo projeto.</li> </ul>
	De Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequência de modificação dos requisitos;</li> <li>• Incorreção, imprecisão, inadequação ou ambiguidade dos requisitos.</li> </ul>
	Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientação estratégica do sistema;</li> <li>• Quantidade de áreas envolvidas;</li> <li>• Frequência de mudança nos processos de negócio afetados pelo projeto.</li> </ul>
	Da Equipe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento insuficiente ou experiência inadequada dos membros da equipe de projeto;</li> <li>• Rotatividade dos membros da equipe de projeto.</li> </ul>
	Da Complexidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emprego de nova tecnologia;</li> <li>• Complexidade dos processos de negócio afetados pelo projeto;</li> <li>• Quantidade de inter-relacionamentos com sistemas existentes.</li> </ul>
Públicos	Da Competição	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reação da concorrência, que pode potencialmente impedir que se obtenham os resultados esperados.</li> </ul>
	De Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceitação dos produtos do projeto pelos consumidores, distribuidores e parceiros;</li> <li>• Mudanças não previstas na indústria e/ou no mercado;</li> <li>• Obsolescência dos produtos do projeto devido a inovações tecnológicas.</li> </ul>

FONTE: Adaptado de Chen *et al.* (2009, p. 778).

Os quadros acima expõem apenas algumas das visões acadêmicas sobre classificação de riscos. Mas, apesar de existirem inúmeras outras proposições, a amostra exibida já demonstra não haver muita disparidade entre elas, mesmo em se levando em conta a distância no tempo, de quase duas décadas, entre a primeira visão apresentada, de 1990, e a última, de 2009.

## 2.4 Valoração de Projetos

Nesta seção são apresentados os principais modelos disponíveis para valorar projetos, com vistas a determinar o retorno financeiro por eles proporcionado. São exploradas as características básicas destes modelos, sua formulação matemática e o modo de aplicação de cada um deles.

Antes de dar início à exploração destes modelos, é conveniente introduzir uma tipologia que permita classificá-los para fins desta análise. Diversos autores têm abordado esta questão da tipologia dos modelos de valoração de projetos e, em particular, Brennan e Trigeorgis (2000) destacam a existência de grupos de modelos estruturados em torno de três abordagens distintas, grupos estes por eles assim denominados: (1) modelos estáticos, (2) modelos baseados na gestão do fluxo de caixa e (3) modelos dinâmicos. Nos próximos tópicos desta monografia, cada um destes três grupos de modelos está, então, apresentado e detalhado.

### 2.4.1 Modelos Estáticos para Valorar Projetos

Os modelos estáticos de valoração são os mais antigos. John Williams (1938) foi um dos primeiros autores a explicitar a questão do "valor do dinheiro no tempo" e a esboçar a fórmula de cálculo do "fluxo de caixa descontado", conceito no qual estes modelos se apoiam.

Sob a ótica dos modelos estáticos, um projeto é valorado por meio de um conjunto de fluxos de caixa esperados, os quais devem ser comparados num mesmo instante no tempo (ou "descontados", no jargão técnico), para que tenham seus valores monetários nominais se equivalendo. Um fluxo de caixa é composto por uma série de valores de receitas e despesas distribuídos ao longo do tempo. Descontar um fluxo de caixa significa associar uma taxa de juros à série de valores que representam esse fluxo e levá-los para uma data única, de tal sorte a colocá-los numa mesma base de tempo. Há duas maneiras de promover este desconto: por meio do valor presente líquido ou da taxa interna de retorno (SAITO *et al.*, 2011; ESPINOZA, 2014). Nos tópicos a seguir, cada uma dessas variantes dos modelos estáticos de valoração é explorada em maior grau de detalhe.

#### **2.4.1.1 Modelo do Valor Presente Líquido**

A utilização do modelo do valor presente líquido implica na adoção de uma taxa de juros considerada satisfatória para o detentor do fluxo de caixa e na aplicação dessa taxa para trazer todos os componentes do fluxo de caixa para a data de início do projeto, colocando-os, desse modo, numa mesma base de tempo.

Em linhas gerais, as etapas requeridas para aplicar o modelo do valor presente líquido são: (1) determinar as entradas e saídas de caixa esperadas e os respectivos momentos no tempo, ao longo da execução do projeto, em que esses fluxos são previstos e (2) trazer esses fluxos a valor presente, utilizando uma taxa de juros adequada à realidade do projeto.

Se o valor presente líquido assim obtido é positivo, conclui-se que vale a pena realizar o projeto; do contrário, que não vale a pena (LUEHRMAN, 1998; WU e LIOU, 2011; ESPINOZA, 2014). A formulação matemática, bem como um exemplo de aplicação deste modelo de valoração estão apresentados no Apêndice 1.

#### **2.4.1.2 Modelo da Taxa Interna de Retorno**

O modelo da taxa interna de retorno também trata os fluxos de entrada e saída de caixa, com a diferença que, ao invés de assumir uma taxa de retorno arbitrária para calcular o valor presente líquido, deduz a taxa interna que leva à igualdade entre os fluxos de entrada e de saída (SAITO *et al.*, 2011).

A taxa assim obtida é comparada com uma taxa de oportunidade (que possa ser obtida em investimentos alternativos) disponível para o proprietário do projeto e, se for maior, leva à conclusão de que vale a pena executar o projeto (ESPINOZA, 2014). A formulação matemática, bem como um exemplo de aplicação deste modelo de valoração estão apresentados no Apêndice 2.

#### **2.4.1.3 Comentários e Crítica aos Modelos Estáticos de Valoração**

Os modelos do fluxo de caixa descontado têm sido largamente empregados para avaliar projetos e têm sido bastante referenciados na literatura acadêmica. Mun (2002) cita, em favor destes modelos, as seguintes vantagens:

- Possuem critérios de decisão claros e consistentes;
- Produzem os mesmos resultados, independentemente das preferências de risco dos investidores;
- Possuem nível adequado de precisão e são economicamente racionais;
- Não são tão vulneráveis às convenções contábeis (depreciação, inventário, avaliação etc.);
- São relativamente simples, amplamente ensinados e amplamente aceitos;
- Podem ser facilmente explicados aos gestores.

Entretanto, vários pesquisadores têm citado importantes desvantagens da utilização desses modelos para valorar projetos complexos. As principais críticas recaem sobre a inexistência, nesses modelos, de mecanismos que possibilitem o adequado tratamento tanto da incerteza quanto da ação dos gestores de projetos face às possíveis mudanças internas e ambientais, ação esta que abre a possibilidade de um projeto ter seu valor alterado em decorrência da proatividade dos seus gestores.

Os modelos estáticos de valoração de projetos usam expectativas de fluxos de caixa futuros e assumem uma postura de passividade que não responde de forma dinâmica a ambientes de investimento em constante mutação. Sem reconhecer a possibilidade de que um tomador de decisão proativo possa empreender ações corretivas em resposta a um ambiente de investimento dinâmico, tais modelos se tornam inadequados para valorar projetos longos e complexos (WU *et al.*, 2008; BAKER *et al.*, 2011).

Trigeorgis (1993b) e Kambil *et al.* (1993) já haviam afirmado que uma das importantes limitações dos modelos estáticos reside na não consideração da capacidade de os gestores agirem proativamente, acrescentando ainda que esses modelos também não contemplam o valor que pode ser gerado por potenciais futuros investimentos que podem ser viabilizados por um determinado projeto. Numa outra vertente de críticas, Copeland (2001) já havia mencionado que não há nenhum mecanismo nos modelos estáticos que os torne capazes de lidar adequadamente com a incerteza; Mun (2002) e Brach (2003) reforçam esta visão, afirmando que os modelos estáticos não produzem valorações satisfatórias nas situações em que a incerteza se manifesta, pois desconsideram o valor que pode ser criado por meio da flexibilidade na tomada de decisão. Baker *et al.* (2011) destacam que os modelos estáticos de

valoração de projetos prestam-se muito bem para valorar projetos simples e passivamente gerenciados, mas falham ao não serem capazes de tratar projetos nos quais prevalece a incerteza e há a possibilidade dos gestores atuarem de modo proativo.

Em suma, todos esses pesquisadores advogam que a valoração de projetos complexos deve ser feita por meio do emprego de modelos alternativos capazes de tratar adequadamente as questões da incerteza e da ação proativa dos gestores.

#### **2.4.2 Modelos para Valorar Projetos Baseados na Gestão do Fluxo de Caixa**

Os modelos de valoração baseados na gestão do fluxo de caixa surgiram como um complemento aos modelos estáticos, para suportar a gestão proativa dos projetos e viabilizar o tratamento da incerteza. Nestas situações, como já destacado acima, os fluxos de caixa dos projetos não são conhecidos com exatidão e/ou podem sofrer variações ao longo da execução, variações estas motivadas pela ocorrência de incidentes internos e/ou externos e que tornam inadequada a aplicação pura e simples dos modelos estáticos de valoração.

Os modelos de valoração baseados na gestão do fluxo de caixa datam de meados da década de 1960, quando diversos estudiosos do tema começaram a propor esquemas alternativos para valorar projetos. Dois desses pioneiros foram Hertz (1964), que propôs um modelo baseado em simulações de Monte Carlo, e Magee (1964), que desenvolveu um modelo baseado em árvores de decisão. Em fins da década de 1970, surgiram as primeiras propostas para valorar projetos utilizando modelos derivados da teoria das opções, propostas das quais Stewart Myers (1977) foi um dos precursores, vinculando esta teoria, inicialmente desenvolvida com foco no mercado financeiro, a investimentos em ativos reais.

A abordagem dos modelos de valoração baseados na gestão do fluxo de caixa reconhece que os gestores têm capacidade para, ao empreender ações corretivas, atuar sobre os fluxos de caixa de seus projetos, pois estes são sujeitos a variações e, portanto, devem ser geridos de forma tal a possibilitar aos gestores agir proativamente para responder a essas variações à medida que elas se manifestem e possam afetar o andamento dos projetos (MUN, 2002; KIM e SANDERS, 2002; BRACH, 2003; HILHORST *et al.*, 2008).

Nos tópicos a seguir, cada uma das variantes dos modelos de valoração baseados na gestão do fluxo de caixa é explorada em maior grau de detalhe.

#### **2.4.2.1 Modelos Baseados na Simulação de Monte Carlo**

A simulação de Monte Carlo é utilizada em conjunto com os modelos estáticos de valoração e se presta às situações em que é adequado associar uma distribuição de probabilidades aos fluxos de caixa de um projeto. As distribuições de probabilidades mais comumente utilizadas para realizar as simulações são a uniforme, a normal, a triangular, a binomial, a de Poisson, a geométrica, a hipergeométrica, a lognormal e a exponencial (MUN, 2002).

Além do já mencionado estudo pioneiro de Hertz (1964), vários outros pesquisadores, como, por exemplo, Boyle (1977), Boyle *et al.* (1997), Longstaff e Schwartz (2001), Gamba (2002) e Cobb e Charnes (2004, 2007), desenvolveram modelos de valoração baseados nesta técnica de simulação. A formulação matemática e um exemplo de aplicação desta variante de modelos de valoração estão apresentados no Apêndice 3.

#### **2.4.2.2 Modelos Baseados em Árvores de Decisão**

Brennan e Trigeorgis (2000) destacam que os modelos baseados em árvores de decisão surgiram visando solucionar a questão da tomada de decisões ao longo de um projeto, particularmente quando os gestores enfrentam situações nas quais a incerteza está presente nos fluxos de caixa associados ao projeto.

Nesse sentido, estes modelos não diferem muito dos modelos baseados na simulação de Monte Carlo, com os quais, inclusive, podem ser utilizados em conjunto. A diferença entre estes dois tipos de modelos reside na explicitação, nas árvores de decisão, das questões e dos momentos em que os gestores são chamados a intervir ao longo do andamento dos projetos, dando destaque à existência, em determinados momentos, de opções ou caminhos alternativos que competem entre si e dentre os quais apenas um deve ser escolhido.

Além disso, os modelos baseados em árvores de decisão também incorporam a fundamentação matemática utilizada nos modelos estáticos de valoração, na medida em que

lidam com valores monetários no tempo. Na prática, este fato significa que os modelos estáticos também podem ser utilizados em conjunto com as árvores de decisão.

Uma árvore de decisão pode ser representada sob a forma narrativa ou por intermédio de um diagrama, modo este que tem sido preferido, pelo apelo visual que incorpora. A formulação matemática e um exemplo de aplicação desta variante de modelos de valoração estão apresentados no Apêndice 4.

### **2.4.2.3 Modelos Baseados em Opções Reais**

Brennan e Trigeorgis (2000) argumentam que, apesar de a árvore de decisão e a simulação de Monte Carlo serem técnicas úteis para estimar a distribuição de probabilidades dos fluxos de caixa futuros de um projeto, elas oferecem pouca orientação sobre como possíveis decisões focadas no futuro podem afetar o risco do projeto e, portanto, seu fluxo de caixa descontado. Neste contexto, os modelos de valoração de projetos baseados em opções reais surgiram como uma alternativa para lidar com o risco associado à incerteza e com a ação proativa dos gestores de projetos.

Conforme já mencionado na seção 1.2 desta monografia, entende-se que um projeto incorpora opções reais quando seus gestores têm a possibilidade (mas não a obrigação) de ajustar a direção futura desse projeto em resposta a eventos internos e/ou externos, ajustes estes que podem implicar em adiar o projeto, mudá-lo para servir a um propósito diferente, alterar sua escala, implementá-lo em etapas, abandoná-lo ou usá-lo como uma plataforma para oportunidades futuras de crescimento (TIWANA *et al.*, 2006).

Por se tratarem do tema central em torno do qual se propôs desenvolver esta tese, as opções reais estão exploradas em maior grau de detalhe mais à frente, na seção 2.5 desta monografia.

### **2.4.3 Modelos Dinâmicos para Valorar Projetos**

Os modelos dinâmicos de valoração foram inicialmente propostos por volta do início da década de 1990, como uma resposta ao fato, que começava a inquietar os pesquisadores na época, de os modelos baseados na gestão do fluxo de caixa não levarem em conta a interferência que a atuação de terceiros, em especial os competidores, pode ter sobre projetos

de investimento. Estes modelos combinam o tratamento das opções reais com mecanismos da teoria dos jogos, buscando tratar as ações potenciais dos terceiros que têm influência sobre os projetos, como se esses terceiros estivessem participando de um jogo com os detentores desses projetos.

Trigeorgis (1991) publicou um dos primeiros estudos baseados em modelos dinâmicos, no qual apresenta uma formulação teórica com variantes que possibilitam a uma empresa lidar com os movimentos de seus competidores em diversos cenários. Smit e Ankum (1993) e Smit e Trigeorgis (2006) lançam mão de modelos de valoração baseados em opções reais e combinados com teoria dos jogos para explorar diversos cenários de competição e demonstrar como competidores devem agir para obter sucesso. Azevedo e Paxson (2010) elaboraram um minucioso estudo de revisão bibliográfica, identificando e comentando os trabalhos produzidos na Academia sobre esta classe de modelos de valoração no período compreendido entre 1993 e 2010; os estudos identificados alcançam a marca de 53 e se distribuem nos mais diversos setores de atividade, sendo que dois desses estudos abordam projetos de TI.

Nas conclusões com que finalizam seu artigo, Azevedo e Paxson (2010) destacam que: (1) esperam uma grande expansão no volume de estudos acadêmicos e de modelos dinâmicos para valorar projetos e (2) devido ao alto grau de inovação e intensidade da competição, entendem que as indústrias de forte apelo tecnológico e, mais especificamente, os projetos de pesquisa e desenvolvimento, de adoção de novas tecnologias e de inovações disruptivas devem continuar a ser focos de aplicação dos modelos dinâmicos.

## **2.5 Opções Reais**

Nesta seção, o conceito e o enfoque das opções reais são explorados em detalhe, com destaque para: (1) conceitos básicos e histórico; (2) o valor das opções reais em projetos, (3) os modelos de valoração baseados em opções reais, (4) o emprego das opções reais em projetos, (5) a associação entre riscos em projetos, flexibilidade gerencial e opções reais e (6) o emprego das opções reais no âmbito da TI.

### 2.5.1 Conceitos Básicos e Histórico das Opções Reais

O conceito de "opção real" deriva do conceito de "opção" empregado no mercado financeiro e trata-se de uma expressão cunhada por Stewart Myers (1977), num estudo em que explorou oportunidades de investimento de empresas, levando em conta o uso de capital próprio e a tomada de empréstimos de terceiros. Stewart Myers (1977, p. 163) definiu opções reais como "as oportunidades para adquirir ativos reais em condições potencialmente vantajosas".<sup>31</sup>

Apesar de não ter desenvolvido no seu estudo nenhum modelo específico para valorar opções reais, Stewart Myers (1977) tem o crédito de ter explicitado a ideia, depois encampada pelos modelos de valoração de investimentos baseados em opções reais, que o valor de uma empresa deve ser medido pelo valor dos seus ativos reais no presente mais o valor das suas opções reais. Esse trabalho de Stewart Myers estimulou uma intensa discussão ao longo da década de 1980 quanto à aplicabilidade dos modelos estáticos para valorar projetos de investimento e provocou o surgimento e a intensificação de dúvidas quanto à qualidade dos resultados que podem ser obtidos com o uso daqueles modelos (BRACH, 2003).

Os primeiros pesquisadores a seguir a linha de raciocínio delineada por Stewart Myers e a realizar estudos para explorar o tema das opções reais foram Margrabe (1978), Kensinger (1980) e Myers e Majd (1983). A partir da década de 1980, a quantidade e diversidade dos trabalhos acadêmicos sobre opções reais vêm crescendo, como o atestam os números apresentados nos Quadros 2 e 4. Simultaneamente, ampliou-se também a quantidade de indústrias contempladas com estudos e modelos de aplicação das opções reais. Na pesquisa que realizaram sobre este tema, Berghout e Remenyi (2005) citam aplicações em empresas de TI, telecomunicações, saúde, finanças e no setor público. Na sua pesquisa sobre a utilização de modelos baseados em opções reais para avaliar investimentos, Block (2007) identificou o uso destes modelos em empresas de tecnologia, utilidades, saúde, manufatura, finanças e transportes. Alleman *et al.* (2008), por sua vez, identificaram aplicações em mineração, petróleo, gás, eletricidade, indústria farmacêutica, aviação e TI.

Em essência, o conceito de opção real aplica-se a ativos físicos, ao invés de ativos financeiros, objetos inicialmente foco do estudo das opções. No mercado financeiro, opção (ou opção financeira) é definida como um direito, porém sem a obrigação, de comprar ou vender um

---

<sup>31</sup> "[... real options,] which are opportunities to purchase real assets on possibly favorable terms".

ativo subjacente a um determinado preço num horizonte de tempo pré-definido. O ativo subjacente, cujo direito de comprar ou vender fica garantido por meio da aquisição da opção, é um título passível de ser negociado no mercado financeiro, podendo ser uma ação, uma debênture ou outro título qualquer assemelhado (BLACK e SCHOLES, 1973; MERTON, 1973; COX *et al.*, 1979; HULL, 2009; REILLY e BROWN, 2011).

A aquisição de uma opção pressupõe a existência, além do comprador, de uma contraparte – um vendedor, que é o detentor ou proprietário do ativo subjacente envolvido. É exatamente por ser uma negociação que envolve duas partes, uma opção é sempre regida por um contrato formal. Uma opção é adquirida por um determinado valor, o chamado "preço da opção", e o valor estabelecido para compra ou venda do ativo subjacente é denominado "preço de exercício", por estar associado ao exercício da opção. A data limite do prazo de validade de uma opção, por seu turno, é denominada "data de exercício" ou "data de expiração" (BLACK e SCHOLES, 1973; COX *et al.*, 1979; MUN, 2002).

Tanto no plano financeiro quanto no físico, existem dois tipos distintos de opção: compra e venda. Como os próprios nomes indicam, a opção de compra, conhecida como "*call option*", diz respeito ao direito de comprar um ativo e a opção de venda, conhecida como "*put option*", ao direito de vender um ativo (COX *et al.*, 1979; HULL, 2009; REILLY e BROWN, 2011).

Uma característica adicional relevante das opções diz respeito à forma pela qual ela pode ser exercida sob o ponto de vista do tempo. Uma opção é dita "europeia" se, por força do acordo que a rege, somente pode ser exercida (ou não, a critério do seu detentor) na sua data de exercício. Por outro lado, diz-se que uma opção é "americana" se pode ser exercida a qualquer momento, tendo a sua data de exercício como limite (BLACK e SCHOLES, 1973; MERTON, 1973; MUN, 2002).

A definição de opção financeira, ao ser transposta para o âmbito dos ativos reais, tornou-se: opção real é um direito, porém sem a obrigação, de negociar um ativo real por um determinado preço num horizonte de tempo futuro (LUEHRMAN, 1998; SCHWARTZ e ZOZAYA-GOROSTIZA, 2000; COPELAND, 2001; DE NEUFVILLE, 2003). Pode-se mencionar ainda a definição dada por Fichman *et al.* (2005, p.76), que se assemelha à acima

quase na íntegra: "uma opção real provê o direito, mas não a obrigação, de adquirir ou dispor de um ativo do mundo real no futuro".<sup>32</sup>

A correspondência entre as expressões utilizadas nas definições de ambas as opções, a financeira e a real, pode ser visualizada no Quadro 14.

**Quadro 14 – Comparativo Entre Definições de Opção Financeira e Opção Real**

Símbolo Usual	Opção Financeira	Opção Real
$S$	Preço atual do ativo subjacente	Valor presente das entradas de caixa referentes aos ativos envolvidos no investimento
$X$	Preço de exercício da opção	Valor presente dos investimentos requeridos
$t$	Data de exercício da opção	Prazo de execução do investimento
$r$	Taxa de juros vigente	Taxa de juros vigente
$\sigma$	Desvio padrão do preço do ativo subjacente	Desvio padrão do valor dos ativos envolvidos no investimento

FONTE: Adaptado de Luehrman, 1998, p. 4.

Uma opção real pressupõe a existência de um investimento a ela associado e o ativo real, cujo direito de negociação passa a ser garantido pela posse da opção, corresponde, neste caso, aos produtos que se espera obter com o investimento em questão. No Quadro 15, pode-se visualizar um comparativo entre os principais atributos das opções financeiras e reais.

**Quadro 15 – Comparativo Entre Atributos de Opções Financeiras e Opções Reais**

Atributo	Opção Financeira	Opção Real
Prazo de Exercício	Usualmente meses	Usualmente anos
Ativo Subjacente	Ações ou títulos financeiros	Entradas de caixa do projeto
Valor	Usualmente é pequeno e não passível de ser controlado ou manipulado	Usualmente é grande e passível de ser modificado por meio da "flexibilidade gerencial"

<sup>32</sup> "[...], a real option provides the right but not the obligation to acquire or dispose of some real world asset in the future".

**Quadro 15 – Comparativo Entre Atributos de Opções Financeiras e Opções Reais(Cont.)**

Atributo	Opção Financeira	Opção Real
Efeitos do Mercado e da Competição	Não afetam o valor da opção	Condicionam o valor da opção
"Negociabilidade"	De natureza essencialmente não proprietária, negociada e precificada no mercado financeiro	Não comercializada e de natureza essencialmente proprietária, sem valor de referência no mercado

FONTE: Adaptado de Mun, 2002, p. 100.

Dada a extensa gama atualmente existente de variantes deste subgrupo de modelos, o processo de escolha de um deles para ser aplicado em um determinado projeto de investimento reveste-se de particular importância. A escolha de um modelo de valoração baseado em opções reais deve se pautar pelo tipo de opções presentes no projeto em questão e, quando há mais de uma envolvida, em como elas podem interagir ao longo do projeto. Além disso, não pode ser esquecido o fato que muitos modelos de precificação de opções reais assumem que o ativo subjacente pode ser negociado em um mercado perfeitamente competitivo, o que nem sempre é verdadeiro, pois, em muitos casos, os ativos subjacentes não são normalmente negociados; portanto, essa hipótese pode ser invalidada e o modelo escolhido não ter o suporte teórico necessário para ser aplicado (KUMAR, 1999).

## 2.5.2 O Valor das Opções Reais

Neste tópico é explorada a forma como se dá a valoração das opções reais por meio do emprego de expressões matemáticas genéricas e também como ficam essas mesmas fórmulas quando empregadas especificamente no âmbito dos projetos.

### 2.5.2.1 Valoração das Opções Reais com Fórmulas Genéricas

As opções reais de compra e de venda têm expectativas diametralmente distintas no que se refere ao seu valor. Assim é que se pode afirmar que (LUEHRMAN, 1998; BRACH, 2003):

- No caso de uma opção real de compra (ou do tipo *call*):
  - Espera-se que a diferença entre o valor do ativo subjacente a ela associado (isto é, o ativo que será obtido com o exercício da opção) e o valor de exercício da opção seja a

maior possível; em termos matemáticos, empregando a notação apresentada no Quadro 14 acima, tem-se que a opção real vale:

$$VOR_{Call} = \text{máx}(0, S - X) \quad (\text{F1});$$

- A expressão matemática contida na fórmula F1 indica que o valor da opção é igual ao valor máximo obtido na comparação entre zero e a diferença entre  $S$  e  $X$ ;
- Em termos práticos, deve-se entender que, em havendo uma diferença negativa entre o valor do ativo subjacente e o valor de exercício, a opção deixa de ser interessante e, portanto, não deve ser exercida.
- No caso de uma opção real de venda (ou do tipo *put*):
  - Espera-se um comportamento oposto, ou seja, que a diferença entre o valor de exercício da opção e o valor do ativo subjacente a ela associado seja a maior possível; em termos matemáticos, tomando por base uma vez mais a notação apresentada no Quadro 14 acima, tem-se que a opção real vale:

$$VOR_{Put} = \text{máx}(0, X - S) \quad (\text{F2}).$$

- A expressão matemática contida na fórmula F2 indica que o valor da opção é igual ao valor máximo obtido na comparação entre zero e a diferença entre  $X$  e  $S$ ;
- Em termos práticos, deve-se entender que, em havendo uma diferença negativa entre o valor de exercício e o valor do ativo subjacente, a opção deixa de ser interessante e, portanto, não deve ser exercida.

Quando uma opção real de compra não é exercida, significa que o investimento para obter o ativo subjacente em questão não é realizado, o que, dependendo das características do projeto associado a esse investimento, implica em não ser levada a cabo a construção, fabricação, aquisição ou qualquer outro processo que promova a obtenção de algum produto do projeto. De modo oposto, quando uma opção real de venda não é exercida, significa que o ativo subjacente é mantido, pois sua alienação não é compensadora (BRACH, 2003).

Estas constatações vêm totalmente de encontro à definição das opções reais, posto que elas se constituem num direito e não numa obrigação e, conseqüentemente, não faz sentido, em princípio, exercer opções cujo valor seja negativo.

### 2.5.2.2 Valoração das Opções Reais no Âmbito dos Projetos

As opções reais disponíveis para um projeto acrescentam valor ao mesmo. Em assim sendo, entendendo que o valor de um projeto pode ser calculado por meio do desconto a valor presente do seu fluxo de caixa líquido (conforme exposto no tópico 2.4.2.1 desta monografia), pode-se considerar que o valor de um projeto no qual há a presença de opções reais é igual ao valor presente do seu fluxo de caixa mais o valor das opções viáveis (TRIGEORGIS, 1991 e 1993a; TAUDES *et al.*, 2000; TIWANA *et al.*, 2006; HILHORST *et al.*, 2008); em termos matemáticos, o valor de um projeto pode ser expresso pela fórmula:

$$V_{Proj} = VPL_{Proj} + VOR_{Proj} \quad (F3),$$

onde:  $V_{Proj}$  = valor presente total do projeto,

$VPL_{Proj}$  = valor presente líquido da série de fluxos de caixa do projeto,

$VOR_{Proj}$  = valor presente das opções reais viáveis para o projeto.

Conforme destacado no tópico 2.5.2.1 acima, não faz sentido considerar como viáveis opções reais cujo valor é negativo; portanto, na fórmula F3, a parcela  $VOR_{Proj}$  é sempre positiva. Dada esta realidade, a forma de expressar o valor de um projeto por meio da fórmula F3 evidencia um aspecto de suma importância para o entendimento do impacto das opções reais sobre o valor global do projeto, que é o seguinte: caso uma ou mais opções reais viáveis sejam exercidas e sendo a parcela  $VOR_{Proj}$  sempre positiva, o exercício destas opções contribui para aumentar o valor do projeto e, caso nenhuma opção viável seja exercida, esta parcela vale zero e o valor do projeto se mantém igual ao valor presente líquido do seu fluxo de caixa. Portanto, opções reais viáveis não reduzem o valor de um projeto, pois, no limite inferior, elas valem zero. O valor de um projeto somente diminui se uma opção real inviável é exercida.

### 2.5.3 Modelos de Valoração Baseados em Opções

Os modelos de valoração baseados em opções pertencem a uma classe de modelos matemáticos denominados "modelos de precificação de opções" (MPO ou OPM, da sigla original em inglês para "*options pricing models*"). Os MPO foram originalmente concebidos para lidar com opções financeiras e, posteriormente, adaptados para tratar opções reais.

Neste tópico são abordados: (1) a tipologia dos MPO, (2) as premissas para aplicação dos MPO e (3) roteiros para aplicação desses modelos.

#### 2.5.3.1 Tipologia dos Modelos de Precificação de Opções

Pode-se considerar que os MPO dividem-se em duas classes distintas, em função de como tratam a variável tempo: (1) modelos contínuos e (2) modelos discretos. Os modelos de tempo contínuo levam em conta a característica concreta desta variável, que é contínua por natureza. Já os modelos de tempo discreto assumem uma abstração da realidade, considerando que o tempo pode ser dividido em intervalos, tantos quantos se queira em quantidade e, individualmente, do tamanho que se queira.

Os modelos mais representativos de cada uma dessas classes são o Black-Scholes, no caso de tempo contínuo, e o Cox-Rubinstein, no caso de tempo discreto. Estes dois modelos estão apresentados e detalhados nos Apêndices 5 e 6 desta monografia, respectivamente.

#### 2.5.3.2 Premissas dos Modelos de Precificação de Opções Reais

A viabilidade do emprego de modelos de precificação de opções reais passa pela satisfação de um conjunto de premissas. Na visão de Ullrich (2013), por exemplo, essas premissas são:

- Há um mercado completo, que permite a negociação contínua, tanto do ativo subjacente quanto da opção;
- O valor do ativo subjacente evolui de acordo com um movimento browniano geométrico (GBM, da sigla em inglês para *Geometric Brownian Motion*) e tem uma variância constante;
- O preço de exercício é conhecido e constante ao longo de toda a duração da opção;

- A opção pode ser exercida apenas na sua data de vencimento, ou seja, deve ser uma opção europeia;
- O mercado é perfeito.

Wang e Halal (2010) alertam para o fato que as premissas requeridas para se construir modelos de precificação de opções reais são difíceis de serem atendidas e que, se ocorre delas não serem atendidas, a aplicação dos modelos fica inviabilizada.

### **2.5.3.3 Roteiros para Aplicação dos Modelos de Precificação de Opções Reais a Projetos**

Não são muitos os autores acadêmicos que introduzem, nos seus trabalhos publicados, roteiros detalhando os procedimentos requeridos para aplicar os modelos que propõem e exploram. Dentre os que dão atenção a este aspecto e formalizam os roteiros, foram extraídos os que estão descritos a seguir.

Um dos primeiros roteiros encontrados na literatura acadêmica sobre o tema é o proposto por Kambil *et al.* (1993), apresentado como parte de um estudo de caso e compreendendo seis passos a serem executados em sequência:

- Estimar os custos do projeto;
- Definir a opção real;
- Estimar o valor da opção real;
- Decidir quanto a exercer ou não a opção;
- Justificar a decisão;
- Avaliar variações de cenário e extensões.

Luehrman (1998), por sua vez, propõe um modelo derivado do "Black-Scholes" e descreve um roteiro composto por sete passos para aplicação do seu modelo. Um desses passos é específico do caso apresentado no artigo e foi suprimido da lista a seguir, estando relacionados então somente os seis remanescentes:

- Identificar a opção real a ser considerada no projeto e descrevê-la;

- Expressar as características do projeto em termos de variáveis de opções reais;
- Rearranjar as projeções do fluxo de caixa;
- Associar valores às variáveis da opção real;
- Calcular as variáveis derivadas (particulares do modelo proposto);
- Obter o valor final da opção real.

Obviamente, faltam a esse roteiro os passos associados à tomada de decisão, após conhecido o valor da opção real, e seus desdobramentos. Também incompleto, por igualmente não considerar os mesmos passos aqui citados, o roteiro de Chen *et al.* (2009) desdobra-se em:

- Definir os objetivos do investimento e identificar os riscos;
- Avaliar os riscos públicos e os riscos privados;
- Valorar as opções reais.

Mais completo e detalhado que os acima apresentados, o roteiro proposto por Benaroch (2002) e refinado por Benaroch *et al.* (2007) compreende os seguintes sete passos:

- Identificação do contexto de negócio:
  - Entendimento do contexto de negócio no qual o projeto será executado, bem como dos custos e retornos esperados;
- Avaliação preliminar:
  - Montagem do *case* básico do investimento, aplicando os conceitos e as fórmulas de cálculo do método do fluxo de caixa descontado;
- Análise do risco:
  - Mapeamento dos riscos aos quais o investimento estará sujeito;
- Identificação das opções reais viáveis:
  - Identificação das opções reais viáveis, que são aquelas passíveis de serem empregadas para mitigar os riscos mapeados, por acrescentarem valor ao projeto;
- Estruturação das configurações possíveis para o investimento:
  - Estruturação das distintas configurações possíveis para o investimento e sua associação às opções reais identificadas;

- Valoração das configurações:
  - Valoração das configurações possíveis para o investimento, tomando por base as opções reais presentes em cada uma dessas configurações; esta etapa estabelece um ranking para as configurações, indicando a melhor sob a ótica de geração de valor;
- Análise de sensibilidade:
  - Estudo de diferentes cenários para avaliar o comportamento dos resultados esperados dada a adoção da configuração escolhida para o investimento.

Dentre todos os roteiros acima apresentados, pode-se afirmar não pairar dúvida quanto à superioridade do último deles, proposto por Benaroch *et al.* (2007), tanto pela completude quanto pelo maior grau de detalhamento.

#### **2.5.4 O Emprego das Opções Reais em Projetos**

Neste tópico, são tecidas considerações sobre o emprego das opções reais no âmbito dos projetos, com destaque para os temas: (1) o enfoque das opções reais aplicado a projetos e (2) as opções reais mais usuais em projetos.

##### **2.5.4.1 O Enfoque das Opções Reais Aplicado a Projetos**

Conforme já mencionado no tópico 1.4.2 desta monografia, há autores que entendem que a aplicação das opções reais a projetos deve ser encarada como uma nova forma de pensar e não apenas como a utilização de mais um método ou ferramenta à disposição dos gestores de projetos. Entre estes autores, também como já destacado, estão Dixit e Pindyck (1995), Faulkner (1996), Amram e Kulatilaka (1999), Smith (1999), Huchzermeier e Loch (2001), Mun (2002), Fichman (2004) e Fichman *et al.* (2005).

Em decorrência deste novo modo de pensar, surgem também as questões relativas a como valorar as opções reais (e, por consequência, a flexibilidade gerencial) e a como proceder ao exercício das opções reais em projetos.

Fichman *et al.* (2005) defendem que, quando se opta por aplicar o enfoque das opções reais a um projeto: (1) não é mandatório valorar as opções que se apresentam, mas é essencial que o

projeto seja gerido de forma tal a possibilitar que o valor potencial das opções seja aproveitado e (2) os gestores devem assumir que a gestão do projeto será pró-ativa, com o pleno exercício da flexibilidade gerencial.

Fichman *et al.* (2005) ainda ressaltam que a aplicação do enfoque das opções reais requer que os gestores de projetos tenham em mente ser necessário que cumpram três deveres: (1) criar condições para que as opções surjam, (2) valorar as opções de alguma forma (não necessariamente monetária) e (3) gerenciar os projetos, empregando a flexibilidade gerencial, de modo a usufruir totalmente desse valor.

#### 2.5.4.2 Opções Reais Usuais em Projetos

Gradativamente ao longo do tempo, os estudos acadêmicos começaram a identificar e explorar distintas opções reais usuais em projetos. Com base na investigação da literatura apresentada na seção 1.3 desta monografia, pode-se afirmar que as opções reais presentes com maior frequência em projetos são as que estão relacionadas e descritas no Quadro 16. Em adição, estão indicados no Quadro 17 alguns dos artigos acadêmicos identificados na pesquisa bibliográfica realizada e que podem ser considerados os pioneiros na exploração das opções reais listadas no Quadro 16.

**Quadro 16 – Opções Reais Presentes com Maior Frequência em Projetos**

Opção	Termo Original	Descrição
Adiar	<i>DEFER</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quando as condições de um investimento se mostram incertas, a decisão de investir pode ser adiada para algum momento futuro; esta opção é útil na medida em que fornece ao tomador de decisão a oportunidade de adiar o investimento em casos em que o momento certo para fazê-lo pode ser crucial para que retornos mais elevados possam ser obtidos.</li> </ul>
Ajustar escala ou volume	<i>SCALE</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A cada etapa de um projeto, se o progresso é melhor do que o esperado e/ou se o ambiente se mostra positivo, o escopo do projeto pode ser ampliado, ou vice-versa, se as coisas se mostram de forma contrária;</li> <li>As variantes desta opção costumam ser citadas como "ajustar escala ou volume para maior" ou ainda "expandir" (<i>SCALE UP</i> ou <i>EXPAND</i>, dos originais em inglês) e "ajustar escala ou volume para menor" ou ainda "contrair" (<i>SCALE DOWN</i> ou <i>CONTRACT</i>, dos originais em inglês).</li> </ul>
Dividir em etapas ou fases	<i>STAGE</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O projeto pode ser implementado em fases ou pode ser definido um escopo inicial reduzido (ou projeto-piloto); ao final de cada fase ou do piloto, pode-se avaliar os resultados e decidir pela continuação ou não do investimento; pode ainda, de início, ser elaborado um protótipo.</li> </ul>

**Quadro 16 – Opções Reais Presentes com Maior Frequência em Projetos (Cont.)**

Opção	Termo Original	Descrição
Alterar foco, produto ou mix	<i>SWITCH</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dependendo do rumo tomado pelo projeto, os produtos objetivados podem ser substituídos por outros.</li> </ul>
Abortar	<i>ABANDON</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se os resultados esperados tendem a se tornar inatingíveis, o investimento pode ser interrompido, de modo a evitar totalmente ou, ao menos, reduzir perdas.</li> </ul>
Viabilizar	<i>GROW</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta opção se apresenta quando a realização de um investimento abre a possibilidade de realização de outros investimentos dele dependentes;</li> <li>Esta opção é também citada na literatura como "crescimento estratégico", ou <i>STRATEGIC GROWTH</i>, do original em inglês.</li> </ul>

FONTE: Adaptado de Benaroch (2001, p. 430); Benaroch *et al.* (2007, p. 108-109); Fichman *et al.* (2005, p. 80).

