

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO
GESTÃO DE PROJETOS

A RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE RISCOS E OS DESVIOS ORÇAMENTÁRIOS
EM PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

PAULO SÉRGIO DA CRUZ OLIVEIRA

São Paulo
2018

Paulo Sérgio da Cruz Oliveira

**A RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE RISCOS E OS DESVIOS ORÇAMENTÁRIOS
EM PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE**

**THE RELATIONSHIP BETWEEN THE RISKS LEVELS AND THE BUDGET
DEVIATIONS IN SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECTS**

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Administração: Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração**.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Mazieri

Oliveira, Paulo Sérgio da Cruz.

A Relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de software. / Paulo Sérgio da Cruz Oliveira. 2018.

128 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2018.

Orientador (a): Dr. Marcos Rogério Mazieri.

1. Gerenciamento dos Riscos. 2. Estimativa de Custos. 3. Desvio Orçamentário. 4. Reserva de Contingência. 5. Desvio de Custos. 6. Reserva de Contingência. 7. Projetos de Desenvolvimento de Software.

I. Mazieri, Marcos Rogério. II. Título.

CDU 658.012.2

PAULO SERGIO DA CRUZ OLIVEIRA

**A RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE RISCOS E OS DESVIOS ORÇAMENTÁRIOS EM
PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Administração: Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração**, pela Banca Examinadora, formada por:

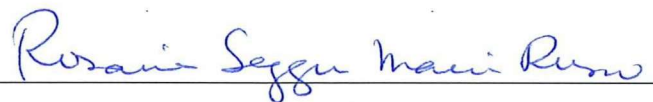
São Paulo, 18 de dezembro de 2018



Presidente: Prof. Dr. Marcos Rogério Mazieri – Orientador, UNINOVE



Membro: Prof. Dr. Roque Rabechini Junior – UNINOVE



Membro: Profa. Dra. Rosária de Fátima Segger Macri Russo – UNINOVE



Membro: Prof. Dr. Leonardo Vils – UNINOVE



Membro: Prof. Dr. André Moraes dos Santos – UNIVALI

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, com que se sintam humildes”

Leonardo da Vinci

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus Pais, Vicente e Diva (*in memoriam*) por terem me ensinado, tanto pelo exemplo quanto pela atitude, a importância da obtenção do conhecimento.

Dedico aos meus irmãos Enio e André e às minhas irmãs Célia e Lilian pela união e ajuda mútua em todos os momentos de nossas vidas.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer à Universidade Nove de Julho pela seriedade e qualidade do Mestrado Profissional em Administração – Gestão de Projetos, assim como ao Fundo de Apoio a Pesquisa – FAP da Uninove pelo suporte fornecido.

Expresso minha gratidão ao Prof. Dr. Marcos Mazieri, meu orientador, por toda a ajuda durante o mestrado. A sua agilidade, praticidade e espírito inovador foram fundamentais para que eu desenvolvesse essa dissertação.

Agradeço aos professores da Uninove pelo empenho, capacitação e principalmente por me trilhar para o caminho da pesquisa e me incentivar na busca incessante do conhecimento.

Agradeço aos alunos do programa pela amizade, cooperação e, principalmente, pela união que permitiu que todos evoluíssem muito durante o período. Obrigado ao meu amigo Marcos de Araujo pela grande parceria que tivemos durante o mestrado, nossos trabalhos em conjunto proporcionaram conquistas relevantes no período.

Agradeço a Deus por ter me permitido continuar a subir os degraus da vida.