**Quadro 17 – Artigos Pioneiros Sobre Emprego de Opções Reais**

Opção	Título do Artigo	Autores
Adiar	<i>Urban land prices under uncertainty</i>	Titman (1985)
	<i>The value of waiting to invest</i>	McDonald e Siegel (1986)
Ajustar escala ou volume	<i>Evaluating natural resource investments</i>	Brennan e Schwartz (1985)
	<i>Investment and the valuation of firms when there is an option of shut down</i>	McDonald e Siegel (1985)
	<i>Valuing managerial flexibility</i>	Trigeorgis e Mason (1987)
Dividir em etapas ou fases	<i>Time to build, option value, and investment decision</i>	Majd e Pindyck (1987)
	<i>The valuation of sequential exchange opportunities</i>	Carr (1988)
Alterar foco, produto ou mix	<i>The value of an option to exchange one asset for another</i>	Margrabe (1978)
	<i>Adding the value of active management into the capital budgeting equation</i>	Kensinger (1987)
	<i>Entry and exit decisions under uncertainty</i>	Dixit (1989)
Abortar	<i>Project abandonment as a put option: dealing with the capital investment decision and operating risk using option pricing theory</i>	Kensinger (1980)
	<i>Calculating abandonment value using option pricing theory</i>	Myers e Majd (1983)
	<i>Abandonment value and project life</i>	Myers e Majd (1990)
Viabilizar	<i>A conceptual options framework for capital budgeting</i>	Trigeorgis (1988)
	<i>Justifying investments in new information technologies</i>	Santos (1991)

Nem sempre, entretanto, os projetos de investimento possibilitam aos gestores o exercício de apenas um tipo de opção ao longo da execução. Em muitos casos, a vida real insere nos projetos múltiplas opções reais, que podem ou não se combinar e acabam por tornar mais elaborado o processo de tomada de decisão (MUN, 2002; BRACH, 2003).

Dentre as seis opções reais relacionadas no Quadro 16, as cinco primeiras são denominadas "operacionais" e a sexta e última (a opção "Viabilizar") é denominada "estratégica". As opções reais operacionais permitem aos gestores tomar decisões e reconfigurar seus próprios projetos, pois representam direitos passíveis de serem exercidos sobre os próprios projetos que estão sendo conduzidos, direitos estes que, se exercidos, podem levar ao adiamento, segmentação, ajustes ou abandono do projeto (conforme exposto no Quadro 16). Já a opção estratégica reflete-se sobre projetos futuros que podem vir a ser realizados e são dependentes dos resultados obtidos com um dado projeto conduzido a priori (BENAROCH e KAUFFMAN, 2000; HILHORST *et al.*, 2008).

Portanto, as opções reais operacionais permitem aos gestores tomar decisões capazes de gerar ganhos adicionais de valor e/ou reduzir perdas no âmbito dos seus próprios projetos, ao passo que a opção real "Viabilizar" abre a perspectiva de se obter ganhos futuros de valor a partir da realização de novos projetos dependentes de um projeto inicial, sendo estritamente necessário, para esses ganhos futuros poderem ser de fato obtidos, que esta opção venha a ser exercida, o que implica na efetiva execução de projetos dependentes (SANTOS, 1991; BENAROCH e KAUFFMAN, 2000; TIWANA *et al.*, 2006; DAI *et al.*, 2007; HILHORST *et al.*, 2008).

Smit e Trigeorgis (2004) caracterizam os conjuntos formados por um projeto inicial e seus projetos dependentes como "investimentos multiestágios" e colocam que, sob a ótica das opções reais, estes conjuntos comportam-se como elos de uma cadeia de projetos inter-relacionados, com cada um deles sendo uma opção para o seguinte e todos desenvolvendo competências, recursos e capacidades e gerando novas oportunidades ao longo do tempo.

No mundo empresarial, a opção real "Viabilizar" está presente em projetos caracteristicamente de infraestrutura, como, por exemplo, os que envolvem a construção de uma fábrica, ou de qualquer outro tipo de edificação destinada ao uso produtivo, e ainda a expansão de ativos e linhas de produtos, via desenvolvimento, aquisições ou fusões (TRIANIS, 2003). Esta opção real foi primeiramente explicitada por Kogut e Kulatilaka

(1994), que a denominaram "investimento em plataformas". Particularmente no âmbito da tecnologia, esta opção surge nos projetos que se convencionou denominar "investimentos de primeiro estágio" ou "investimentos de posicionamento tecnológico", como, por exemplo, nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em TI (KUMAR, 1996; McGRATH, 1997; TRIANTIS, 2003; FICHMAN, 2004). Em especial na área de TI, esta opção se manifesta na extensa gama de projetos de ITI que objetivam disponibilizar plataformas (ou ativos de natureza técnica ou tecnológica, conforme a classificação apresentada no Quadro 6 desta monografia) destinadas a suportar futuras implementações (SANTOS, 1991; KUMAR, 1996; TRIANTIS, 2003; FICHMAN, 2004; TIWANA *et al.*, 2006).

### 2.5.5 Associação Entre Riscos em Projetos e Opções Reais

Conforme já mencionado no tópico 1.4.4 desta monografia, o tema das opções reais guarda uma relação com os riscos aos quais os projetos estão expostos e, em decorrência, também com as sistemáticas de gestão de riscos empregadas nos projetos. Alguns autores que se dedicaram à questão da classificação dos riscos associados a projetos buscaram relacionar esses riscos a opções reais passíveis de serem consideradas face à presença de riscos de determinado grupo ou categoria (algumas classificações dos riscos estão indicadas no tópico 2.3.4 desta monografia).

Benaroch (2002) e Benaroch *et al.* (2006), por exemplo, tratam esta associação entre riscos em projetos e opções reais e posteriormente Benaroch *et al.* (2007), no caso de um particular projeto de TI, a explicitam da maneira como apresentada no Quadro 18.

**Quadro 18 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (1a. Visão)**

Área	Risco	Opções Reais						
		Adiar	Expandir	Contrair	Subdividir	Prototipar	Criar Piloto	Repassar a 3os. (*)
Projeto	• Falta de conhecimento técnico e experiência	✓			✓			✓
	• Tamanho grande e/ou complexidade alta			✓	✓		✓	✓
	• Infraestrutura inadequada				✓		✓	
Funcionalidades	• Requisitos inadequados			✓	✓			✓

**Quadro 18 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (1a. Visão – Cont.)**

Área	Risco	Opções Reais						
		Adiar	Expandir	Contrair	Subdividir	Prototipar	Criar Piloto a 3os. (*)	Repassar
Organização	• Falta de cooperação entre os <i>stakeholders</i>				✓		✓	
	• Baixa velocidade de adoção dos produtos			✓			✓	
Ambiente	• Demanda superior às expectativas		✓				✓	
Tecnologia	• Tecnologia inadequada				✓			✓

(\*) Repassar a terceiros é considerada neste estudo uma variante da opção "Abortar".

FONTE: Adaptado de Benaroch *et al.* (2007, p. 117-118).

Retrabalhando as propostas de Benaroch (2002) e de Benaroch *et al.* (2006), Hilhorst *et al.* (2008) oferecem sua visão acerca da associação entre os riscos em projetos de TI e opções reais, a qual está exposta no Quadro 19.

**Quadro 19 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (2a. Visão)**

Categoria	Fator	Opções Reais				
		Adiar	Expandir	Dividir	Prototipar	Abortar
Monetários	• Benefícios não suficientemente claros	✓			✓	
De Projeto	• Equipe não possui os conhecimentos requeridos	✓		✓	✓	
	• Projeto muito grande			✓	✓	
	• Infraestrutura inadequada	✓		✓	✓	
De Funcionalidades	• Design inadequado			✓	✓	
	• Requisitos problemáticos	✓		✓	✓	
Organizacionais	• Suporte insuficiente	✓		✓	✓	✓
	• Inabilidade para lidar com mudanças			✓	✓	✓
Ambientais	• Demanda excede às expectativas	✓	✓			
Tecnológicos	• Surgimento de tecnologia mais avançada	✓				✓

FONTE: Adaptado de Hilhorst *et al.* (2008, p. 3).

Da mesma forma, Brautigam *et al.* (2003) também exploram este tema, porém com uma visão um pouco distinta, na medida em que, ao invés de riscos, propõem uma associação entre incertezas e opções reais (vide detalhes no Quadro 20). Levando em conta que as definições de risco e incerteza remetem uma à outra, como evidenciado na seção 2.3 desta monografia, depreende-se que se pode qualificar esta proposta como sendo um exercício semelhante aos já mencionados de Benaroch *et al.* (2007) e de Hilhorst *et al.* (2008).

**Quadro 20 – Riscos em Projetos Versus Opções Reais (3a. Visão)**

Categoria	Fator	Opções Reais				
		Adiar	Expandir	Contrair	Alterar Foco	Abortar
De Projeto	• Tempo	✓		✓		✓
	• Complexidade	✓	✓	✓		✓
Intangíveis	• Produtividade da equipe				✓	
	• Rotatividade da equipe		✓	✓		✓
	• Conhecimento	✓	✓	✓		✓
	• Marca		✓	✓		✓
Financeiros	• Custo	✓	✓	✓	✓	✓
	• Liquidez	✓				✓
De Produto	• Qualidade		✓	✓		✓
	• Desempenho		✓	✓		✓
	• Direitos de propriedade	✓			✓	
	• Padrões	✓			✓	
De Mercado	• Quantidade	✓	✓	✓		✓
	• Preço	✓	✓	✓		✓
	• Competição	✓	✓	✓	✓	✓
Geográficos	• Conflitos armados	✓			✓	
	• Regulação	✓			✓	
	• Impostos	✓			✓	
	• Legislação	✓			✓	

FONTE: Adaptado de Brautigam *et al.* (2003, p. 7).

Hilhorst *et al.* (2008) reforçam que, em reconhecendo que há uma associação entre riscos e opções reais nos projetos, os gestores podem conduzir o processo de gestão de riscos levando

em conta os potenciais ganhos de valor decorrentes do exercício de cada opção real potencialmente aplicável. Assim, a definição de ações de mitigação e/ou de aproveitamento de oportunidades, a serem empreendidas quando da manifestação de determinados riscos, pode se pautar no resultado esperado do exercício das opções reais associadas a esses riscos.

### **2.5.6 Associação Entre Flexibilidade Gerencial em Projetos e Opções Reais**

A estrutura formal constituída para comandar um projeto concede aos seus gestores poderes para tomar as decisões necessárias para conduzir o projeto a bom termo. Então, os gestores de projetos, por força da autoridade da qual são investidos ao assumir este papel, têm autonomia para tomar decisões que, por sua vez, interferem nos rumos dos seus projetos. Este poder de exercer seu discernimento e tomar decisões no âmbito de um projeto confere aos gestores uma capacidade que se convencionou denominar "flexibilidade gerencial" (MUN, 2002; KIM e SANDERS, 2002; BRACH, 2003; HILHORST *et al.*, 2008).

A flexibilidade gerencial é uma capacidade que pode ser exercida pelos gestores de projetos na medida em que a contínua disponibilidade de novas informações propicia a redução dos riscos e da incerteza, conduzindo à tomada de melhores e mais embasadas decisões (MUN, 2002; KIM e SANDERS, 2002). Trigeorgis (1993b) também já analisava esta questão sob esta mesma ótica, afirmando que, à medida que novas informações são disponibilizadas e a incerteza sobre as condições de mercado e sobre os fluxos de caixa futuros é gradualmente resolvida, os gestores de projetos podem exercer a flexibilidade gerencial e alterar sua estratégia para aproveitar oportunidades futuras ou mitigar possíveis perdas. Smit e Trigeorgis (2004), por sua vez, enfatizam que a flexibilidade permite às empresas ajustar suas decisões a ambientes em constante mudança, otimizando assim seus investimentos e a criação de valor.

Mason e Merton (1985, p. 32) foram os primeiros autores acadêmicos a vincular essa capacidade para tomar decisões às opções reais, apresentando a flexibilidade gerencial como um conceito equivalente às opções reais: "Apesar de não ser um termo técnico definido com precisão, a flexibilidade em um projeto nos parece ser nada mais (ou menos) que a descrição das opções disponíveis aos gestores como parte do projeto".<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> *"Although not a precisely defined technical term, the flexibility of a project seems to us nothing more (or less) than a description of the options made available to management as part of the project".*

Simultaneamente à evolução do entendimento do conceito de opção real e à identificação de novas possíveis aplicações, outros autores acadêmicos também passaram a considerar que, no âmbito de um projeto, a flexibilidade gerencial e as opções reais viáveis se equivalem ou podem ser mesmo vistas como conceitos com significados idênticos; entre esses autores, pode-se citar, por exemplo, Kumar (2002), Brach (2003) e Ullrich (2013). O Quadro 21 demonstra como estes autores interpretam a equivalência entre a flexibilidade gerencial e as opções reais mais frequentes.

**Quadro 21 – Equivalência Entre Flexibilidade Gerencial e Opções Reais Mais Frequentes em Projetos**

Flexibilidade Gerencial	Opção Real
O início de um projeto pode ser postergado, caso haja a expectativa de os riscos e a incerteza serem reduzidos no futuro e/ou de serem obtidos melhores resultados com sua realização num momento posterior	Adiar
O escopo de um projeto pode ser reduzido, caso mostre uma evolução desfavorável	Contraír
O escopo de um projeto pode ser ampliado, caso mostre uma evolução favorável	Expandir
Um projeto pode ser dividido em estágios ou etapas, caso passe a apresentar um grau elevado de dificuldade para continuar sendo conduzido como um todo único	Dividir
Dependendo do andamento de um projeto, os recursos demandados podem ser modificados e/ou substituídos	Alterar foco
Um projeto pode ser abortado em um determinado ponto de controle, caso apresente uma evolução desfavorável	Abortar
A realização bem sucedida de um projeto pode levar à execução de outros projetos dele dependentes	Viabilizar

FONTE: Adaptado de Kumar (2002, p. 68-69), Brach (2003, p. 33) e Ullrich (2013, p. 332).

Ainda na linha de considerar flexibilidade gerencial e opções reais como conceitos que se equivalem e recorrendo novamente a uma formulação matemática (de modo semelhante ao exposto no tópico 2.5.2.2 desta monografia), pode-se comungar da visão de Benaroch (2002) e Saito *et al.* (2011), que substituem a última parte da fórmula F3, transformando-a em:

$$V_{Proj} = VPL_{Proj} + VFG_{Proj} \quad (F4),$$

onde:  $V_{Proj}$  = valor presente total do projeto,

$VPL_{Proj}$  = valor presente líquido da série de fluxos de caixa do projeto,

$VFG_{Proj}$  = valor presente da flexibilidade gerencial associada ao projeto.

Comparando as duas fórmulas, fica explícita a equivalência entre a parcela  $VOR_{Proj}$  da fórmula F3 (vide tópico 2.5.2.2) e a parcela  $VFG_{Proj}$  da fórmula F4 acima. Reconhecer, portanto, o valor de um projeto conforme explicitado na fórmula F4 equivale a assumir que, em termos de valor agregado a um projeto, flexibilidade gerencial e opções reais são equivalentes.

É importante observar também que a flexibilidade gerencial pode ser entendida como uma capacidade latente, pois, à semelhança do que ocorre com as opções reais, se constitui num direito que pode ou não ser exercido, à conveniência dos seus detentores, que, no caso, são os gestores dos projetos. Vista desta forma, a flexibilidade gerencial é, então, uma capacidade que somente é demandada quando incidentes de potencial impacto se manifestam, pois é nessas ocasiões que os gestores de projetos devem avaliar a conveniência de exercer ou não as opções reais que se apresentam vinculadas a esses incidentes. Por incidentes de potencial impacto deve-se entender não apenas ocorrências negativas ou falhas que venham a requerer intervenções de parte dos gestores, mas também: (1) a disponibilidade de novas informações, de cunho positivo ou negativo para o projeto, que interfiram no seu andamento e igualmente venham a demandar intervenções, seja para capitalizar os aspectos positivos ou para minimizar eventuais prejuízos que possam advir e (2) a passagem por um marco planejado de revisão, momento em que o andamento do projeto deva ser avaliado e caminhos alternativos para sua continuidade se apresentem.

## **2.5.7 O Emprego das Opções Reais no Âmbito da TI**

Neste tópico são tecidas considerações específicas sobre o emprego das opções reais no âmbito da TI e da ITI em especial, abrangendo: (1) as opções reais usuais em projetos de TI e (2) exemplos de aplicação das opções reais a projetos de TI, extraídos da bibliografia acadêmica referente a este tema.

### **2.5.7.1 Opções Reais Usuais em Projetos de TI**

Dewan *et al.* (2007) colocam que a literatura acadêmica tem mostrado já haver uma tradição em aplicar o enfoque das opções reais a projetos de TI, citando, a título de exemplos, os

trabalhos de Benaroch e Kauffman (1999, 2000), Taudes *et al.* (2000), Schwartz e Zozaya-Gorostiza (2000, 2003), Benaroch (2002) e Fichman (2004).

Alleman *et al.* (2008) destacam que as primeiras aplicações das opções reais à TI se deram uma década após elas terem começado a ser utilizadas, mas que, desde o final da década de 1990, verificou-se um expressivo crescimento na aplicação do enfoque das opções reais à TI; na revisão bibliográfica que realizaram sobre o tema, estes autores apontam como estudos pioneiros na aplicação das opções reais à TI, entre outros, os de Clemons (1991), Santos (1991), Kambil *et al.* (1993), Kumar (1996), Chalasani *et al.* (1997) e Benaroch (2002).

A literatura acadêmica contempla ainda diversas outras citações que relacionam investimentos em sistemas de informação e componentes de ITI a opções reais:

- Santos (1991) afirma que um novo projeto de TI, seja de um sistema ou de um componente de infraestrutura, abre a possibilidade de realização de futuros projetos que venham a utilizar este instrumental e que o valor potencial desses futuros projetos responde por uma parte significativa do retorno proporcionado pelo projeto inicial, mas que, no entanto, as abordagens tradicionais de valoração de investimentos não permitem capturar corretamente o valor desses projetos futuros, de modo a associá-lo ao projeto original;
- Kambil *et al.* (1993) afirmam que investimentos em sistemas aplicativos criam opções reais na medida em que têm potencial para viabilizar ações de crescimento e de redução de custos;
- Taudes *et al.* (2000) advogam que investimentos em ITI apresentam as condições básicas para a criação e o aproveitamento de opções reais, por potencialmente viabilizarem a implementação de outras soluções de TI por eles suportadas;
- Fichman (2004) raciocina de modo semelhante, ao considerar que os processos de decisão em torno de investimentos em plataformas inovadoras de TI são complicados, face à incerteza sobre os retornos esperados e à irreversibilidade dos custos de implementação e destaca que, nestas situações, o conceito de opções reais pode ser usado para estruturar a justificativa de futuras oportunidades de investimento;
- Fichman *et al.* (2005) defendem que o enfoque das opções reais pode ser uma importante maneira de quantificar a flexibilidade associada a investimentos em TI impregnados de incerteza;

- Wu *et al.* (2008) e Wu e Liou (2011) consideram que os modelos baseados em opções reais, pelo fato de levarem em conta a questão das incertezas, são a alternativa mais viável para valorar projetos de implementação de sistemas integrados de gestão empresarial (os chamados *Enterprise Resource Planning*, ou ERP, da sigla original em inglês).

Não apenas as colocações acima, mas também toda uma gama de estudos e pesquisas realizados na Academia versando sobre o emprego de opções reais em TI, permite concluir que seu emprego em projetos de TI é de fato adequado. Tomando então por base as opções reais mais usuais relacionadas no Quadro 16 e os estudos referentes a projetos de TI identificados na pesquisa bibliográfica relatada na seção 1.3, estão listados no Quadro 22, como exemplos, os estudos publicados por alguns autores e as respectivas opções reais exploradas.

**Quadro 22 – Estudos Aplicando Opções Reais a Projetos de TI**

Autores	Objeto do Investimento	Opções					
		Adiar	Ajustar Escala	Subdividir	Alterar Foco	Abortar	Viabilizar
Santos (1991)	Sistema						✓
Kambil <i>et al.</i> (1993)	Sistema			✓			✓
Benaroch e Kauffman (1999)	Sistema	✓					
Taudes <i>et al.</i> (2000)	ERP						✓
Schwartz e Zozaya-Gorostiza (2000 e 2003)	TI em geral	✓				✓	
Benaroch (2001)	Plataforma	✓	✓			✓	
Benaroch (2002)	Plataforma	✓	✓			✓	
Kumar (2002)	TI em geral	✓	✓			✓	
Fichman <i>et al.</i> (2005)	TI em geral	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dai <i>et al.</i> (2007)	Middleware						✓
Wu <i>et al.</i> (2008)	ERP		✓	✓		✓	
Chen <i>et al.</i> (2009)	ERP			✓		✓	
Saito <i>et al.</i> (2011)	Inovação	✓				✓	
Wu e Liou (2011)	ERP	✓					

Um aspecto interessante de ser notado, ao observar o Quadro 22, é que, apesar de nele estar listada apenas uma pequena amostra de estudos, todas as opções reais estão contempladas com várias menções, exceto a opção "Alterar Foco", para a qual há apenas uma menção isolada. E, ainda assim, o exemplo em questão utilizado por Fichman *et al.* (2005) não corresponde exatamente ao exercício de uma opção de mudança de foco, pois diz respeito a um software que, depois de pronto, teve seu uso redirecionado para uma finalidade distinta da original. De toda forma, não foi possível identificar algum particular motivo para o fato de esta opção real não ser citada em um número maior de estudos, o que tanto pode denotar uma tendência no campo da TI quanto apenas uma coincidência em função da particular amostra selecionada.

### **2.5.7.2 Exemplos da Aplicação de Opções Reais à TI**

Alguns dos artigos relacionados no Quadro 22 acima foram selecionados para ter seus exemplos detalhados nos tópicos a seguir.

#### **2.5.7.2.1 Aplicação da Opção "Adiar"**

Quando as condições do investimento se mostram incertas, a decisão de investir pode ser adiada para algum momento futuro; esta opção é útil na medida em que fornece ao tomador de decisão a oportunidade de adiar o investimento em casos em que o momento certo para fazê-lo pode ser crucial para obter retornos mais elevados. Benaroch e Kauffman (1999) afirmam ter realizado o primeiro estudo que tratou a opção real de adiar aplicada a uma situação de negócios envolvendo TI, estudo esse que focou o projeto de implantação de terminais de débito da rede Yankee 24.

Segundo os autores, a Yankee 24 foi constituída em 1984 para fornecer serviços bancários baseados em uma rede eletrônica para mais de 200 instituições membros e, em 1987, seu então presidente coordenou a elaboração do *business case* de um investimento destinado a implantar uma rede de terminais de débito, que deveria atuar em adição ao negócio de caixas automáticos já em operação. Como desafio, o presidente colocou duas questões: "quanto tempo a Yankee 24 poderia ou deveria esperar para entrar no mercado de terminais de débito?" e "poderia uma análise quantitativa suportar sua intenção de adiamento, levando em conta a estratégia da empresa e a concorrência?". Se decidisse esperar, a Yankee 24 teria

menos incertezas, mas perderia algumas receitas; porém, esperar muito tempo poderia propiciar ganhos de participação a concorrentes que ainda não tinham presença no mercado.

O estudo, realizado 12 anos após a decisão tomada, confirmou que a melhor decisão seria postergar o investimento na nova rede por três anos, que foi de fato o que fez a Yankee 24 (BENARROCH e KAUFFMANN, 1999).

#### **2.5.7.2.2 Aplicação da Opção "Dividir"**

Kambil *et al.* (1993) oferecem um exemplo de divisão, apresentando um caso em que um hospital, dadas as incertezas acerca dos benefícios que poderiam ser efetivamente obtidos, decidiu dividir em duas etapas um projeto de implantação de computadores pessoais junto às equipes médicas e de enfermagem. Os autores trabalharam com números hipotéticos para demonstrar que, com as incertezas existentes antes do início do projeto, havia uma expectativa de retorno negativo do investimento que foi revertido para positivo ao ser promovida a divisão do projeto e introduzida uma opção real no contexto. A primeira dessas etapas compreendeu a implementação de apenas parte da infraestrutura e de um aplicativo-piloto, sendo reservada para a segunda etapa a implantação plena dos demais componentes da infraestrutura e o *roll-out* do aplicativo para a totalidade da comunidade de usuários. Com essa divisão, a opção real introduzida fez com que o projeto como um todo passasse a apresentar um retorno financeiro positivo e, em adição, a oferecer aos gestores a oportunidade de prosseguir ou não com o projeto ao final da primeira etapa.

Chen *et al.* (2009), por seu turno, apresentam um estudo semelhante envolvendo divisão, porém não com a visão de um piloto seguido de *roll-out*, mas com foco em um projeto dividido por conveniência. Trata-se da implantação de um ERP em uma empresa que decidiu, a priori, conduzir o processo em duas etapas, compreendendo cada uma delas um conjunto de módulos do ERP e com a opção de interromper os trabalhos ao término da primeira etapa caso os resultados obtidos não se mostrassem satisfatórios. Neste artigo, os autores afirmam terem sido empregados valores quantitativos reais e demonstram que o projeto como um todo teria retorno positivo e deveria, portanto, ser realizado.

#### **2.5.7.2.3 Aplicação da Opção "Alterar Foco"**

Fichman *et al.* (2005) citam como exemplo do exercício desta opção o caso da TWA, uma empresa norte-americana de aviação, que, tendo desenvolvido um software destinado a

automatizar o desenvolvimento de seus sistemas internos, redirecionou o uso desta ferramenta para viabilizar o desenvolvimento de sistemas a serem comercializados, quando surgiu a oportunidade de vender para a Canadian Air um sistema para controle do programa de passageiros frequentes com características distintas das do seu programa interno. O exemplo sinaliza que, com o emprego desta ferramenta, a TWA conseguiu desenvolver em apenas oito meses o sistema que a Canadian Air havia estimado que consumiria 18 meses de trabalho.

Cumprido salientar, conforme já observado no tópico 2.5.7.1 acima, que este exemplo não corresponde ao conceito de exercício de opção real em um projeto, pois a mudança de foco quanto ao emprego do ativo em questão ocorreu depois que o mesmo já se encontrava pronto e em uso, o que caracteriza mais uma decisão de negócio aplicada a um ativo do que o exercício de uma opção real no âmbito de um projeto.

#### **2.5.7.2.4 Aplicação da Opção "Abortar"**

A opção de abortar um projeto é conveniente quando a continuidade do investimento, por motivos vários, torna-se potencialmente capaz de gerar perdas de valor.

Apesar de bastante citada na literatura, esta opção pouco aparece explicitamente em exemplos de projetos de TI e, mais particularmente, de ITI. Uma dessas exceções é o exemplo oferecido por Singh *et al.* (2004) envolvendo o aluguel de software aplicativo, quando este aluguel está subordinado a um contrato que dá ao locatário a possibilidade de não renovar o vínculo ao término do prazo contratual; esta situação, então, configura-se tipicamente como uma opção real de abortar; estes autores propõem um modelo que compara a alternativa de o locatário de um aplicativo, ao final de um período contratual, permanecer vinculado ao provedor original ou migrar para outra solução. Esse modelo permite calcular o valor de cada uma das alternativas, para que o locatário decida pela renovação ou não do contrato com o provedor original.

#### **2.5.7.2.5 Aplicação da Opção "Viabilizar"**

Conforme já explorado no tópico 2.5.4 desta monografia, esta opção se apresenta quando a realização de um investimento abre a possibilidade de realização de outros investimentos dele dependentes. Santos (1991), por exemplo, propõe um modelo, baseado em opções reais, que pode ser utilizado para justificar investimentos em projetos de TI que se enquadram nesta situação. Trabalhando com números fictícios, este autor explora uma situação na qual um projeto de implantação de uma rede de comunicação é justificado em função não apenas dos

benefícios e custos diretos que pode apresentar, mas também em decorrência dos benefícios e custos de outros projetos dele dependentes.

Taudes *et al.* (2000) também exploram esta questão dos projetos interdependentes, utilizando como exemplo uma empresa que se viu frente à necessidade de decidir entre ajustar a versão corrente do seu ERP ou substituí-la por uma nova versão. A decisão, no caso, era entre manter o SAP R/2 ou promover a atualização para a versão SAP R/3. No artigo, os autores defendem que o valor de um software desta natureza deve ser medido não apenas pela sua relação benefício/custo direta, mas também pelo valor das opções representadas pelas oportunidades de futuras implementações que esse software pode propiciar. No caso apresentado, os autores concluíram ser mais vantajoso substituir a versão do SAP, ainda que demandando um investimento mais elevado do que seria requerido para apenas aplicar os ajustes na versão em uso, pois a nova versão traria a oportunidade de se utilizar diversos novos aplicativos capazes de proporcionar ganhos que compensariam esse maior investimento.

A realização de um projeto de posicionamento tecnológico ou primeiro estágio pode prover a capacidade de se realizar projetos futuros que de outra forma não seriam possíveis. Investir em um projeto inicial corresponde à aquisição de uma opção para realizar projetos futuros dele dependentes. Assim, por meio do investimento em um projeto de posicionamento tecnológico, adquire-se uma opção para investir em projetos futuros, à semelhança do que ocorre com um investidor quando adquire uma opção de compra de um título do mercado de capitais. A analogia é imediata: assim como uma opção de compra confere ao seu titular o direito de comprar um título, pagando o preço de exercício dessa opção, o investimento em um projeto inicial provê a capacidade (ou o direito) para desenvolver um projeto dependente, arcando com seu custo de desenvolvimento.

Além disso, da mesma maneira que um investidor pode optar por não exercer uma opção (se o valor no mercado do título envolvido é menor do que o preço de exercício da opção), um gestor pode decidir não realizar um projeto dependente se este não vier a se mostrar rentável.

### 3 DEFINIÇÕES OPERACIONAIS E MODELO DE PESQUISA

Neste capítulo estão apresentadas as definições operacionais adotadas no âmbito desta tese para os conceitos e expressões fundamentais abordados e, na sequência, o modelo de pesquisa é explorado, com ênfase nos objetos de pesquisa envolvidos e nas proposições estabelecidas.

#### 3.1 Definições Operacionais Adotadas

As definições operacionais adotadas compreendem: (1) infraestrutura de TI, (2) projeto complexo, (3) opção real, (4) risco e (5) flexibilidade gerencial.

##### 3.1.1 Infraestrutura de TI

As definições acadêmicas para ITI estão apresentadas na seção 2.1 deste documento. São cinco distintas definições, selecionadas de sete trabalhos produzidos, isoladamente ou em conjunto, por dez diferentes autores:

- Para McKay e Brockway (1989), Weill (1992) e Davenport e Linder (1994), ITI é a base de sustentação que suporta esta função de TI de uma organização de negócios e é composta por recursos compartilháveis de TI;
- Já para Weill e Broadbent (1998), a ITI compreende os recursos de sustentação destinados à TI e é disponibilizada por meio de serviços confiáveis e compartilháveis, centralmente coordenados;
- Byrd e Turner (2000) colocam que a ITI compreende os recursos compartilháveis de TI que se combinam para criar serviços de TI que são tipicamente únicos de uma organização;
- Lewis e Byrd (2003) sustentam que a ITI é o conjunto de recursos de TI estruturados e compartilháveis de uma organização que proveem uma fundação tecnológica única, destinada: (1) ao intercâmbio de comunicações, (2) à concepção, desenvolvimento, implementação, manutenção e gerenciamento de aplicações de negócio e (3) ao apoio à inovação;

- Kumar (2004) afirma que a ITI é a reunião de recursos que facilitam a conectividade em larga escala e a efetiva operação conjunta dos aplicativos de TI de uma organização.

Todas essas definições apresentam partes em comum, em particular as colocações que advogam que a ITI: (1) é composta por recursos compartilháveis de TI e (2) suporta a função de TI por meio da disponibilização de serviços. Destas colocações, então, foi extraída a definição operacional para ITI adotada nesta tese:

*"ITI é o conjunto de recursos compartilháveis de TI que se constitui na base ou fundação que suporta a função de TI em uma organização".*

Acessoriamente, cumpre reforçar que todo e qualquer recurso compartilhável de TI, para ser considerado como integrante de uma ITI, deve satisfazer às condições destacadas no tópico 2.1.2 desta monografia.

### **3.1.2 Projeto Complexo**

No tópico 2.2.1 desta monografia estão relacionadas sete diferentes definições para projeto, sendo três propostas por organizações que lidam com a disciplina de gestão de projetos (PMI, BGCO e IPMA) e quatro obtidas de estudos acadêmicos. Estas definições centram o foco num elenco de seis características (destacadas no Quadro 4) que acabam por moldar este objeto. Assim é que, tomando por base essas definições e as características delas extraídas, está sendo adotada no âmbito desta tese a seguinte definição operacional:

*"Projeto é um esforço temporário que se caracteriza por:*

- *Possuir objetivos explícitos e pré-definidos, que implicam na geração de um ou mais produtos, serviços e/ou resultados únicos ou exclusivos;*
- *Constituir-se de um conjunto único e finito de atividades a serem executadas segundo um plano;*
- *Demandar a alocação específica de recursos, limitados e subordinados a um orçamento;*
- *Desenvolver-se num intervalo de tempo específico".*

A partir desta definição operacional de projeto e dos atributos dos projetos complexos relacionados no tópico 2.2.3 desta monografia, derivou-se então a seguinte definição:

*"Projeto complexo é todo projeto no qual:*

- Há uma grande quantidade e diversidade de atividades e agentes, que formam uma intrincada rede de interdependências, com interações intensas, diversificadas e não usuais;*
- A incerteza é esperada e, ao se manifestar, impacta o projeto nas mais diferentes formas, em especial por intermédio de incidentes que provocam alterações imprevisíveis em comportamentos tanto de atividades quanto de agentes;*
- Os agentes são demandados a demonstrar capacidade de se adaptar a mudanças e de ajustar a estrutura interna do projeto de modo a responder satisfatoriamente a essas mudanças".*

### **3.1.3 Risco em Projetos**

Em relação a risco, na seção 2.3 estão apresentadas nove definições, cinco delas versando sobre risco em geral e as quatro demais sobre risco em projetos:

- Risco em geral:
  - Ewald (1991) define risco como um sinônimo de ameaça ou perigo, em face de algum evento desfavorável que possa afetar alguém;
  - Clarke e Varma (1999) associam os riscos a ganhos ou perdas, ou, alternativamente, a oportunidades ou ameaças;
  - A ISO (2009), por seu turno, define risco como o efeito da incerteza sobre os objetivos;
  - Para Wenger *et al.* (2008), riscos são indiretos, não premeditados, incertos e localizados no futuro, uma vez que apenas se materializam quando se manifestam como eventos efetivos;
  - Para o IRGC (2012), risco é o resultado incerto (em geral adverso) de um evento ou atividade, em relação a algo valorizado pelas pessoas.
- Risco em projetos:
  - Joseph Williams (1993) enfoca o risco de projeto como um elemento associado à incerteza e com potencial para impactar os objetivos de um projeto;

- Na mesma linha, para Cagno *et al.* (2007), riscos de projetos são eventos incertos que podem ou não ocorrer, mas que, se ocorrem, provocam um impacto significativo sobre os resultados dos projetos;
- Raz *et al.* (2002) definem riscos de projeto como eventos indesejáveis que podem causar atrasos, gastos excessivos, resultados insatisfatórios, ameaças à segurança ou ao meio ambiente e, até mesmo, o fracasso total do projeto;
- O PMI (2013) coloca que risco de projeto é um evento ou uma condição incerta que, se ocorre, gera um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto, como escopo, cronograma, custo e qualidade.

Em essência, essas definições contemplam as questões da incerteza quanto à ocorrência do risco (a qual pode se dar ou não) e do impacto positivo ou negativo do risco sobre os resultados de um projeto. Entretanto, em nenhuma delas fica caracterizada a necessária existência de um agente responsável pela ocorrência, o que, por consequência, implica em considerar o risco como um efeito, provocado por algo ou alguém. De modo a preencher esta lacuna, está sendo adotada nesta tese uma definição operacional para risco de projeto que sinaliza que o risco depende de uma fonte originadora e se constitui, de fato, num efeito. Esta definição é a seguinte:

*"Risco de projeto é o efeito da ocorrência de algo (interno ou externo ao projeto) ou da ação de alguém (também interno ou externo ao projeto), cujo potencial para se materializar é ou não conhecido a priori, portanto revestido de incerteza, e cuja materialização impacta de forma positiva ou negativa os resultados esperados do projeto, numa magnitude que pode ou não ser estimada a priori".*

A fonte originadora de um risco de projeto, representada na definição operacional pelas expressões "ocorrência de algo" e "ação de alguém", pode ser também entendida como equivalente à ocorrência de um incidente, que passa a ser considerado a partir deste ponto como a denominação genérica tanto do "algo" quanto do "alguém". É no bojo dos incidentes que desponta a incerteza, que pode ter um efeito positivo ou negativo para o projeto.

Já a capacidade para avaliar o potencial para um risco de projeto se materializar e para estimar a magnitude do seu impacto sobre os resultados esperados, depende fundamentalmente de quão efetivo é o processo de gestão de riscos empregado. Melhores processos de gestão de riscos permitem reduzir a incerteza e minimizar o impacto que possa vir a ser provocado por incidentes indesejados.

### 3.1.4 Opção Real

No que diz respeito a opção real, no tópico 2.5.1 desta monografia estão citadas três distintas definições, propostas por seus autores em seis diferentes estudos:

- Para Stewart Myers (1977), uma opção real é uma oportunidade para adquirir novos ativos reais em condições vantajosas;
- Luehrman (1998), Schwartz e Zozaya-Gorostiza (2000), Copeland (2001) e De Neufville (2003) compartilham um mesmo entendimento e definem opção real como um direito, porém sem a obrigação, de se negociar um ativo real por um determinado preço num horizonte de tempo futuro;
- A definição dada por Fichman *et al.* (2005) assemelha-se quase que na íntegra à acima enunciada: "uma opção real provê o direito, mas não a obrigação, de adquirir ou dispor de algum ativo do mundo real no futuro".

Essas definições, assemelhadas por completo entre si, expressam as opções reais de uma maneira muito vinculada às definições correntes para opção financeira e, por isto mesmo, carecem de incorporar uma correlação entre opção real e projetos e, mais particularmente, vínculos com o valor dos ativos e produtos que se objetiva obter com a realização de projetos e com o "*timing*" desses projetos. Em assim sendo, como o foco desta tese é analisar as opções reais no âmbito dos projetos, buscou-se adotar uma definição operacional que pudesse suprir essa carência e optou-se por:

*"Opção real é um direito que pode ser exercido em particulares momentos e situações ao longo da realização de um projeto, potencialmente capaz de impactar o valor desse projeto face à sua capacidade para interferir no elenco de produtos que se objetiva obter".*

A expressão "particulares momentos e situações" está inserida na definição operacional de opção real para representar o vínculo com o *timing* dos projetos e diz respeito a dois conjuntos de elementos distintos que atuam como disparadores para o exercício das opções reais em projetos: (1) os marcos ou pontos de controle pré-estabelecidos em tempo de planejamento e (2) os pontos de inflexão inesperados provocados por incidentes de porte significativo. É nesses momentos e situações que as opções reais devem ser trazidas à tona.

Já a expressão "capacidade para interferir no elenco de produtos" está inserida para representar o vínculo com o valor dos projetos, que é, em última instância, equivalente ao valor dos produtos que se objetiva obter. Dado que o exercício de uma opção real, como destacado no tópico 2.4.2.3 desta monografia, pode implicar em adiar um projeto, mudá-lo para servir a um propósito diferente, alterar sua escala, implementá-lo em etapas, abandoná-lo ou usá-lo como uma plataforma para oportunidades futuras de crescimento, é imediato concluir que todas essas decisões podem interferir no elenco dos produtos e, conseqüentemente, no seu valor e no valor do projeto como um todo.

### **3.1.5 Flexibilidade Gerencial**

Já no que tange à flexibilidade gerencial, no tópico 2.5.6 desta monografia são feitas considerações acerca deste conceito:

- Mun (2002) e Kim e Sanders (2002) entendem que a flexibilidade gerencial é uma capacidade que pode ser exercida pelos gestores de projetos na medida em que a contínua disponibilidade de novas informações propicia a redução dos riscos e da incerteza, conduzindo à tomada de melhores e mais embasadas decisões;
- Trigeorgis (1993b) afirma que, à medida que novas informações são disponibilizadas e a incerteza sobre as condições de mercado e sobre os fluxos de caixa futuros é gradualmente resolvida, os gestores de projetos podem exercer a flexibilidade gerencial e alterar sua estratégia para aproveitar oportunidades futuras ou mitigar possíveis perdas;
- Smit e Trigeorgis (2004) ressaltam que a flexibilidade permite às empresas ajustar suas decisões a ambientes em constante mudança, otimizando assim seus investimentos e a criação de valor;

- Mason e Merton (1985), Kumar (2002), Brach (2003) e Ullrich (2013), entre outros autores acadêmicos, vinculam essa capacidade para tomar decisões às opções reais, apresentando a flexibilidade gerencial como um conceito equivalente às opções reais.

De resto, está também destacado no tópico 2.5.6 que a flexibilidade gerencial deve ser entendida como uma capacidade latente, pois se constitui num direito que pode ou não ser exercido, à conveniência dos seus detentores, comportando-se assim como uma capacidade que somente é demandada quando incidentes de potencial impacto se manifestam, pois é nessas ocasiões que os gestores de projetos devem avaliar a conveniência de exercer ou não as opções reais que se apresentam vinculadas a esses incidentes.

Relembradas estas considerações e delas extraídos os aspectos mais relevantes, optou-se por adotar para a flexibilidade gerencial nesta tese a seguinte definição operacional:

*"Flexibilidade gerencial é a capacidade latente da qual os gestores de um projeto são investidos e que lhes confere o arbítrio de exercer ou não as opções reais que se apresentam ao longo do projeto".*

### **3.1.6 Inter-relacionamento Entre Riscos, Opções Reais e Flexibilidade Gerencial**

Dadas as definições operacionais adotadas para opção real, risco e flexibilidade gerencial, pode-se destacar os seguintes pontos que permitem derivar uma conclusão importante:

- O exercício das opções reais em um projeto se dá em particulares momentos e situações, correspondentes a marcos ou à ocorrência de incidentes de porte significativo;
- Um risco de projeto que se materializa é o efeito da ocorrência de um incidente;
- A flexibilidade gerencial somente é demandada quando incidentes de potencial impacto significativo ocorrem, pois é nestas ocasiões que os gestores de projetos devem avaliar a conveniência de exercer ou não as opções reais potencialmente aplicáveis que se apresentam vinculadas a estes incidentes.

Então, os três conceitos (opção real, risco e flexibilidade gerencial) estão inter-relacionados por conta de um elemento comum: os incidentes. De fato, pode-se afirmar que:

*"Incidentes ocorridos em um projeto, quando apresentam um porte significativo, demandam a ação dos gestores, por meio da flexibilidade gerencial, que, por sua vez, pode levar ao exercício de opções reais, se tal se mostrar conveniente".*

Numa visão mais prática, a afirmação acima remete ao entendimento que os incidentes de porte significativo ocorridos em um projeto funcionam como uma espécie de "gatilho" para o exercício das opções reais potencialmente aplicáveis a esse projeto.

## **3.2 Modelo de Pesquisa e Proposições**

Nesta seção, o modelo de pesquisa é apresentado e descrito e, em adição, são definidas as proposições a serem verificadas com vistas a, dado o modelo de pesquisa, procurar responder à questão de pesquisa e satisfazer aos objetivos da pesquisa.

### **3.2.1 Modelo de Pesquisa**

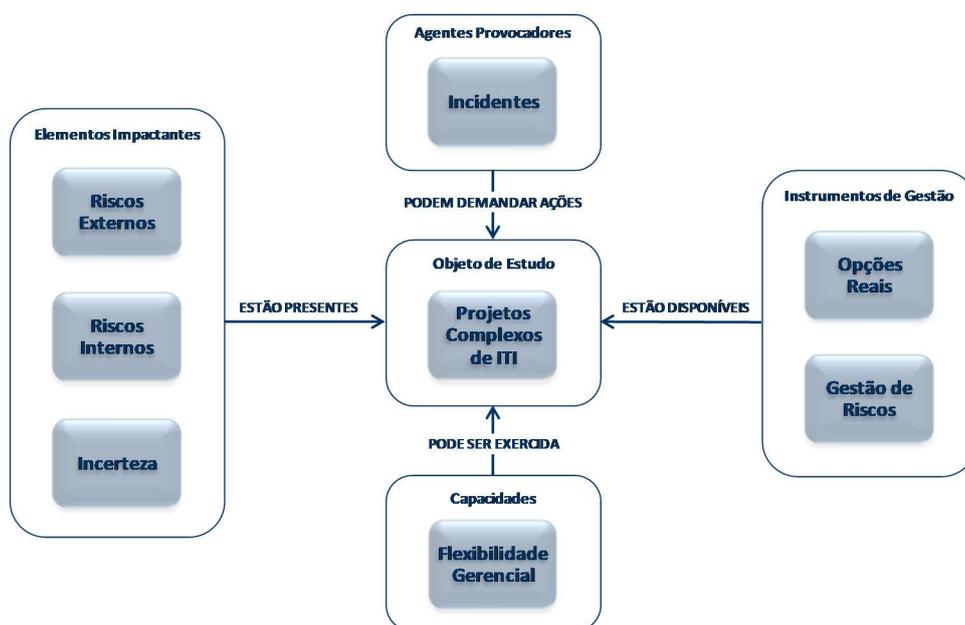
Conforme se pode depreender da questão e dos objetivos de pesquisa, os objetos centrais envolvidos nesta tese são os projetos complexos de ITI. Um projeto de ITI, em essência, presta-se a atualizar e ajustar componentes de ITI existentes ou a adicionar novos componentes ao acervo e, para tal, compreende a aplicação de recursos específicos para se obter os resultados requeridos. Os recursos envolvidos, conforme já destacado no tópico 2.1.2 deste documento, abrangem: (1) pessoas, (2) equipamentos e software e (3) processos e ferramentas de gestão. Os resultados que se obtém são os ativos disponibilizados (os produtos de projeto) e sua respectiva valorização (os ganhos de valor). A obtenção dos resultados é afetada pelos riscos, tanto internos quanto externos, aos quais o projeto está sujeito. E, entre os recursos disponíveis para o projeto, conta-se com o processo de gestão de riscos e o instrumental das opções reais.

Os ativos envolvidos, cuja valorização positiva sempre faz parte dos objetivos do projeto, podem ser impactados por incidentes que venham a se manifestar ao longo do projeto em função dos riscos potenciais. Esse impacto pode ser tanto positivo quanto negativo. Impactos

positivos são sempre bem-vindos, pois levam ao aumento do valor dos ativos (o que equivale à obtenção de sucesso no projeto); mas impactos negativos, por outro lado, são sempre indesejados, pois levam à perda do valor dos ativos (o que equivale a fracasso no projeto). A flexibilidade gerencial é o instrumento que confere aos gestores do projeto a possibilidade de, em ocorrendo um incidente, analisar as opções reais potencialmente aplicáveis na ocasião e o decorrente potencial de impacto do incidente sobre o valor dos ativos e definir as ações mais adequadas em cada situação, de modo a minimizar eventuais perdas. Em havendo um processo de gestão de riscos instituído no projeto, os gestores têm a possibilidade de prever a priori os incidentes passíveis de ocorrer e de estabelecer, também a priori, ações de mitigação, o que lhes propicia maior agilidade e acerto na tomada de decisões frente aos incidentes, em particular aqueles mais significativos.

Como já salientado, os gestores de projetos podem ou não adotar, dentre os instrumentos de gestão à sua disposição, a gestão de riscos e as opções reais. E, em optando por adotá-las, a escolha pode recair sobre ambos estes instrumentos ou sobre um deles apenas. Dependendo dessa escolha, os gestores passam a dispor de caminhos alternativos para gerir seus projetos e tomar as decisões que se fizerem necessárias no caso da ocorrência de incidentes. À luz de todas estas considerações, pode-se derivar o modelo adotado nesta pesquisa, cuja representação visual consta da Figura 3.

**Figura 3 – Modelo de Pesquisa**



Repassando o que se acha representado na Figura 3, tem-se: (1) um projeto complexo de ITI está exposto a elementos impactantes e sujeito à ocorrência de incidentes e (2) os gestores destes projetos, por seu turno, dispõem de instrumentos de gestão que podem ser empregados para auxiliar na definição das ações a serem empreendidas quando da ocorrência dos incidentes. Espera-se que a execução destas ações leve à obtenção dos resultados esperados com a realização dos projetos (que, nesta pesquisa, são tratados como sinônimos de ganhos de valor). Em particular, esta pesquisa focou na identificação da contribuição das opções reais (vistas como um dos instrumentos de gestão) para a obtenção desses ganhos de valor esperados.

### **3.2.2 Proposições Relativas ao Exercício das Opções Reais em Projetos de ITI**

Neste tópico são apresentadas e justificadas as proposições estabelecidas com o intuito de, à luz do modelo de pesquisa, buscar responder à questão de pesquisa formulada na seção 1.5 desta monografia e satisfazer aos objetivos da pesquisa apresentados na seção 1.6.

#### **3.2.2.1 Considerações Gerais Sobre as Proposições**

Levando em conta os aspectos do vínculo entre a flexibilidade gerencial, as opções reais e o objeto central deste estudo (os projetos complexos de ITI), aspectos estes explicitados no modelo de pesquisa introduzido na Figura 3 acima, pode-se explorar de que maneira este vínculo se manifesta ao longo do desenrolar dos projetos, mais particularmente quando as opções reais potencialmente aplicáveis a um determinado projeto são exercidas ou descartadas. Como as opções reais se constituem em apenas uma parte do instrumental à disposição dos gestores de projetos, o qual é complementado pelo processo de gestão de riscos (vide uma vez mais o modelo de pesquisa na Figura 3), deve-se também incluir nesta exploração o inter-relacionamento entre estes dois instrumentos.

Então, esta exploração, em essência, se traduz num mecanismo que pode ser empregado para responder à questão desta pesquisa, que está explicitada. Assim, tendo como foco investigar o vínculo entre as opções reais, o processo de gestão de riscos (ou, em última instância, os riscos propriamente) e os projetos complexos de ITI, busca-se o caminho para responder à questão de pesquisa. Uma possível alternativa para realizar esta investigação é o estabelecimento de proposições adequadas que venham a refletir o que se busca comprovar e,

ato contínuo, testar essas proposições, de modo a validá-las ou refutá-las. Este formato de investigação em pesquisas relacionadas a opções reais, projetos de TI e valoração de investimentos pode ser encontrado, por exemplo, nas teses de Cesar Souza (2004), de Sanchez (2006), de Hilhorst (2009), de Sougstad (2009), de Khan (2012) e de Enock Souza (2012).

Então, nos dois tópicos a seguir estão apresentadas as proposições estabelecidas, suportadas pelo racional que conduziu à sua definição.

### 3.2.2.2 Proposições Associadas Apenas às Opções Reais

No que se refere às proposições associadas apenas às opções reais mais usuais em projetos de ITI (e, quando se faz referência a projetos de ITI, deve-se entender que aí está incluso o subconjunto composto pelos projetos complexos de ITI) tem-se:

- Para a opção real "Viabilizar":
  - Esta é a opção nativa em projetos de ITI, pois estes projetos não produzem ganhos de valor diretamente, mas geram oportunidades de obtenção de ganhos futuros com a realização de projetos dependentes; portanto, é fato concreto que em todo e qualquer projeto de ITI, já em tempo de concepção, se conta com o surgimento e exercício desta opção, caso os resultados esperados venham a ser de fato obtidos;
  - Santos (1991), Kambil *et al.* (1993), Taudes *et al.* (2000), Kumar (2002), Fichman *et al.* (2005), Dai *et al.* (2007) são apenas alguns autores que compartilham das colocações acima e apresentam exemplos da aplicação desta opção a projetos de TI em geral e de ITI em particular;
  - Por ser esta uma opção nativa e, mais importante ainda, que remete a futuros projetos para que seu exercício se verifique, não é razoável estabelecer uma proposição associada à presença desta opção em projetos de ITI, pois não faz sentido procurar validar uma condição que certamente será satisfeita na totalidade dos casos.
- Para a opção real "Abortar":
  - Esta é a opção real que se torna potencialmente aplicável quando os resultados esperados de um projeto tendem a se tornar inatingíveis, recomendando que se tome a decisão de interromper o projeto, de modo a evitar ou, ao menos, reduzir perdas; por natureza, então, esta opção tem a desvantagem intrínseca de trazer no seu bojo a

conotação de fracasso na execução de um projeto, muito embora nem sempre tal se dê desta forma, pois a recomendação para interromper o projeto pode decorrer de fatores fora do controle dos gestores e que tenham levado o projeto a essa situação independentemente da boa ou má qualidade da gestão;

- Esta opção real desponta com frequência em projetos de TI em geral, como está demonstrado em inúmeros estudos focados no insucesso de projetos e nas suas causas (HASTIE e WOJEWODA, 2015);
- Entretanto, esta é a opção menos exercida em projetos de ITI pois, por serem projetos de primeiro estágio, apenas em situações extremamente negativas os gestores se dispõem a abortar projetos deste tipo, pois sempre mantém viva a expectativa de obter ganhos futuros com a realização de projetos dependentes; este ponto é explorado com precisão por Adner e Levinthal (2004), que discorrem sobre o que denominam "armadilhas do cancelamento": dada a dificuldade que as empresas têm para compreender a lógica dos custos irrecuperáveis, a sua tendência para manter compromissos ("*escalation commitment*", da expressão original em inglês) e demonstrar excesso de confiança, seu viés político para não expor o fracasso e seu desejo natural de obter sucesso, o desafio de cancelar uma iniciativa (desistir de uma oportunidade que tem chance de sucesso) é quase insuperável;
- Nesse contexto, entende-se então ser válido associar a esta opção real a proposição:

*Proposição P1: "A opção real 'Abortar' é a que, apesar de se apresentar com elevado potencial de aplicação, é a menos exercida em projetos complexos de ITI".*

- Para a opção real "Adiar":

- A literatura acadêmica indica ser esta a opção real, dentre todas as seis mais usuais em projetos de TI e de ITI, que surge com maior frequência e tem o mais elevado potencial de aplicação; Benaroch e Kauffman (1999), Benaroch (2001 e 2002), Kumar (2002) e Fichman *et al.* (2005) chamam a atenção para a importância de se considerar esta opção, particularmente nas situações em que a incerteza presente num projeto é significativa, mas pode ser reduzida com a obtenção e análise de novas informações;

- O exercício desta opção em um projeto decorre ou da efetiva ocorrência ou da expectativa de ocorrência de um incidente de porte significativo (cuja potencial manifestação tenha sido prevista a priori ou não) que venha a requerer intervenções de tal sorte que impliquem em adiamentos, interrupções, desvios de percurso ou possam introduzir no projeto atividades não constantes do plano de trabalho original;
- O exercício desta opção pode se dar tanto antes do início de um projeto, postergando-o para um momento futuro, ou quando o projeto se encontra em andamento, introduzindo uma parada por um determinado período de tempo;
- No campo da TI, a literatura acadêmica é pródiga no número de casos e situações envolvendo projetos que contemplam esta opção real, dentre os quais podem ser destacados, a título de exemplos, os estudos já citados no Quadro 22:
  - Benaroch e Kauffman (1999) apresentam o caso da Yankee 24, reproduzido no tópico 2.5.7.2.1 desta monografia e que ilustra o adiamento do início de projeto; este caso tornou-se um clássico na Academia, tendo sido comentado em vários outros estudos, como, por exemplo, no de Fichman *et al.* (2005);
  - Schwartz e Zozaya-Gorostiza (2000 e 2003) discorrem sobre dois modelos de valoração aplicáveis, respectivamente, à obtenção imediata e à obtenção ao longo de um intervalo de tempo de um ativo de TI, com destaque para o impacto desta opção real nos ganhos de valor;
  - Saito *et al.* (2011) discorrem sobre uma situação hipotética da implantação de uma inovação tecnológica num ambiente em que, pouco antes de se iniciar o projeto, tem-se notícia de uma crise de mercado que afetará negativamente o retorno esperado para o investimento; neste exemplo, os autores demonstram que o adiamento do projeto propicia maiores ganhos, justificando postergar a implantação ao invés de simplesmente abandoná-la;
- Especificamente com relação a projetos de ITI, têm-se também vários exemplos na literatura acadêmica:
  - Benaroch (2001 e 2002) apresenta um exemplo de construção de uma loja virtual, envolvendo diferentes possíveis configurações para o projeto, levando em conta combinações de opções reais, e conclui que esta é a opção mais relevante;
  - Kumar (2002) descreve uma situação na qual se decidiu pelo adiamento do início do desenvolvimento de sistema, por conta da introdução de uma etapa preliminar voltada

à aquisição e implantação de uma ferramenta de automatização do desenvolvimento (um componente de ITI, portanto) destinada a reduzir o tempo estimado para desenvolver o sistema; o autor mostra que a disponibilização desta ferramenta, devido ao seu potencial para reduzir o tempo de desenvolvimento do sistema, poderia propiciar a obtenção de ganhos adicionais de valor;

- Wu e Liou (2011) exploram um exemplo também hipotético da implantação de um ERP, utilizando um modelo de valoração baseado em opções reais que indica por quanto tempo um projeto deve ter seu início postergado, dadas determinadas composições de investimento e retorno esperados, para propiciar a obtenção de ganhos de valor;
- Há, como se pode verificar, uma razoável quantidade de estudos, tanto focando projetos reais quanto hipotéticos, que envolvem esta opção real, deixando antever que ela possa de fato ser a opção potencialmente aplicável e exercida com maior frequência em projetos de TI e de ITI (e, inclusive, em projetos complexos de ITI); esta dedução aponta para uma possível tendência, permitindo que se associe à opção real "Adiar" a proposição:

*Proposição P2: "A opção real 'Adiar' é a que apresenta o mais elevado potencial de aplicação e é também a exercida com maior frequência em projetos complexos de ITI, seja antes do início destes projetos ou quando estes já se encontram em andamento".*

- Para a opção real "Ajustar Escala ou Volume":
  - Fichman *et al.* (2005) consideram que as duas variantes desta opção, quais sejam, contrair e expandir a escala ou volume, guardam uma correspondência com as opções "Abortar" e "Viabilizar", respectivamente, e justificam esta colocação afirmando que, ao contrair um projeto de TI, pratica-se uma forma de cancelamento, pois algo deixa de ser executado e, ao expandir um projeto de TI, cria-se condições para obter ganhos futuros ampliados, pois algo a mais é executado;
  - Todavia, é evidente que, para que as situações destacadas por Fichman *et al.* (2005) possam se materializar, é necessário que esta opção se torne potencialmente aplicável, fato que a literatura acadêmica deixa transparecer que não se verifica com muita

frequência nos projetos de ITI; aparentemente, a menor frequência com que esta opção surge como potencialmente aplicável a um projeto de ITI tem como causa o fato destes projetos compreenderem investimentos de primeiro estágio, os quais, em geral, não preveem potenciais variações de escopo, característica mais presente em projetos dependentes, nos quais se define a forma de aproveitar o potencial viabilizado pela disponibilização dos ativos implantados no projeto de primeiro estágio e nos quais surgem mais amiúde fatores que podem levar à expansão ou contração;

- Nessas condições, pode-se então supor que, quando se manifesta como potencialmente aplicável a um projeto de ITI, esta opção real tem um comportamento similar ao das opções "Abortar" e "Viabilizar" já tratadas acima; em assim sendo, associa-se a esta opção a proposição:

*Proposição P3: "A opção real 'Ajustar Escala ou Volume' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida".*

- Para a opção real "Dividir em Etapas ou Fases":
  - Fichman *et al.* (2005) ressaltam que esta opção real cria valor por proporcionar a oportunidade de se modificar ou encerrar um projeto de TI antes de se investir em cada nova etapa ou fase, com base em informações atualizadas sobre os custos e benefícios remanescentes; neste sentido, caracteriza-se como uma opção potencialmente mais aplicável a projetos dependentes do que a projetos de primeiro estágio, pois estes, pela sua própria natureza, não possuem benefícios diretamente associados;
  - A literatura acadêmica, de certa forma, corrobora a colocação acima, pois apresenta poucos estudos envolvendo projetos de ITI nos quais surge esta opção real; são exemplos:
    - O artigo de Kambil *et al.* (1993), que propõem um modelo de valoração baseado em opções reais e o aplicam a uma situação hipotética de um projeto misto (abrangendo a implantação de um componente de ITI e o desenvolvimento de um aplicativo) que, ao ser dividido, de modo a contemplar apenas um piloto numa primeira fase, propiciou um aumento nos ganhos de valor esperados;

- O artigo de Chen *et al.* (2009), que introduzem um exemplo de implantação de um ERP realizada em duas etapas, abrangendo cada uma delas uma parte da totalidade dos módulos selecionados para adoção; neste exemplo, os autores demonstram haver um acréscimo de ganhos de valor com a divisão.
- Dada esta realidade, associa-se a esta opção real uma proposição idêntica à estabelecida para a opção "Ajustar Escala ou Volume", qual seja:

*Proposição P4: "A opção real 'Dividir em Etapas ou Fases' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida".*

- Para a opção real "Alterar Foco, Produto ou Mix":
  - Esta é uma opção praticamente não explorada nos estudos acadêmicos no campo da TI; um dos poucos exemplos versando sobre mudança de foco é oferecido por Fichman *et al.* (2005), que citam o caso, já explorado no tópico 2.5.7.2.3 desta monografia, da construção de uma ferramenta destinada à automatização do desenvolvimento de sistemas;
  - De todo modo, esta é uma opção que não se mostra potencialmente aplicável a projetos de primeiro estágio, pois não se justifica promover desvios desta natureza quando se está tratando da implantação de elementos ou componentes de base, dado que uma alteração de foco, produto ou mix nestes casos mudaria a finalidade do investimento de primeiro estágio, transformando por completo a cadeia de projetos;
  - Portanto, por extensão, esta opção não é potencialmente aplicável a projetos de ITI, afirmação esta reforçada pela existência muito pouco representativa de estudos no âmbito da ITI, e da própria TI, envolvendo esta opção; dada esta afirmação, define-se então a seguinte proposição associada a esta opção real:

*Proposição P5: "A opção real 'Alterar Foco, Produto ou Mix' não se coaduna com projetos complexos de ITI, não havendo a expectativa de que venha a ser considerada como potencialmente aplicável nem tampouco exercida nestes projetos".*

### 3.2.2.3 Proposição Associada ao Inter-Relacionamento Entre Opções Reais e Riscos

Em adição às proposições acima colocadas, há que se considerar a questão dos riscos, que se constituem em objetos sempre presentes nos projetos complexos de ITI. Como explorado no tópico 2.5.5 desta monografia e reforçado no modelo de pesquisa (vide tópico 3.2.1 e Figura 3), os riscos guardam estreita relação com as opções reais e, ao introduzir a gestão de riscos em seus projetos, os gestores podem se utilizar do instrumental das opções reais para, quando da elaboração dos mapas de riscos, associar opções às ações de mitigação e/ou de aproveitamento de oportunidades. Se os mapas de risco são elaborados desta maneira, as opções reais potencialmente aplicáveis aos projetos passam a atuar como direcionadoras das ações neles inseridas e a ter interferência direta no resultado da execução destas ações.

A questão a ser explorada, entretanto, diz respeito a quando os projetos são concebidos e estruturados sem levar em conta o emprego do enfoque das opções reais, seja por desconhecimento dos gestores ou por desinteresse em utilizar este instrumento de gestão. Nestas condições, as ações inseridas no mapa de risco de um projeto não guardam, necessariamente, relação com as opções reais potencialmente aplicáveis a esse projeto. Porém, conforme já ressaltado, a literatura acadêmica demonstra que, mesmo numa situação como esta, há uma tendência a que o mapa de riscos contemple ações que, se levadas a serem executadas, conduzem a resultados não significativamente diferentes dos esperados caso o enfoque das opções reais tivesse sido empregado.

Em assim sendo, pode-se definir a seguinte proposição vinculando opções reais e riscos:

*Proposição P6: "Ações inseridas no mapa de riscos de um projeto, mesmo quando o enfoque das opções reais não é aplicado a esse projeto, produzem, se executadas, resultados condizentes com os esperados do exercício das opções às quais estas ações poderiam estar associadas".*

### 3.2.2.4 Resumo das Proposições

Com a finalidade de facilitar a visualização, as seis proposições estabelecidas estão reunidas e rerepresentadas no Quadro 23.

**Quadro 23 – Proposições Relativas ao Exercício das Opções Reais em Projetos de ITI**

Id.	Foco	Proposição
P1	Opções Reais	"A opção real 'Abortar' é a que, apesar de se apresentar com elevado potencial de aplicação, é a menos exercida em projetos complexos de ITI".
P2	Opções Reais	"A opção real 'Adiar' é a que apresenta o mais elevado potencial de aplicação e é também a exercida com maior frequência em projetos complexos de ITI, seja antes do início destes projetos ou quando estes já se encontram em andamento".
P3	Opções Reais	"A opção real 'Ajustar Escala ou Volume' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida".
P4	Opções Reais	"A opção real 'Dividir em Etapas ou Fases' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida".
P5	Opções Reais	"A opção real 'Alterar Foco, Produto ou Mix' não se coaduna com projetos complexos de ITI, não havendo a expectativa de que venha a ser considerada como potencialmente aplicável nem tampouco exercida nestes projetos".
P6	Riscos	"Ações inseridas no mapa de riscos de um projeto, mesmo quando o enfoque das opções reais não é aplicado a esse projeto, produzem, se executadas, resultados condizentes com os esperados do exercício das opções às quais estas ações poderiam estar associadas".

São essas as proposições estabelecidas para serem testadas com vistas a responder à questão definida para esta pesquisa e assim satisfazer aos objetivos definidos. A validação dessas proposições foi buscada com o emprego da metodologia e, por extensão, dos métodos de pesquisa indicados no próximo capítulo desta monografia.

## 4 METODOLOGIA E MÉTODOS DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia e o método escolhidos para realizar a pesquisa que suportou esta tese. Para subsidiar as escolhas realizadas, está incluída neste capítulo uma introdução teórica, versando sobre os princípios que norteiam uma escolha desta natureza.

### 4.1 Visão Geral

A escolha de uma metodologia de pesquisa no âmbito das ciências sociais tem sido objeto de estudo por parte de diversos autores, responsáveis por distintas proposições relativas ao tema. Dentre estas, uma das mais difundidas e debatidas é a proposição de Burrell e Morgan (1979), que afirmam que a escolha de uma metodologia de pesquisa depende de três escolhas prévias sequenciais, relativas, especificamente, à ontologia, à epistemologia e à natureza humana. Esta visão hierárquica proposta por Burrell e Morgan (1979) é apoiada e explorada, no seu todo ou em partes, por diversos autores envolvidos com o estudo das ciências sociais nas últimas três décadas, como, por exemplo, Guba e Lincoln (1994) e Blaikie (2007). Ao mesmo tempo, há diversos outros autores que criticam e/ou contestam esta proposição ou que ainda, simplesmente, tem pontos de vista distintos; entre estes autores, pode-se, por exemplo, citar Chua (1986), Crotty (1998) e Creswell (2009).

A escolha relativa à ontologia é o ponto de partida de qualquer investigação, após o que se seguem as escolhas acerca da epistemologia e da metodologia a serem adotadas (BURRELL e MORGAN, 1979; GUBA e LINCOLN, 1994; GRIX, 2012). A ontologia é a disciplina que trata a essência do fenômeno a ser investigado; diz respeito à compreensão sobre como as coisas são e ainda ao entendimento da natureza daquilo que existe, daquilo que é. Em linhas gerais, a ontologia responde à questão "qual é a natureza da realidade social a ser investigada e o que dela pode ser conhecido?" e serve como base para a delimitação de um problema de pesquisa no âmbito das ciências sociais (BURRELL e MORGAN, 1979; GUBA e LINCOLN, 1994; HAY, 2002; BLAIKIE, 2007; SACCOL, 2009).

Então, a ontologia diz respeito ao que se pode compreender, ao passo que a epistemologia, por sua vez, diz respeito a como se obtém a compreensão acerca daquilo que é conhecido

(GRIX, 2012). A epistemologia lida com os fundamentos do conhecimento – sobre como se pode entender o mundo e comunicar esse entendimento, sob a forma de conhecimento, para outros seres humanos; diz respeito também à maneira pela qual os seres humanos obtêm conhecimento. A epistemologia responde à questão "como a realidade social pode ser aprendida?" (BURRELL e MORGAN, 1979; HAY, 2002; BLAIKIE, 2007; GRIX, 2012).

Complementando o trio das escolhas prévias, tem-se a natureza humana, que diz respeito ao relacionamento do ser humano com o meio ambiente. Como o ser humano é o ponto focal de investigação, todo o questionamento no âmbito das ciências sociais se dá, em essência, em torno da vida humana, que desponta simultaneamente como o sujeito e o objeto focais (BURRELL e MORGAN, 1979).

Na visão de Burrell e Morgan (1979), os três conceitos acima apresentados têm implicações diretas de natureza metodológica, interferindo na maneira pela qual se investiga e busca obter conhecimento sobre o mundo social; assim, o passo que se segue após as escolhas relativas à ontologia, à epistemologia e à natureza humana é a escolha da metodologia. Guba e Lincoln (1994), Hay (2002) e Grix (2012) têm uma visão semelhante sobre a interdependência entre os conceitos, porém não consideram a natureza humana como um elemento do processo, admitindo apenas a interveniência da ontologia e da epistemologia na escolha da metodologia.

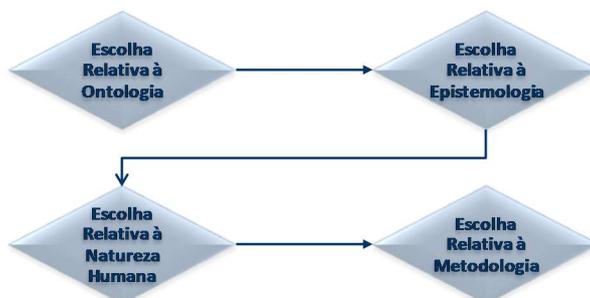
A metodologia é a forma ou a maneira de se investigar e obter conhecimento sobre os fenômenos sociais; é, em outras palavras, o caminho por meio do qual uma pesquisa é conduzida. A metodologia responde à questão "como pode o pesquisador descobrir aquilo que acredita poder ser conhecido?" e a escolha de uma metodologia corresponde à escolha de um conjunto de métodos de abordagem e de investigação a serem adotados em uma determinada pesquisa (GUBA e LINCOLN, 1994; BURRELL e MORGAN, 1979; HAY, 2002; GRIX, 2012).

#### **4.2 A Base Conceitual para Escolha da Metodologia**

Burrell e Morgan (1979) propõem, com base no elenco de conceitos apresentados na seção acima, um esquema hierárquico para classificar as pesquisas no âmbito das ciências sociais, o

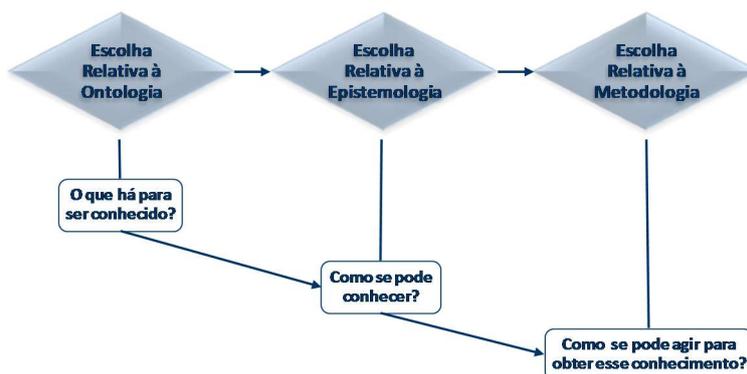
qual está reproduzido na Figura 4. De modo assemelhado, a visão alternativa de Guba e Lincoln (1994), Hay (2002) e Grix (2012) leva ao esquema apresentado na Figura 5.

**Figura 4 – Esquema Hierárquico para Escolha da Metodologia (Variante 1)**



FONTE: Burrell e Morgan (1979).

**Figura 5 – Esquema Hierárquico para Escolha da Metodologia (Variante 2)**



FONTE: Adaptado de Hay (2002, p. 64) e Grix (2012, p. 180).

As Figuras 4 e 5 destacam dois esquemas alternativos que podem ser utilizados para a escolha da metodologia a ser adotada numa particular pesquisa. A diferença entre esses dois esquemas reside na introdução de um tema a mais no esquema de Burrell e Morgan (1979), qual seja a natureza humana. Dada a maior simplicidade do esquema exposto na Figura 5 e tendo em vista que essa simplicidade não implica em perda conceitual, optou-se por adotar esta alternativa para promover a escolha da metodologia a ser adotada na pesquisa que deu origem a esta tese.

Para se escolher, então, a metodologia mais adequada para ser empregada em um determinado estudo científico no campo das ciências sociais, deve-se, tendo em mente a questão e os objetivos de pesquisa e tomando como base o esquema apresentado na Figura 5:

- (1) Definir quais posicionamentos relativos à ontologia e depois à epistemologia melhor respondem à questão de pesquisa e propiciam o melhor atendimento aos objetivos de pesquisa;
- (2) Selecionar a metodologia que melhor corresponde aos posicionamentos ontológico e epistemológico escolhidos.

O primeiro passo enunciado acima requer, para poder ser executado, que seja adotada uma particular visão que exponha os posicionamentos relativos à ontologia e à epistemologia e, na literatura acadêmica, são exploradas muitas diferentes visões relativas a estes temas. Tanto a ontologia quanto a epistemologia têm merecido, de parte de filósofos e pesquisadores envolvidos com as ciências sociais, extensas discussões e análises baseadas em diversas distintas teorias e, em decorrência, são encontradas inúmeras propostas de classificação ou tipologia para estes dois conceitos, algumas das quais estão relacionadas no Quadro 24.

**Quadro 24 – Tipologias para Ontologia e Epistemologia**

Autor	Posicionamentos Ontológicos	Posicionamentos Epistemológicos
Burrell e Morgan (1979)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominalista</li> <li>• Realista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anti-positivista</li> <li>• Positivista</li> </ul>
Chua (1986)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (*)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivista</li> <li>• Interpretativa</li> <li>• Crítica</li> </ul>
Guba e Lincoln (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realista Ingênuo</li> <li>• Realista Crítico</li> <li>• Realista Histórico</li> <li>• Relativista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dualista Objetivista</li> <li>• Dualista Objetivista Modificada</li> <li>• Transacional Subjetivista (achados mediados)</li> <li>• Transacional Subjetivista (achados criados)</li> </ul>
Crotty (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (*)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivista</li> <li>• Construtivista</li> <li>• Subjetivista</li> </ul>
Blaikie (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realista Superficial</li> <li>• Realista Conceitual</li> <li>• Realista Cauteloso</li> <li>• Realista Profundo</li> <li>• Idealista</li> <li>• Realista Sutil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empirista</li> <li>• Racionalista</li> <li>• Refutabilista</li> <li>• Neo-Realista</li> <li>• Construtivista</li> <li>• Convencionista</li> </ul>

(\*) Este autor não apresenta uma tipologia para a ontologia.

Dentre os autores citados no Quadro 24, a tipologia proposta por Chua (1986) é apontada por Orlikowski e Baroudi (1991) e também por Klein e Myers (1999) como sendo aquela cuja aplicação é a mais adequada no campo da TI. De modo a melhor explorar a proposta de Chua (1986), pode-se recorrer a Michael Myers (1997), que faz as seguintes colocações acerca dos três tipos de pesquisas compreendidas nesta proposta:

- Acerca das pesquisas positivistas:
  - Assumem que a realidade é objetivamente existente e pode ser descrita por meio de propriedades mensuráveis que são independentes do pesquisador e de seus instrumentos;
  - Geralmente buscam testar teorias, com vistas a aumentar a compreensão de fenômenos;
- Acerca das pesquisas interpretativas:
  - Partem do pressuposto que o acesso à realidade (existente ou socialmente construída) se dá apenas por intermédio de construções sociais, como as linguagens, a consciência e significados compartilhados;
  - Em geral, buscam compreender os fenômenos via os significados que as pessoas atribuem a eles;
- Acerca das pesquisas críticas:
  - Assumem que a realidade social é historicamente constituída e que é elaborada e reproduzida pelas pessoas;
  - Muito embora as pessoas possam, conscientemente, agir para mudar suas circunstâncias sociais e econômicas, as pesquisas críticas reconhecem que sua capacidade para fazê-lo é limitada, devido a várias formas de dominação social, cultural e política.

Retornando a Orlikowski e Baroudi (1991), que, conforme mencionado, advogam que a proposta de Chua (1986) é a mais adequada no campo da TI, pode-se explorar o entendimento destes autores acerca das pesquisas em TI:

- Pesquisas em TI são positivistas quando: (1) têm como premissa a existência de inter-relacionamentos fixos e definidos a priori entre os fenômenos estudados e a instrumentação utilizada para estudá-los e (2) são realizadas com objetivo básico de testar teorias;
- Pesquisas em TI são interpretativas quando adotam explicitamente perspectivas não determinísticas, visando explorar fenômenos de interesse em seu ambiente natural e sem assumir qualquer entendimento prévio sobre os mesmos;

- Pesquisas em TI são críticas quando têm como objetivo, por meio da exploração de problemas estruturais profundos, criticar o *statu quo* e eliminar contradições presentes nas organizações e na sociedade; estes estudos estão preocupados em avaliar, descrever e explicar.

Retornando também a Klein e Michael Myers (1999), outros autores mencionados como defensores da visão que a proposta de Chua (1986) é a mais adequada a pesquisas em TI, pode-se repassar como estes autores entendem que as pesquisas em TI podem ser classificadas:

- As pesquisas em TI são positivistas quando são adotadas proposições formais, variáveis passíveis de serem quantificadas, testes de hipóteses e são realizadas inferências acerca de um fenômeno a partir de uma amostra representativa;
- As pesquisas em TI são críticas quando o foco principal é uma crítica social, com as condições restritivas e alienantes do *statu quo* trazidas à luz; estas pesquisas procuram ser emancipadoras, no sentido de buscarem contribuir para a eliminação das causas de alienação e dominação e, assim, melhorar as oportunidades de realização do potencial humano;
- As pesquisas em TI são interpretativas quando se admite que o conhecimento da realidade é adquirido apenas por meio de construções sociais, tais como linguagens, consciência, significados compartilhados, documentos, ferramentas e outros artefatos assemelhados; estas pesquisas não predefinem variáveis dependentes e independentes, mas focam na complexidade da capacidade de resolução do ser humano quando uma situação emerge e buscam compreender os fenômenos por intermédio dos significados que as pessoas atribuem a eles.

Em adição aos comentários acima, pode-se citar Maroun (2012), que considera que: (1) as pesquisas positivistas empregam meios diretos e objetivos para estudar um assunto e tendem a se concentrar no uso de métodos quantitativos e a estudar seu objeto à distância, o que permite aos pesquisadores assegurarem a objetividade e a validade externa, ou seja, que os estudos, teoricamente, podem ser refeitos e podem ser obtidos resultados similares e (2) as pesquisas interpretativas e críticas tendem a ser mais qualitativas e apresentar um grau maior de subjetividade.

Partindo destas considerações de ordem teórica, na próxima seção está apresentada a metodologia escolhida, bem como a justificativa para a escolha.

### **4.3 A Escolha da Metodologia para Esta Pesquisa**

A questão a ser respondida por esta pesquisa, descrita na seção 1.5 desta monografia, envolve a investigação acerca da capacidade das opções reais para oferecer aos gestores de projetos complexos de ITI subsídios que os auxiliem no tratamento dos incidentes provocados pelos riscos e incertezas inerentes a estes projetos, com vistas a obter os ganhos de valor associados aos resultados esperados.

A busca da resposta para esta questão de pesquisa passa, por um lado, pela exploração teórica dos temas envolvidos (projetos complexos de ITI, riscos e opções reais) e, por outro, pela investigação acerca tanto das dificuldades enfrentadas pelos gestores de projetos complexos de ITI para aplicar com sucesso o ferramental descrito na literatura, quanto dos motivos que levam esses mesmos gestores a não aplicar as ferramentas em questão. Isto posto e dado o modelo de pesquisa adotado, entendeu-se ser mais adequado, sob as óticas da ontologia e da epistemologia, procurar responder à questão de pesquisa a partir de uma investigação interpretativa, em conformidade com as colocações de Orlikowski e Baroudi (1991) e de Klein e Michael Myers (1999), derivadas da proposta de Chua (1986).