RESUMO

Os valores monetários investidos na implantação dos projetos são definidos com base em benefícios esperados. O benefício genérico final de um projeto é adicionar valor aos processos organizacionais. Os desvios orçamentários podem ser obstáculos ao alcance dos benefícios dos projetos. Desvios orçamentários podem ser reduzidos pelo uso das reservas de contingência, no entanto, a literatura é inconclusiva sobre as formas de definir e até mesmo dimensionar tais reservas de contingência. Isso pode ocorrer devido a tais desvios orçamentários serem decorrentes dos riscos, inerentes ao ambiente de incerteza no qual os projetos estão inseridos. Para fazer frente a esses desvios orçamentários, os gerentes de projeto constituem as reservas de contingência, que são reservas de recursos, especialmente financeiros, calculadas em termos percentuais do valor total do projeto. Desta forma, é relevante compreender as teorias e as práticas que abordam a relação entre os riscos e os desvios orçamentários em projetos e a forma como estas questões podem ser endereçadas. O objetivo deste trabalho é, portanto, examinar a relação entre os níveis dos riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*. Para isso, foram aplicados métodos quantitativos com testes de hipóteses através da análise estatística Chi-quadrado. A amostra foi constituída por conveniência com base em dados secundários composta por 70 projetos de desenvolvimento de *software* concluídos entre os anos de 2012 e 2018. Como resultado, apurou-se que a duração, o tipo do projeto e a inovação influenciam no nível de risco do projeto. Verificou-se ainda que o nível de risco, por sua vez, influencia no desvio orçamentário, evidenciando que a reserva de contingência foi calculada sem considerar o nível de risco. Como contribuição teórica principal destaca-se a compreensão de alguns construtos que se correlacionam com o nível de risco e a discussão sobre o aparente abandono progressivo, ao longo dos últimos anos, do uso do nível de risco de forma efetiva nas demais etapas do projeto como, por exemplo, na definição da reserva de contingência. Alguns possíveis motivos são discutidos. Como contribuição prática, essa pesquisa confirma com testes empíricos a relação entre os riscos e os desvios orçamentários que é descrita na literatura, assim como fornece recomendações para que os interessados nos projetos possam efetuar estimativas com maior nível de precisão, reduzindo-se os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*.

Palavras-chave: Gerenciamento dos Riscos, Estimativa de Custos, Desvio Orçamentário, Reserva de Contingência, Projetos de Desenvolvimento de *Software*.

ABSTRACT

The monetary values invested in projects implementation are defined based on expected benefits. The ultimate generic benefit of a project is to add value to organizational processes. Budgetary deviations may be obstacles to the achievement of project benefits. Budgetary deviations can be reduced by using contingency reserves, however, the literature is inconclusive about ways to define and even size such contingency reserves. This may occur because budgetary deviations are due to the risks inherent to the uncertain environment in which the projects are inserted. To address these budget deviations, project managers constitute contingency reserves that are reserves of resources, especially financial resources, calculated in percentage terms of the total value of the project. In this way, it is relevant to understand the theories and practices that address the relationship between risks and budget deviations in projects and how these issues can be addressed. The objective of this paper is, therefore, to analyze the relationship between the risk levels and budgetary deviations in software development projects. For this, quantitative methods with hypothesis tests were applied through Chi-square statistical analysis. The sample consisted of convenience based on secondary data composed of 70 completed software development projects from 2012 to 2018. As a result, it was found that the duration, the type of the project and the innovation influence the project risk level. It was also verified that the level of risk influences the budget deviation, evidencing that the contingency reserve was calculated without considering the risk level. The main theoretical contribution is the understanding of some constructs that correlate with the level of risk and the discussion about the apparent progressive abandonment, over the last years, of the use of the risk level effectively in the project such as the definition of the contingency reserve. Some possible reasons are discussed. As a practical contribution, this research confirms with empirical tests the relationship between risks and budget deviations as described in the literature, also, provides recommendations so that project stakeholders can make estimates with a higher level of accuracy reducing the system development software budget deviation.

Keywords: Risk Management, Uncertainty, Cost Estimates, Budgetary Deviation, Contingency Reserve, Software Development Projects.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASCE	American Society of Civil Engineering
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANN	Artificial Neural Network
CAPEX	Capital Expenditure
CEAC	Cost Estimates at Completion
CFO	Chief Financial Officer
CMMI	Capability Maturity Model Integration
COV	Coefficiente de Variação
CPI	Cost Performance Index
CR	Custos Realizados
DOD	United States Department of Defense
EAC	Estimate at Completion
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
EVM	Earned Value Management
FOSM	First-Order Second-Moment
GRP	Grau de Risco do Projeto
IAS	International Accounting Standards
IASC	International Accounting Standards Committee
ISO	International Standard Organization
KPI	Key Performance Index
NBR	Normas Brasileiras
OPEX	Operational Expenditure
ORC	Orçamento
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMO	Project Management Office
PRR	Project Risk Ranking
RBS	Risk Breakdown Structure
PMI	Project Management Institute
PRR	Project Risk Rating
RPI	Risk Performance Index

RSKM	Risk Management
SEI	Software Engineering Institute
SIC	Standards Interpretations Committee
SPI	Schedule Performance Index
SWEBOK	Software Engineering Body of Knowledge
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1</i> - Complexidade do projeto e coeficiente de variação	50
<i>Tabela 2</i> – Teste de Normalidade dos campos da base de dados de projetos	84
<i>Tabela 3</i> – Resultados dos testes de correlação com Chi-Quadrado	86