Tendo em vista esta escolha, é útil recordar a colocação de Saccol (2009), para quem a investigação interpretativa é aquela que combina o posicionamento ontológico que considera a interação sujeito-objeto com o posicionamento epistemológico construtivista, resultando em pesquisas nas quais os resultados não expressam os fatos em si (que se constituem, evidentemente, numa realidade objetiva), mas a interpretação do pesquisador sobre as interpretações dos indivíduos envolvidos com os fenômenos estudados.

Uma vez feita a opção pelo tipo de pesquisa, restou, como passo derradeiro, escolher qual ou quais métodos melhor se adequariam, o que está apresentado e justificado na seção a seguir.

#### 4.4 A Escolha do Método de Pesquisa

Em decorrência da opção pela abordagem interpretativa, é útil explorar como é vista a utilização de métodos de pesquisa nestes casos:

- Klein e Michael Myers (1999) defendem o ponto de vista que os três tipos de posicionamento epistemológico propostos por Chua (1986) admitem igualmente o emprego de métodos qualitativos de pesquisa;
- Saccol (2009) entende que os métodos mais adequados a uma pesquisa interpretativa são os denominados idiográficos, que contemplam a visão de que só se pode compreender o mundo social por meio da obtenção de conhecimento direto e detalhado acerca do objeto sob investigação;
- Maroun (2012) defende que uma investigação interpretativa pode perfeitamente explorar um fenômeno sob um ângulo diferente do utilizado por um pesquisador quantitativo.

À luz destas considerações, entendeu-se, que, apesar da possível dualidade de aplicação tanto de métodos quantitativos quanto qualitativos, seria mais adequado empregar métodos qualitativos nesta pesquisa e, em decorrência, optou-se por adotar métodos idiográficos.

Saccol (2009) relaciona, como pertencentes ao grupo de métodos idiográficos de pesquisa, o estudo de caso, a pesquisa-ação, a etnografia e a *grounded theory*. Em linhas gerais, cada um desses métodos apresenta como características básicas:

- Estudo de caso:
  - Benbasat *et al.* (1987, p. 370) definem o estudo de caso como o método de pesquisa que: "[...] analisa um fenômeno em seu ambiente natural, empregando vários métodos de coleta de dados para obter informações acerca de uma ou de algumas poucas entidades (pessoas, grupos ou organizações)"; <sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> "[A case study] examines a phenomenon in its natural setting, employing multiple methods of data collection to gather information from one or a few entities (people, groups, or organizations)".

- Robert Thomas (2003, p. 33), por seu turno, coloca que: "um estudo de caso tipicamente consiste na descrição de uma entidade e suas ações e, frequentemente, também explica por que a entidade age do modo como o faz";<sup>35</sup>
  - Já Yin (2003, p. 13) define o estudo de caso como: "[...] uma análise empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e num contexto da vida real, especialmente quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não está claramente evidenciada";<sup>36</sup>
  - Gable (1994) advoga que o estudo de caso busca possibilitar a compreensão de um problema, por meio de um questionamento em profundidade e da captura da riqueza de comportamento do objeto em estudo, muito embora as conclusões a que se chega possam ser particulares de um dado objeto e não serem passíveis de generalização; já Fellows e Liu (2008) sustentam que estudos de caso promovem investigações em profundidade de instâncias específicas de um objeto de pesquisa, seja para demonstrar determinadas facetas de um tópico, seja para explorar um leque de alternativas;
  - Benbasat *et al.* (1987) afirmam que há três motivos que fazem com que o estudo de caso seja um método de pesquisa válido no campo da TI: (1) o pesquisador pode estudar objetos de TI em um ambiente natural, aprender sobre o estado da arte, e gerar teorias a partir da prática, (2) o método permite ao pesquisador responder questões do tipo "como" e "por que", isto é, compreender a natureza e a complexidade dos processos sendo investigados e (3) a abordagem é adequada para se pesquisar áreas nas quais poucos estudos anteriores tenham sido realizados;
  - Yin (2003) também defende que os estudos de caso são preferidos quando se colocam questões do tipo "como" e "por que" acerca de eventos contemporâneos sobre os quais os pesquisadores têm pouco ou nenhum controle;
  - Michael Myers (1997) registra que nos estudos de caso, prioritariamente, são realizadas entrevistas e analisados materiais documentais.
- Pesquisa-ação:
    - McNiff e Whitehead (2011) definem a pesquisa-ação como uma forma de investigação que permite aos envolvidos em um determinado trabalho ou atividade averiguar e

---

<sup>35</sup> "A case study typically consists of a description of an entity and the entity's actions. Frequently, case studies also offer explanations of why the entity acts as it does".

<sup>36</sup> "[A case study] is an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident".

avaliar sua própria atuação; para estes autores, a pesquisa-ação permite responder a questões do tipo: "o que estou fazendo?", "há algo que possa ser aprimorado?", "se há, o que e como pode ser aprimorado?" e "se há, por que deve ser aprimorado?";

- Para Riel (2010), a pesquisa-ação pode ser vista como um estudo sistemático e reflexivo das ações de um indivíduo e dos efeitos dessas ações, seja em um local de trabalho ou um contexto organizacional;
  - A pesquisa-ação não requer, necessariamente, a participação de um pesquisador profissional para ser realizada; os próprios indivíduos envolvidos nas atividades podem realizar pesquisas desta natureza (McNIFF e WHITEHEAD, 2011).
- Etnografia:
    - A etnografia é um método de pesquisa que busca compreender de que maneira um grupo de indivíduos vive sua vida em comunidade e compartilha ideias (VAN MAANEN, 2004);
    - Para Fetterman (2010), a etnografia conta histórias autênticas, retratando o dia-a-dia de indivíduos nas suas próprias comunidades, pelos olhos desses indivíduos; assim, a etnografia busca compreender e descrever cenas culturais e sociais sob uma perspectiva interna;
    - A etnografia é um meio de identificar facetas da experiência humana "de perto", gerando novas perspectivas analíticas e envolvendo o pesquisador em uma exploração interativa de aspectos muitas vezes sutis das diferenças e semelhanças entre seres humanos (GENZUK, 1999).
  - *Grounded theory*:
    - Na visão de Glaser e Straus (1967), que cunharam esta expressão, *grounded theory* é o método empregado para descobrir novas teorias a partir de dados obtidos em pesquisas sociais; para estes autores, uma nova teoria tanto pode surgir a partir da dedução lógica baseada em premissas definidas a priori quanto pode emergir da manipulação de dados obtidos em pesquisa e é esta última forma que caracteriza então a *grounded theory*;
    - Até a proposição da *grounded theory*, o entendimento que prevalecia entre os pesquisadores sociais era que a obtenção e o tratamento de dados tinham como única finalidade a verificação de uma teoria previamente concebida, o que Glaser e Straus (1967) procuraram desmistificar ao defender ser possível também descobrir novas teorias a partir de dados obtidos.

À luz das características acima apresentadas dos principais métodos idiográficos, descartou-se de imediato, por não ser adequado, o emprego da *grounded theory* nesta pesquisa. Da mesma forma, por não haver compatibilidade entre os objetivos estabelecidos e os interesses de pesquisa determinantes para a aplicação da pesquisa-ação e da etnografia, estes dois métodos também foram descartados. Em assim sendo, entendeu-se ser mais adequado nesta pesquisa realizar a investigação com o emprego de estudos de caso.

Nesse contexto, buscou-se então, na sequência, estabelecer a quantidade adequada de casos a serem explorados, se apenas um ou múltiplos. Quanto a este quesito, optou-se por procurar seguir a recomendação de Benbasat *et al.* (1987), que defendem que múltiplos casos permitem uma análise do tipo *cross-case* e a extensão de uma teoria e que vários casos levam à obtenção de resultados mais gerais. Para atender a esta decisão, seria necessário identificar mais de um caso de projeto complexo de ITI que pudesse ser explorado com o intuito de responder à questão de pesquisa colocada. Tendo em vista o autor desta tese pautar sua carreira profissional pelo envolvimento com inúmeros projetos no campo da TI e, em decorrência, ter acesso a diversos projetos de ITI que poderiam se enquadrar nestas condições, foi feita uma avaliação preliminar destes projetos e, dentre eles, foram identificados quatro que, em princípio, poderiam atender aos requisitos. Com base em uma análise um pouco mais apurada, descartou-se um desses projetos, por não haver informação suficiente relativa à sua etapa de pós-implantação, e foram selecionados os três remanescentes, que se mostraram adequados.

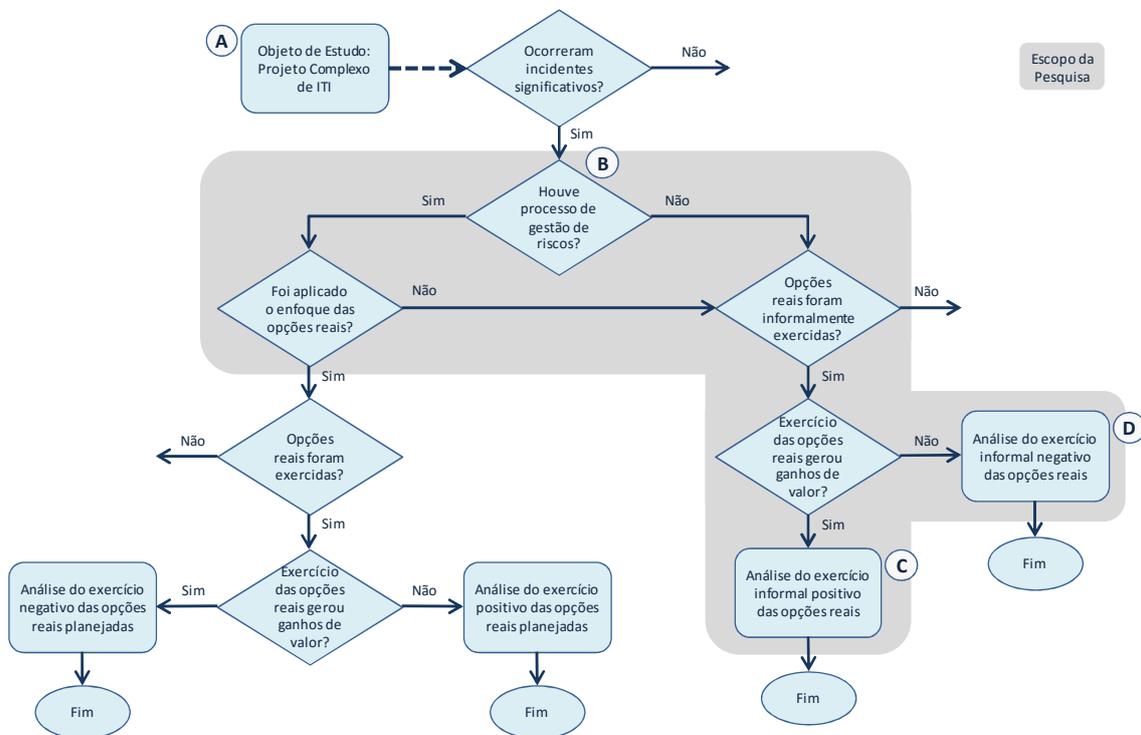
#### **4.5 Escopo da Pesquisa**

Como já salientado no tópico 3.2.1 desta monografia, os gestores de projetos podem ou não adotar, dentre os instrumentos de gestão à sua disposição, a gestão de riscos e as opções reais. E, em optando por adotar estes instrumentos, a escolha pode recair sobre ambos ou sobre um deles apenas. Independentemente da escolha feita pelos gestores, já foi aqui mencionado e é importante recordar que, mesmo nas situações em que o enfoque das opções reais não é aplicado num projeto, há uma tendência a que as ações executadas quando da ocorrência de incidentes de porte significativo emulem ações que seriam esperadas caso as opções reais houvessem sido consideradas.

Dependendo então da sua escolha, os gestores de projetos passam a dispor de caminhos alternativos para gerir seus projetos e tomar as decisões que se fizerem necessárias no caso da ocorrência de incidentes. Esses caminhos alternativos estão mapeados e podem ser visualizados na Figura 6.

Tanto os três casos selecionados para estudo quanto o caso descartado por insuficiência de dados, apresentam a característica de contemplarem projetos nos quais não foi aplicado o enfoque das opções reais. Como esta é a realidade que se esperaria encontrar nos projetos em questão, dado a prévia ciência do autor desta tese acerca do desconhecimento por parte dos gestores desses projetos acerca do instrumental das opções reais (e, mais ainda, da ciência prévia deste autor quanto à inexistência da aplicação deste instrumental ao universo dos projetos de seu conhecimento), a pesquisa que deu origem a esta tese foi estruturada e delimitada levando em conta esta característica dos projetos analisados. Na mesma já citada Figura 6 está então indicado o escopo desta pesquisa, representado pelos elementos contidos na área demarcada pelo fundo em cinza.

**Figura 6 – Escopo da Pesquisa**



Conforme demonstra a Figura 6, está contemplado no escopo da pesquisa o ramo do diagrama que compreende o exercício informal das opções reais e suas consequências, tenha sido este exercício decorrente ou não do emprego de um processo de gestão de riscos.

## **4.6 Visão Geral dos Estudos de Caso Realizados**

Nesta seção estão apresentadas as informações gerais relativas aos casos estudados, bem como o protocolo elaborado para nortear a realização desses estudos.

### **4.6.1 Os Projetos Selecionados para Estudo**

Os três casos selecionados para estudo são os seguintes:

- (1) Implantação de um ERP nas empresas do Grupo Vitória da União (GVU), conglomerado de empresas de porte médio voltadas à implantação de condomínios residenciais e comercialização de lotes de terreno desses condomínios;
- (2) Implantação de uma plataforma para gestão do conhecimento realizada pela InMetrics para um de seus clientes preferenciais que decidiu melhor documentar e instrumentalizar seus futuros projetos de TI;
- (3) Implantação de uma plataforma para suportar um ambiente de ensino à distância, projeto realizado pelo ITAC, uma organização primordialmente dedicada ao ensino à distância.

### **4.6.2 O Protocolo Elaborado para os Estudos de Caso**

Dentre as possíveis alternativas, optou-se por explorar os casos por intermédio de entrevistas semiestruturadas. Para tal, de modo a suportar a parte estruturada das entrevistas, foi identificado um elenco básico de tópicos a serem cobertos para possibilitar a obtenção de informações sobre os quesitos mais relevantes de cada caso face aos objetivos da pesquisa. Isto levou à elaboração do seguinte protocolo básico:

- (1) Definir, dentre os *stakeholders* de cada projeto, as pessoas a serem entrevistadas;

- (2) Realizar e documentar as entrevistas, com o intuito de obter o seguinte rol de informações e mapear cada caso:
  - (a) A empresa e o projeto: descrição geral da empresa na qual o projeto foi realizado e do próprio projeto em si;
  - (b) A qualificação do projeto: verificação do atendimento, por parte do projeto, aos requisitos estabelecidos para considerá-lo complexo e voltado à implantação de um componente de infraestrutura de TI;
  - (c) A obtenção de informações do projeto: descrição dos mecanismos adotados para obter as informações, bem como a indicação de quando ocorreu o processo de obtenção;
  - (d) Os dados quantitativos do projeto: obtenção, quando existentes, dos dados quantitativos do projeto, relevantes para sua valoração;
  - (e) O processo de gestão de riscos: obtenção dos procedimentos adotados para gerir os riscos do projeto e a relação dos riscos inventariados e controlados;
  - (f) O andamento do projeto: destaque dos incidentes significativos ocorridos ao longo da realização do projeto que impactaram seu andamento e não só provocaram a intervenção dos gestores como também produziram reflexos sobre o valor do projeto;
  - (g) A visão dos incidentes significativos sob a ótica das opções reais: análise dos incidentes significativos, com vistas a verificar se os mesmos foram solucionados por meio do exercício de opções reais.
- (3) Colher ao longo das entrevistas, tanto quanto possível, documentos formais referentes a cada projeto.

Adicionalmente, em cada caso houve a inclusão de questões específicas nas entrevistas, de modo a captar aspectos particulares e relevantes de cada um deles. As questões específicas introduzidas em cada estudo de caso estão apresentadas na própria descrição do caso, no item que descreve a obtenção de informações (item 2.c do protocolo acima apresentado).

A cada entrevista realizada, as informações obtidas foram dispostas de maneira tal a compor o conteúdo constante do próximo capítulo desta monografia. Em cada um dos casos, versões sucessivas desse conteúdo foram apresentadas e revisadas em conjunto com os entrevistados, de modo a garantir que o conteúdo final documentado efetivamente correspondesse na íntegra aos fatos narrados e às informações coletadas.

### 4.6.3 Relação dos Entrevistados nos Casos

A execução do primeiro passo do protocolo acima apresentado levou à definição das pessoas a serem entrevistadas, cuja relação consta do Quadro 25, no qual também está indicado o tempo despendido por cada entrevistado, tanto para a realização das entrevistas em si quanto para a leitura e comentários referentes ao material compilado, até a produção da versão final.

**Quadro 25 - Relação de Entrevistados**

Projeto	Entrevistados	Tempo Dedicado (*)
(1) Implantação de ERP	Sócio-Diretor GVV e Patrocinador Principal	6,0 h
	Gerente GVV do Projeto (1o.)	3,5 h
	Gerente GVV do Projeto (2o.)	12,0 h
	Coordenadora do Projeto (Fornecedor do ERP)	2,0 h
(2) Implantação de Plataforma para Gestão do Conhecimento	Gerente InMetrics do Projeto	6,0 h
	Gerente de Contas InMetrics	2,5 h
	Diretor Comercial InMetrics	5,0 h
	Gerente do Projeto Cliente	3,0 h
(3) Implantação de Plataforma para Ensino à Distância	Diretor ITAC e Patrocinador Principal	14,0 h
Total		54,0 h

(\*) O tempo dedicado corresponde ao tempo total despendido pelo entrevistado em conjunto com o autor desta pesquisa, seja durante as entrevistas ou na leitura e discussões relativas ao material compilado; baseia-se, portanto, em informações registradas pelo autor desta pesquisa.

### 4.7 Critérios para Qualificação dos Casos

O processo de escolha dos casos envolveu, de início e de forma mandatória, a análise dos projetos candidatos em potencial, de maneira a verificar seu enquadramento como projetos complexos de ITI. Para tal, as características de cada projeto candidato foram confrontadas com as relacionadas a seguir:

- Enquadramento como projetos de ITI:
  - O elenco de objetos de ITI considerado neste estudo é o que está listado no Quadro 6;
  - Portanto, os projetos candidatos, para serem considerados como de ITI, deveriam estar compreendidos nessa lista do Quadro 6.

- Enquadramento como projetos complexos:
  - No tópico 2.2.3 deste documento estão apresentados e descritos em detalhe os atributos considerados mandatórios para um projeto ser qualificado como complexo e, no tópico 3.1.2, está apresentada a definição operacional adotada para projeto complexo;
  - Portanto, os projetos candidatos, para serem considerados complexos, deveriam possuir os atributos destacados na definição operacional, os quais se encontram resumidos no Quadro 26.

**Quadro 26 – Atributos de Complexidade para Qualificação dos Projetos para os Casos**

Atributo	Comentário
Grande quantidade e diversidade de atividades e agentes	Um projeto complexo deve possuir uma grande quantidade e diversidade de atividades e agentes, que formam uma intrincada rede de interdependências, com interações intensas, diversificadas e não usuais.
Incerteza	Um projeto complexo é aquele no qual a incerteza é esperada e, ao se manifestar, impacta o projeto nas mais diferentes formas, em especial por intermédio de incidentes que provocam alterações imprevisíveis em comportamentos tanto de atividades quanto de agentes.
Auto-organização e adaptação	Um projeto caracteriza-se como complexo se os seus diversos agentes são demandados a demonstrar capacidade de se adaptar a mudanças e/ou de ajustar a estrutura interna do projeto de modo a responder satisfatoriamente a essas mudanças.

## 5 ESTUDOS DE CASO REALIZADOS

Neste capítulo são descritos os casos que foram selecionados para exploração. São três casos, cada um envolvendo um projeto complexo de ITI analisado sob a ótica das opções reais. Os casos foram escolhidos em função da sua aderência às características mandatórias relacionadas na seção 4.7 desta monografia e, em cada um deles, foram esmiuçados os aspectos citados no tópico 4.6.2, com base em documentos formais coletados e em entrevistas realizadas com *stakeholders* dos projetos em questão.

Os casos aqui descritos dizem respeito a: (1) um projeto de implantação de ERP, (2) um projeto de implantação de plataforma de TI para gestão do conhecimento e (3) um projeto de implantação de infraestrutura de TI para ensino à distância.

### 5.1 Caso 1: "Implantação de ERP"

Este primeiro, dentre os três casos descritos, explora a implantação de um ERP realizada em uma empresa brasileira de capital fechado e de porte médio, que decidiu melhor instrumentalizar suas operações e aprimorar seus controles internos e mecanismos de gestão.

#### 5.1.1 A Empresa e o Projeto

Este projeto foi realizado ao longo do segundo semestre de 2013 no Grupo Vitória da União, Gvu (www.gvu.com.br), um conglomerado de empresas de capital 100% brasileiro, com cerca de 35 anos de atuação e voltado à implantação de condomínios residenciais e comercialização de lotes de terreno desses condomínios. Atualmente, a estrutura organizacional do Gvu compreende uma *holding* e 15 empresas coligadas, sendo que seu escritório central localiza-se na cidade de Belo Horizonte e sua atuação está quase que totalmente concentrada no Estado de Minas Gerais, no qual mantém, no momento, cerca de 30 empreendimentos ativos que congregam um total de aproximadamente oito mil lotes.

O Gvu é um grupo dotado de características muito particulares, pois, apesar de dispor de controles operacionais e gerenciais pouco desenvolvidos, vinha obtendo excelentes resultados

em termos financeiros nos últimos anos e experimentando um crescimento bastante expressivo. Além disso, o GVU sempre se pautou por uma utilização incipiente dos recursos de TI, empregando poucos sistemas computadorizados e de abrangência limitada.

Em meio a essa realidade, o GVU deparou-se, em meados de 2012, com a oportunidade de admitir como sócia uma empresa de investimentos, liderada por profissionais experientes e com comprovada vivência em gestão empresarial. Assim que esta nova sócia foi admitida, teve início um processo amplo de reestruturação, que incluiu a expansão e o aprimoramento dos controles internos e o aumento do grau de informatização da empresa, ações estas todas suportadas pela implantação de um ERP.

Os trabalhos prévios ao Projeto GVU-ERP, como este foi denominado, tiveram início no mês de abril de 2013 e compreenderam a identificação, no mercado, de soluções viáveis aderentes às características dos negócios do GVU e a seleção da solução mais compatível com essas características. Para tal, o GVU definiu que a implantação deveria contemplar os módulos de gestão de contratos de venda, cobrança, compras e recebimento, folha de pagamento, finanças, ativo imobilizado e contabilidade e elaborou uma lista de requisitos técnicos e de negócio a serem atendidos pela solução. Em adição, foi definido que a entrada em operação deveria ocorrer em 02/01/2014, para todas as empresas e loteamentos simultaneamente. Como um detalhe, até então a folha de pagamento e a contabilidade eram terceirizadas e o GVU decidiu se aparelhar para reinternalizar essas atividades.

Ao término do processo de seleção, a escolha recaiu sobre a solução oferecida pela Totvs, que apresentou uma proposta abrangendo não apenas o fornecimento do software, mas também o apoio na implantação. Depois de formalizada a contratação, o GVU e a Totvs definiram em conjunto um cronograma preliminar para o Projeto GVU-ERP, estabelecendo o período de julho a dezembro de 2013 para o preparo para a implantação e um período de 30 dias após 02/01/2014 para o acompanhamento pós-implantação. Em paralelo, o GVU optou por contratar o autor desta tese para atuar como consultor responsável por acompanhar os trabalhos e garantir a qualidade dos produtos gerados.

O GVU não dispunha na época (e continua não dispondo atualmente) de uma metodologia de gestão de projetos e, em decorrência deste fato, concordou com a adoção da metodologia da Totvs. A gerente de projetos destacada pela Totvs (doravante denominada Coordenadora

Totvs-ERP) assumiu a responsabilidade por coordenar a elaboração do plano do projeto, contando com a colaboração do seu contraparte, o Gerente GVU-ERP, e também deste autor.

### **5.1.2 A Qualificação do Projeto**

Para ser um projeto qualificado para os fins do estudo que culminou com a elaboração desta tese, o Projeto GVU-ERP necessitava satisfazer às duas condições mandatórias: (1) tratar da disponibilização de um componente de ITI e (2) ser complexo. Quanto então a estes dois quesitos, tem-se:

- Disponibilização de um componente de ITI:
  - Para verificar o atendimento a esta condição, pode-se recorrer ao indicado na seção 4.7 desta monografia (e, por extensão, no Quadro 6) para concluir que este projeto, de fato, trata da implementação de um componente de ITI, mais particularmente de um item dos aplicativos compartilháveis, estes pertencentes à categoria dos ativos de natureza técnica ou tecnológica.
- Complexidade:
  - Schneberger e McLean (2003) argumentam que ERPs, devido à sua capacidade para integrar e gerenciar processos de negócios das empresas, especialmente em empresas geograficamente distribuídas, podem se mostrar extremamente complexos para ser implantados e operados;
  - Stefanou (2001), por sua vez, destaca que a complexidade dos projetos de implantação de ERP tem sido reconhecida tanto por pesquisadores quanto por profissionais de TI; nesta mesma linha de raciocínio, Hakkinen e Hilmola (2008) compartilham da opinião que a implantação de um ERP normalmente se mostra um projeto complexo e arriscado, que envolve vários distintos componentes e, para ser bem sucedida, deve superar inúmeros desafios que surgem antes e depois do sistema entrar em operação;
  - De todo modo, independentemente das colocações desses autores, o Projeto GVU-ERP, quando confrontado com os atributos de complexidade relacionados no Quadro 26, mostrou plena aderência a todos eles; de fato, este projeto:
    - Compreendeu uma extensa lista de atividades, organizadas em vários grupos distintos que apresentavam uma multiplicidade de inter-relações um para com o outro,

essencialmente devido ao fato de seu escopo incluir a implantação de sete módulos do ERP para cerca de 30 empreendimentos imobiliários;

- Envolveu inúmeros *stakeholders*, tanto externos ao GVU (no caso, os profissionais da Totvs) quanto internos, estes representados por sete gestores de áreas administrativas, pelos gestores operacionais (cada um deles responsável por um dos empreendimentos imobiliários) e por todos os sócios (os antigos e a nova sócia), que, à época, interagem de forma não completamente estável e regular;
- Apresentou um alto grau de incertezas acerca da realização de todas as atividades durante o tempo total esperado, devido tanto à dificuldade natural para executar essas atividades quanto à extensa teia de inter-relações entre elas;
- Demandou dos *stakeholders* capacidade de adaptação frente às mudanças ocorridas devido a incidentes de porte significativo verificados.

Por todas as considerações acima, pode-se admitir que o Projeto GVU-ERP atendeu aos requisitos para ser considerado complexo e efetivamente envolveu um componente de ITI.

### **5.1.3 A Obtenção de Informações do Projeto**

As informações aqui apresentadas, relativas ao Projeto GVU-ERP, foram obtidas em duas etapas distintas:

- Durante a realização do projeto, por força da sua participação como consultor do GVU, o autor desta tese coletou inúmeras informações relevantes sobre o andamento do trabalho, tanto as registradas em atas de reuniões e correspondências formais trocadas com e entre os gestores e a equipe do projeto quanto sob a forma de registros pessoais;
- Ao longo do terceiro trimestre de 2015, por meio de entrevistas formais com o gestor que atua no GVU como representante da nova sócia (doravante denominado Sócio GVU-ERP) e com os dois Gerentes GVU-ERP (houve uma substituição de profissional durante o projeto, fato este detalhado mais adiante).

As entrevistas seguiram o roteiro básico descrito no tópico 4.6.2 desta monografia e, dadas as características particulares do Projeto GVU-ERP, contemplaram adicionalmente a exploração dos seguintes aspectos:

- A visão do GVVU acerca dos incidentes mais significativos ocorridos e que motivaram a realização de ajustes no plano original do projeto;
- As eventuais alterações nas expectativas acerca dos resultados esperados, em face de mudanças de curso provocadas por incidentes;
- Os impactos sentidos nos negócios do GVVU com a implantação do ERP.

As entrevistas realizadas não foram gravadas, tendo sido documentadas apenas por escrito.

#### 5.1.4 Os Dados Quantitativos do Projeto

Previamente à seleção do ERP a ser contratado, o GVVU elaborou um orçamento preliminar para o investimento a ser realizado, o qual foi ajustado depois da escolha da solução a ser adotada e após uma rodada final de negociação com a Totvs. Os valores por fim estabelecidos para o investimento a ser feito pelo GVVU estão apresentados na Tabela 1. No que se refere ao retorno esperado, foi elaborada uma lista de benefícios qualitativos, não tendo havido a valoração desses benefícios em termos monetários.

**Tabela 1 – Custos e Benefícios do Projeto GVVU-ERP**

Início: 07/2013		Término Previsto: 01/2014	
Investimento Total Previsto (Mil R\$):		756,0	
Desembolso Previsto (1)			
Período	Valor (Mil R\$)	Período	Valor (Mil R\$)
08/2013	67,0	11/2013	67,0
09/2013	67,0	12/2013	67,0
10/2013	67,0	01/2014	67,0
		02/2014	67,0
		03/2014	67,0
		04/2014	220,0
Gasto Mensal Previsto (1)			
De	A	Valor (Mil R\$)	De
01/07/2013	31/03/2014	3,5	01/04/2014
			31/12/2018
			9,5
Benefícios Esperados (2)			
Descrição	Valor Previsto (Mil R\$)	Período Previsto	
		De	A (3)
Integração de dados com automatização de interfaces	--	01/04/2014	31/12/2018
Aumento da confiabilidade dos dados transacionados	--	01/04/2014	31/12/2018
Aumento da segurança dos dados transacionados	--	01/04/2014	31/12/2018
Aprimoramento dos controles internos	--	01/07/2014	31/12/2018
Promoção de condições para expansão dos negócios	--	01/04/2014	31/12/2018

1. Por questões de confidencialidade, os valores a seguir não são os efetivos, tendo sido obtidos com a aplicação de um fator multiplicativo que, no entanto, manteve a proporcionalidade.

2. Os benefícios relacionados são esperados em decorrência de ações futuras a serem viabilizadas pela implantação do ERP.

3. Esta data foi definida tendo em vista um horizonte estimado de 5 anos de vida útil para a versão implantada do ERP.

### **5.1.5 O Processo de Gestão de Riscos**

O plano elaborado pela Totvs para o Projeto GVU-ERP não contemplou um capítulo dedicado à gestão de riscos, os quais nem sequer foram mapeados.

Assim, o projeto foi conduzido sem um mecanismo formal de gestão de riscos, o que fez com que os incidentes verificados fossem analisados e solucionados no momento em que ocorreram, sem uma visão e um preparo prévios acerca do que poderia vir a ser enfrentado ao longo dos trabalhos.

### **5.1.6 O Andamento do Projeto**

Os aspectos mais relevantes do andamento do Projeto GVU-ERP, destacados nas entrevistas realizadas, compõem as divisões deste tópico, que compreende ainda uma breve descrição acerca do início dos trabalhos.

#### **5.1.6.1 O Início dos Trabalhos**

O Projeto GVU-ERP teve seu início formalizado em uma reunião de aprovação do plano de trabalho ocorrida em 08/07/2013. Porém, já cerca de duas semanas antes dessa data, o GVU definiu a pessoa que iria atuar como Gerente GVU-ERP e contratou o consultor externo, de tal sorte que esses dois profissionais passaram a atuar em conjunto com a Coordenadora Totvs-ERP na elaboração do plano. Durante esta etapa, foram sendo definidos os usuários-chave do GVU que iriam coordenar os trabalhos junto às suas áreas de atuação, bem como as pessoas internas que iriam fazer parte do comitê gestor do projeto.

#### **5.1.6.2 A Substituição do Gerente GVU-ERP**

Os trabalhos tiveram um andamento normal durante as primeiras nove semanas, após o que surgiu a necessidade de o GVU substituir o seu Gerente destacado para o projeto, tendo em vista o remanejamento desse profissional para uma nova unidade de negócios que foi constituída e a impossibilidade dele permanecer dedicando o tempo requerido para desempenhar suas funções no projeto. Este primeiro incidente foi superado com a adoção de duas medidas: (1) foi designado um novo profissional do GVU para exercer o papel de

Gerente e (2) foi solicitada do autor desta tese uma dedicação horária maior, de modo a apoiar o novo Gerente e buscar garantir uma transição menos traumática.

Contribuiu para que este episódio fosse superado sem consequências mais sérias o fato de o novo Gerente designado pelo GVU já estar atuando no projeto como usuário-chave da área de finanças. Acabou sendo visível apenas uma certa dificuldade para aprovar os produtos que estavam em elaboração e haviam contado com a contribuição do Gerente que se desvinculou do projeto. O autor desta monografia, que também havia participado da elaboração desses produtos na qualidade de consultor externo, apoiou o novo Gerente GVU-ERP nesta tarefa.

### **5.1.6.3 A Substituição da Coordenadora Totvs-ERP**

Depois de transcorridas 16 semanas de projeto e sem qualquer tipo de aviso antecipado, a Coordenadora Totvs-ERP comunicou ao GVU que iria entrar em férias e ausentar-se do projeto por 30 dias e solicitou uma reunião extraordinária para apresentação da sua substituta. Apesar de já ter havido reclamações não muito incisivas por parte do GVU até aquele momento, devido ao que se considerava ser uma dedicação ao projeto aquém da pactuada por parte da Coordenadora Totvs-GVU, este fato provocou uma reação incisiva de indignação por parte do GVU, manifestada formalmente na reunião de apresentação da nova Coordenadora.

A questão crucial destacada pelos entrevistados nem foi tanto a substituição em si, mas o conteúdo apresentado pela Totvs no plano detalhado da entrada do sistema em operação (o "plano da virada"), o primeiro instrumento divulgado pela nova Coordenadora Totvs-ERP. O plano da virada estabelecia a entrada em operação em 02/01/2014 de apenas uma empresa coligada e o *roll-out* para a *holding* e demais coligadas a partir de fevereiro de 2015. O Sócio GVU-ERP declarou na entrevista ter ficado surpreso ao tomar conhecimento desse plano, especialmente pelo fato de a nova Coordenadora Totvs-ERP ter afirmado que o havia recebido dessa forma da sua antecessora. Dado que era mandatório que a implantação fosse feita na modalidade de rodada única para todas as coligadas, a Coordenadora Totvs-ERP revisou o plano da virada e promoveu uma adição de homens-hora ao projeto sem custo adicional para o GVU, de modo a garantir a implantação plena em 02/01/2014.

Este, na opinião unânime dos entrevistados, foi o incidente que mais abalou o relacionamento entre o GVU e a Totvs, pois confirmou a suspeita de que tinha havido uma dedicação muito

alguém da requerida por parte da antiga Coordenadora Totvs-ERP. Mas os entrevistados também, de forma unânime, destacaram o elevado grau de profissionalismo e a competência da nova Coordenadora Totvs-ERP, que, com habilidade e pulso firme, recolocou o projeto nos eixos. A atuação desta nova Coordenadora foi considerada tão decisiva pelo GVU que foi feita uma solicitação formal à Totvs para que ela continuasse à frente do projeto, descartando-se o retorno da antiga Coordenadora. A Totvs, após certa relutância, acabou por concordar com o pleito do GVU e a nova Coordenadora foi mantida até o final do projeto.

#### **5.1.6.4 A Conversão do Cadastro Digital de Contratos de Venda**

O cadastro de contratos de vendas vinha sendo mantido, desde há cerca de cinco anos, em um sistema computadorizado operado em modo *stand alone*. Como o volume de contratos era da ordem de quatro mil e o de parcelas financiadas a receber da ordem de 250 mil, optou-se por desenvolver uma interface automatizada para converter esses dados para o ERP. Algumas alternativas foram analisadas para a realização deste trabalho e, por fim, a escolha recaiu sobre a própria Totvs, basicamente devido aos conhecimentos acerca da estrutura da base de dados do ERP.

A Totvs elaborou uma proposta complementar para este trabalho e alocou um analista de sistemas especialista no tema, o qual, com o auxílio deste autor, identificou a estrutura da base de dados do sistema antigo e montou um mapa da conversão. Entretanto, os trâmites para a contratação desta atividade e para alocação do analista tiveram uma demora excessiva e os entrevistados sustentaram que esta demora, por eles atribuída integralmente à Totvs, foi a grande responsável pelo atraso no desenvolvimento da interface, o que fez com que a conversão, inicialmente prevista para ocorrer em 29/12/2013, somente fosse finalizada em 14/01/2014. E, mesmo assim, com o desprezo de diversos contratos, que não foram convertidos por vários motivos, e com alguns erros relativamente graves nos contratos convertidos, como perda de dados e inconsistências.

Os entrevistados mencionaram que este foi o segundo incidente mais impactante do projeto e que, para superá-lo, a solução foi reter o cadastramento de novos contratos até a liberação da nova base de dados em 14/01/2014 e manter a emissão de boletos de cobrança por meio do sistema antigo também até essa data, acarretando dificuldades operacionais posteriores para a sincronização das bases de dados.

### **5.1.6.5 A Implantação da Cobrança Bancária Automatizada**

A cobrança de títulos por intermédio dos bancos no Brasil, que é a forma adotada pelo GVU, se dá de duas maneiras distintas: via integração digital e via títulos avulsos. A integração digital compreende a geração de arquivos com os títulos a serem cobrados, o envio desses arquivos a um banco para registro e emissão física dos títulos e o posterior recebimento de arquivos de retorno com os dados dos títulos registrados e dos recebidos. A cobrança via títulos avulsos compreende a emissão dos títulos pelo sacador em nome de um banco cobrador, seu envio diretamente aos sacados e, após o pagamento, o recebimento por parte do banco cobrador dos dados dos títulos recebidos; estes títulos são recebidos, portanto, sem prévio registro no sistema computadorizado do banco cobrador.

No caso do Projeto GVU-ERP, o desenvolvimento da interface digital para cobrança fazia parte das atividades contratadas junto à Totvs e, como bem lembraram os entrevistados, deveria atender a uma decisão tomada pelo GVU de mudar seu banco cobrador. Assim, a Totvs teria que desenvolver uma interface diferente da existente no sistema antigo, que suportava a integração com um banco com o qual o GVU deixaria de operar a partir de 2014.

A disponibilização desta interface aconteceu somente em meados de fevereiro de 2014, com um atraso, portanto, de cerca de 45 dias para com relação à data de início da operação do ERP. Na opinião dos entrevistados, este foi o incidente mais crítico ocorrido no projeto, pois impactou negativamente o processo de negócio mais sensível do GVU: a entrada de dinheiro proveniente da cobrança referente aos contratos de venda.

Os entrevistados afirmaram que as consequências deste incidente foram bastante sérias, pois, além de impactarem o fluxo de caixa, implicaram na manutenção da emissão de títulos avulsos via o sistema antigo até que a nova interface pudesse ser utilizada, demandando um trabalho manual, exaustivo e sujeito a erros, de inclusão dos dados dos títulos emitidos na base de dados do ERP e de baixa dos títulos recebidos.

## 5.2 Caso 2: "Implantação de Plataforma para Gestão do Conhecimento"

Este segundo caso explora a implantação de uma plataforma para gestão do conhecimento levada a cabo pela InMetrics para um de seus clientes preferenciais que decidiu melhor documentar e instrumentalizar seus futuros projetos de TI.

### 5.2.1 A Empresa e o Projeto

A InMetrics ([www.inmetrics.com.br](http://www.inmetrics.com.br)) é uma empresa de capital 100% brasileiro, fundada em 2002 na cidade de Campinas, no interior do estado de São Paulo, dentro de uma incubadora da Softex (atual Associação para Promoção da Excelência do *Software* Brasileiro), por um grupo de engenheiros recém-formados oriundos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Em 2008, a InMetrics abriu uma unidade na cidade de São Paulo e em 2009, vislumbrando uma possibilidade de expandir suas atividades para o exterior, instalou uma unidade na cidade de Santiago, no Chile, a partir da qual, desde então, tem prestado serviços a diversas empresas daquele país e procurado explorar outros mercados da região andina. Hoje, a Inmetrics conta com uma equipe de cerca de 550 colaboradores, dentre os quais mais de 90% são técnicos especialistas, compondo um time que atua diretamente na execução de projetos e na prestação de serviços continuados na área de TI.

Em fins de 2013, um dos principais clientes da InMetrics contratou a execução de um novo conjunto de projetos, compondo um programa com cerca de uma dúzia de iniciativas, entre as quais constava o desenvolvimento de uma plataforma para gestão do conhecimento, com a finalidade específica de armazenar informações relevantes para seus futuros projetos de TI, mais especificamente as que diziam respeito aos processos de teste e homologação de aplicativos, tais como: casos de teste, instruções e instrumentos de treinamento, manuais de produtos e lições aprendidas em projetos. Segundo a definição deste cliente, o escopo desta iniciativa deveria compreender: (1) a definição de uma arquitetura para a plataforma, que estabelecesse quais componentes deveriam ser adotados, quais informações deveriam de fato ser nela armazenadas e como estas deveriam ser organizadas, (2) a seleção dos componentes de software requeridos para a montagem dessa plataforma e (3) a implantação de uma base de conhecimentos a título de piloto e validação da plataforma.

O programa como um todo tinha um tempo previsto para realização da ordem de oito meses e a iniciativa relativa à plataforma para gestão do conhecimento era a quarta na sequência de execução estabelecida, dependendo tecnicamente das três iniciativas anteriores. O cronograma acordado com o cliente previa que esta iniciativa, doravante denominada "Projeto InMetrics-PGC", tivesse início no quarto mês do programa e consumisse cinco meses de trabalho.

### **5.2.2 A Qualificação do Projeto**

Para também ser qualificado para os fins do estudo que culminou com a elaboração desta tese, o Projeto InMetrics-PGC necessitava satisfazer às mesmas duas condições mandatórias já citadas no caso anterior: (1) tratar da disponibilização de um componente de ITI e (2) ser complexo. Quanto então a estes dois quesitos, tem-se:

- Disponibilização de um componente de ITI:
  - Para verificar o atendimento a esta condição, pode-se recorrer ao indicado na seção 4.7 desta monografia (e, por extensão, no Quadro 6), o que permite concluir que este projeto de fato tratou da implementação de um componente de ITI, mais particularmente de um item dos produtos de software compartilháveis, estes pertencentes à categoria dos ativos de natureza técnica ou tecnológica.
- Complexidade:
  - Há uma grande quantidade de estudos acadêmicos versando sobre plataformas para gestão do conhecimento, gestão de conteúdos e assemelhadas; contudo, dentre esses estudos, não foi possível identificar algum que tenha avaliado o grau e os fatores de complexidade de projetos destinados a implantar este tipo de plataforma;
  - Gallupe (2001) realizou uma revisão bibliográfica centrada em implantações de sistemas de gestão do conhecimento e propôs classificá-las em quatro categorias, de acordo com seu escopo e foco; porém, neste artigo não é feita menção à dificuldade ou desafios que possam ter sido encontrados nesses projetos de implantação;
  - Liao (2003) realizou uma revisão bibliográfica sobre a implantação de soluções de gestão do conhecimento no período de 1995 a 2002 e, com base em 234 estudos identificados, classificou a tecnologia empregada e suas respectivas aplicações em sete categorias, porém não reportou nenhuma dificuldade em particular relacionada à implantação de soluções que empregaram qualquer uma dessas tecnologias;

- Sedighi e Zand (2012) realizaram uma pesquisa acerca dos fatores críticos de sucesso associados à implantação de gestão de conhecimento reportados em estudos acadêmicos e identificaram 35 fatores, dentre os quais sete relacionados diretamente à tecnologia, porém não citam exemplos de projetos nos quais esses fatores foram reportados;
- Se, por um lado, não há indicativos na literatura acadêmica sobre como avaliar a complexidade de se implantar uma plataforma para gestão do conhecimento, por outro lado, o Projeto InMetrics-PGC, quando confrontado com os atributos de complexidade listados no Quadro 26, mostrou plena aderência a todos eles; de fato, este projeto:
  - Compreendeu uma extensa lista de atividades, organizadas em vários grupos distintos que apresentavam uma multiplicidade de inter-relações um para com o outro, em essência devido ao fato de incorporar três frentes de trabalho interligadas: (1) definir a arquitetura, (2) selecionar os componentes e implantar a plataforma e (3) implantar uma base de conhecimentos, a título de piloto e prova de validação desta plataforma;
  - Envolveu sete *stakeholders*, compreendendo quatro gestores da área de Qualidade e Homologação de TI do cliente e três gestores da InMetrics, no caso o Gerente do Programa, o Gerente da Fábrica de Testes e o Gerente de Contas que atende o cliente;
  - Apresentou um alto grau de incertezas quanto à realização de todas as atividades durante o tempo total esperado, devido a diversos fatores: (a) a dificuldade natural para executar essas atividades e (b) a extensa teia de inter-relações entre elas e para com relação aos demais projetos do programa;
  - Demandou dos *stakeholders* capacidade de adaptação frente às mudanças ocorridas devido a um incidente de porte significativo verificado.

Por todas as colocações feitas neste tópico, admite-se que o Projeto InMetrics-PGC envolveu de fato um componente de ITI e atendeu aos requisitos para ser considerado complexo.

### **5.2.3 A Obtenção de Informações do Projeto**

As informações aqui apresentadas relativas ao projeto foram obtidas ao longo dos meses de outubro e novembro de 2015, por meio de entrevistas realizadas com o profissional que exerceu o papel de Gerente do Projeto por parte da InMetrics e com o Gerente de Contas da InMetrics que atende ao cliente. As entrevistas realizadas não foram gravadas, tendo sido documentadas apenas por escrito. À semelhança do caso anterior, também seguiram o roteiro

básico descrito no tópico 4.6.2 desta monografia e, face às características particulares do Projeto InMetrics-PGC, focaram adicionalmente na exploração dos seguintes aspectos:

- A visão da InMetrics acerca dos incidentes mais relevantes ocorridos e que motivaram a realização de ajustes no plano original do projeto;
- As eventuais alterações nas expectativas acerca dos resultados esperados com a realização do projeto, em face de mudanças de curso ditadas pelos incidentes;
- Os impactos sentidos nos projetos de TI do cliente com a implantação da plataforma de gestão do conhecimento.

#### 5.2.4 Os Dados Quantitativos do Projeto

O Projeto InMetrics-PGC foi contratado pelo cliente a um preço fechado, cujo valor, por força de um acordo de confidencialidade, não pode ser revelado pela InMetrics. Pode-se afirmar, apenas, que se tratou de um valor compatível com os regularmente praticados pela InMetrics tanto junto a esse cliente quanto em projetos de natureza assemelhada. No que diz respeito ao retorno esperado, o cliente elaborou uma lista de benefícios apenas qualitativos, não tendo sido feita a valoração desses benefícios em termos monetários (vide Tabela 2).

**Tabela 2 – Custos e Benefícios do Projeto InMetrics-PGC**

Início: 08/2014		Término Previsto: 12/2014			
Investimento Total Previsto (Mil R\$):				--	
Desembolso Previsto (1)					
Período	Valor (Mil R\$)	Período	Valor (Mil R\$)	Período	Valor (Mil R\$)
08/2014	--	10/2014	--	12/2014	--
09/2014	--	11/2014	--		
Gasto Mensal Previsto (1)					
De	A (3)	Valor (Mil R\$)	De	A	Valor (Mil R\$)
01/04/2014	31/12/2019	--			
Benefícios Esperados (2)					
Descrição	Valor Previsto (Mil R\$)	Período Previsto			
		De	A (3)		
Ganho de produtividade por reuso de casos de teste	--	04/2015	12/2019		
Reuso de instruções e instrumentos de treinamento	--	04/2015	12/2019		
Facilidade no acesso à documentação de produtos	--	04/2015	12/2019		
Ganho de produtividade por uso de lições aprendidas	--	04/2015	12/2019		
<p>1. Por questões de confidencialidade, os valores investidos no projeto não são passíveis de divulgação.</p> <p>2. Os benefícios relacionados são esperados em decorrência de ações futuras a serem viabilizadas pela implantação da plataforma de gestão do conhecimento.</p> <p>3. Esta data foi definida tendo em vista um horizonte estimado de 5 anos de vida útil para a versão implantada da plataforma.</p>					

### **5.2.5 O Processo de Gestão de Riscos**

O plano elaborado pela InMetrics para o programa como um todo e para o Projeto InMetrics-PGC em particular não contemplou um tópico dedicado à gestão de riscos, os quais, à semelhança do descrito anteriormente no caso do projeto apresentado na seção 5.1 desta monografia, nem sequer foram mapeados.

Assim, este projeto também foi conduzido sem um mecanismo formal de gestão de riscos, o que fez com que os incidentes verificados fossem analisados e solucionados apenas no momento em que ocorreram, sem uma visão prévia acerca do que poderia vir a ser enfrentado ao longo do projeto.

### **5.2.6 O Andamento do Projeto**

Os aspectos mais relevantes do andamento do Projeto InMetrics-PGC, destacados nas entrevistas realizadas, compõem as divisões deste tópico, que compreende também uma breve descrição relativa ao início dos trabalhos.

#### **5.2.6.1 O Início dos Trabalhos**

O programa do qual o Projeto InMetrics-PGC fez parte teve início em fevereiro de 2014 e esta iniciativa em particular iniciou-se em agosto de 2014, com um pequeno atraso em relação ao cronograma inicial, tendo em vista alguns ajustes de ordem geral verificados no programa como um todo e que impactaram todos os projetos nele contemplados.

#### **5.2.6.2 A Definição da Arquitetura e Seleção dos Componentes**

As primeiras atividades do Projeto InMetrics-PGC compreenderam: (1) a definição dos objetos a serem armazenados na plataforma de gestão do conhecimento a ser instituída, (2) a definição da organização a ser adotada para este armazenamento, (3) a definição da arquitetura da plataforma e (4) a seleção dos componentes a serem empregados.

A arquitetura definida seguiu o padrão usual para plataformas desta natureza, ou seja, compreendeu a combinação de um software de gerenciamento de bases de dados com um de

gestão de conteúdos, este último com as tradicionais capacidades de estruturação, indexação, recuperação e publicação de objetos.

Já a seleção dos componentes levou em consideração os requisitos estabelecidos pelo cliente, que implicavam em haver plena aderência aos seus padrões internos, o que significava, entre outros aspectos, que o gerenciador de bases de dados deveria ser o SQL Server ou o Oracle.

Com base nesta premissa e nas características da arquitetura definida, a InMetrics pesquisou os gerenciadores de conteúdos disponíveis no mercado e chegou a uma lista final composta por três opções alternativas: SharePoint, SVN e Joomla. Dentre estas opções, a que pareceu mais adequada, ao fim da análise preliminar, foi o Joomla, apesar de ser um produto ainda não utilizado pelo cliente e também nunca explorado anteriormente pela equipe de técnicos da InMetrics. Como se trata de um software livre e sua utilização, portanto, não implicaria em nenhum tipo de desembolso, houve o consenso no sentido de que valeria a pena a escolha, ainda que uma futura análise mais aprofundada viesse a demonstrar algum tipo de inadequação e fosse necessária a seleção de outra alternativa.

Ao longo das discussões que envolveram o processo de escolha do gerenciador de conteúdos, a InMetrics informou ao cliente que a versão do Joomla que se pretendia adotar era compatível apenas com o gerenciador de bases de dados MySQL, que não era nenhum dos dois gerenciadores em princípio autorizados. Este aspecto, entretanto, foi relevado e houve a concordância do cliente quanto à utilização do MySQL.

### **5.2.6.3 A Montagem da Plataforma para Gestão do Conhecimento**

Uma vez definidos os componentes, o preparo e a configuração da plataforma tiveram início em novembro de 2014. Esta montagem foi feita num ambiente de homologação da própria InMetrics, de modo a possibilitar maior flexibilidade para os trabalhos de configuração e teste.

Esta etapa teve a duração de quatro semanas, ao término das quais a plataforma foi validada com conteúdos de teste elaborados pela InMetrics. Até a conclusão desta etapa, portanto, o projeto transcorria dentro do prazo previsto de cinco meses para sua execução.

#### **5.2.6.4 A Não Aderência do Gerenciador de Conteúdos aos Padrões do Cliente**

Com a plataforma devidamente testada e liberada, foi acordada com o cliente a data da migração para o seu ambiente de TI. Porém, no momento da migração, o cliente, apesar de ter concordado anteriormente, comunicou à InMetrics a impossibilidade de instalar a plataforma com o gerenciador de bases de dados MySQL, por não ser este um produto homologado internamente. De modo a superar este impasse, a InMetrics sugeriu que se substituísse o MySQL pelo SQL Server, troca, contudo, que não se mostrou viável, pois a versão adotada do Joomla não apresentava compatibilidade com o SQL Server.

Decorridos cerca de 20 dias nesse impasse, a InMetrics identificou como alternativa para solucionar a pendência a utilização de outra versão do Joomla, esta sim compatível com o SQL Server, porém ainda não traduzida para o português. Uma vez mais, o cliente rejeitou a solução, por esta não atender à sua padronização interna.

Depois de sucessivas conversas e reuniões com o cliente, optou-se então por buscar um gerenciador de conteúdos alternativo para substituir o Joomla. Segundo os entrevistados, estas conversas ocorreram sempre em um clima amigável, com todos buscando alternativas para superar o impasse e sem mútuas acusações ou busca por culpados; os entrevistados entendem que tal se deu devido ao efetivo interesse do cliente na implantação da plataforma e, particularmente, nos benefícios futuros que ela poderia proporcionar.

#### **5.2.6.5 A Substituição do Gerenciador de Conteúdos**

A equipe técnica da InMetrics voltou a campo para identificar um novo gerenciador de conteúdos, desta feita que fosse compatível com o SQL Server, mas que também apresentasse características semelhantes às do Joomla, dado todo o investimento que já havia sido feito no desenho dos processos de utilização da plataforma. Após sete semanas de pesquisa, a InMetrics identificou como possíveis substitutos o Drupal e o WordPress e realizou uma análise rápida para verificar a melhor opção entre os dois. Ao término desta análise, a InMetrics optou por recomendar ao cliente a utilização do Drupal, recomendação esta aceita no início de março de 2015.

Isto posto, a equipe da InMetrics deu início à reconfiguração da plataforma, uma vez mais no seu próprio ambiente de TI. O novo produto escolhido não possui as mesmas características

que o Joomla na camada de apresentação, o que veio a demandar um esforço adicional de configuração. Desse modo, a substituição como um todo acabou por consumir quatro semanas para ser realizada, mas, por fim, a instalação da plataforma no ambiente de TI do cliente pode ser realizada sem novos percalços.

#### **5.2.6.6 A Realização do Piloto e Homologação da Plataforma**

Já com a plataforma definitivamente instalada no ambiente de TI do cliente, o piloto foi enfim executado, com a escolha de uma base de conhecimentos a título de piloto e com carga e manipulação dos objetos presentes nessa base. Ao término de cinco semanas de execução do piloto, o cliente por fim homologou a plataforma.

#### **5.2.6.7 Utilização da Plataforma**

Uma vez homologada a plataforma, a InMetrics ministrou um treinamento aos profissionais designadas pelo cliente para utilizar o ambiente de gestão do conhecimento. Este treinamento ocorreu em maio de 2015, após o que a plataforma foi oficialmente liberada para uso.

No total, a necessidade de substituir o gerenciador de conteúdos foi responsável por um atraso da ordem de cinco meses no tempo de execução do projeto, levando a um aumento de 100% para com relação ao prazo originalmente estimado.

Após a liberação, os entrevistados relataram que continuaram acompanhando a evolução da sua utilização no cliente e constataram que, num ritmo bastante razoável, foram sendo nela introduzidas informações relativas a projetos de TI realizados e em andamento. No final de novembro de 2015, o número de profissionais do cliente acessando regularmente a plataforma passava de 20 e já haviam sido introduzidos cerca de mil casos de teste na plataforma de gestão do conhecimento.

### **5.3 Caso 3: "Implantação de Plataforma para Ensino à Distância"**

Este terceiro caso aborda a implantação de uma plataforma para suportar um ambiente de ensino à distância, projeto realizado pelo ITAC, uma organização primordialmente dedicada ao ensino à distância como método de treinamento e aperfeiçoamento profissionais.

#### **5.3.1 A Empresa e o Projeto**

O Instituto de Tecnologia Aragon e Costa, ITAC ([www.edu.itac.org.br](http://www.edu.itac.org.br)), é uma organização brasileira do terceiro setor que tem como um dos principais objetivos a prestação de serviços de treinamento e aperfeiçoamento profissionais baseados em ensino à distância (EAD). Para tal, desde a sua fundação, estabeleceu como ações mandatórias a definição de uma plataforma capaz de prover os meios necessários para a prestação desses serviços e a consequente implantação dos correspondentes componentes de hardware e software da plataforma. Por ser uma organização cujos diretores possuem ampla experiência tanto como profissionais de TI quanto como professores, e inclusive com vivência pregressa em EAD, eles próprios se dispuseram a definir essa plataforma e conduzir sua implantação.

O projeto aqui explorado, doravante denominado "Projeto ITAC-EAD", compreendeu quatro etapas: (1) a definição da arquitetura para a plataforma de EAD, (2) a seleção dos componentes, (3) a obtenção e implantação dos componentes selecionados e (4) o preparo, a carga e o teste de um conjunto de conteúdos-piloto, culminando então com a disponibilização do ambiente como um todo. As duas primeiras etapas foram projetadas para execução em paralelo, dada a intensa interação que se previa entre a definição da arquitetura e a seleção dos componentes, face à sua grande diversidade e os diferentes elencos de funcionalidades disponíveis em componentes destinados a cumprir papéis assemelhados. A terceira etapa foi prevista para ser executada de forma gradativa, à medida que determinados componentes tivessem sido escolhidos e a quarta etapa foi planejada para ser realizada praticamente ao longo de todo o projeto, dado o sentimento que seria relativamente longo o tempo necessário para o preparo dos conteúdos a serem utilizados como piloto.

O projeto teve início em meados de novembro de 2014, com uma expectativa que viesse a consumir oito meses de trabalho, com a disponibilização do ambiente prevista para ocorrer durante o mês de julho de 2015.

### 5.3.2 A Qualificação do Projeto

Para também ser qualificado para os fins do estudo que culminou com a elaboração desta tese, o Projeto ITAC-EAD necessitava satisfazer às mesmas duas condições mandatórias já citadas nos dois casos anteriores: (1) tratar da disponibilização de um componente de ITI e (2) ser complexo. Quanto então a estes dois quesitos, tem-se:

- Disponibilização de um componente de ITI:
  - Para verificar o atendimento a esta condição, pode-se recorrer ao indicado na seção 4.7 desta monografia (e, por extensão, no Quadro 6 e seus complementos) para concluir que este projeto trata da implementação de um componente de ITI, mais particularmente de um item dos produtos de software compartilháveis, estes pertencentes à categoria dos ativos de natureza técnica ou tecnológica.
- Complexidade:
  - Haney (2002) afirma que soluções de treinamento que congregam um LMS são complexas, apesar de não apresentar evidências comprovadas, mas apenas tecendo considerações para justificar esta colocação, em particular o fato de essas soluções envolverem a necessidade de se integrar diversos componentes distintos, em geral disponibilizados por diferentes fornecedores;
  - Black *et al.* (2007), também sem dispor de evidências comprovadas, advertem que implantar um LMS é uma tarefa complexa por natureza e que, por conta desta complexidade, é importante obter conhecimentos amplos e profundos sobre este tipo de ferramenta, de tal sorte que os desafios impostos pelo processo de implantação sejam adequadamente compreendidos e equacionados;
  - Davis *et al.* (2008) destacam que a construção de uma infraestrutura para treinamento *online* envolve muitos componentes interligados e demanda que sejam levados em consideração inúmeros fatores, o que torna difícil estabelecer uma lista de verificação simples ou uma receita a ser seguida;
  - Em adição e independentemente das colocações desses autores, o Projeto ITAC-EAD, quando confrontado com os atributos de complexidade relacionados no Quadro 26, mostrou plena aderência a todos eles; de fato, este projeto:
    - Compreendeu uma extensa lista de atividades, estruturadas em diversos grupos distintos e apresentando uma multiplicidade de inter-relações de um grupo para com os demais, em decorrência, basicamente, do fato de o escopo do projeto contemplar

quatro distintas frentes de trabalho (arquitetura, seleção, implantação e teste) e uma grande diversidade de componentes de hardware e software;

- Para o seu porte, teve uma quantidade expressiva de *stakeholders*, representados pelos três Diretores do ITAC e por dois Gerentes departamentais também do ITAC;
- Apresentou um alto grau de incertezas quanto à realização de todas as atividades durante o tempo total esperado, devido tanto à dificuldade natural para executá-las quanto à extensa teia de inter-relações entre elas;
- Demandou dos *stakeholders* capacidade de adaptação frente às mudanças ocorridas devido a um incidente de porte significativo verificado.

Por todas as colocações acima, pode-se admitir que o Projeto ITAC-EAD envolveu, de fato, um componente de ITI e atendeu aos requisitos para ser considerado complexo.

### **5.3.3 A Obtenção de Informações do Projeto**

As informações relativas ao Projeto ITAC-EAD foram obtidas por meio de entrevistas realizadas entre outubro e novembro de 2015 com um Diretor do ITAC, o qual atuou como gestor do projeto, além de ter sido o principal mentor da arquitetura definida.

As entrevistas realizadas não foram gravadas, tendo sido documentadas apenas por escrito. À semelhança dos dois casos anteriores, seguiram uma vez mais o roteiro básico descrito no tópico 4.6.2 desta monografia e, face às características particulares do Projeto ITAC-EAD, focaram adicionalmente na exploração dos seguintes aspectos:

- A visão do ITAC acerca dos incidentes mais relevantes ocorridos e que motivaram a realização de ajustes no plano original do projeto;
- As eventuais alterações nas expectativas acerca dos resultados esperados com a realização do projeto, em face de mudanças de curso ditadas pelos incidentes.

### **5.3.4 Os Dados Quantitativos do Projeto**

Previamente à realização da seleção dos componentes do ambiente a ser instituído, os diretores do ITAC elaboraram um orçamento preliminar para o investimento a ser realizado, o

qual foi ajustado ao longo do projeto. Os valores por fim estabelecidos para o investimento estão apresentados na Tabela 3.

No que se refere ao retorno esperado, foi elaborada apenas uma lista de benefícios qualitativos, não tendo sido feita a valoração desses benefícios em termos monetários. Os benefícios listados também constam da Tabela 3.

**Tabela 3 – Custos e Benefícios do Projeto ITAC-EAD**

Início: 11/2014		Término Previsto: 07/2015	
Investimento Total Previsto (Mil R\$):		113,6	
Desembolso Previsto (1)			
Período	Valor (Mil R\$)	Período	Valor (Mil R\$)
11/2014	12,4	02/2015	14,4
12/2014	12,4	03/2015	12,4
01/2015	12,4	04/2015	12,4
05/2015	12,4	06/2015	12,4
07/2015	12,4		
Gasto Mensal Previsto (1)			
De	A (3)	Valor (Mil R\$)	De A Valor (Mil R\$)
07/2015	06/2020	3,5	
Benefícios Esperados (2)			
Descrição	Valor Previsto (Mil R\$)	Período Previsto	
		De	A (3)
Receitas de intermediação na venda de cursos	--	07/2015	06/2020
Receitas de suporte à elaboração de conteúdos	--	07/2015	06/2020
<p>1. Por questões de confidencialidade, os valores a seguir não são os efetivos, tendo sido obtidos com a aplicação de um fator multiplicativo que, no entanto, manteve a proporcionalidade.</p> <p>2. Os benefícios relacionados são esperados em decorrência de ações futuras a serem viabilizadas pela implantação da plataforma de EAD.</p> <p>3. Esta data foi definida tendo em vista um horizonte estimado de 5 anos de vida útil para a versão implantada da plataforma.</p>			

### 5.3.5 O Processo de Gestão de Riscos

Como já mencionado, os diretores do ITAC são profissionais atuantes em TI, com larga experiência na condução de projetos da mais diversa natureza e, por força dessa atuação, têm amplo domínio do ferramental de gestão de projetos. Em decorrência, os diretores empregaram neste projeto uma metodologia formal de gestão que contemplou, entre outras, a vertente de gestão de riscos. Os riscos foram mapeados e sua evolução acompanhada ao longo de todo o projeto, por meio de avaliações periódicas formais realizadas pelos diretores e envolvendo, sempre que necessário, os fornecedores e demais colaboradores do ITAC envolvidos no projeto. O mapa de riscos elaborado como parte do plano do projeto está apresentado no Quadro 27.

**Quadro 27 – Mapa de Riscos do Projeto ITAC-EAD**

Risco	Probabilidade	Impacto	Rank	Resposta ao Risco
1. Confiabilidade dos serviços de suporte dos componentes escolhidos	Alta	Médio	15	Rever a qualidade dos serviços de suporte do fornecedor que apresentar problemas de qualidade; a qualquer momento, se necessário, substituir o fornecedor
2. Confiabilidade do serviço de computação em nuvem escolhido	Média	Alto	15	Consultar clientes do provedor escolhido e reavaliar o serviço; a qualquer momento, se necessário, substituir o provedor
3. Integração das soluções	Média	Alto	15	Retestar sistematicamente as integrações ao longo do projeto
4. Atraso na elaboração de conteúdos-piloto para teste da plataforma	Média	Alto	15	Intensificar o incentivo à produção dos conteudistas e prover suporte metodológico para o desenvolvimento dos conteúdos; no limite, utilizar apenas um conteúdo-piloto
5. Qualidade dos recursos humanos empregados no projeto	Baixa	Alto	5	Rever o quadro de pessoal alocado ao projeto e, se necessário, buscar profissionais com maior experiência prévia no ambiente operacional escolhido

(\*) Os pontos atribuídos às probabilidades e aos impactos são os seguintes: 5 para o grau alto, 3 para o grau médio e 1 para o grau baixo.

### 5.3.6 O Andamento do Projeto

Os aspectos mais relevantes do andamento do Projeto ITAC-EAD, destacados nas entrevistas realizadas, compõem as divisões deste tópico, que compreende também uma breve descrição relativa ao início dos trabalhos, em particular no que tange à tarefa de elaboração do plano do projeto.

#### 5.3.6.1 O Início dos Trabalhos

O Projeto ITAC-EAD teve seu início formalizado em uma reunião de aprovação do plano de trabalho ocorrida em 18/11/2014. Na ocasião, ficou decidido que um dos diretores do ITAC acompanharia o projeto e autorizaria a sua execução orçamentária e ficaram também definidas as responsabilidades pela execução do projeto. Este Diretor em questão é a pessoa que foi entrevistada e forneceu as informações relativas ao projeto.

### 5.3.6.2 A Definição da Arquitetura e Seleção dos Componentes

Nas palavras do Diretor do ITAC entrevistado, um ambiente de EAD, em linhas gerais, é um *site* na Internet no qual se pode produzir, armazenar e publicar material de ensino e que possibilita aos interessados nesse material acessá-lo e absorver os ensinamentos disponíveis. Este tipo de *site* caracteriza-se por congrega uma multiplicidade de componentes de TI, tanto de hardware quanto de software, cada qual especializado no provimento de uma parcela das funcionalidades requeridas para a elaboração, a oferta e a utilização do material por parte do público interessado.

Conforme já mencionado, a definição da arquitetura da plataforma de EAD e a seleção dos componentes, que consistem nas duas etapas iniciais do projeto, foram conduzidas em paralelo. Em termos de arquitetura, o Diretor do ITAC entrevistado explicou que as plataformas de EAD, em geral, apresentam um desenho clássico, que compreende um núcleo básico no qual se insere um software construtor de *sites*, um componente LMS (da sigla em inglês para *learning management system*) e uma loja virtual. Em torno desse núcleo, distribuem-se diversos outros componentes, dentre os quais os mais empregados são: uma solução para armazenamento de vídeos, uma solução para *webinars* (contração em inglês que significa *web-based seminars*) e uma camada de infraestrutura com três extratos, congregando um sistema operacional, um gerenciador de bases de dados e um servidor de rede.

No caso específico do Projeto ITAC-EAD, para compor o núcleo da solução, foram analisadas as principais alternativas disponíveis, tendo sido considerados, em especial, os produtos Moodle e WordPress, por serem os mais utilizadas para a instituição de ambientes de EAD. Ao final desta análise, optou-se pelo WordPress, por ser o produto que oferecia mais alternativas de interconexão aos demais componentes requeridos para compor a solução e também por se mostrar superior em termos de custo de manutenção, velocidade de atualização, suporte, usabilidade, apresentação e disponibilidade de *plug-ins*.

Uma vez escolhido o WordPress, o caminho lógico seria adotar um LMS e uma loja virtual dentre os produtos homologados pela WordPress.org e é o que foi feito pelo ITAC; assim, para compor o núcleo da solução foram adicionados ao WordPress dois *plugins* compatíveis e homologados para com ele operar.

Para suportar esse núcleo central e complementar a plataforma, foram selecionados:

- Os componentes da camada de infraestrutura: o sistema operacional Linux, o gerenciador de bases de dados MySQL e o servidor de rede Apache;
- A solução para armazenamento de vídeos Vimeo;
- A solução para *webinars* WebinarJam.

Já no que se refere ao hardware, a definição do ITAC foi operar num ambiente de computação em nuvem, para, nas colocações do Diretor entrevistado, não ser necessário adquirir e gerenciar equipamentos próprios e, conseqüentemente, poder minimizar os investimentos. Algumas alternativas em termos de provedores foram analisadas e a escolha acabou recaindo sobre a LocalWeb.

### **5.3.6.3 A Obtenção e Implantação dos Componentes Selecionados**

Nesta etapa do projeto foram executadas as atividades de obtenção dos componentes selecionados, sua instalação e parametrização inicial (de modo a configurar a plataforma de acordo com padrões estabelecidos pelo ITAC) e os testes preliminares da plataforma. Segundo o Diretor do ITAC entrevistado, a definição dos padrões foi feita num projeto conduzido paralelamente ao Projeto ITAC-EAD e produziu, além dos padrões em si, um conjunto de instrumentos de orientação e apoio aos futuros conteudistas.

Em detalhe, os trabalhos desta etapa compreenderam:

- Contratação e configuração dos serviços de computação em nuvem junto à LocalWeb;
- Obtenção e configuração do Linux, do Apache, do MySQL;
- Obtenção do WordPress e configuração do *site* para EAD;
- Contratação e instalação do LMS, da loja virtual e do e-commerce;
- Contratação e configuração do serviço de armazenamento de vídeo;
- Criação de conta no serviço PagSeguro, para viabilizar o recebimento referente aos treinamentos comercializados.
- Parametrização do LMS, baseada nos requisitos das abordagens de ensino-aprendizagem e pedagógicas pretendidas para os treinamentos a serem oferecidos pelo ITAC; foi definido

um conjunto de parâmetros comuns a todos os treinamentos e também parâmetros que podem ser personalizados para cada treinamento e para cada conteudista.

- Teste preliminar da plataforma:
  - Integração dos componentes da plataforma;
  - Realização de testes integrados, simulando a inscrição, o pagamento e a realização de treinamentos;
  - Foram testados ainda os painéis de controle da plataforma e todas as demais funcionalidades e parâmetros gerais.

#### **5.3.6.4 O Preparo dos Conteúdos-Piloto**

Foi explanado pelo Diretor do ITAC entrevistado que, para obter os conteúdos-piloto para realizar o teste integrado da plataforma, foram feitos, logo no início do projeto, convites a diversos professores que já haviam se associado ao ITAC visando, quando da futura operação regular da plataforma, participar como conteudistas permanentes.

Assim, a elaboração dos conteúdos-piloto ficou por conta dos professores que aceitaram o convite e se dispuseram a participar do teste integrado da plataforma. Esses professores assumiram o compromisso de disponibilizar seus conteúdos até o final do mês de março de 2015.

A possibilidade de ocorrer um atraso nesta atividade foi aventada no início do projeto e consta inclusive do mapa de riscos elaborado (vide Quadro 26). Então, com o objetivo de evitar que este risco se materializasse, os gestores do ITAC participantes do projeto ficaram encarregados de prover suporte metodológico para o desenvolvimento dos conteúdos e de fazer um acompanhamento estreito do andamento da produção junto a estes professores e, segundo o Diretor do ITAC entrevistado, estas tarefas foram executadas com rigor.

Entretanto, mesmo com todos os cuidados tomados, os conteúdos-piloto não foram disponibilizados pelos professores dentro do prazo previsto. As ações de mitigação definidas para este risco foram então executadas – o incentivo à produção dos conteudistas e o suporte metodológico para o desenvolvimento dos conteúdos foram intensificados, passando a ser feito um acompanhamento mais frequente do andamento desta atividade. Mesmo tendo sido

tomadas estas providências, o primeiro conteúdo-piloto foi disponibilizado apenas em meados de agosto de 2015.

Apesar de reconhecer como importante a magnitude do atraso provocado pela não disponibilização dos conteúdos-piloto no prazo originalmente previsto, o Diretor do ITAC entrevistado afirmou que este incidente não deveria ser considerado como tendo sido de grandes proporções, dado que, inevitavelmente, o lançamento da plataforma de EAD no mercado seria dependente desses conteúdos, que se tornariam os primeiros treinamentos a ser oferecidos ao público; portanto, esses conteúdos necessitariam ser concluídos de toda forma, sem o que o lançamento teria que ser forçosamente postergado.

### **5.3.6.5 A Carga dos Conteúdos-Piloto**

Em setembro de 2015, foi iniciada a carga dos conteúdos-piloto na plataforma. Durante este processo, o volume de material carregado na plataforma aproximou-se do limite da capacidade da área de armazenagem originalmente contratada da Localweb e foi providenciada então uma ampliação desse espaço, com a consequente atualização da configuração do servidor virtual que atendia à plataforma de EAD do ITAC.

Ao ser executada essa reconfiguração, o *site* de EAD apresentou um problema técnico e parou de funcionar. O suporte técnico da LocalWeb foi acionado, porém encontrou dificuldades para solucionar o problema, que se mostrou de um grau de complexidade não trivial. Segundo o Diretor do ITAC entrevistado, o problema persistiu por cerca de duas semanas, período durante o qual a carga dos conteúdos-piloto teve que ser interrompida e nenhum teste pode ser realizado, pois o *site* ficou indisponível por completo.

A possibilidade de ocorrência deste incidente havia sido prevista no início do projeto e, à semelhança do ocorrido no caso do atraso na disponibilização dos conteúdos-piloto, esta expectativa havia sido contemplada no mapa de riscos do projeto (vide uma vez mais o Quadro 26). Como ações de mitigação, foi definido consultar clientes do provedor escolhido, avaliar o serviço num período de experiência e, se necessário, substituir o provedor a qualquer momento. A primeira ação havia sido executada durante o processo de seleção do provedor e a segunda após a escolha da LocalWeb. A decisão de executar a terceira ação, substituir o provedor, acabou por ser tomada quando do desdobramento deste incidente, que foi

considerado, nas palavras do Diretor do ITAC entrevistado, de proporções sérias demais, a ponto de inviabilizar a continuidade do contrato com este provedor.

### **5.3.6.6 A Substituição do Provedor de Serviços de Computação em Nuvem e Teste da Plataforma**

Uma vez decidida a substituição do provedor de serviços de computação em nuvem, a equipe do Projeto ITAC-EAD retomou a análise que havia sido feita para seleção deste fornecedor e acabou optando pela contratação do Bluehost, que, diferentemente da Localweb, é um fornecedor especializado em WordPress e homologado pela WordPress.org. O Bluehost não havia sido considerado de início por ser um provedor situado nos Estados Unidos e os gestores do ITAC terem, num primeiro momento, optado por limitar a escolha a provedores baseados no Brasil.

O processo de substituição do provedor foi realizado no início de novembro de 2015 e, após sua conclusão, foi feita a carga dos conteúdos-piloto no novo provedor. Com isso, finalmente o teste integrado da plataforma pode ser realizado e compreendeu:

- A simulação da inscrição, do pagamento e da realização de treinamentos;
- O reteste dos painéis de controle da plataforma e de todas as demais funcionalidades e parâmetros gerais.

O Diretor do ITAC entrevistado declarou que, mesmo tendo sido assumido um atraso de grandes proporções (cerca de 60 dias), entendeu-se ser preferível incorrer nesse atraso naquele momento, ao invés de correr o risco de haver um novo problema futuro, quando a plataforma já viesse a estar operacional, pois isto implicaria em afetar toda a futura base de clientes, com efeitos certamente mais negativos.

O teste integrado foi concluído em meados de dezembro de 2015 e a liberação da plataforma para utilização regular está prevista para a segunda quinzena de janeiro de 2016. Se tal expectativa se cumprir, o Projeto ITAC-EAD será finalizado com um atraso de cerca de seis meses para com relação à previsão inicial.



## 6 ANÁLISE DOS CASOS E CONCLUSÕES

Este capítulo compreende a análise dos casos estudados e a apresentação das conclusões obtidas. Para tal, engloba a análise propriamente dita, a validação das proposições estabelecidas para a pesquisa e as recomendações derivadas dos resultados obtidos, pertinentes à aplicação do enfoque das opções reais a projetos complexos de ITI.

### 6.1 Considerações Gerais sobre a Análise dos Casos Estudados

Nas próximas quatro seções deste capítulo os três casos estudados estão analisados em detalhe, primeiramente cada um deles de forma isolada e depois todos em conjunto, de modo a se interpretar os projetos em questão sob a ótica das opções reais e, mais do que isso, visando deles extrair subsídios para validar as proposições estabelecidas, responder à questão de pesquisa e, em última instância, alcançar os objetivos estabelecidos para esta tese.

No que diz respeito à interpretação dos projetos estudados sob a ótica das opções reais, o foco recaiu sobre a análise dos incidentes significativos sob esta ótica, cumprindo destacar:

- Conforme explanado no tópico 3.1.6 desta monografia, os incidentes de porte significativo ocorridos num projeto, podem ser vistos como gatilhos para o exercício das opções reais potencialmente aplicáveis ao projeto;
- Ações empreendidas para fazer frente a esses incidentes são inerentes ao livre arbítrio dos gestores de projeto, tendo em vista a flexibilidade gerencial de que são investidos ao desempenhar este papel.

No que se refere à análise propriamente dita de cada projeto estudado, estão contemplados os aspectos: (1) o impacto dos incidentes de porte significativo ocorridos; (2) a obtenção dos ganhos futuros de valor e (3) o efeito da flexibilidade gerencial sobre o andamento do projeto.

Segue-se, então, a análise individual de cada caso estudado e, como fecho, a análise conjunta dos três casos.

## 6.2 Análise do Caso 1 – Implantação de ERP

Nesta seção, o caso representado pela implantação do ERP no GVU é analisado, iniciando com a exploração dos incidentes significativos sob a ótica das opções reais e concluindo com a análise propriamente dita do caso.