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> - Estrutura do referencial teórico.....	24
<i>Figura 2</i> - Framework de gestão de riscos	27
<i>Figura 3</i> - Diagrama do processo de gestão de riscos.....	28
<i>Figura 4</i> - Práticas de gerenciamento de riscos.....	29
<i>Figura 5</i> – DOD – Framework para o gerenciamento de riscos	29
<i>Figura 6</i> - Modelo de gerenciamento de riscos de projetos de software.....	31
<i>Figura 7</i> - Comparativo entre os modelos de gerenciamento de riscos	33
<i>Figura 8</i> – Matriz de Riscos	37
<i>Figura 9</i> - Métodos para o cálculo da reserva de contingência em projetos	48
<i>Figura 10</i> - Índices do Método Dupont.....	54
<i>Figura 11</i> - Processo de alocação de custos, seleção de projetos e definição do orçamento ...	59
<i>Figura 12</i> - Categorias de riscos por publicação.....	62
<i>Figura 13</i> - Publicações usadas no referencial teórico.....	65
<i>Figura 14</i> - Mapeamento das hipóteses x fontes bibliográficas.....	71
<i>Figura 15</i> – Modelo conceitual	71
<i>Figura 16</i> – Método de pesquisa	73
<i>Figura 17</i> – Quantidade de projetos por tipo	80
<i>Figura 18</i> – Quantidade de projetos por duração	81
<i>Figura 19</i> – Quantidade de projetos por faixa orçamentária.....	82
<i>Figura 20</i> – Características da pesquisa	83
<i>Figura 21</i> – Nível de Risco x Duração.....	89
<i>Figura 22</i> – Projetos Inovadores x Nível de Risco	90
<i>Figura 23</i> – Nível de Risco x Duração.....	91
<i>Figura 24</i> – Nível de Riscos x Desvio de Custos – Valor Absoluto.....	92
<i>Figura 25</i> – Influência da Duração, Inovação e Natureza nos Níveis de Risco.....	93

<i>Figura 26</i> – Estrutura da base de dados de projetos.....	114
<i>Figura 27</i> – Questionário para o cálculo do nível de riscos.....	119
<i>Figura 28</i> – Base secundária de projetos.....	125
<i>Figura 29</i> - Medição da probabilidade e impacto de falha nos custos	128

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	19
1.2	OBJETIVOS	21
1.2.1	Geral	21
1.2.2	Específicos.....	21
1.3	JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA	21
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1	GERENCIAMENTO DE RISCOS	25
2.1.1	Modelos de Processos e <i>Frameworks</i> para o gerenciamento de riscos	26
2.1.1.1	Norma ABNT NBR ISO 31000 – Gestão de riscos – Princípios e diretrizes	26
2.1.1.2	Gerenciamento de riscos – PMBOK	27
2.1.1.3	CMMI – <i>Capability Maturity Model Integration</i>	28
2.1.1.4	Guia de gerenciamento dos riscos, problemas e oportunidades para o DOD.....	29
2.1.1.5	Gestão de riscos em engenharia de <i>software</i>	30
2.1.1.6	Comparativo entre os <i>frameworks</i> de gerenciamento de riscos	31
2.1.2	Processos de gerenciamento dos riscos	34
2.1.2.1	Estabelecimento do contexto	34
2.1.2.2	Identificação dos riscos	35
2.1.2.3	Análise dos riscos	36
2.1.2.4	Avaliação dos riscos	38
2.1.2.5	Tratamento dos riscos	38
2.1.2.6	Monitoramento e análise crítica	40
2.1.2.7	Comunicação e Consulta	41

2.1.3	Nível de exposição do projeto ao Risco	41
2.2	GERENCIAMENTO DOS CUSTOS	43
2.2.1	ESTIMATIVAS DE CUSTOS.....	43
2.2.1.1	Reservas de contingência em projetos.....	44
2.2.1.2	Métodos para estimativa de custos e reserva de contingência em projetos.....	45
2.2.1.3	Estimativa de custos através da integração dos riscos à análise do valor agregado..	50
2.2.1.4	Análise de valor agregado: Estimativa de custos e ajuste pelos riscos	51
2.2.2	Desenvolvimento do orçamento em projetos	51
2.2.2.1	Elaboração do orçamento operacional.....	54
2.2.2.2	Elaboração do orçamento do Projeto.....	56
2.2.3	CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS	56
2.2.4	Comportamento dos custos	57
2.2.4.1	Custos assignados	57
2.2.4.2	Custos relacionados à tomada de decisão.....	57
2.2.4.3	Custo da qualidade	58
2.2.4.4	Classificação contábil dos custos	58
2.2.5	Desvios orçamentários	60
2.3	ASSUNTOS, TÓPICOS E PUBLICAÇÕES DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	63
3	MODELO CONCEITUAL E HIPÓTESES	66
3.1	VARIÁVEIS.....	66
3.2	HIPÓTESES	68
3.3	MODELO CONCEITUAL.....	71
4	MÉTODO E TÉCNICAS DE PESQUISA	72
4.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	74
4.2	UNIDADE DE ANÁLISE.....	75

4.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS.....	75
4.3.1	CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE ANALISADO.....	76
4.3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	78
4.3.2.1	Participação dos projetos por tipo.....	79
4.3.2.2	Participação dos projetos por duração.....	80
4.3.2.3	Participação dos projetos por faixa orçamentária.....	81
4.4	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS.....	82
4.5	RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.....	83
5	RESULTADOS.....	84
5.1	TESTE DE NORMALIDADE.....	84
5.2	TESTE DE CORRELAÇÃO E VALIDAÇÕES DE HIPÓTESES.....	85
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	88
6.1	DIAGRAMA DE RESULTADOS.....	93
7	CONCLUSÕES.....	94
7.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
7.2	CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA.....	95
7.3	CONTRIBUIÇÕES PARA A TEORIA.....	96
7.4	LIMITAÇÕES.....	99
7.5	RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	100
	REFERÊNCIAS.....	101
	APÊNDICE A – ESTRUTURA DA BASE DE DADOS DE PROJETOS.....	114
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA O CÁLCULO DO NÍVEL DOS RISCOS.....	115
	APÊNDICE C – BASE SECUNDÁRIA DE PROJETOS.....	120
	ANEXO 1 - GRAU DE IMPACTO DOS RISCOS NOS CUSTOS DO PROJETO.....	126

1 INTRODUÇÃO

A escassez de capital tem levado as organizações a repensar o uso de seus recursos financeiros, normalmente refletido no gerenciamento de projetos. No que se refere aos projetos de tecnologia da informação, as empresas gastam aproximadamente US\$ 10 bilhões em sistemas corporativos, e aproximadamente 30 por cento dos projetos de desenvolvimento de *software* apresentam desvios de custos (Jorgensen, 2014).

Nesse sentido, os custos aplicados na implementação dos projetos são fatores fundamentais para garantir que se adicione valor aos processos organizacionais (Slagmulder, Bruggeman, & Wassenhove, 1995). No que se refere aos investimentos tecnológicos, as avaliações de custo-benefício consideram métodos de gerenciamento de projetos que nem sempre são capazes de proporcionar um efetivo estudo de viabilidade do projeto (Focacci, 2017).

Normalmente, os executivos não aprovam um projeto em que os valores orçados excedem os benefícios previstos (Kerzner, 2015). Archer e Ghasemzadeh (1999), em seu *framework* para a seleção de projetos do portfólio descrevem, dentre as métricas de seleção, os índices baseados em custo/benefício e riscos, sugerindo que os projetos em estado mais avançado sejam comparados com demais projetos do portfólio em intervalos de tempo regulares, para que desta forma seja decidido se devem ser continuados. Cooper (2008) recomenda o modelo *Stage Gate*, no qual o projeto é avaliado a partir de marcos específicos. Esses marcos são analisados com o objetivo de decidir se a iniciativa (projeto) continua, se passa para a próxima fase ou se é cancelada.

Assim, é fundamental que se usem as estimativas de custos de projetos quando da tomada de decisão no processo de seleção de projetos do portfólio (Ubani, Omajeh, & Okebugwu, 2015). Tratando-se de desenvolvimento de *software*, a atividade de efetuar estimativas precisas tem sido um desafio. Vários estudos apontam que, tanto as estimativas cujo valor previsto está consideravelmente abaixo do que foi planejado, quanto o oposto, ou seja, quando os valores gastos no projeto superam o orçamento previsto trazem impactos negativos para a organização (Mittas & Angelis, 2013). Projetos subestimados afetam a análise de custo/benefício pois, durante a execução do mesmo, pode-se perceber que o projeto foi analisado em função de premissas incorretas, deixando, assim, de ser viável (Andersen, Samset, & Welde, 2016), ao passo que projetos com custos superestimados podem tornar o orçamento ocioso, impedindo que outros projetos relevantes sejam executados por indisponibilidade de orçamento (Chou, 2010).