### 6.2.1 A Visão dos Incidentes Significativos Sob a Ótica das Opções Reais

No caso do Projeto GVU-ERP, os incidentes significativos destacados pelos entrevistados, com seus respectivos desdobramentos, e as ações, tanto as empreendidas quanto as potencialmente passíveis de serem executadas para superá-los, podem ser assim comentados sob a ótica das opções reais:

- Substituição do Gerente GVU-ERP:
  - Quando da ocorrência desta substituição, a decisão tomada pelos *stakeholders* foi no sentido de não pausar o projeto, porém o ritmo dos trabalhos foi afetado e a aprovação de parte dos produtos do projeto foi postergada por cerca de três semanas;
  - Questionado a respeito, o novo Gerente GVU-ERP mencionou que, ao invés de ser tomada a decisão de prosseguir com os trabalhos, este incidente poderia ter representado o gatilho para que fosse formalizada uma pausa no projeto, de tal sorte que esta substituição se desse de modo mais coordenado; durante esta pausa, poderiam ter sido empreendidas ações para facilitar a absorção, por parte do novo gerente, das tarefas a serem por ele assumidas;
  - De toda sorte, este incidente acabou por não se revelar um dos mais impactantes.
- Substituição da Coordenadora Totvs-ERP:
  - No caso desta substituição, a decisão tomada foi por manter o andamento do projeto sem pausa e realizar a integração da nova Coordenadora com os trabalhos em andamento;
  - Ocorre que, após a entrada da nova Coordenadora, percebeu-se ser necessário um esforço de replanejamento para retomar a estratégia de implantação inicialmente pactuada, que havia sido modificada de maneira unilateral pela Totvs; este fato provocou desgastes e impactou negativamente o desempenho da equipe;
  - Questionados a respeito deste ponto, todos os entrevistados mencionaram que, alternativamente à decisão tomada, este incidente poderia ter representado o gatilho para

- que fosse formalizada uma interrupção no projeto, de modo que a troca desta gestora se desse de modo menos impactante; durante esta pausa, poderia ter sido promovido um entrosamento preliminar entre a nova gestora, o Gerente GVU-ERP e os demais membros da equipe do projeto e uma revisão melhor coordenada do plano do projeto;
- Como decisão complementar, os entrevistados entendem ainda que poderia ter sido abandonada a intenção de se implantar o ERP para todas as empresas e/ou todos os módulos de uma única vez, adotando-se uma implantação por etapas.
- Atraso na conversão do cadastro digital de contratos de venda:
    - Por decisão unânime de todos os *stakeholders*, optou-se, para superar este incidente, por manter o início da operação do ERP em 02/01/2014 e continuar operando em paralelo o sistema antigo, apenas para cadastrar novas vendas e emitir títulos avulsos para cobrança;
    - Esta decisão provocou um impacto de grande monta, gerando atividades em duplicidade e a necessidade de adaptação, por parte dos envolvidos, a uma situação inesperada de sobrecarga de trabalho;
    - Na opinião de todos os entrevistados, conforme já citado, este foi o segundo incidente de maior impacto e eles entendem que, alternativamente à decisão tomada, poderia ter havido uma pausa formal no projeto, aguardando-se a conclusão do engenho utilizado para a conversão do cadastro para só então iniciar a operação do módulo de gestão de contratos de venda e dos demais módulos dele dependentes, o que implicaria em se adotar uma estratégia de implantação por etapas; no limite, caso as dificuldades se mostrassem extremamente comprometedoras, a implantação poderia ser postergada na íntegra e, como solução extrema, o projeto poderia ser abortado.
  - Atraso na implantação da cobrança bancária automatizada:
    - Este incidente, apesar de toda a sua gravidade, foi superado com a manutenção do sistema antigo em operação, utilizando-o para cadastrar novas vendas (tarefa que permaneceu sendo executada em duplicidade após 14/01/2014, quando o cadastro foi convertido), emitir títulos avulsos para cobrança e baixar os títulos recebidos; esta decisão obrigou também a que a tarefa de baixar os títulos fosse duplicada, pois foi necessário baixá-los também no ERP;
    - Conforme já citado, todos os entrevistados consideram este o incidente mais significativo do projeto e avaliam que, ao invés da decisão que foi tomada, poderia ter

havido uma pausa formal no projeto, aguardando-se a conclusão desta interface para prosseguir com a implantação e continuando a emitir e baixar os títulos pelo sistema antigo; esta pausa poderia se limitar apenas às funcionalidades dependentes desta interface, implicando em se adotar uma estratégia de implantação por etapas; neste caso também, se as dificuldades se mostrassem extremamente comprometedoras, a implantação poderia ser postergada na íntegra e, como solução extrema, o projeto poderia ser abortado.

Partindo dos comentários acima, tomando por base os dados constantes do Quadro 16 e associando àquelas opções os incidentes mais significativos ocorridos no Projeto Gvu-ERP, obtém-se o resumo apresentado no Quadro 28. É importante notar que todas as decisões tomadas por ocasião dos incidentes buscaram tornar factível o exercício futuro da opção "Viabilizar", originalmente vinculada ao projeto por corresponder à expectativa de se obter ganhos em futuras iniciativas a serem viabilizadas em decorrência da implantação do ERP.

**Quadro 28 – Opções Reais Associadas aos Incidentes Significativos do Projeto Gvu-ERP**

Incidente	Justificativa para as Opções Associadas	Opções Associadas					
		Adiar	Ajustar Escala	Subdividir	Alterar Foco	Abortar	Viabilizar
Substituição do Gerente Gvu-ERP	A única opção potencialmente viável de ser exercida de modo direto, o foi; poderia ter havido, alternativamente, uma pausa formal no projeto, para que a substituição se desse de modo mais coordenado.	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Substituição da Coordenadora Totvs-ERP	Dentre as opções potencialmente viáveis, foi exercida de modo direto somente a "Adiar"; poderia, alternativamente, ter havido uma pausa formal no projeto para que a substituição se desse de modo menos impactante e/ou poderia ter sido adotada uma implantação por etapas.	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Atraso na conversão do cadastro digital de contratos de venda	Dentre as opções potencialmente viáveis, foi exercida de modo direto somente a "Adiar"; poderia, alternativamente, ter havido uma pausa formal no projeto e/ou poderia ter sido adotada uma implantação por etapas; no limite, o projeto poderia ter sido abortado.	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Quadro 28 – Opções Reais Associadas aos Incidentes Significativos do Projeto Gvu-ERP (Cont.)**

Incidente	Justificativa para as Opções Associadas	Opções Associadas					
		Adiar	Ajustar Escala	Subdividir	Alterar Foco	Abortar	Viabilizar
Atraso na implantação da cobrança bancária automatizada	Dentre as opções potencialmente viáveis, foi exercida de modo direto somente a "Adiar"; poderia, alternativamente, ter havido uma pausa formal no projeto e/ou poderia ter sido adotada uma implantação por etapas; no limite, o projeto poderia ter sido abortado.	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Legenda: ✓ – opção potencialmente viável;  – opção potencialmente viável e exercida.

### 6.2.2 Análise Individual

As considerações sobre os pontos cobertos pela análise individual deste caso são as seguintes:

- Impacto dos incidentes de porte significativo ocorridos:
  - O Projeto Gvu-ERP foi impactado por incidentes comuns em projetos de implantação de ERPs, em particular os representados por dificuldades na conversão de cadastros, na sincronização de bases de dados e na elaboração de interfaces para automatizar processos;
  - Dado que se pode presumir que a Totvs tinha conhecimento a priori acerca da possibilidade de serem enfrentadas situações deste tipo, é razoável admitir que, se tivesse sido elaborado um mapa de riscos para o projeto, a probabilidade destes incidentes acontecerem teria sido levada em conta e possíveis ações de mitigação teriam sido listadas desde o início do projeto; se tal tivesse sido feito, é provável que o tempo despendido para decidir como superar os incidentes fosse reduzido, minimizando os atrasos verificados;
  - Entretanto, independentemente das vantagens que a existência de um mapa de riscos poderia ter proporcionado, pode-se afirmar que todas as decisões tomadas quando os incidentes se verificaram foram as mais acertadas; isto porque, dada a expectativa de se obter ganhos de valor a partir de ações futuras (a serem viabilizadas pelo ERP), o mais recomendável nas situações enfrentadas seria mesmo dar continuidade ao projeto, sem pausas ou com pausas de duração mínima, na expectativa de possibilitar a obtenção mais rápida e oportuna dos esperados ganhos futuros.

- Ganhos futuros de valor:
  - Como não houve a quantificação dos benefícios, os ganhos futuros de valor esperados com a implantação do ERP (vide Tabela 1) foram expressos em termos da integração de dados com aumento da confiabilidade e segurança, do aprimoramento dos controles internos e da instituição de condições para suportar a expansão dos negócios do GVU;
  - Sobre estas expectativas, os entrevistados declararam estar convictos de que todos os benefícios foram alcançados, a partir de iniciativas viabilizadas pela implantação do ERP e postas em prática ao longo de 2014 e 2015; de fato, ao se verificar o atual dia-a-dia das operações do GVU (o que foi feito por este autor em observações realizadas durante o terceiro trimestre de 2015), é visível que a implantação do ERP propiciou:
    - Uma mudança de patamar em termos de integração, confiabilidade e segurança de dados, decorrente da maior capacidade de crítica e validação de dados do novo sistema; isto implicou em uma significativa redução das duplicidades e redundâncias não controladas devidas aos sistemas anteriores não integrados e dos erros resultantes;
    - A introdução de procedimentos que levaram à melhoria dos controles internos, em decorrência do fato de diversas transações de negócios passarem a obedecer a ritos mais estruturados e precisos, possibilitados pela maior abrangência das transações disponíveis no novo sistema;
    - O surgimento de condições favoráveis à expansão dos negócios, que praticamente duplicaram de volume desde o início de 2014 sem que houvesse um aumento proporcional nos custos operacionais, particularmente no que diz respeito ao custo de pessoal administrativo e de apoio.
- Efeito da flexibilidade gerencial:
  - O fato de não ter sido aplicado ao projeto o enfoque das opções reais, mas terem sido tomadas decisões que remetem às opções reais indicadas no Quadro 28, induz a se admitir que essas opções tenham sido informalmente pensadas quando as decisões em questão foram tomadas;
  - Em decorrência, é realista considerar que, no caso deste projeto, o efeito da flexibilidade gerencial foi a tomada de decisões em função da experiência e da visão dos gestores e demais *stakeholders*, mais do que devido a um processo estruturado e suportado por instrumentos (entre estes, a gestão de riscos e as opções reais) que pudessem contribuir para que fossem tomadas decisões eventualmente melhores e mais produtivas.

### **6.3 Análise do Caso 2 – Implantação de Plataforma para Gestão do Conhecimento**

Neste tópico, o caso representado pela realização do Projeto InMetrics-PGC é analisado, iniciando também com a exploração do incidente significativo sob a ótica das opções reais e concluindo com a análise propriamente dita do caso.

#### **6.3.1 A Visão do Incidente Significativo Sob a Ótica das Opções Reais**

No caso do Projeto InMetrics-PGC, houve um único incidente relevante destacado pelos entrevistados, qual seja, a não aderência do gerenciador de conteúdos aos padrões internos do cliente. O desdobramento deste incidente, as ações realizadas e mais as passíveis de serem aplicadas para superá-lo podem ser assim comentados sob a ótica das opções reais:

- Não aderência do gerenciador de conteúdos aos padrões do cliente:
  - A decisão tomada quando este incidente ocorreu foi no sentido de assumi-lo como um percalço imprevisto, mas não interromper o projeto e sim apenas pausá-lo pelo tempo necessário para identificar e introduzir na solução um componente alternativo para eliminar a não conformidade;
  - Este incidente implicou na necessidade de serem refeitas as atividades de seleção do gerenciador de conteúdos, de configuração do novo gerenciador escolhido e de teste da plataforma no ambiente da InMetrics; a reexecução destas atividades levou a um atraso da ordem de cinco meses, conforme já mencionado, e gerou um correspondente atraso no início da utilização da plataforma; em decorrência, houve uma postergação dos ganhos esperados expressos na lista de benefícios do projeto;
  - Questionados a respeito deste ponto, todos os entrevistados mencionaram que, alternativamente, este incidente poderia ter representado o gatilho para o cancelamento do projeto, dada a grande importância do impacto por ele provocado; em menor grau de severidade, entendem os entrevistados que poderia ter sido realizada uma pausa formal ainda maior no projeto para se discutir a responsabilidade pela não conformidade verificada e a aplicação de uma eventual punição dos responsáveis;
  - É consenso ainda entre os entrevistados que a decisão tomada foi a mais acertada, pois interromper o projeto poderia ter gerado um litígio imprevisível, por conta da definição não só acerca das responsabilidades sobre o fato, mas também sobre quem deveria arcar com os gastos incorridos.

Partindo dos comentários acima, tomando outra vez como base os dados constantes do Quadro 16 e associando àquelas opções o incidente relevante ocorrido no Projeto InMetrics-PGC, obtém-se o resumo apresentado no Quadro 29. É importante, uma vez mais, notar que as decisões tomadas por ocasião do incidente buscaram tornar factível o exercício futuro da opção "Viabilizar", originalmente vinculada ao projeto por corresponder à expectativa de se obter ganhos em futuras iniciativas a serem viabilizadas em decorrência da implantação da plataforma para gestão do conhecimento.

**Quadro 29 – Opções Reais Associadas ao Incidente Significativo do Projeto InMetrics-PGC**

Incidente	Justificativa para as Opções Associadas	Opções Associadas					
		Adiar	Ajustar Escala	Subdividir	Alterar Foco	Abortar	Viabilizar
Não aderência do gerenciador de conteúdos aos padrões do cliente	Dentre as opções potencialmente viáveis, foi exercida de modo direto somente a "Adiar"; poderia, alternativamente, ter havido a interrupção do projeto ou, com menor grau de severidade, uma pausa formal mais longa.	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Legenda: ✓ – opção potencialmente viável;  – opção potencialmente viável e exercida.

### 6.3.2 Análise Individual

As considerações sobre os pontos cobertos pela análise individual deste caso são as seguintes:

- Impacto do incidente de porte significativo ocorrido:
  - O Projeto InMetrics-PGC foi impactado por um incidente de sérias proporções, o que demonstra ter havido, no início do projeto, um certo grau de desencontro entre o cliente e a contratada, em particular por ocasião da aprovação do plano preliminar do projeto; se tal desencontro não tivesse ocorrido, provavelmente já teria sido colocado de forma clara e objetiva para a InMetrics que o gerenciador de bases de dados MySQL não poderia ser utilizado;
  - Outro ponto importante a se considerar é que, mesmo em se tratando de um projeto inédito para ambas as partes, é de se supor que, se tivesse sido elaborado um mapa de riscos, a probabilidade do incidente em pauta acontecer teria sido levada em conta e possíveis ações de mitigação teriam sido identificadas desde o início dos trabalhos;

- Contudo, independentemente das vantagens que a elaboração a priori de um mapa de riscos poderia ter proporcionado, é lícito afirmar que a decisão tomada por ocasião do incidente foi a mais acertada; isto porque, à semelhança do projeto objeto do caso anterior, o mais aconselhável na situação enfrentada seria mesmo dar continuidade ao projeto, ainda que com pausas, na expectativa de possibilitar a obtenção mais rápida e oportuna dos esperados ganhos futuros.
- Ganhos futuros de valor:
  - Como neste projeto, à semelhança do ocorrido no projeto do caso anterior, também não houve a quantificação dos benefícios (vide Tabela 2), os ganhos futuros de valor esperados com a implantação da plataforma para gestão do conhecimento foram expressos em termos de ganhos de produtividade pelo uso de lições aprendidas e reuso de casos de teste, de economias por reuso de instruções e instrumentos de treinamento e de maior facilidade no acesso à documentação de produtos;
  - Sobre estas expectativas, os entrevistados afirmaram ter convicção de que todos estes benefícios foram alcançados, a partir de iniciativas postas em prática após a disponibilização da plataforma em maio de 2015; entre estas iniciativas, os entrevistados destacaram que:
    - As equipes de projetos de TI receberam treinamento e orientação acerca de como utilizar a plataforma para armazenar casos de teste e foi instituído um plano de incentivo à carga e reutilização dessas informações, em especial por parte de projetos outros que não aqueles nos quais os casos foram elaborados, para assim obter o esperado ganho com o reuso;
    - Foram empreendidas ações, junto às equipes de projetos de TI, de incentivo à carga das lições aprendidas na plataforma, de modo a possibilitar seu compartilhamento com os futuros projetos e viabilizar ganhos de produtividade em decorrência de se evitar a repetição de possíveis erros e omissões verificados em projetos passados;
    - Da mesma forma, foram instituídas ações de incentivo à carga na plataforma de toda a documentação de produtos e materiais de treinamento utilizados em projetos de TI, uma vez mais visando seu compartilhamento com futuros projetos e propiciando ganhos de produtividade pela possibilidade tanto de reuso desses materiais quanto de agilização na execução dos treinamentos.

- Efeito da flexibilidade gerencial:
  - No Projeto InMetrics-PGC fica evidente que, quando da substituição do gerenciador de conteúdos, o efeito da flexibilidade gerencial levou ao exercício exatamente de duas das opções reais associadas a este incidente citadas no Quadro 28; isto é, o projeto foi pausado (opção "Adiar") e, na sequência, teve continuidade (opção "Viabilizar");
  - O fato de não ter sido aplicado ao Projeto InMetrics-PGC o enfoque das opções reais, mas terem sido tomadas decisões que remetem às opções reais indicadas no Quadro 29, induz, neste projeto também, a se admitir que essas opções tenham sido informalmente pensadas quando a decisão em questão foi tomada; esta colocação foi apresentada aos entrevistados e, numa certa medida, foi corroborada por eles, apesar de ter sido mencionado que a decisão decorreu da experiência dos *stakeholders* do projeto.

#### **6.4 Análise do Caso 3 – Infraestrutura para Ensino à Distância**

Neste tópico, o caso representado pela realização do Projeto ITAC-EAD é analisado, iniciando, da mesma forma que nos dois casos anteriores, com a exploração do incidente significativo sob a ótica das opções reais e concluindo com a análise propriamente dita do caso.

##### **6.4.1 A Visão do Incidente Significativo Sob a Ótica das Opções Reais**

No caso do Projeto ITAC-EAD, houve apenas um incidente relevante destacado pelo Diretor do ITAC entrevistado, qual seja, a interrupção do funcionamento da plataforma de EAD quando da ampliação dos recursos contratados junto ao provedor de serviços de computação em nuvem. Os desdobramentos deste incidente, as ações realizadas e mais as potencialmente passíveis de serem aplicadas para sua superação podem ser assim comentados sob a ótica das opções reais:

- Interrupção do funcionamento da plataforma de EAD:
  - A ocorrência deste incidente implicou na paralisação da carga dos conteúdos-piloto e, até que fosse integralmente superado, o mesmo acabou por provocar, conforme já mencionado, um atraso de cerca de 60 dias na liberação destes conteúdos para que o teste da plataforma pudesse ser realizado e o projeto encerrado;

- A decisão tomada pelos *stakeholders*, de substituir o provedor de serviços de computação em nuvem, seguiu o que havia sido previamente colocado no mapa de riscos, demonstrando ter havido total coerência entre as ações de mitigação previstas caso este incidente viesse a ocorrer e a decisão efetivamente tomada; neste sentido, o mapa de riscos mostrou ser um instrumento de efetiva utilidade e adequado sob o ponto de vista de conteúdo;
- Conforme se pode, ainda uma vez, depreender do exposto no Quadro 23, esta decisão equivaleu ao exercício da opção real "Viabilizar", vinculada originalmente ao projeto, por corresponder à expectativa de se obter ganhos em futuras iniciativas a serem viabilizadas pela implantação da plataforma para ensino à distância;
- Questionado a respeito da possibilidade de, alternativamente, ter sido tomada a decisão de reduzir a quantidade de conteúdos-piloto a serem carregados, de modo a poder testar a plataforma e somente mais à frente buscar uma solução para o problema ocorrido, o Diretor do ITAC entrevistado explicou que esta não foi uma alternativa viável, pois, devido aos procedimentos de reconfiguração executados, o *site* parou completamente de funcionar, inviabilizando qualquer ação no sentido de se reduzir a quantidade de conteúdos-piloto e dar início ao teste; mais ainda, o Diretor do ITAC destacou que, mesmo que esta alternativa tivesse sido possível, muito provavelmente a redução não teria sido adotada, pois a confiança na LocalWeb já havia sido abalada e o entendimento de todos os *stakeholders* era que o provedor não deveria ser mantido;
- Se tivesse sido possível reduzir a quantidade de conteúdos-piloto e se esta tivesse sido a decisão tomada, poderia ter se configurado uma revisão do escopo do projeto, com o exercício das opções reais "Ajustar Escala" ou "Dividir";
- Questionado em seguida a respeito da eventual possibilidade de interromper o projeto face à ocorrência deste incidente, o Diretor do ITAC entrevistado foi enfático, ao dizer que, devido à plataforma de EAD ser um ativo imprescindível para a consecução dos objetivos de negócio do ITAC, não faria sentido abortar este projeto, dado que o componente principal do produto final (a parte "técnica" da plataforma) já estava definido;
- Sob o ponto de vista estritamente teórico, entretanto, se este projeto tivesse sido interrompido, teria sido exercida a opção real "Abortar", a qual, portanto, seria plenamente viável no caso, independentemente da inconveniência de o projeto ser descontinuado.

Partindo dos comentários acima, tomando uma vez mais como base os dados constantes do Quadro 16 e associando àquelas opções o incidente relevante ocorrido no Projeto ITAC-EAD, obtém-se o resumo apresentado no Quadro 30. Ainda uma vez, cumpre lembrar que as decisões tomadas por ocasião do incidente buscaram tornar factível o exercício futuro da opção "Viabilizar", originalmente vinculada ao projeto por corresponder à expectativa de se obter ganhos em futuras iniciativas a serem viabilizadas em decorrência da implantação da plataforma para ensino à distância.

**Quadro 30 – Opções Reais Associadas ao Incidente Significativo do Projeto ITAC-EAD**

Incidente	Justificativa para as Opções Associadas	Opções Associadas					
		Adiar	Ajustar Escala	Subdividir	Alterar Foco	Abortar	Viabilizar
Interrupção do funcionamento da plataforma de EAD	Dentre as opções potencialmente viáveis, foi exercida de modo direto somente a "Adiar"; poderia, alternativamente, ter havido, mas não houve, um ajuste de escala no projeto ou mesmo uma divisão; no limite, o projeto poderia ter sido interrompido.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Legenda: ✓ – opção potencialmente viável;  – opção potencialmente viável e exercida.

#### 6.4.2 Análise Individual

As considerações sobre os pontos cobertos pela análise individual deste caso são as seguintes:

- Impacto do incidente de porte significativo ocorrido:
  - O Projeto ITAC-EAD foi impactado por um incidente relativamente sério, cuja ocorrência foi prevista a priori e devidamente contemplada no mapa de riscos do projeto, junto com as respectivas ações para mitigação, ações estas executadas de acordo com o especificado;
  - Pelo seu potencial impacto negativo, este foi um dos riscos classificados com o grau máximo na escala adotada no projeto; devido a isto, é lícito supor que, mesmo que o projeto não tivesse contado com um processo de gestão de riscos, a ocorrência deste incidente teria merecido uma atenção especial;

- De todo modo, independentemente das vantagens que um processo de gestão de riscos pode proporcionar, é válido afirmar que a decisão tomada por ocasião do incidente ocorrido foi a mais acertada, pois, à semelhança dos projetos objeto dos dois casos anteriores, o mais aconselhável na situação enfrentada seria mesmo dar prosseguimento ao projeto, ainda que incorrendo em atraso, na expectativa de possibilitar a obtenção mais rápida e oportuna dos esperados ganhos futuros.
- Ganhos futuros de valor:
  - Como neste projeto, à semelhança do ocorrido nos projetos dos dois casos anteriores, também não houve a quantificação dos benefícios, os ganhos futuros de valor esperados com a implantação da plataforma para EAD foram expressos em termos de receitas de intermediação na venda de cursos e de suporte à elaboração de conteúdos;
  - Sobre estas expectativas, o Diretor do ITAC entrevistado afirmou estar convicto de que todos os benefícios esperados têm plenas condições de serem alcançados, a partir de iniciativas a serem postas em prática após a disponibilização da plataforma; entre estas iniciativas, o entrevistado destacou que:
    - Foi preparado um extenso plano de marketing, que se encontra pronto para ser colocado em prática tão logo a plataforma seja disponibilizada para uso;
    - Foi treinada uma equipe para apoiar os conteudistas e foi elaborado um compêndio com orientações sobre como elaborar os tipos de conteúdos de interesse do ITAC;
    - Foi montado um estúdio de gravação, dotado de todos os recursos necessários para oferecer suporte completo aos conteudistas.
- Efeito da flexibilidade gerencial:
  - À semelhança do projeto do caso anterior, no Projeto ITAC-EAD fica também claro que, quando da interrupção do funcionamento da plataforma de EAD, o efeito da flexibilidade gerencial levou ao exercício exatamente de duas das opções reais associadas a este incidente explicitadas no Quadro 30; isto é, o projeto foi pausado (opção "Adiar") e, na sequência, foi retomado (opção "Viabilizar");
  - O fato de não ter sido aplicado ao Projeto ITAC-EAD o enfoque das opções reais, mas terem sido tomadas decisões que remetem às opções reais indicadas no Quadro 30, induz a se admitir que, neste projeto uma vez mais, essas opções tenham sido informalmente pensadas quando a decisão em questão foi tomada; esta colocação foi apresentada ao Diretor do ITAC entrevistado e, numa certa medida, ratificada por ele;

- Mesmo não tendo sido aplicado o enfoque das opções reais a este projeto, nota-se uma importante diferença para com relação aos projetos explorados nos dois casos anteriores, pois neste houve a presença de um mapa de riscos e de um processo de gestão de riscos, o que permite presumir que as ações de mitigação executadas por ocasião do incidente tenham, de alguma forma, contribuído para o exercício informal das opções reais; confrontado com esta perspectiva, o Diretor do ITAC entrevistado concordou com a colocação.

## 6.5 Análise Conjunta dos Três Casos

Os três projetos analisados demonstram possuir semelhanças em alguns aspectos e uma importante diferença no que diz respeito à utilização do instrumento gestão de riscos. O Quadro 31 apresenta um resumo comparativo das características destes projetos.

**Quadro 31 – Comparativo das Características dos Casos**

Características	Caso		
	Projeto GVVU-ERP	Projeto InMetrics-PGC	Projeto ITAC-EAD
Aplicação do enfoque das opções reais	Não	Não	Não
Emprego da gestão de riscos	Não	Não	Sim
Quantidade de incidentes relevantes	4	1	1
Definição a priori das ações de mitigação executadas quando da ocorrência dos incidentes	Não	Não	Sim
Execução das ações de mitigação exatamente como definidas a priori	Não se aplica	Não se aplica	Sim
Exercício informal das opções reais	Sim	Sim	Sim
Opções reais potencialmente aplicáveis:			
– Adiar	✓	✓	✓
– Ajustar escala ou volume			✓
– Dividir em etapas ou fase	✓		✓
– Alterar foco, produto ou mix			
– Abortar	✓	✓	✓
– Viabilizar	✓	✓	✓

**Quadro 31 – Comparativo das Características dos Casos (Cont.)**

Características	Caso		
	Projeto GVU-ERP	Projeto InMetrics-PGC	Projeto ITAC-EAD
Opções reais efetivamente exercidas:			
– Adiar	✓	✓	✓
– Viabilizar	✓	✓	✓
Ganhos de valor obtidos em projetos dependentes conforme o esperado	Sim	Sim	Não se aplica (*)

(\*) Esta característica não se aplica a este projeto, devido a ele ainda não ter sido concluído.

Conforme já está salientado no tópico 4.5 desta monografia, em nenhum dos três projetos em estudo foi aplicado o enfoque das opções reais. Contudo, o Quadro 31 demonstra que, mesmo sem a aplicação do enfoque das opções reais, acabou por ser intuitivo o exercício das opções "Adiar" e "Viabilizar" nos três projetos de ITI analisados, situação bastante característica em se tratando de projetos de ITI. Da mesma forma, acabou por ser intuitiva a identificação das demais opções potencialmente viáveis que, por força das escolhas feitas em cada um dos projetos, deixaram de ser exercidas.

Os chamados projetos de primeiro estágio, como o são os de ITI, têm sempre a eles associada, por natureza, a opção real "Viabilizar", pois seu maior objetivo é disponibilizar uma infraestrutura que possibilite a obtenção de ganhos de valor com a realização de futuros projetos dependentes. Em adição, os projetos de primeiro estágio têm a tendência, por um lado, de serem iniciados nos momentos mais convenientes, sob o ponto de vista da viabilização de projetos futuros deles dependentes, e, por outro lado, de serem pausados e retomados também conforme as conveniências; estes dois tipos de adiamentos claramente correspondem à opção real "Adiar".

Apesar de potencialmente aplicável aos três projetos em estudo, a opção real "Abortar" não foi exercida em nenhum deles, o que também se constitui numa decisão característica em projetos de primeiro estágio. No racional empregado para apresentar a proposição de pesquisa P1 esta situação é comentada, sendo citado que esta opção é a menos exercida em projetos de ITI pois apenas em situações extremamente negativas os gestores se dispõem a interromper projetos de primeiro estágio, já que sempre mantém viva a expectativa de obter ganhos

futuros com a realização de projetos dependentes. E é efetivamente o que tem se verificado no Projeto GVU-ERP e no Projeto InMetrics-PGC, cujas iniciativas dependentes já realizadas e em andamento têm propiciado a obtenção de ganhos de valor alinhados com as expectativas iniciais, conforme exposto acima nos tópicos 6.1.2 e 6.2.2, respectivamente.

As opções reais exercidas nos três projetos estudados ("Adiar" e "Viabilizar") têm a características de serem opções de compra, pois seu exercício correspondeu a promover a continuidade desses projetos, o que, na terminologia das opções reais, significa obter os ativos subjacentes em questão. Consequentemente, corroborando o demonstrado no tópico 2.5.2.1 desta monografia, o exercício destas duas opções agregou valor aos projetos. Na realidade, os ganhos de valor obtidos não estão diretamente vinculados a estes projetos em si, mas a projetos deles dependentes, que foram viabilizados por meio da disponibilização dos produtos gerados nos projetos estudados.

Já no que se refere à opção "Abortar", ela tem todas as características de uma opção de venda, pois, se tivesse sido exercida em algum dos projetos estudados, este ato teria correspondido à interrupção dos processos de obtenção dos produtos envolvidos, que deixariam de ser concluídos e, consequentemente, não disponibilizados. Esta situação, na terminologia das opções reais, corresponde à alienação dos respectivos ativos subjacentes, apesar de não se tratar de uma alienação efetiva na acepção da palavra. É importante salientar que os produtos em questão deixariam de ser concluídos, mas teriam consumido uma parcela do investimento total previsto em cada um dos projetos, caracterizando a situação conhecida como sendo de "custos irrecuperáveis", ou *sunk costs*, na expressão original em inglês.

## **6.6 Verificação das Proposições**

As proposições definidas e apresentadas no tópico 3.2.2.4 desta monografia e agrupadas no Quadro 23, foram confrontadas com os resultados obtidos nos estudos de caso, que se encontram resumidamente registrados no Quadro 31; as conclusões deste confronto são as seguintes:

- Quanto à Proposição P1 – *"A opção real 'Abortar' é a que, apesar de se apresentar com elevado potencial de aplicação, é a menos exercida em projetos complexos de ITT"*:

- Esta opção real foi considerada como potencialmente aplicável a todos os três projetos estudados, porém seu exercício não ocorreu em nenhum deles;
  - Todos os entrevistados que foram questionados a respeito dos motivos que levaram ao não cancelamento dos projetos nos quais estiveram envolvidos foram unânimes em afirmar que, dadas as expectativas de ganhos futuros a serem viabilizados por esses projetos, não se cogitou exercer esta opção;
  - O fato da opção real "Abortar" ter surgido, mas não ter sido exercida em nenhum dos projetos estudados, ratifica o enunciado desta proposição e a exposição de motivos que levou ao seu estabelecimento, permitindo que se afirme que ela está suportada pelas conclusões extraídas dos casos estudados.
- Quanto à Proposição P2 – *"A opção real 'Adiar' é a que apresenta o mais elevado potencial de aplicação e é também a exercida com maior frequência em projetos complexos de ITI, seja antes do início destes projetos ou quando estes já se encontram em andamento"*:
    - Nos três projetos, a opção "Adiar" despontou como potencialmente aplicável e foi exercida em todos eles, por ocasião da ocorrência de todos os seis incidentes de porte significativo verificados;
    - Este fato corrobora o enunciado desta proposição e a justificativa que levou ao seu estabelecimento, qualificando a opção real "Adiar" como a mais frequentemente exercida em projetos complexos de ITI e permitindo que se declare que esta proposição está suportada pelas conclusões extraídas dos casos estudados.
  - Quanto à Proposição P3 – *"A opção real 'Ajustar Escala ou Volume' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida"*:
    - Esta opção despontou como potencialmente viável apenas no Projeto ITAC-EAD, tendo em vista que, ao longo das entrevistas realizadas, surgiu o questionamento acerca da possibilidade de se reduzir a quantidade de conteúdos-piloto para realizar o teste da plataforma, após ter ocorrido o único incidente de porte significativo deste projeto, o qual levou à substituição do provedor de serviços de computação em nuvem; esta alternativa, contudo, foi de pronto refutada pelo Diretor do ITAC entrevistado, que argumentou que, dada a completa interrupção do funcionamento da plataforma, ficou inviabilizada qualquer possibilidade de realização do teste;

- O narrado acima leva à confirmação da pertinência do enunciado desta proposição e da justificativa que levou ao seu estabelecimento, oferecendo condições para que se afirme que esta proposição está suportada pelas conclusões extraídas dos casos estudados.
- Quanto à Proposição P4 – *"A opção real 'Dividir em Etapas ou Fases' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida"*:
  - Esta opção foi considerada potencialmente aplicável em dois dos projetos analisados, não tendo sido considerada apenas no Projeto InMetrics-PGC;
  - No Projeto GVVU-ERP, foi aventada a possibilidade de se dividir o projeto em três diferentes oportunidades, conforme indicado no Quadro 28 e no Projeto ITAC-EAD esta opção foi lembrada quando da ocorrência do único incidente de porte significativo verificado;
  - Entretanto, em nenhuma destas ocasiões esta opção real foi exercida, fato este que vem de encontro ao inserido no enunciado desta proposição e confirma a justificativa utilizada para sua definição; portanto, é pertinente declarar que esta é mais uma proposição suportada pelas conclusões extraídas dos casos estudados.
- Quanto à Proposição P5 – *"A opção real 'Alterar Foco, Produto ou Mix' não se coaduna com projetos complexos de ITI, não havendo a expectativa de que venha a ser considerada como potencialmente aplicável nem tampouco exercida nestes projetos"*:
  - Esta opção real não foi sequer cogitada como potencialmente aplicável a qualquer um dos três projetos analisados, confirmando em todos os aspectos o enunciado desta proposição e a exposição de motivos que levou ao seu estabelecimento;
  - Portanto, é lícito que se afirme que esta proposição está suportada pelas conclusões extraídas dos casos estudados.
- Quanto à Proposição P6 – *"Ações inseridas no mapa de riscos de um projeto tendem a corresponder ao exercício de opções reais, mesmo em situações nas quais o enfoque das opções reais não é aplicado a esse projeto"*:
  - O único projeto que teve um mapa de riscos utilizado como instrumento de gestão foi o Projeto ITAC-EAD e, quando da ocorrência do isolado incidente de porte significativo verificado, a decisão tomada pelos gestores foi no sentido de executar exatamente a ação de mitigação prevista no mapa;

- Este fato implica em se admitir a pertinência do enunciado desta proposição e da justificativa que levou ao seu estabelecimento e, mais ainda, possibilita que se afirme que ela está suportada pelas conclusões extraídas dos casos estudados.

Para finalizar esta verificação das proposições, tem-se no Quadro 32 um resumo deste processo.

**Quadro 32 – Verificação das Proposições Estabelecidas**

Proposição	Foco	Situação
P1 – "A opção real 'Abortar' é a que, apesar de se apresentar com elevado potencial de aplicação, é a menos exercida em projetos complexos de ITI".	Opções Reais	Suportada
P2 – "A opção real 'Adiar' é a que apresenta o mais elevado potencial de aplicação e é também a exercida com maior frequência em projetos complexos de ITI, seja antes do início destes projetos ou quando estes já se encontram em andamento".	Opções Reais	Suportada
P3 – "A opção real 'Ajustar Escala ou Volume' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida".	Opções Reais	Suportada
P4 – "A opção real 'Dividir em Etapas ou Fases' é uma dentre as que apresentam menor potencial de aplicação a projetos complexos de ITI e, mesmo quando sua aplicação passa a ser considerada, é uma das menos exercida".	Opções Reais	Suportada
P5 – "A opção real 'Alterar Foco, Produto ou Mix' não se coaduna com projetos complexos de ITI, não havendo a expectativa de que venha a ser considerada como potencialmente aplicável nem tampouco exercida nestes projetos".	Opções Reais	Suportada
P6 – "Ações inseridas no mapa de riscos de um projeto tendem a corresponder ao exercício de opções reais, mesmo em situações nas quais o enfoque das opções reais não é aplicado a esse projeto".	Riscos	Suportada

Todas as seis proposições estabelecidas foram, portanto, suportadas pelos resultados obtidos com a análise dos casos estudados. Implícita neste desfecho está a contribuição do presente estudo para a aplicação do enfoque das opções reais a projetos complexos de ITI, pois o fato de essas proposições serem suportadas é indicativo do alcance do objetivo principal desta pesquisa, como está detalhado mais adiante, no capítulo 7.

## **6.7 Conclusões Derivadas da Análise dos Casos Estudados**

As conclusões extraídas da análise dos casos estudados permite que sejam formuladas recomendações com vistas a satisfazer aos objetivos secundários definidos para esta pesquisa. Estas recomendações estão apresentadas nos próximos tópicos desta seção.

### **6.7.1 Recomendações Relativas à Gestão de Riscos e Ações de Mitigação**

Os resultados obtidos com os estudos de caso fazem supor que há uma certa "lógica implícita" associada às ações de mitigação que podem e devem ser executadas num projeto complexo de ITI quando ocorrem incidentes de porte significativo, mesmo nas situações em que não é aplicado o enfoque das opções reais e quer seja ou não empregado um processo formal de gestão de riscos e, em decorrência, tenha sido ou não elaborado um mapa de riscos a priori.

A conclusão que se pode extrair dos casos estudados é que a definição dessas ações depende apenas de quais opções reais potencialmente viáveis seriam teoricamente exercidas caso tivesse sido empregado o enfoque das opções reais. Assim é que essas ações tendem a ser comuns a qualquer projeto complexo de ITI, uniformes e aplicáveis qualquer que seja o risco manifestado ou o incidente ocorrido.

Esta situação está ilustrada a seguir, para projetos em que, respectivamente, há e não há o emprego de um processo formal de um processo de gestão de riscos.

#### **6.7.1.1 Definição das Ações de Mitigação em Projetos Complexos de ITI Com Processo Formal Gestão de Riscos**

Quando projetos complexos de ITI são apoiados por um processo formal de gestão de riscos, existe um mapa de riscos elaborado a priori e monitorado ao longo de todo o projeto; então, há riscos potenciais previamente mapeados e, conseqüentemente, correspondentes ações de mitigação também previamente definidas. Nestas situações, pode-se entender, à luz das lições obtidas com os casos estudados, que, ao definir essas ações de mitigação, os gestores de projetos podem se pautar pela expectativa quanto ao exercício das opções reais que se mostram potencialmente viáveis.