Para que se tenham estimativas de custos e orçamentos mais adequados é necessário que se considerem os custos relativos aos riscos do projeto (Sato & Hirao, 2012), o que é denominado reserva de contingência. Na visão de Carvalho e Rabechini (2017, p. 245), “somente as reservas de contingência podem nos proteger dos riscos que desconhecemos”. A reserva de contingência faz parte do orçamento do projeto e tem como finalidade endereçar os riscos identificados (PMI, 2016).

Para a avaliação dos riscos do projeto, além da abordagem individualizada em que se gerencia cada risco da iniciativa, é possível também calcular o nível de exposição ao risco do projeto como um todo. Isso pode ser feito tanto pela consolidação dos riscos individuais (PMI, 2017), quanto pela atribuição de fatores de risco de acordo com o tipo do projeto, pela atribuição de notas a cada um deles, totalizando estes valores e obtendo-se, com isso, o nível de exposição de risco geral do projeto (Baccarini & Archer, 2001). O nível de risco do projeto deve ser considerado na definição da reserva de contingência (SEI, 2010), sendo assim, faz parte do processo de cálculo das estimativas de custos destas iniciativas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Considerando os autores Archer e Ghasemzadeh (1999) e Cooper (2008), é possível inferir que determinado projeto pode ser selecionado para iniciar quando considerado viável. No entanto, durante sua execução, poderá ser interrompido, modificado ou cancelado devido a desvios orçamentários que possam impactar a sua viabilidade. Essas alterações podem ser ocasionadas devido a identificação de mudanças indesejáveis na relação custo/benefício, seja por ter seus benefícios reduzidos ou até mesmo eliminados. Os desvios orçamentários em projetos podem inclusive impactar negativamente o desempenho da organização (Callahan, Stetz, & Brooks, 2007).

De acordo com o PMI (2016), 53% dos projetos são concluídos dentro do orçamento original, o que significa que um número considerável de projetos traz perdas financeiras para as organizações. Tratando-se de projetos de tecnologia da informação, verifica-se um desvio orçamentário médio de 27% acima do que foi planejado, sendo que um entre seis projetos tem desvio médio de 200% (Flyvbjerg & Budzier, 2011). Levantamento do *Standish Group* (Manifesto, 2013) destaca que 59% dos projetos excedem os custos inicialmente previstos; a

consultoria McKinsey, por sua vez, declara que 45% dos projetos de tecnologia têm custos acima do que foi planejado inicialmente, enquanto que para o desenvolvimento de *software* em específico, o percentual de projetos nesta situação chega a 66% (McKinsey, 2012).

Assim, o desvio de custos do projeto pode ser observado por simples comparação entre o custo planejado e o custo efetivamente incorrido. Tais desvios podem ocorrer, por exemplo, em função do aumento dos custos do projeto, demandando a revisão das ações estratégicas que haviam sido definidas. Para fazer frente a esses desvios, as áreas de projetos constituem as reservas de contingência. Touran (2015) destaca que as reservas de contingência são reservas de recursos cujo objetivo é atender aos riscos e incertezas e, desta forma, manter o projeto dentro do orçamento planejado.

Analisando sob a perspectiva do custo de oportunidade, em que o custo de se investir em uma determinada atividade é o maior valor de outra alternativa que deixou de ser selecionada (Besanko, Dranove, Shanley, & Shaefer, 2013), os projetos cuja estimativa de custos com a inclusão da reserva de contingência (calculada) corresponde a valores consideravelmente maiores do que a estimativa de custos excluída a reserva de contingência, faz com que o capital de reserva permaneça alocado para o projeto pelo tempo que este durar. Os montantes de capital de reserva, ou simplesmente reserva de contingência, poderiam ser aplicados a outros projetos prioritários da empresa, mas não poderão se estiverem alocados ou reservados para determinado projeto (Chou, 2010).

É possível precificar o custo de capital da reserva de contingência pela ótica do custo de oportunidade (Friedman & Neumann, 1980), pois outras iniciativas/projetos relevantes podem ter sido desconsideradas. Friedman e Neumann (1980) sugerem que os custos de oportunidade devem ser classificados como custos diretos, pois se referem às oportunidades perdidas que poderiam trazer fluxos de caixa positivos. Dessa forma, considerando os custos de oportunidade como custos diretos, estes geram efeito no resultado financeiro da empresa.

Há quantidade limitada de pesquisas que consideram a reserva de contingência de custos como fator de desempenho do projeto (Narbaev & De Marco, 2017). No que se refere aos riscos, ao reflexo nos desvios de custos e à definição da reserva de contingência, verifica-se que há predominância de trabalhos na área da construção civil e número reduzido de trabalhos para a área de tecnologia (Oliveira & Mazieri, 2018).

Outro item a ser considerado é que as reservas de contingência têm como objetivo atender ao impacto dos riscos nos custos do projeto e, com isso, evitar que ultrapasse o orçamento planejado (Touran & Liu, 2015). Verifica-se também na literatura que o cálculo da

reserva de contingência é predominantemente feito de forma aleatória ou arbitrária através de percentuais fixos, sem considerar os riscos do projeto.

Desta forma, a questão de pesquisa a ser respondida é: Qual é a relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Examinar a relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*.

1.2.2 Específicos

Como objetivos específicos desta dissertação, pretende-se:

- a. Identificar os estudos que tratam do gerenciamento de riscos e de custos de projetos;
- b. Coletar informações de projetos de uma organização específica e desenvolver uma base de dados com níveis de riscos e dados de controle orçamentário;
- c. Examinar a relação entre fatores de risco e o nível de risco de projetos de desenvolvimento de *software*;
- d. Examinar a relação entre os níveis dos riscos e os desvios de orçamentários nos projetos de desenvolvimento de *software*;
- e. Fornecer recomendações teóricas e práticas que contribuam para maior precisão no cálculo da reserva de contingência orçamentária.

1.3 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA

Prever os custos finais do projeto é de grande importância para o sucesso destas iniciativas (Narbaev & De Marco, 2017), entretanto, observa-se na literatura que é alto o grau de dificuldade para se fazer boas estimativas de custos. Isso se deve ao fato dos projetos serem únicos e, mesmo usando dados históricos, sofrerem impacto devido à imprecisão das

estimativas (Carvalho & Rabechini, 2017). Os erros nas estimativas, por sua vez, são fatores determinantes para que ocorram desvios nos custos (Flyvberg, 2003).

Na literatura avaliada identificaram-se técnicas para se efetuar o gerenciamento dos riscos e estimativas de custos e de reservas de contingência. Verificou-se, entretanto, que o cálculo das reservas de contingência é predominantemente realizado através de percentuais sem considerar os riscos dos projetos. Foram encontrados estudos que mencionam a influência dos riscos nos desvios orçamentários dos projetos, porém não foram encontrados trabalhos que explicam o vínculo entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários. Também não foram identificados estudos que indiquem de que forma estes desvios podem ser minimizados ou eliminados através do cálculo de reserva de contingência que considere os riscos como parâmetro para a definição dos valores a serem incluídos na estimativa de custos do projeto.

O método de análise do valor agregado permite que se calcule o orçamento final com base no projeto em execução, sendo com isso também possível identificar o desvio de custos no momento da análise e prever o desvio quando da conclusão do projeto. O referido método considera as variáveis de custos, entretanto, não trata sobre os riscos e incertezas (Babar, Thaheem, & Ayub, 2016).

Há também uma lacuna teórica no sentido da ausência de trabalhos que tratam acerca da reserva de contingência como fator de desempenho de projetos, e faltam teorias que lidam com a integração do gerenciamento da reserva de contingência com a análise de valor agregado, ou seja, que considerem os riscos e incertezas no cálculo das estimativas de custos dos projetos em execução (Narbaev & De Marco, 2017).

Há quantidade limitada de estudos que indiquem que deveria existir a otimização do orçamento de forma que se considerem os valores de riscos que impactam os custos do projeto. Verifica-se também que há falta de processos que integrem o planejamento dos custos ao planejamento dos riscos (Sato & Hirao, 2013).