Esta situação está exemplificada na Figura 7, na qual está parcialmente reproduzido o mapa de riscos do Projeto ITAC-EAD, com destaque para os dois primeiros riscos e, mais particularmente, para o risco número 2 que se manifestou, qual seja, a falta de confiabilidade do provedor de serviços de computação em nuvem. Quando este risco se manifestou, conforme extensamente explorado na descrição e na análise deste caso, a decisão tomada foi no sentido de interromper temporariamente o andamento regular do projeto, substituir o provedor de serviços em nuvem e retomar os trabalhos. Esta decisão correspondeu à execução das ações de mitigação exatamente como descritas no mapa de riscos e implicou no exercício informal da opção real "Adiar".

**Figura 7 – Ações de Mitigação Padronizadas (Com Gestão de Riscos Formal)**

Risco	Adiar	Resposta ao Risco			
		Ajustar Escala ou Volume	Dividir em Etapas ou Fases	Alterar Foco, Produto ou Mix	Abortar
1. Confiabilidade dos serviços de suporte dos componentes escolhidos	<b>Sim:</b> Rever a qualidade dos serviços de suporte do fornecedor que apresentar problemas de qualidade; a qualquer momento, se necessário, substituir o fornecedor.	Talvez	Talvez	Não	Não
2. Confiabilidade do serviço de computação em nuvem escolhido	<b>Sim:</b> Consultar clientes do provedor escolhido e reavaliar o serviço; a qualquer momento, se necessário, substituir o provedor	Talvez	Talvez	Não	Não

As conclusões extraídas dos casos estudados permitem propor uma regra prática para ser aplicada em um projeto complexo de ITI quando da elaboração de um mapa de riscos. Levando em conta que as proposições estabelecidas nesta pesquisa foram todas suportadas pelas conclusões dos estudos de caso, é válido recomendar que os enunciados das proposições norteiem a definição das ações de mitigação. Utilizando ainda o Projeto ITAC-EAD como exemplo, ao definir as ações de mitigação para o risco número 2 (vide Figura 7), os gestores do projeto poderiam ter se pautado pela diretriz que sinaliza o seguinte:

- A opção real "Adiar" é potencialmente viável e frequentemente exercida;

- As opções reais "Ajustar Escala ou Volume" e "Dividir em Etapas ou Fases" são potencialmente aplicáveis, mas apenas em poucas particulares situações são exercidas;
- As opções reais "Alterar Foco, Produto ou Mix" e "Abortar" são potencialmente aplicáveis, mas somente são exercidas em situações de complicações extremas.

Na Figura 7, a título de exemplo, está indicado como, para a opção real "Adiar", seria associado um "Sim" e um texto descritivo para as ações de mitigação condizente com a expectativa de ocorrer este "Sim". Raciocinando dessa forma, os gestores de projetos complexos de ITI passam a dispor de um guia para a definição das ações de mitigação, pois passam a saber de antemão como as opções reais merecem ser tratadas, se com um "Sim", com um "Talvez" ou com um "Não", conforme ilustrado na Figura 7. A definição de ações de mitigação para as colunas indicadas com "Talvez" também poderia ter ser demonstrada na Figura 7, ao passo que o preenchimento das colunas marcadas com "Não" torna-se desnecessário.

#### **6.7.1.2 Definição das Ações de Mitigação em Projetos Complexos de ITI Sem Processo Formal de Gestão de Riscos**

Quando projetos complexos de ITI não são apoiados por um processo formal de gestão de riscos e, portanto, não existe um mapa de riscos elaborado a priori e monitorado ao longo de todo o projeto, não há, por consequência, riscos potenciais previamente mapeados nem tampouco correspondentes ações de mitigação previamente definidas.

Nestas situações, os gestores e demais *stakeholders* do projeto têm a necessidade de se dedicar à identificação das potenciais ações de mitigação nos momentos em que os incidentes de porte significativo ocorrem e requerem que decisões de alto nível sejam tomadas; e é exatamente nestas ocasiões que os projetos estão passando por seus momentos mais críticos e que demandariam que o menor dispêndio de tempo e de recursos intelectuais fosse investido para identificar e negociar ações a serem tomadas.

Entretanto, os resultados desta pesquisa permitem recomendar o emprego de uma regra de aplicação rápida e objetiva que pode ajudar a abreviar o tempo e minimizar os recursos a serem dedicados à definição das ações de mitigação. Esta regra consiste em usar os

enunciados das proposições suportadas pelas conclusões dos casos estudados nesta pesquisa para direcionar a definição das ações de mitigação de maneira ágil quando da ocorrência de incidentes. A Figura 8 ilustra como esse processo pode se dar: em um projeto complexo de ITI sujeito a um incidente de porte significativo, qualquer que seja o risco manifestado, as ações de mitigação podem se pautar pelas orientações oferecidas na figura, isto é, preferencialmente, definir ações de mitigação que levem apenas à interrupção temporária do projeto (coluna marcada com "Sim") e, quando esta solução possa não ser recomendável por uma razão muito particular, definir ações de mitigação que levem ao ajuste da escala ou volume do projeto ou à divisão do mesmo em etapas (colunas marcadas com "Talvez") ou, somente no limite extremo, à alteração do foco ou ao cancelamento (colunas marcadas com "Não").

**Figura 8 – Ações de Mitigação Padronizadas (Sem Gestão de Riscos Formal)**

Risco	Resposta ao Risco				
	Adiar	Ajustar Escala ou Volume	Dividir em Etapas ou Fases	Alterar Foco, Produto ou Mix	Abortar
1. Qualquer que seja este primeiro risco que poderia ter sido mapeado...	Sim	Talvez	Talvez	Não	Não
2. Idem para este segundo risco que poderia ter sido mapeado...	Sim	Talvez	Talvez	Não	Não
3. Idem para este terceiro risco que poderia ter sido mapeado...	Sim	Talvez	Talvez	Não	Não
...	Sim	Talvez	Talvez	Não	Não
...	Sim	Talvez	Talvez	Não	Não
n. O mesmo para este enésimo risco que poderia ter sido mapeado...	Sim	Talvez	Talvez	Não	Não

Estas diretrizes sugeridas para a definição das ações de mitigação, conforme indicadas nas colunas de resposta ao risco da Figura 8, são derivadas diretamente do fato de as proposições estabelecidas terem sido suportadas nesta pesquisa da maneira como o foram.

### 6.7.2 Tipificação e Classificação dos Subsídios

O objetivo principal desta pesquisa menciona a identificação de como o enfoque das opções reais pode oferecer, aos gestores de projetos complexos de ITI, subsídios que contribuam no

tratamento dos riscos e das incertezas inerentes a estes projetos. Em adição, o primeiro dos objetivos secundários foca na classificação destes subsídios, categorizando-os segundo algum critério adequado.

Interpretando os resultados da análise dos casos estudados apresentada nas seções 6.2 a 6.6 deste capítulo e as recomendações inseridas no tópico 6.7.1 acima, pode-se concluir que os subsídios a que se referem esses citados objetivos estão representados, essencialmente, sob a forma de regras de cunho prático. São regras que envolvem conjuntamente o processo de gestão de riscos e as ações de mitigação e a estes dois instrumentos se aplicam de forma direta. São regras que também remetem ao inter-relacionamento entre riscos, opções reais e flexibilidade gerencial explorado nos tópicos 2.5.5 e 3.1.6 desta monografia e que, em essência, podem facilitar o ofício dos gestores de projetos complexos de ITI em face de incidentes de porte significativo que venham a ocorrer em seus projetos.

Neste sentido, mais do que estabelecer uma classificação para esses subsídios, dado que eles demonstram pertencer simplesmente a uma classe única, é válido sobretudo compreender seu papel e importância para os gestores de projetos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo estão inseridas as considerações finais pertinentes ao estudo realizado, enfocando: (1) o alcance dos objetivos, (2) as limitações da pesquisa, (3) as implicações teóricas e práticas, (4) as sugestões para futuras pesquisas e (5) o encerramento do trabalho.

### 7.1 Alcance dos Objetivos

Conforme colocado na seção 1.6 desta monografia, esta pesquisa foi realizada com vistas a satisfazer a um objetivo principal e a três outros objetivos secundários, que aqui estão recordados:

- Objetivo principal:
  - *Obj-P: "Identificar como o enfoque das opções reais pode oferecer, aos gestores de projetos complexos de ITI, subsídios que contribuam no tratamento dos riscos e das incertezas inerentes a estes projetos e para a obtenção dos resultados esperados em termos de ganhos de valor";*
- Objetivos secundários:
  - *Obj-S1: "Identificar e classificar os subsídios que a aplicação do enfoque das opções reais pode oferecer aos gestores de projetos complexos de ITI, categorizando estes subsídios segundo algum critério adequado";*
  - *Obj-S2: "Identificar regras e recomendações para aplicação do enfoque das opções reais a projetos complexos de ITI que satisfaçam à condição de serem simples e que incentivem não só a realização das justificações, mas também sua utilização ao longo da execução dos projetos";*
  - *Obj-S3: "Oferecer uma contribuição relevante ao desenvolvimento do enfoque das opções reais no meio acadêmico".*

Entende-se que, finalizados os trabalhos de investigação e análise e derivadas das conclusões apresentadas no capítulo 6 desta monografia, todos esses objetivos foram plenamente alcançados, senão veja-se:

- Com relação ao objetivo principal *Obj-P*:
  - Este estudo identificou de que forma o enfoque das opções gerais pode gerar e disponibilizar, aos gestores de projetos complexos de ITI, subsídios para auxiliar no tratamento dos riscos e das incertezas inerentes a estes projetos;
  - A garantia de que essa identificação foi efetivamente feita está implícita na verificação das seis proposições estabelecidas e na constatação de que todas as proposições foram suportadas pelas conclusões obtidas com a análise dos casos estudados.
- Com relação ao objetivo secundário *Obj-S1*:
  - A questão da tipificação e classificação dos subsídios está endereçada no tópico 6.7.2 desta monografia; com o exposto neste citado tópico, entende-se ter sido satisfeito este objetivo.
- Com relação ao objetivo secundário *Obj-S2*:
  - As regras e recomendações passíveis de serem oferecidas aos gestores de projetos complexos de TI, e que dizem respeito a como aplicar de maneira simples e objetiva o enfoque das opções reais a seus projetos, estão apresentadas na seção 6.7.1 desta monografia;
  - Dado que se pode considerar haver uma efetiva simplicidade embutida nessas regras e recomendações, é lícito afirmar que este objetivo foi alcançado.
- Com relação ao objetivo secundário *Obj-S3*:
  - Evidentemente, da forma como está redigido este objetivo, seu alcance ou não, neste momento, é subjetivo, pois não é possível afirmar, por ora, que as contribuições desta pesquisa virão a ser efetivamente relevantes para o desenvolvimento do enfoque das opções reais no meio acadêmico;
  - É fato notório, contudo, que os acadêmicos de um modo geral têm tido dificuldades para que o avanço das pesquisas relativas às opções reais realizadas na Academia tenham eco fora do meio acadêmico e que o enfoque das opções reais se torne um instrumento de efetiva utilidade e facilidade de uso por parte dos gestores e demais *stakeholders* envolvidos em projetos, sejam estes de ITI ou não; então, a Academia carece de elementos simples e objetivos que propiciem um salto quantitativo no uso do instrumental das opções reais e toda e qualquer pesquisa que se dispuser a isto e for bem sucedida tem potencial para se tornar uma contribuição relevante para o tema;

- Por este motivo, só o tempo poderá dizer, neste caso, se este objetivo terá ou não sido satisfeito.

## 7.2 Limitações da Pesquisa

Yin (2003) destaca que, no que se refere a limitações, os estudos de caso são vistos pelos seus críticos como um método de pesquisa que carece: (1) de um maior rigor na obtenção de informações sobre o objeto em estudo, (2) da capacidade de prover subsídios para generalização dos achados e (3) objetividade na narrativa das informações obtidas, tornando-se longos e de leitura cansativa. O próprio Yin (2003) oferece soluções para cada uma dessas alegadas deficiências dos estudos de caso, demonstrando como eles podem ser adequadamente empregados na pesquisa científica.

Tomando por base as soluções propostas por Yin (2003), pode-se afirmar que, da forma como estruturado e empregado nesta pesquisa, o estudo de caso, em tese, não padece das carências genericamente atribuídas a este método, senão veja-se:

- Quanto ao rigor na obtenção de informações e ao cuidado com a narrativa:
  - Não apenas Yin (2003), mas também Benbasat *et al.* (1987) advertem para a necessidade de se estabelecer um protocolo para suportar os casos que seja estruturado e objetivamente relacionado à questão e aos objetivos da pesquisa; além disto, recomendam que a narrativa seja elaborada com o cuidado necessário para que todas as evidências sejam reportadas com a máxima veracidade para com relação às informações captadas; esta última recomendação é reforçada por Pozzebon (2004) na sua argumentação sobre a importância da plausibilidade;
  - Estas duas recomendações foram seguidas à risca nesta pesquisa: no tópico 4.6.2 desta monografia está apresentado o protocolo utilizado para a realização dos casos, que foi seguido passo a passo ao longo de toda a investigação e, quanto à narrativa, procurou-se elaborá-la com estrita observância ao que foi captado (revisando-se inclusive à exaustão os textos com os entrevistados até se obter as versões finais) e buscando seguir um padrão retilíneo e "enxuto", de modo a não se tornar demasiado longo a ponto de dispersar a atenção do leitor.

- Quanto à capacidade para generalização dos achados:
  - Yin (2003) é direto e preciso ao afirmar que o estudo de caso apresenta a mesma capacidade e deficiências para generalização dos achados que qualquer outro método de pesquisa, seja ele qualitativo ou quantitativo;
  - Compreendendo a linha de raciocínio que sustenta esta afirmação, pode-se admitir que, da maneira como estão generalizadas as conclusões deste estudo, basicamente na forma de regras e recomendações, sem a pretensão de validar teorias ou propor uma nova teoria, tem-se um grau adequado de rigidez científica no que diz respeito a este quesito.

Como conclusão, pode-se afirmar que esta pesquisa incorpora limitações em grau assemelhado, não menor mas também não maior, ao que seria obtido com a aplicação de quaisquer outros métodos de pesquisa, e que estas limitações não são função de deficiências introduzidas em decorrência do estudo de caso.

Uma limitação que, entretanto, deve ser destacada, é a possibilidade de terem sido incorporados vieses à investigação e/ou à análise realizadas nesta pesquisa, decorrentes do fato de este autor ter atuado como participante ativo destes processos e ter também atuado em um dos projetos analisados, no caso, o Projeto GVU-ERP.

### **7.3 Sugestões para Futuras Pesquisas**

O estudo do emprego do enfoque das opções reais vem ocorrendo de maneira crescente nas mais diversas situações de justificação e gestão de projetos complexos e este trabalho constitui-se em mais uma demonstração do quanto este instrumental pode ser útil na resolução de problemas efetivos do dia-a-dia das instituições e organizações empresariais. As conclusões deste trabalho, ainda que restritas em escopo, de qualquer forma acrescentam mais um elemento ao elenco de instrumentos à disposição dos gestores de projetos.

Com esta certeza e com um olhar investigativo voltado para o futuro, entende-se que este trabalho oferece uma perspectiva para pesquisadores acadêmicos envolvidos com a busca de soluções para questões inerentes à aplicação do enfoque das opções reais a projetos complexos, perspectiva esta que pode ser explorada em novos estudos que visem:

- Validar os resultados obtidos, utilizando métodos de pesquisa que possibilitem realizar inferências e que sejam isentos da opinião e da intervenção de um pesquisador;
- Expandir a aplicação das conclusões deste estudo, verificando sua validade em outras áreas do conhecimento que não a TI.

#### 7.4 Considerações Finais

É reconhecido que o enfoque das opções reais é ainda muito pouco aplicado na prática nos dias de hoje e a revisão bibliográfica realizada no início desta pesquisa confirmou este fato. Também ficou evidenciado que contribui para este baixo grau de utilização o fato de o emprego das opções reais ter se revestido de uma aura de complexidade, o que tem influenciado para sua não escolha por parte dos gestores de projetos. E quanto menos adotado, mais este instrumental fica exposto a críticas que acabam por evidenciar teóricos pontos fracos e criam um círculo vicioso que impede até mesmo que a curiosidade dos gestores de projetos os incentivem a procurar melhor conhecer este ferramental.

O comentário de Alleman *et al.* (2008) sobre esta questão é bastante pertinente, além de, a um só tempo, ser verdadeiro e objetivo: "Não podemos resolver este debate, mas sentimos que as pesquisas e evidências estão começando a silenciar esse criticismo".<sup>37</sup>

Endossando as opiniões contrárias à dos críticos, esta pesquisa mostrou, acima de tudo, que, para empregar o enfoque das opções reais não é necessário recorrer a complicadas formulações matemáticas nem verificar o atendimento a inúmero de premissas de difícil validação. Pelo contrário, a aplicação do enfoque das opções reais pode se dar com simplicidade e de uma maneira plenamente condizente com o grau mais realista e prático de conhecimentos e habilidades dos quais os gestores de projetos são normalmente dotados. E com resultados efetivamente positivos, o que é mais importante.

---

<sup>37</sup> "We cannot settle this debate, but we feel that the research and evidence are beginning to mute this criticism".



## APÊNDICES

### Apêndice 1 – Exemplo de Aplicação do Modelo do Valor Presente Líquido

Matematicamente, a expressão que conduz à obtenção do valor presente líquido é:

$$VPL = \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+j)^t} \quad (F5),$$

onde:  $VPL$  = valor presente líquido de uma série de fluxos de caixa,  
 $t$  = instante no tempo em que ocorre um determinado fluxo de caixa,  
 $F_t$  = fluxo de caixa que ocorre num instante  $t$ ,  
 $j$  = taxa de juros utilizada para descontar os fluxos de caixa,  
 $N$  = quantidade total de períodos de tempo nos quais ocorrem os fluxos de caixa.

A taxa de juros  $j$  adotada deve ser compatível com a unidade do intervalo de tempo  $t$ ; isto significa que se, por exemplo, o intervalo de tempo for expresso em meses, a taxa também deverá ser mensal ou, se o intervalo de tempo for expresso em dias, a taxa deverá ser diária e assim por diante.

Exemplificando, considere-se um projeto no qual o investimento requerido e os retornos esperados são os indicados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Dados para Exemplo de Cálculo de Desconto de Fluxos de Caixa**

Período (Ano)	Natureza do Fluxo	Valor do Fluxo (Mil R\$)
0	Investimento	1.200,00
1	Investimento	750,00
2	Investimento	350,00
3	Investimento	100,00
	Retorno	200,00
4	Retorno	400,00
5	Retorno	700,00
6	Retorno	700,00
7	Retorno	700,00
8	Retorno	700,00

Supondo que a taxa de juros adequada à realidade desse projeto seja de 8% ao ano, o valor presente líquido desse projeto, uma vez aplicada a fórmula de cálculo (F5), é -117,55 milhares de reais. Como se trata de um valor negativo, a conclusão é que, sob o ponto de vista financeiro, o projeto em questão não deve ser realizado.

## Apêndice 2 – Exemplo de Aplicação do Modelo da Taxa Interna de Retorno

Matematicamente, a expressão que conduz à obtenção do valor presente líquido é:

$$0 = \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} \quad (F6),$$

onde:  $TIR$  = taxa interna de retorno proporcionada por uma série de fluxos de caixa,

$t$  = período no tempo em que ocorre um determinado fluxo de caixa,

$F_t$  = fluxo de caixa que ocorre num instante  $t$ ,

$N$  = quantidade total de períodos de tempo nos quais ocorrem os fluxos de caixa.

Exemplificando, considere-se o mesmo projeto cujos fluxos de caixa estão indicados na Tabela 4. A taxa interna de retorno, ou seja, aquela que iguala os fluxos positivos (retornos) e os negativos (investimentos), obtida por meio da aplicação da fórmula (F6), é 6,9% ao ano. Se a taxa de oportunidade disponível para os patrocinadores do projeto for inferior a esse valor, vale a pena realizar o projeto, mas, caso seja superior a esse valor, não vale a pena executar o projeto.

### Apêndice 3 – Exemplo de Modelo de Valoração Baseado na Simulação de Monte Carlo

Para exemplificar a aplicação da simulação de Monte Carlo, considere-se um projeto no qual o investimento requerido não é conhecido com exatidão, devido ao fato do custo de cada atividade poder variar num certo intervalo, conforme indicado na Tabela 5. Considere-se ainda que as atividades não guardam nenhuma relação de dependência umas com as outras e, portanto, pode-se afirmar que o valor total do investimento a ser feito nesse projeto é uma variável aleatória dotada de distribuição normal, pois se trata da soma de um conjunto de variáveis também aleatórias.

**Tabela 5 – Dados para Exemplo de Simulação de Monte Carlo**

Atividade	Custo Mínimo (Mil R\$)	Custo Máximo (Mil R\$)
1	650,0	750,0
2	300,0	350,0
3	80,0	100,0
4	300,0	400,0
5	550,0	700,0
6	600,0	800,0
7	700,0	700,0
8	200,0	250,0

O primeiro passo para aplicar o método de simulação de Monte Carlo é gerar valores aleatórios que representem o custo esperado de cada uma das atividades, o que pode ser feito com o auxílio de um software estatístico ou simplesmente utilizando as funções estatísticas do Excel. Para gerar esses valores aleatórios, é necessário assumir uma distribuição de probabilidades para o custo das atividades.

Assumindo neste exemplo que o custo de cada atividade segue uma distribuição uniforme de probabilidades e empregando o Excel, pode-se então gerar números aleatórios no intervalo (0,1) por meio da função "RAND()" e obter os custos aplicando a seguinte fórmula, adequada para distribuições uniformes:

$$C_{i,j} = [RAND_{i,j}() * (Cmáx_j - Cmín_j)] + Cmín_j \quad (F7),$$

- onde:  $C_{i,j}$  = i-ésimo valor aleatório obtido para o custo da atividade  $j$ ,  
 $RAND_{i,j}$  = i-ésimo valor aleatório gerado para valorar o custo da atividade  $j$ ,  
 $Cmáx_j$  = custo máximo possível para a atividade  $j$ ,  
 $Cmín_j$  = custo mínimo possível para a atividade  $j$ .

Para cada atividade, os números aleatórios  $RAND_{ij}$  devem ser obtidos um determinado número de vezes, número este estabelecido em função do erro máximo que se pretende ter nas estimativas. O custo de cada atividade será assumido como a média aritmética dos valores aleatórios calculados por meio da aplicação da fórmula (F7) e expresso por:

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^N C_{ij}}{N} \quad (F8),$$

- onde:  $C_j$  = custo médio estimado da atividade  $j$ ;  
 $N$  = número de estimativas de custo obtidas para cada atividade;  
 $C_{i,j}$  = i-ésimo valor aleatório obtido para o custo da atividade  $j$ .

Na Tabela 6 estão apresentadas as fórmulas para calcular a quantidade de estimativas  $N$  e também o resultado de uma simulação (apenas parte dos valores obtidos por meio da simulação estão exibidos). É importante notar que, como se tratam de estimativas baseadas em valores randomicamente gerados, a cada execução são obtidos valores diferentes, porém todos obedecendo às mesmas distribuições de probabilidades adotadas (uniforme para o custo de cada atividade e normal para o custo total do projeto).

Tabela 6 – Resultado da Simulação de Monte Carlo para o Exemplo

Atividade	(Aj)	1	2	3	4	5	6	7	8	Projeto
Custo Mínimo	(C <sub>mín j</sub> )	650,00	300,00	80,00	300,00	550,00	600,00	700,00	200,00	3.380,00
Custo Máximo	(C <sub>máx j</sub> )	750,00	350,00	100,00	400,00	700,00	800,00	700,00	250,00	4.050,00
Custo Médio Obtido	(C <sub>méd j</sub> )	702,18	322,93	90,28	357,83	620,70	688,64	700,00	228,15	3.710,71
Custos Aleatórios Obtidos (C <sub>ij</sub> ) (assumindo distribuição uniforme)	1	664,71	304,20	85,58	366,11	591,03	626,48	700,00	240,93	3.579,05
	2	732,42	335,85	87,39	389,94	562,37	659,44	700,00	248,76	3.716,18
	3	658,22	307,67	98,05	319,87	605,20	620,73	700,00	220,64	3.530,40
	4	737,85	310,94	94,04	300,04	681,02	758,05	700,00	244,12	3.826,05
	5	669,64	320,46	94,59	326,05	582,29	758,33	700,00	203,82	3.655,18
	6	670,57	334,99	92,32	351,56	686,91	635,61	700,00	210,06	3.682,02
	7	683,98	300,96	93,02	351,95	679,67	742,76	700,00	243,22	3.795,57
	8	737,68	308,22	86,42	319,93	551,27	609,34	700,00	217,94	3.530,79
	9	673,01	318,83	81,74	307,50	551,84	615,98	700,00	233,76	3.482,66
	10	680,32	305,41	96,39	344,35	572,64	750,91	700,00	232,63	3.682,66
	11	725,11	336,36	80,80	377,96	569,15	636,72	700,00	221,28	3.647,38
	119	736,38	330,91	95,11	311,24	666,08	712,88	700,00	217,90	3.770,50
120	697,18	342,62	81,54	375,59	579,48	649,30	700,00	235,61	3.661,32	
121	712,54	340,80	89,08	352,42	676,34	778,12	700,00	240,19	3.889,49	
122	739,04	341,65	97,57	388,69	563,40	760,00	700,00	240,46	3.830,81	

No exemplo, o investimento médio estimado para o projeto é de 3.710,71 mil reais, dentro, portanto do intervalo entre os custos mínimo e máximo esperados. O erro dessa estimativa é de 26,97 mil reais, equivalente a 0,73%. Para cada atividade, os números indicados na linha "Custo Médio Obtido" pode ser utilizado como estimativa do custo.

## Apêndice 4 – Exemplo de Modelo de Valoração Baseado em Árvore de Decisão

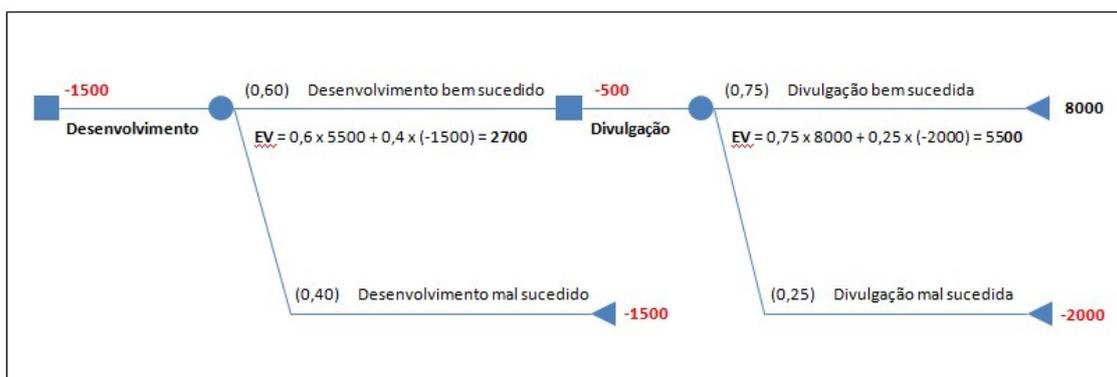
Como exemplo de aplicação de uma árvore de decisão, considere-se um projeto de desenvolvimento de um novo software para o mercado de jogos eletrônicos, que irá se prestar a substituir um jogo que está tendo baixa aceitação por parte dos consumidores. É esperado que o desenvolvimento deste novo software venha a consumir seis meses de trabalho e os números relevantes a ele associados estão resumidos na Tabela 7, sendo que os valores indicados já estão a valor presente da data de início do projeto e números negativos representam custos e números positivos receitas.

A árvore de decisão para este exemplo está apresentada na Figura 9.

**Tabela 7 – Dados para Exemplo de Árvore de Decisão**

Atividade	Probabilidade de Sucesso (%)	Prazo (meses)	Valor (Mil R\$)
1. Desenvolvimento do software	60	6	- 1.500
2. Divulgação pré-comercialização	75	3	- 500
3. Comercialização	–	–	10.000

**Figura 9 – Árvore de Decisão para o Projeto-Exemplo**



O elemento-chave da árvore de decisão é a expectativa de valor de cada alternativa, variável calculada pela aplicação da probabilidade de ocorrência de uma atividade pelo valor monetário a ser obtido com essa ocorrência. Este cálculo deve ser feito do final para o início da árvore.

Assim, para o caso da divulgação bem sucedida do novo software, a expectativa de valor é 75% de 8.000 milhares de reais (valor este que corresponde à receita estimada de 10.000 milhares de reais menos os custos de 2.000 milhares de reais despendidos para obtê-la), o que é igual a 6.000 milhares de reais. Já a expectativa de valor da divulgação mal sucedida é 500 milhares de reais negativos, o que corresponde ao custo para obtê-la. A expectativa de valor para a comercialização, que equivale à soma das alternativas de divulgação, é 5.500 milhares de reais.

Aplicando este mesmo raciocínio para o restante da árvore, chega-se à conclusão que a alternativa de desenvolver o novo software proporciona um resultado positivo de 2.700 milhares de reais menos 1.500 milhares de reais (o custo do desenvolvimento), o que equivale a 1.200 milhares de reais. A alternativa de não desenvolver, obviamente, produz resultado zero, o que leva à conclusão de que é mais vantajoso desenvolver o novo software. Caso o resultado a ser obtido com o desenvolvimento fosse negativo, seria preferível não desenvolvê-lo e manter a versão atual no mercado.

Neste exemplo, os fluxos de caixa foram assumidos como já levados a valor presente da data de início do projeto. Para que isto tenha sido feito, é necessário que os fluxos com seus valores originais tenham sido descontados, por meio da aplicação do modelo do valor presente líquido, configurando o uso combinado dos dois modelos de valoração.

Do mesmo modo, caso os fluxos de caixa estivessem sujeitos a incertezas, poderia ser empregada uma simulação para ajustá-los a uma distribuição de probabilidades, configurando mais uma combinação de modelos.

## Apêndice 5 – Modelo "Black-Scholes" e Derivados

Black e Scholes (1973) elaboraram o MPO até hoje mais difundido, tanto no meio acadêmico quanto no profissional. Este modelo foi desenvolvido para precificar opções considerando que o ativo subjacente é uma ação e, na sua formulação, seus autores colocam que ele é válido se respeitadas as seguintes premissas:

- A taxa de juros de curto prazo é conhecida e é constante ao longo do tempo;
- O preço da ação segue um caminho aleatório, contínuo no tempo e com uma taxa de variação proporcional ao quadrado do preço das ações, de modo tal a que a distribuição dos preços possíveis da ação ao final de qualquer intervalo finito é lognormal; a taxa de variação do retorno da ação é constante;
- A ação não paga nenhum dividendo ou qualquer outra vantagem;
- A opção é do tipo europeia;
- Não há custos de transação na compra ou venda tanto da ação quanto da opção;
- É possível tomar emprestada qualquer fração do preço de um título para comprá-lo ou mantê-lo, à taxa de juros de curto prazo;
- Não há penalidades para a venda a descoberto; um vendedor que não possui um título simplesmente aceitará o preço desse título de um comprador e irá concordar em negociar com esse comprador em alguma data futura, pagando-lhe um montante igual ao preço do título nessa data.

A fórmula original do modelo Black-Scholes para calcular o valor de uma opção é:

$$\omega(x, t) = xN(d_1) - ce^{r(t-t^*)}N(d_2) \quad (\text{F9}),$$

- onde:
- $\omega(x, t)$  = valor da opção;
  - $t$  = tempo;
  - $x$  = preço da ação subjacente;
  - $N(.)$  = probabilidade acumulada da distribuição normal padronizada;
  - $c$  = preço de exercício da opção;
  - $r$  = taxa de juros;

$t^*$  = data de exercício;  
 $e$  = constante neperiana.

As variáveis  $d_1$  e  $d_2$  presentes na fórmula (F9) são expressas pelas fórmulas:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{x}{c}\right) + \left(r + \frac{v^2}{2}\right)(t^* - t)}{v\sqrt{t^* - t}} \quad (\text{F10}),$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{x}{c}\right) + \left(r - \frac{v^2}{2}\right)(t^* - t)}{v\sqrt{t^* - t}} = d_1 - v\sqrt{t^* - t} \quad (\text{F11}),$$

onde:  $v$  = variância do preço da ação subjacente;  
 $\ln$  = logaritmo neperiano.

Atualmente, a notação mais usual empregada para a fórmula do modelo Black-Scholes é:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2) \quad (\text{F12}),$$

onde:  $C$  = valor da opção;  
 $T$  = prazo de exercício;  
 $S$  = preço da ação subjacente;  
 $X$  = preço de exercício da opção;  
e as demais variáveis são as mesmas da notação original.

Com essa nova notação indicada na fórmula (F12), as variáveis  $d_1$  e  $d_2$  passam a ser expressas por:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (\text{F13}),$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (\text{F14}),$$

Alguns dos modelos pioneiros derivados do "Black-Scholes" estão relacionados no Quadro 31, que cobre as proposições feitas até o ano 2000, após o que diversos outros estudos levaram à proposição de novos modelos derivados.

**Quadro 33 – Modelos Pioneiros Derivados do "Black-Scholes"**

Objeto do Estudo	Autores	Ano
Extensões do modelo "Black-Scholes", em particular para contemplar dividendos e mudanças no preço de exercício	Merton	1973
Precificação de opções com preço de exercício incerto	Fischer	1978
Troca de um ativo financeiro por outro	Margrabe	1978
Comparação entre diferentes estratégias de investimento	Merton <i>et al.</i>	1978
Precificação da opção de abandonar um projeto	Kensinger	1980
Valoração de investimentos em inovações em TI	Santos	1991
Análise do impacto dos riscos sobre os valores das opções	Kumar	1996
Modelo simplificado para valoração de opções	Luehrman	1998
Valoração de opções associadas à implantação de sistemas de apoio à decisão	Kumar	1999

## Apêndice 6 – Modelo "Cox-Rubinstein" e Derivados

Diferentemente do modelo "Black-Scholes", construído a partir de um racional totalmente matemático, o modelo "Cox-Rubinstein" tem o apelo de ser menos complexo, pelo fato de ter sido elaborado com base nos conceitos presentes nas árvores de decisão. Cox *et al.* (1979) partiram da premissa que, num dado intervalo de tempo, o preço de uma opção varia de maneira diretamente proporcional ao do seu ativo subjacente, no caso, uma ação. E que o preço dessa ação, ao final desse intervalo de tempo, pode assumir apenas dois valores: ou um valor maior que o inicial ou um valor menor que o inicial. Com esse raciocínio, a evolução dos preços, tanto da ação quanto da opção, passa a ter um comportamento binomial e pode ser modelada conforme uma árvore de decisão binomial.

O modelo "Cox-Rubinstein" assume, basicamente as mesmas premissas que o "Black-Scholes" e ainda uma premissa adicional: para uma sequência de intervalos de tempo, as taxas de aumento e diminuição do preço da ação são constantes. A fórmula matemática original do modelo "Cox-Rubinstein" que conduz à obtenção do valor de uma opção é:

$$C = S\Phi[a; n, p'] - Kr^{-n}\Phi[a; n, p] \quad (\text{F15}),$$

- onde:  $C$  = valor da opção;
- $S$  = preço da ação subjacente;
- $K$  = preço de exercício da opção;
- $r$  = taxa de juros (em decimais, acrescida de 1; exemplo: 1,12, para 12%);
- $\Phi$  = distribuição binomial de probabilidades;
- $n$  = número de períodos em que o prazo de exercício é dividido;
- $a$  = número mínimo de movimentos para cima que o preço da ação subjacente deve fazer durante os próximos  $n$  períodos para a opção terminar "*in-the-money*";
- $p = (r - d) / (u - d)$ ,
- onde:  $u$  = fator de crescimento do preço da ação subjacente (em decimais, acrescido de 1; exemplo: 1,07, para 7%),
- $d$  = fator de decréscimo do preço da ação subjacente (em decimais, acrescido de 1; exemplo: 1,04, para 4%);
- $p' = (u / r) p$

Cox *et al.* (1979) provam que, quando o número de períodos  $n$  cresce e tende ao infinito, a fórmula do seu modelo se torna igual à fórmula do modelo Black-Scholes.

Alguns dos modelos pioneiros derivados do "Cox-Rubinstein" estão relacionados no Quadro 32.

**Quadro 34 – Modelos Pioneiros Derivados do "Cox-Rubinstein"**

Objeto do Estudo	Autores	Ano
Valoração de opções reais em projetos de investimento em TI	Kambil <i>et al.</i>	1993
Efeitos da inflação e dos impostos no valor das opções	Hevert <i>et al.</i>	1998
Valoração de projetos de infraestrutura de TI tratando a potencial agregação de novas capacidades aos negócios como opções reais	Balasubramanian <i>et al.</i>	2000
Identificação de opções e configuração de investimentos	Benaroch	2002
Generalização do modelo binomial	Arnold e Crack	2003
Opções na implementação de ERP	Wu <i>et al.</i>	2008
Valoração de opções reais em situações de múltiplos riscos	Chen <i>et al.</i>	2009

Como se pode observar comparando os quadros 31 e 32, o modelo "Cox-Rubinstein" passou não só a ser considerado mais recentemente nos estudos de valoração como também esse fato ocorreu com uma defasagem bem maior para com relação à data da sua proposição do que o modelo "Black-Scholes".



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKOFF, Russell L. *Creating the corporate future: plan or be planned for*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 1981.

ADNER, Ron; LEVINTHAL, Daniel A. *What is not a real option: considering boundaries for the application of real options to business strategy*. **Academy of Management Review**. Briarcliff Manor, NY: Academy of Management, v. 29, n. 1, p. 74-85, 2004.

ALLEMAN, James *et al.* *Real options methodology applied to the ICT sector: a survey*. **Communications and Strategies**. Clapiers: DigiWorld Publishers, v. 70, p. 27-44, 2008.

AMRAM, Martha; KULATILAKA, Nalin. *Uncertainty: the new rules for strategy*. **Journal of Business Strategy**. Bingley, UK: Emerald Group Publishing, v. 20, n. 3, p. 25-29, 1999.

ANANDARAJAN, Asokan; WEN, H. J. *Evaluation of information technology investment*. **Management Decision**. Bingley, UK: Emerald Group Publishing, v. 37, n. 4, p. 329-337, 1999.

ARNOLD, Tom; CRACK, Timothy F. *Option pricing in the real world: a generalized binomial model with applications to real options*. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=240554](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=240554)>. Acesso em: 31/08/2014.

AZEVEDO, Alcino F.; PAXSON, Dean A. *Real options game models: a review*. In: Annual International Conference on Real Options, 14th, Jun/2010, Roma. **Proceedings...** Real Options Group, 2010. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2010/index.html>>. Acesso em: 31/08/2014.

BALASUBRAMANIAN, P. *et al.* *Managing information technology investments using a real-options approach*. **Journal of Strategic Information Systems**. Amsterdam: Elsevier, v. 9, n. 1, p. 39-62, Mar/2000.

BAKER, H. K. *et al.* *Management views on real options in capital budgeting*. **Journal of Applied Finance**. Tampa, FL: FMA International, v. 21, n. 1, p. 18-47, 2011.

BENAROCH, Michel. *Option-based management of technology investment risk*. **IEEE Transactions on Engineering Management**. New York, NY: IEEE Technology and Engineering Management Society, v. 48, n. 4, p. 428-444, Nov/2001.

BENAROCH, Michel. *Managing Information Technology investment risk: a real options perspective*. **Journal of Management Information Systems**. Armonk, NY: M. E. Sharp, v. 19, n. 2, p. 43-84, 2002.

BENAROCH, Michel; KAUFFMAN, Robert J. *A case for using real options pricing analysis to evaluate information technology project investments*. **Information Systems Research**. Catonsville, MD: INFORMS, v. 10, n. 1, p. 70-86, Mar/1999.

BENAROCH, Michel; KAUFFMAN, Robert J. *Justifying electronic banking network expansion using real options analysis*. **MIS Quarterly**. Minneapolis, MN: Management Information Systems Research Center, v. 24, n. 2, p. 197-225, Jun/2000.