Narbaev e De Marco (2014) recomendam método para o cálculo da estimativa de custos para as atividades remanescentes dos projetos e indicam, como estudo futuro, a incorporação da incerteza e dos custos neste estudo. Sato e Hirao (2013) sugerem como abordagem futura a inclusão do desempenho dos riscos quando da elaboração do orçamento dos projetos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos, incluindo este, de Introdução. Na Introdução ocorre a contextualização dos temas de riscos e desvios orçamentários, a apresentação do problema de pesquisa e a justificativa para a realização deste estudo

No capítulo 2 – Referencial Teórico – é descrita a fundamentação teórica por meio de trabalhos seminais e mais recentes relacionados ao gerenciamento de riscos, às técnicas de estimativa de custos, ao processo de desenvolvimento do orçamento dos projetos, à classificação dos custos do ponto de vista contábil e aos desvios orçamentários. O propósito deste item é direcionar as questões de pesquisa, embasar o relacionamento entre as variáveis, assim como ser fonte para a comparação com os resultados obtidos.

No Capítulo 3 – Modelo Conceitual e Hipóteses – o modelo de variáveis é apresentado e as hipóteses são descritas e justificadas.

No capítulo 4 – Método e Técnicas de Pesquisa – são apresentadas a explicação e a justificativa para o método a ser usado. São também descritos os passos necessários para o planejamento das atividades que endereçarão as questões de pesquisa. Nesta seção serão explicados os procedimentos de coleta, a amostra usada na análise, a interpretação e a forma como os resultados serão apresentados.

No capítulo 5 – Resultados – são apresentados os resultados obtidos a partir da execução do método de pesquisa.

No capítulo 6 – Análise e Discussão – os resultados são analisados, discutidos e comparados com a teoria considerada para este trabalho.

No capítulo 7 – Conclusões – as conclusões, contribuições para a teoria e prática, limitações de pesquisa e oportunidades para trabalhos futuros são descritas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é realizada a fundamentação teórica desta dissertação e, para isso, são abordados os assuntos relativos ao gerenciamento dos riscos e dos custos do projeto. A estrutura do capítulo é mostrada na *Figura 1*. É possível observar que, para melhor entendimento do gerenciamento de riscos, foram abordados os modelos existentes, sendo que os mesmos foram também comparados entre si. No que se refere ao gerenciamento de custos, foram destacados os assuntos relacionados à estimativa de custos, reservas de contingência, classificação dos custos, conceituação do desvio orçamentário e os passos para a elaboração do orçamento dos projetos.

Considerou-se para este estudo que os custos são estimados para os projetos e que os mesmos incluem as reservas de contingência. A partir da definição dos custos previstos tem-se a definição do orçamento e as respectivas classificações de custos. Por final, é descrito o estudo dos riscos e a sua relação com os desvios orçamentários dos projetos. Pode-se afirmar, portanto, que a sequência lógica usada está em acordo com o que foi descrito na questão de pesquisa.