BENARROCH, Michel *et al.* *Real options in information technology risk management: an empirical validation of risk-option relationships*. **MIS Quarterly**. Minneapolis, MN: Management Information Systems Research Center, v. 30, n. 4, p. 827-864, Dec/2006.

BENARROCH, Michel *et al.* *Option-based risk management: a field study of sequential information technology investment decisions*. **Journal of Management Information Systems**. Armonk, NY: M.E. Sharpe Inc., v. 24, n. 2, p. 103-140, 2007.

BENBASAT, Isak *et al.* *The case research strategy in studies of information systems*. **MIS Quarterly**. Minneapolis, MN: Management Information Systems Research Center, v. 11, n. 3, p. 369-386, Sep/1987.

BERGHOUT, Egon; REMENYI, Dan. *The eleven years of the European Conference on IT Evaluation: retrospectives and perspectives for possible future research*. **The Electronic Journal of Information Systems Evaluation**. Reading, UK: Academic Publishing, v. 8, n. 2, p. 81-98, 2005.

BLACK, Erik W. *et al.* *The other side of the LMS: considering implementation and use in the adoption of an LMS in online and blended learning environments*. **TechTrends**. [S.l.]: Springer, v. 51, n. 2, p. 35-53, Mar-Apr/2007.

BLACK, Fischer; SCHOLES, Myron. *The pricing of options and corporate liabilities*. **Journal of Political Economy**. Chicago, IL: The University of Chicago Press, v. 81, n. 3, p. 637-654, May-Jun/1973.

BLAIKIE, Norman. *Approaches to social enquiry: advancing knowledge*. 2nd ed. Cambridge, UK: Polity Press, 2007.

BLOCK, Stanley. *Are "real options" actually used in the real world?* **The Engineering Economist**. Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers, v. 52, n. 3, p. 255-267, 2007.

BOEHM, Barry W. *Software risk management: principles and practices*. **IEEE Software**. Los Alamitos, CA: IEEE Publications, v. 8, n. 1, p. 32-41, Jan/1991.

BOEHM, Barry W.; SULLIVAN, Kevin J. *Software economics: a roadmap*. In: International Conference on Software Engineering (ICSE), 22nd, Jun/2000, Limerick. **Proceedings...** Association for Computing Machinery (ACM), 2000.

BOYLE, Phelim P. *Options: a Monte Carlo approach*. **Journal of Financial Economics**. Amsterdam: Elsevier, v. 4, n. 3, p. 323-338, May/1977.

BOYLE, Phelim P. *et al.* *Monte Carlo methods for security pricing*. **Journal of Economic Dynamics and Control**. Amsterdam: Elsevier, v. 21, n. 8-9, p. 1267-1321, Jun/1997.

BRACH, Marion A. *Real options in practice*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2003.

BRAUTIGAM, Johannes *et al.* *Uncertainty as a key value driver of real options*. In: Conference on Real Options: Theory Meets Practice, 7th, Jul/2003, Washington, DC. **Proceedings...** Real Options Group. Disponível online em: <http://www.realoptions.org/papers2003/BraeutigamUncertainty.pdf>. Acesso em: 31/08/2014.

BRENNAN, Michael J.; SCHWARTZ, Eduardo S. *Evaluating natural resource investments*. **Journal of Business**. Chicago, IL: The University of Chicago Press, v. 58, n. 2, p. 135-157, 1985.

BRENNAN, Michael J.; TRIGEORGIS, Lenos. *Real options: development and new contributions*. In: BRENNAN, Michael J.; TRIGEORGIS, Lenos (Org.). **Project flexibility, agency, and competition: new developments in the theory and applications of real options**. New York, NY: Oxford University Press, 2000.

BROADBENT, Marianne *et al.* *Strategic context and patterns of IT infrastructure capability*. **Journal of Strategic Information Systems**, v. 8, p. 157-187, 1999.

BURRELL, Gibson; MORGAN, Gareth. **Sociological paradigms and organizational analysis: elements of the sociology of corporate life**. Portsmouth, NH: Heinemann, 1979.

BUSBY, Jeremy S.; PITTS, Charles G. C. *Real options in practice: an exploratory survey of how finance officers deal with flexibility in capital appraisal*. **Management Accounting Research**. Amsterdam: Elsevier, v. 8, n. 2, p. 169-186, Jun/1997.

BYRD, Terry A.; TURNER, Douglas E. *Measuring the flexibility of information technology infrastructure: exploratory analysis of a construct*. **Journal of Management Information Systems**. Armonk, NY: M.E. Sharpe Inc., v. 17, n. 1, p. 167-208, 2000.

CAGNO, Enrico *et al.* *A multi-dimensional analysis of major risks in complex projects*. **Risk Management**. Hants, UK: Palgrave Macmillan, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2007.

CARR, Peter. *The valuation of sequential exchange opportunities*. **The Journal of Finance**. Aldan, PA: American Finance Association, v. 43, n. 5, p. 1235-1256, Dec/1988.

CHALASANI, Prasad *et al.* *The options approach to software prototyping decisions*. Working Paper. Pittsburg, PA: Carnegie Mellon University, 1997.

CHAVES, Sidney. *A questão dos riscos em ambientes de computação em nuvem*. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

CHAVES, Sidney; SOUZA, Cesar A. de. *An alternative method to evaluate complex information technology projects*. In: International Conference on Information Resources Management (Conf-IRM), May/2014, Ho Chi Minh City. **Proceedings... Conf-IRM**, 2014.

CHEN, Tao *et al.* *Evaluating information technology investment under multiple sources of risk*. In: International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Set/2007, Shanghai. **Proceedings... IEEE Communications Society**, 2007. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=4341274&tag=1](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4341274&tag=1)>. Acesso em: 31/08/2014.

CHEN, Tao *et al.* *An integrated real options evaluating model for information technology projects under multiple risks*. **International Journal of Project Management**. Amsterdam: Elsevier, v. 27, n. 8, p. 776-786, Nov/2009.

CHUA, Wai F. *Radical developments in accounting thought*. **The Accounting Review**. Sarasota, FL: American Accounting Association, v. 61, n. 4, p. 601-632, Out/1986.

CHURCHMAN, Charles W. *The systems approach*. New York, NY: Delta Dell Publishing, 1968.

CILLIERS, Paul. *Complexity and postmodernism*. London, UK: Routledge, 1998.

CLARKE, Christopher J.; VARMA, Suvir. *Strategic risk management: the new competitive edge*. **Long Range Planning**. Amsterdam: Elsevier, v. 32, n. 4, p. 414-424, 1999.

CLEMONS, Eric K. *Evaluation of strategic investments in information technology*. **Communications of the ACM**. New York, NY: The Association for Computing Machinery, v. 34, n. 1, p. 22-36, 1991.

CLEMONS, Eric K.; WEBER, Bruce W. *Strategic information technology investments: guidelines for decision making*. **Journal of Management Information Systems**. Armonk, NY: M.E. Sharpe Inc., v. 7, p. 9-28, 1990.

COBB, Barry R.; CHARNES, John M. *Real options volatility estimation with correlated inputs*. **The Engineering Economist**. Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers, v. 49, n. 2, p. 119-137, 2004.

COBB, Barry R.; CHARNES, John M. *Real options valuation*. In: Winter Simulation Conference (WSC), Dec/2007, Washington, DC. **Proceedings...** WSC Foundation, 2007.

COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION (COSO). *Enterprise risk management - Integrated framework (executive summary)*. COSO, Sep/2004.

COPELAND, Tom. *The real options approach to capital allocation*. **Strategic Finance**. Montvale, NJ: Institute of Management Accountants, v. 83, n. 4, p. 33-37, Oct/2001.

COX, John C. *et al.* *Option pricing: a simplified approach*. **Journal of Financial Economics**. Amsterdam: Elsevier, v.7, n. 3, p. 229-263, Sep/1979.

CRESWELL, John W. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2009.

CROTTY, Michael. *The foundations of social research: meaning and perspective in the research process*. Crows Nests: Allen & Unwin, 1998.

DAI, Qhizi *et al.* *Valuing information technology infrastructures: a growth options approach*. **Information Technology Management**. [S.l.]: Springer, v. 8, n. 1, p. 1-17, Mar/2007.

DAVENPORT, Tom; LINDER, Jane. *Information management infrastructure: the new competitive weapon? In: Hawaii International Conference on System Sciences, 27th, 1994, Waikoloa, HI. Proceedings...* IEEE, 1994.

DAVIS, Allan *et al.* *Developing an infrastructure for online learning.* In: ANDERSON, Terry, **The theory and practice of online learning.** 2nd ed. Edmonton, AB: AU Press, 2008.

DE NEUFVILLE, Richard. *Real options: dealing with uncertainty in systems planning and design.* **Integrated Assessment.** [S.l.]: Springer, v. 4, n. 1, p. 26-34, 2003.

DEWAN, Sanjeev *et al.* *Investigating the risk-return relationship of Information Technology investment: firm-level empirical analysis.* **Management Science.** Catonsville, MD: INFORMS, v. 53, n. 12, p. 1829-1842, Dec/2007.

DIXIT, Avinash. *Entry and exit decisions under uncertainty.* **Journal of Political Economy.** Chicago, IL: The University of Chicago Press, v. 97, n. 3, p. 620-638, Jun/1989.

DIXIT, Avinash; PINDYCK, Robert. *Investment under uncertainty.* Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

DIXIT, Avinash; PINDYCK, Robert. *The options approach to capital investments.* **Harvard Business Review.** Boston, MA: Harvard Business Publishing, p. 105-115, May/Jun, 1995.

EDMONDS, Bruce. *What is complexity? – The philosophy of complexity per se with application to some examples in evolution.* In: HEYLIGHEN, Francis *et al.* (Org.). **The evolution of complexity.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

ESPINOZA, R. D. *Separating project risk from the time value of money: a step toward integration of risk management and valuation of infrastructure investments.* **International Journal of Project Management.** Amsterdam: Elsevier, v. 32, n. 6, p. 1056-1072, 2014.

EWALD, François. *Insurance and risk.* In: BURCHELL, Graham *et al.* **The Foucault effect: studies in governmentality.** Chicago, IL (US): The University of Chicago Press, p. 197-210, 1991.

FARBAY, Barbara *et al.* *Evaluating investments in IT.* **Journal of Information Technology.** London, UK: Association for Information Technology Trust, v. 7, n. 2, p. 109-122, Jun/1992.

FARBAY, Barbara *et al.* *The great IT benefit hunt.* **European Management Journal.** Amsterdam: Elsevier, v. 12, n. 3, p. 270-279, 1994.

FAULKNER, Terrence W. *Applying "options thinking" to R&D valuation.* **Research-Technology Management.** Arlington, VA: Industrial Research Institute, v. 39, n. 3, p. 50-56, 1996.

FELLOWS, Richard F.; LIU, Anita M. M. **Research methods for construction.** 3rd ed. Malden, MA: Blackwell, 2008.

FETTERMAN, David M. **Ethnography: step by step.** 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2010.

FICHMAN, Robert G. *Real options and IT platform adoption: implications for theory and practice.* **Information Systems Research.** Catonsville, MD: INFORMS, v. 15, n. 2, p. 132-154, Jun/2004.

FICHMAN, Robert G. *et al.* *Beyond valuation: "options thinking" in IT project management.* **California Management Review**. Berkeley, CA: University of California, Berkeley, v. 47, n. 2, p. 74-95, 2005.

FISCHER, Stanley. *Call option pricing when the exercise price is uncertain, and the valuation of index bonds.* **The Journal of Finance**. Aldan, PA: American Finance Association, v. 33, n. 1, p. 169-176, Mar/1978.

FREEDMAN, Rick. *Helping clients value IT investments.* **Consulting to Management**. Burlingame, CA: Consulting to Management, v. 14, n. 3, p. 33-39, Sep/2003.

GABLE, G. G. *Integrating case study and survey research methods: an example in information systems.* **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 3, n. 2, p. 112-126, Jan/1994.

GADDIS, Paul O. *The project manager.* **Harvard Business Review**. Boston, MA: Harvard Business Publishing, v. 37, n. 3, p. 89-97, 1959.

GALLUPE, Brent. *Knowledge management systems: surveying the landscape.* **International Journal of Management Reviews**. Malden, MA: Blackwell Publishers, v. 3, n. 1, p. 61-77, Mar/2001.

GAMBA, Andrea. *Real options valuation: a Monte Carlo approach.* Working paper. Calgary: University of Calgary, 2002.

GENZUK, Michael. *A synthesis of ethnographic research.* Los Angeles, CA: University of Southern California - Center for Multilingual, Multicultural Research, 1999. Disponível em: <[http://www-bcf.usc.edu/~genzuk/Ethnographic\\_Research.html](http://www-bcf.usc.edu/~genzuk/Ethnographic_Research.html)>. Acesso em: 10/10/2015.

GERSHENSON, Carlos. *Design and control of self-organizing systems.* Brussels, 2007. Tese (Doutorado em Filosofia) - Vrije Universiteit.

GHAHREMANI, Maral *et al.* *Capital budgeting technique selection through four decades: with a great focus in real option.* **International Journal of Business and Management**. Toronto: Canadian Center of Science and Education, v. 7, n. 17, p. 98-119, 2012.

GLASER, Barney G.; STRAUSS, Anselm L. *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research.* New Brunswick, NJ: Aldine, 1967.

GRIX, Jonathan. *Introducing students to the generic terminology of social research.* **Politics**. Malden, MA: Blackwell, v. 22, n. 3, p. 175-186, 2012.

GROSSMAN, Randall B.; PACKER, Michael B. *"Betting the business": strategic programs to rebuild core information systems.* **Office: Technology and People**. New York, NY: IEEE Technology and Engineering Management Society, v. 5, n. 4, p. 235-243, 1989.

GUBA, Egon G.; LINCOLN, Yvonna S. *Competing paradigm in qualitative research.* In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Yvonna S. (Org.) **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1994.

GUNASEKARAN, A. *et al.* *Information technology and systems justification*. **European Journal of Operational Research**. Amsterdam: Elsevier, v. 173, n. 3, p. 957-983, 2006.

HABEGGER, Beat. *Risk analysis and management in a dynamic risk landscape*. In: HABEGGER, Beat (Org.). **International handbook on risk analysis and management**. Zurich: ETH Zurich - Center for Security Studies (CSS), p. 13-32, 2008.

HAKKINEN, Lotta; HILMOLA, Olli-Pekka. *ERP evaluation during the shakedown phase: lessons from an after-sales division*. **Information Systems Journal**. Malden, MA: Blackwell Publishers, v. 18, p. 73-100. 2008.

HALL, Arthur D.; FAGEN, Robert E. *Definition of system*. **General Systems Yearbook**. Berkeley, CA: Society for General Systems Research, v. I, 1956.

HANEY, Debra. *Assessing organizational readiness for e-learning: 70 questions to ask*. **Performance Improvement**. [S.l.]: Ipsi, v. 41, n. 4, p. 10-15, Apr/2002.

HANSETH, Ole. *Integration - complexity - risk: the making of information systems out-of-control*. In: HANSETH, Ole; CIBORRA, Claudio (Org.). **Risk, complexity and ICT**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2007.

HARVARD BUSINESS SCHOOL. **Project management manual**. Boston, MA, Oct/ 1997.

HASTIE, Shane; WOJEWODA, Stéphane. *Standish Group 2015 Chaos Report*. Disponível em: <<http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>>. Acesso em: 10/10/ 2015.

HAY, Colin. **Political analysis**. Hants, UK: Palgrave Macmillan, 2002.

HERTZ, David B. *Risk analysis in capital investments*. **Harvard Business Review**. Boston, MA: Harvard Business Publishing, v. 42, n. 1, Jan-Feb/1964.

HEVERT, Kathleen T. *et al.* *Interest rates, inflation and the value of growth options*. **The Quarterly Review of Economics and Finance**. Champaign, IL: Bureau of Economic and Business Research, v. 38, n. 3/2, p. 599-612, 1998.

HEYLIGHEN, Francis. *The growth of structural and functional complexity during evolution*. In: HEYLIGHEN, Francis *et al.* (Org.). **The evolution of complexity**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

HEYLIGHEN, Francis. *Complexity and self-organization*. In: BATES, Marcia J.; MAACK, Mary N. (Org.). **Encyclopedia of Library and Information Sciences**. London, UK: Taylor and Francis, 2009.

HILHORST, Cocky. *Reacting to risks with real options: valuation of managerial flexibility in IT projects*. Tilburg, 2009. Tese (Doutorado em Filosofia) - Universiteit Van Tilburg.

HILHORST, Cocky *et al.* *Risk management and valuation of real options in IT projects: an exploratory experiment*. In: European Conference on Information Systems (ECIS), Jun/2008, Galway. **Proceedings...** ECIS, 2008.

HOCHSTRASSER, Beat. *Evaluating IT investments - matching techniques to projects*. **Journal of Information Technology**. London, UK: Association for Information Technology Trust v. 5, n. 4, p. 215-221, Dec/1990.

HUCHZERMEIER, Arnd; LOCH, Christoph H. *Project management under risk: using the real options approach to evaluate flexibility in R&D*. **Management Science**. Catonsville, MD: INFORMS, v. 47, n. 1, p. 85-101, Jan/2001.

HULL, John C. *Options, futures, and other derivatives*. 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO 31000:2009 - Risk management - Principles and guidelines*. Geneva: ISO, Nov/2009.

INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION (IPMA). *IPMA Competence Baseline*, 3rd ed., Nijkerk, 2006.

INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE COUNCIL (IRGC). *An introduction to the IRGC Risk Governance Framework*. Geneva, 2012.

IRANI, Zahir. *Information systems evaluation: navigating through the problem domain*. **Information & Management**. Amsterdam: Elsevier, v. 40, n. 1, p. 11-24, Oct/2002.

IRANI, Zahir; LOVE, Peter E. D. *Developing a frame of reference for ex-ante IT/IS investment evaluation*. **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 11, n. 1, p. 74-82, Mar/2002.

IRANI, Zahir; LOVE, Peter E. D. *Information systems evaluation: a crisis of understanding*. In: IRANI, Zahir; LOVE, Peter E. D. (Org.). *Evaluating information systems: public and private sector*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2008.

IRANI, Zahir et al. *Linking knowledge transformation to information systems evaluation*. **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 14, n. 3, p. 213-228, Sep/2005.

JEFFERY, Mark. *Which IT investment should I make? How executives can balance risk and return for long-term strategic results*. **Kellogg/Teradata White Paper**. Evanston, IL: Kellogg School of Management, 2003.

KAMBIL, Ajit et al. *Strategic management of information technology investments: an options perspective*. In: BANKER, R. et al. (Org.). *Strategic information technology management: perspectives on organizational growth and competitive advantage*. Harrisburg, PA: Idea Group Publishers, 1993.

KAST, Fremont E.; ROSENZWEIG, James E. *General systems theory: applications for organization and management*. **Academy of Management Journal**. Briarcliff Manor, NY: Academy of Management, v. 15, n. 4, p. 447-465, Dec/1972.

KATES, Robert W. et al. *Perilous progress: managing the hazards of technology*. Boulder, CO: Westview Press, 1985.

KAYWORTH, Timothy R. *et al.* *Theoretical justification for IT infrastructure investments.* **Information Resources Management Journal.** Hershey, PA: IGI Global, v. 14, n. 3, p. 5-14, Jul-Sep/2001.

KENSINGER, John W. Project abandonment as a put option: dealing with capital investment decision and operating risk using option pricing theory. Working paper. Southern Methodist University, 1980.

KENSINGER, John W. *Adding the value of active management into the capital budgeting equation.* **Midland Corporate Finance Journal.** New York, NY: Stern, Stewart, Putnam & Macklis, v. 5, n. 1, p. 31-42, 1987.

KERZNER, Harold; BELACK, Carl. *Managing complex projects.* Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010.

KHAN, Sarah S. *Managerial risk in Information Technology investments: effects of framing, narrow framing and time inconsistent preferences on real options exercise decisions.* Charlotte, NC, 2012. Tese (Doutorado em Filosofia) - University of North Caroline.

KHAN, Sarah S. *et al.* *Effects of time-inconsistent preferences on information technology infrastructure investments with growth options.* **European Journal of Information Systems.** Birmingham, UK: The OR Society, v. 22, p. 206-220, 2013.

KIM, Yong J.; SANDERS, G. L. *Strategic actions in information technology investment based on real option theory.* **Decision Support Systems.** Amsterdam: Elsevier, v. 33, n. 1, p. 1-11, May/2002.

KLEIN, Heinz K.; MYERS, Michael D. *A set of principles for conducting and evaluating interpretive field studies in information systems.* **MIS Quarterly.** Minneapolis, MN: Management Information Systems Research Center, v. 23, n. 1, p. 67-94, Mar/1999.

KOGUT, Bruce; KULATILAKA, Nalin. *Options thinking and platform investments: investing in opportunity.* **California Management Review.** Berkeley, CA: University of California, Berkeley, v. 36, n. 2, p. 52-71, 1994.

KUMAR, Rum L. *A note on project risk and option values of investments in information technologies.* **Journal of Management Information Systems.** Armonk, NY: M. E. Sharp, v. 13, n. 1, p. 187-193, 1996.

KUMAR, Rum L. *Understanding DSS value: an options perspective.* **The International Journal of Management Science.** Amsterdam: Elsevier, v. 27, n. 3, p. 295-304, Jun/1999.

KUMAR, Rum L. *Managing risks in IT projects: an options perspective.* **Information & Management.** Amsterdam: Elsevier, v. 40, n. 1, p. 63-74, Oct/2002.

KUMAR, Rum L. *A framework for assessing the business value of information technology infrastructures.* **Journal of Management Information Systems.** Armonk, NY: M. E. Sharp, v. 21, n. 2, p. 11-32, 2004.

LANDER, Diane M.; PINCHES, George E. *Challenges to the practical implementation of modeling and valuing real options*. **The Quarterly Review of Economics and Finance**. Champaign, IL: Bureau of Economic and Business Research, v. 38, n. 3/2, p. 537-567, 1998.

LEWIS, Bruce R.; BYRD, Terry A. *Development of a measure for the information technology infrastructure construct*. **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 12, p. 93-109, 2003.

LIAO, Shu-hsien. *Knowledge management technologies and applications - literature review from 1995 to 2002*. **Expert Systems with Applications**. Amsterdam: Elsevier, v. 25, p. 155-164, 2003.

LONGSTAFF, Francis A.; SCHWARTZ, Eduardo S. *Valuing American options by simulation: a simple least-squares approach*. **The Review of Financial Studies**. Cary, NC: Society for Financial Studies, v. 14, n. 1, p. 113-147, 2001.

LUEHRMAN, Timothy A. *Investment opportunities as real options: getting started on the numbers*. **Harvard Business Review**. Boston, MA: Harvard Business Publishing, Jul-Ago/1998.

MAGEE, John F. *Decision trees for decision making*. **Harvard Business Review**. Boston, MA: Harvard Business Publishing, Jul-Ago/1964.

MAJD, Saman; PINDYCK, Robert S. *Time to build, option value, and investment decision*. **Journal of Financial Economics**. Amsterdam: Elsevier, v. 18, n. 1, p. 7-27, Mar/1987.

MARGRABE, William. *The value of an option to exchange one asset for another*. **The Journal of Finance**. Aldan, PA: American Finance Association, v. 33, n. 1, p. 177-186, Mar/1978.

MAROUN, Warren. *Interpretive and critical research: methodological blasphemy!* **African Journal of Business Management**. Ebène: Academic Journals, v. 6, n. 1, p. 1-6, Jan/2012.

MASON, Scott P.; MERTON, Robert C. *The role of contingent claims analysis in corporate finance*. In: ALTMAN, Edward I.; SUBRAHMANYAN, Marti G. **Recent advances in corporate finance**. New York, NY: Dow-Jones, 1985.

McDONALD, Robert; SIEGEL, Daniel. *Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down*. **International Economic Review**. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania and Osaka University, v. 26, n. 2, p. 331-349, Jun/1985.

McDONALD, Robert; SIEGEL, Daniel. *The value of waiting to invest*. **The Quarterly Journal of Economics**. Boston, MA: Harvard University, v. 101, n. 4, p. 707-728, Nov/1986.

McGRATH, Rita G. *A real options logic for initiating technology positioning investments*. **The Academy of Management Review**. Briarcliff Manor, NY: Academy of Management, v. 22, n. 4; p. 974-996, Oct/1997.

McKAY, David. T.; BROCKWAY, D. W. *Building IT infrastructure for the 1990s*. **Stage by Stage**. Lexington, MA: Nolan & Norton, v. 9, n. 3, p. 1-11, 1989.

McNIFF, Jean; WHITEHEAD, Jack. *All you need to know about action research*. 2nd ed. London, UK: SAGE Publications, 2011.

MERTON, Robert C. *Theory of rational option pricing*. **The Bell Journal of Economics and Management Science**. Santa Monica, CA: Rand Corporation, v. 4, n. 1, p. 141-183, 1973.

MERTON, Robert C. *et al.* *The returns and risk of alternative call option portfolio investment strategies*. **Journal of Business**. Chicago, IL: The University of Chicago Press, v. 51, n. 2, p. 183-242, 1978.

MITCHELL, Melanie. *Complexity: a guided tour*. New York, NY: Oxford University Press, 2009.

MUN, Johnathan. *Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2002.

MYERS, Michael D. *Qualitative research in information systems*. **MIS Quarterly**. Minneapolis, MN: Management Information Systems Research Center, v 21, n. 2, p. 241-242, Jun/1997.

MYERS, Stewart C. *Determinants of corporate borrowing*. **Journal of Financial Economics**. Amsterdam: Elsevier, v. 5, n. 2, p. 147-175, Nov/1977.

MYERS, Stewart C.; MAJD, Saman. *Calculating abandonment value using option pricing theory*. Working paper. Cambridge, MA: Sloan School of Management, 1983.

MYERS, Stewart C.; MAJD, Saman. *Abandonment value and project life*. In: FABOZZI, Frank J. (Org.) *Advances in futures and options research: a research annual*. Stamford, CT: JAI Press, 1990.

OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE (OGC). *Managing Successful Projects with PRINCE2™*, 5th ed., London, UK, 2009.

ORLIKOWSKI, Wanda; BAROUDI, Jack J. *Studying information technology in organizations: research approaches and assumptions*. **Information Systems Research**. Catonsville, MD: INFORMS, v. 2, n. 1, p 1-28, 1991.

OWEN, John M. *Program evaluation: forms and approaches*. 3rd ed. New York, NY: The Guilford Press, 2007.

PANAYI, Sylvia; TRIGEORGIS, Lenos. *Multi-stage real options: the cases of information technology infrastructure and international bank expansion*. **The Quarterly Review of Economics and Finance**. Champaign, IL: Bureau of Economic and Business Research, v. 38, special issue, p. 675-692, 1998.

PEFFERS, Ken; SANTOS, Brian L. dos. *Research opportunities in information technology funding and system justification*. **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 22, n. 2, p. 131-138, 2013.

PERROW, Charles. *Normal accidents: living with high-risk technologies*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.

PINDYCK, Robert S. *Irreversible investment, capacity choice and value of the firm*. **The American Economic Review**. Pittsburg, PA: American Economic Association, v. 78, n. 5, p. 969-985, Dec/1988.

PINDYCK, Robert S. *Investments of uncertain cost*. **Journal of Financial Economics**. Amsterdam: Elsevier, v. 34, n. 1, p. 53-76, Aug/1993.

POZZEBON, Marlei. *Conducting and evaluating critical interpretive research: examining criteria as a key component in building a research tradition*. In: KAPLAN, Bonnie et al. (Org.). **Information systems research**. [S.l.]: Springer, 2004.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). *A guide to the project management body of knowledge*. 5th ed. Newtown Square, PA, 2013.

RAZ, Tzvi et al. *Risk management, project success, and technological uncertainty*. **R&D Management**. Malden, MA: Blackwell Publishers, v. 32, n. 2, p. 101-109, Mar/2002.

REILLY, Frank K.; BROWN, Keith C. *Investment analysis and portfolio management*. 10th ed. Independence, KY: Cengage Learning, 2011.

REMENYI, Dan. *IT investment: making a business case*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 1999.

REMYNGTON, Kaye; POLLACK, Julien. *Tools for complex projects*. Surrey, UK: Gower Publishing, 2010.

RIEL, Margaret. *Understanding action research*. Los Angeles, CA: Pepperdine University - Center for Collaborative Action Research, 2010. Disponível em: <<http://cadres.pepperdine.edu/ccar/define.html>>. Acesso em: 10/10/2015.

SACCOL, Amarolinda Z. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em administração. **Revista de Administração da UFSM**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, v. 2, n. 2, p. 250-269, May-Aug/2009.

SAITO, Michele B. et al. Inovação tecnológica e a flexibilidade gerencial: uma aplicação da teoria das opções reais. **Revista de Economia Mackenzie**. São Paulo: Universidade Mackenzie, v. 9, n. 3, p. 53-77, 2011.

SANCHEZ, Otavio P. Análise do valor do uso da tecnologia da informação, baseada em princípios econômicos. São Paulo, SP, 2006. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Fundação Getúlio Vargas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

SANTOS, Brian L. dos. *Justifying investments in new information technologies*. **Journal of Management Information Systems**. Armonk, NY: M. E. Sharp, v. 7, n. 4, p. 71-90, 1991.

SCHNEBERGER, Scott L.; McLEAN, Ephraim R. *The complexity cross - implications for practice*. **Communications of the ACM**. New York, NY: The Association for Computing Machinery, v. 46, n. 9, p. 216-225, Sep/2003.

SCHRYEN, Guido. *Revisiting IS business value research: what we already know, what we still need to know, and how we can get there*. **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 22, p. 139-169, 2013.

SCHWARTZ, Eduardo. *The real options approach to valuation: challenges and opportunities*. **Latin American Journal of Economics**. Chile: Instituto de Economía da Pontificia Universidad Católica de Chile, v. 50, n. 2, p. 163-177, 2013.

SCHWARTZ, Eduardo S.; ZOZAYA-GOROSTIZA, Carlos. *Valuation of information technology investments as real options*. In: Annual International Conference on Real Options, 4th, 2000, Cambridge, UK. **Proceedings...** Real Options Group, 2000. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2000/ZozayaSchwartz.pdf>>. Acesso em: 31/08/2014.

SCHWARTZ, Eduardo S.; ZOZAYA-GOROSTIZA, Carlos. *Investment under uncertainty in information technology: acquisition and development projects*. **Management Science**. Catonsville, MD: INFORMS, v. 49, n. 1, p. 57-70, Jan/2003.

SEDIGHI, Mohammadbashir; ZAND, Fardad. In: International Conference on ICT and Knowledge Engineering, 10th, Nov/2012, Bangkok. **Proceedings...** IEEE, 2012.

SHENHAR, Aaron J.; DVIR, Dov. *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2007.

SINGH, Chaitanya *et al.* *Rental software valuation in IT investment decisions*. **Decision Support Systems**. Amsterdam: Elsevier, v. 38, p. 115-130, 2004.

SMETS, Frank R. *Essays on foreign direct investment*. New Haven, CT, 1993. Tese (Doutorado em Filosofia) - Yale University.

SMIT, Han T. J.; ANKUM, L. A. *A real options and game-theoretic approach to corporate investment strategy under competition*. **Financial Management**. Tampa, FL: FMA International, v. 22, p. 241-250, 1993.

SMIT, Han T. J.; TRIGEORGIS, Lenos. *Quantifying the strategic option value of technology investments*. In: Annual International Conference on Real Options, 8th, 2004, Montreal. **Proceedings...** Real Options Group, 2004. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2004/SmitTrigeorgisAMR.pdf>>. Acesso em: 31/08/2014.

SMIT, Han T. J.; TRIGEORGIS, Lenos. *Real options and games: competition, alliances and other applications of valuation and strategy*. **Review of Financial Economics**. Amsterdam: Elsevier, v. 15, n. 2, p. 95-112, 2006.

SMITH, Jim. *Much ado about options?* Working paper. Fuqua School of Business, 1999.

SONG, Xingchen; LETCH, Nick. *Research on IT/IS evaluation: a 25 year review*. **The Electronic Journal of Information Systems Evaluation**. Reading, UK: Academic Publishing, v. 15, n. 3, p. 276-287, 2012.

SOUGSTAD, Ryan S. *A risk management approach to IT services contract design*. Minnesota, MN, 2009. Tese - University of Minnesota.

SOUZA, Cesar A. de. *Uso organizacional da tecnologia de informação: um estudo sobre a avaliação do grau de informatização de empresas industriais paulistas*. São Paulo, SP, 2004. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2004.

SOUZA, Enock G. de. *Uma análise dos principais riscos que contribuem para o agravamento (escalation) de projetos de TI da administração pública*. São Paulo, SP, 2012. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2012.

SPECTOR, Jonathan M. *Introduction*. In: SPECTOR, Jonathan M.; ANDERSON, Theresa M. (Org.). ***Integrated and holistic perspectives on learning, instruction and technology - understanding complexity***. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

SPENCER, Barbara J.; BRANDER, James A. *Pre-commitment and flexibility: applications to oligopoly theory*. **European Economic Review**. Amsterdam: Elsevier, v. 36, n. 8, p. 1601-1626, Dec/1992.

STEFANOU, Constantinos J. *A framework for the ex-ante evaluation of ERP software*. **European Journal of Information Systems**. Birmingham, UK: The OR Society, v. 10, p. 204-215, 2001.

SUSSMAN, Joseph M. *The new transportation faculty: the evolution to engineering systems*. **Transportation Quarterly**. Westport, CN: ENO Foundation, 1999.

TAUDES, Alfred *et al.* *Options analysis of software platform decisions: a case study*. **MIS Quarterly**. Minneapolis, MN: Management Information Systems Research Center, v. 24, n. 2, p. 227-243, Jun/2000.

THOMAS, Robert M. ***Blending qualitative and quantitative research methods in theses and dissertations***. Thousand Oaks, CA: Corwin Publishers, 2003.

THOMAS, Graeme *et al.* *IT project evaluation: why more formal evaluation is not necessarily better*. In: IRANI, Zahir; LOVE, Peter E. D. (Org.). ***Evaluating information systems: public and private sector***. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2008.

TITMAN, Sheridan. *Urban land prices under uncertainty*. **The American Economic Review**. Pittsburg, PA: American Economic Association, v. 75, n. 3, p. 505-514, Jun/1985.

TIWANA, Amrit *et al.* *Information systems project continuation in escalation situations: a real options model*. **Decision Sciences Journal**. Houston, TX: Decision Sciences Institute, v. 37, n. 3, p. 357-391, 2006.

TRIANANTIS, Alexander J. *Real options*. In: LOGUE, Dennis; SEWARD, James K. **Handbook of modern finance**. New York, NY: **Research Institute of America**, 2003.

TRIGEORGIS, Lenos. *A conceptual options framework for capital budgeting*. **Advances in Futures and Options Research**, Bingley, UK: Emerald Group Publishing, v. 3, p. 145-167, 1988.

TRIGEORGIS, Lenos. *Anticipated competitive entry and early pre-emptive investment in deferrable projects*. **Journal of Economics and Business**. Amsterdam: Elsevier, v. 43, n. 2, p. 143-156, May/1991.

TRIGEORGIS, Lenos. *The nature of option interactions and the valuation of investments with multiple real options*. **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**. Cambridge, MA: Cambridge University Press, v. 28, n. 1, p. 1-20, 1993a.

TRIGEORGIS, Lenos. *Real options and interactions with financial flexibility*. **Financial Management**. Hoboken, NJ: Wiley Publishing, v. 22, p. 202-224, 1993b.

TRIGEORGIS, Lenos. *Real options and investment under uncertainty: what do we know?* Working Paper. Brussels: National Bank of Belgium, n. 22, 2002.

TRIGEORGIS, Lenos. *Making use of real options simple: an overview and applications in flexible/modular decision making*. **The Engineering Economist**. Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers, v. 50, n. 1, p. 25-53, 2005.

TRIGEORGIS, Lenos; MASON, S. P. *Valuing managerial flexibility*. **Midland Corporate Finance Journal**. New York, NY: Stern, Stewart, Putnam & Macklis, v. 5, n. 1, p.14-21, 1987.

ULLRICH, Christian. *Valuation of IT investments using real options theory*. **Business and Information Systems Engineering**. Göttingen: German Association for Business Research, v. 5, n. 5, p. 331-341, Oct/2013.

VAN EIJNATTEN, Frans M. *Chaos and complexity: an overview of the "new science" in organization and management*. **Revue Sciences de Gestion Quarterly**. [S.l.: s.n.], 2004.

VAN MAANEN, John. *Ethnography*. In: KUPER, Adam; KUPER, Jessica, **The social science encyclopedia**. 3rd ed. New York, NY: Routledge, 2004.

VON BERTALANFFY, Ludwig. **General system theory: foundations, development, applications**. New York, NY: George Braziller, 1969.

WALDROP, Mitchell M. **Complexity: the emerging science at the edge of order and chaos**. New York, NY: Simon & Schuster, 1992.

WALLACE, Linda G. *The development of an instrument to measure software project risk*. Ann Arbor, MI, 1999. Tese (Doutorado em Filosofia) - Georgia State University.

WALLACE, Linda G. *et al.* Understanding software project risk: a cluster analysis. **Information & Management**. Amsterdam: Elsevier, v. 42, p. 115-125, 2004.

WANG, Ann; HALAL, William. *Comparison of real asset valuation models: a literature review*. **International Journal of Business and Management**. Toronto: Canadian Center of Science and Education, v. 5, n. 5, p.14-24, May/2010.

WARD, John; DANIEL, Elizabeth. *Benefits management: how to increase the business value of your IT projects*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012.

WEILL, Peter D. *The role and value of information technology infrastructure: some empirical observations*. **Center for Information Systems Research**. Cambridge, MA: MIT Press, May/1992.

WEILL, Peter D.; BROADBENT, Marianne. *Leveraging the new infrastructure: how market leaders capitalize on information technology*. Boston, MA: Harvard Business Publishing, 1998.

WEILL, Peter D. *et al.* *IT value and the role of IT infrastructure investments*. **Center for Information Systems Research**. Cambridge, MA: MIT Press, Mar/1994.

WEILL, Peter D. *et al.* *IT infrastructure for strategic agility*. **Center for Information Systems Research**. Cambridge, MA: MIT Press, Apr/2002.

WENGER, Andreas *et al.* *Preface*. In: Habegger, Beat (Org.), *International handbook on risk analysis and management*. Zurich: ETH Zurich - Center for Security Studies (CSS), 2008.

WILLCOCKS, Leslie P.; LESTER, Stephanie. *Beyond the IT productivity paradox*. In: GALLIERS, Robert D.; LEIDNER, Dorothy E. (Org.). *Strategic information management: challenges and strategies in managing information systems*. 3rd ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2003.

WILLIAMS, John B. *The theory of investment value*. Flint Hill, VA: Fraser Publishing, 1938.

WILLIAMS, Joseph T. *Equilibrium and options on real assets*. **Review of Financial Studies**. Cary, NC: Society for Financial Studies, v. 6, n. 4, p. 825-850, 1993.

WILLIAMS, Terry M. *The need for new paradigms for complex projects*. **International Journal of Project Management**. Amsterdam: Elsevier, v. 17, n. 5, p. 269-273, 1999.

WU, Liang-Chuan; LIOU, Fang-Ming. *A quantitative model for ERP investment decision: considering revenue and costs under uncertainty*. **International Journal of Production Research**. London, UK: Taylor and Francis, v. 49, n. 22, p. 6713-6728, Nov/2011.

WU, Liang-Chuan *et al.* *Active ERP implementation management: a real options perspective*. **The Journal of Systems and Software**. Amsterdam: Elsevier, v. 81, p. 1039-1050, 2008.

WYSOCKI, Robert K. *Effective project management - traditional, adaptive, extreme*. 4th ed. Indianapolis, IN: Wiley Publishing, 2007.

YIN, Robert K. *Case study research - design and methods*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2003.