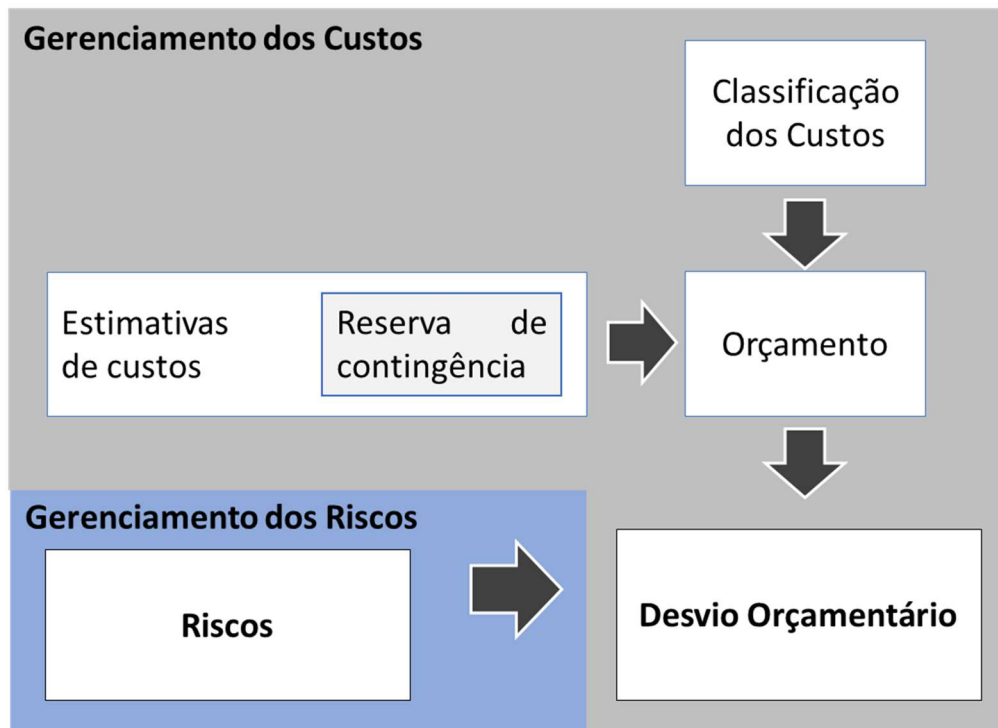


Figura 1 - Estrutura do referencial teórico

Fonte: Autor

2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Todos os projetos são únicos, têm graus específicos de complexidade e riscos com efeitos positivos ou negativos (Perminova, Gustafsson, & Wikström, 2008). Riscos e desempenho dos projetos são conceitos que estão relacionados e suas representações são complicadas, não estruturadas e não quantificáveis com facilidade (Bañuls, López, Turoff, & Tejedor, 2016).

Assim, descreve-se o risco como sendo um evento ou condição incerta que, se ocorrer, traz efeito positivo ou negativo sobre o projeto (PMI, 2016). Há trabalhos que descrevem os riscos somente quanto aos impactos negativos, por exemplo, o trabalho de Sato e Hirao (2016), no qual declaram que o risco é a possibilidade de situações em que determinadas atividades não entregam os resultados esperados para que o objetivo do projeto seja atingido. A norma ISO 31000 (ISO, 2009) complementa este conceito destacando que os impactos negativos são uma consequência da incerteza. Aven (2016) trata do risco como sendo a possibilidade de uma ocorrência indesejada. O risco pode também ser definido como um desvio dos objetivos do projeto ocasionados pela incerteza (Olechowski, Oehmen, Seering, & Ben-Daya, 2016).

Riscos e desempenho dos projetos são conceitos que estão relacionados e as suas representações são complicadas, não estruturadas e não quantificáveis com facilidade (Bañuls et al., 2016). A norma ISO 31000 (ISO, 2009) descreve quais fatores internos e externos fazem com que haja incerteza no alcance dos objetivos da organização. Esta norma trata dos riscos no âmbito organizacional e os descreve como um efeito da incerteza inerente aos fatores internos e externos que impactam os objetivos das empresas.

Os projetos são únicos, têm graus específicos de complexidade e riscos com efeitos positivos ou negativos (Perminova et al., 2008), ademais, o gerenciamento dos riscos é fator crítico para o sucesso dos projetos (Fortune e White, 2006). Desta forma, recomenda-se que as práticas de gerenciamento de riscos sejam aplicadas a todas estas iniciativas (PMI, 2016).

Há diferenças entre riscos e incertezas (Perminova et al., 2008). Enquanto nos riscos têm-se situações conhecidas onde é possível determinar a probabilidade de ocorrência dos mesmos, na incerteza as regras não são conhecidas, portanto, não se consegue calcular os riscos envolvidos (Keynes, 1937) e é também impossível de se definir as probabilidades (Knight, 1964).

2.1.1 Modelos de Processos e *Frameworks* para o gerenciamento de riscos

O gerenciamento dos riscos é relevante para os projetos de *software* e há necessidade de melhora no uso desta prática (Bannerman, 2008). O gerenciamento dos riscos analisado como sendo uma disciplina teve início recente, ou seja, os artigos científicos, periódicos e conferências que tem tratado sobre este assunto começaram a ser elaborados e publicados aproximadamente há 40 anos (Aven, 2016). O gerenciamento dos riscos tem como objetivo reduzir a probabilidade e impacto dos riscos com consequências negativas e aumentar a probabilidade e impacto dos riscos positivos (PMI, 2009) e, para suporte a estas atividades, existem *frameworks* cujo objetivo é fornecer práticas para a identificação, categorização e priorização dos riscos (Ayala-Cruz, 2016).

Os modelos de processos são mencionados com frequência na literatura e contribuem para indicar ações para o gerenciamento de riscos (Bannerman, 2008). Tratando-se de engenharia de *software*, um dos mais utilizados foi elaborado por Boehm (Bannerman, 2008), que é o modelo de Gestão de Riscos em Engenharia de *Software* (Boehm, 1991). Conforme Bannerman (2008), outros modelos relevantes são o PMBOK (PMI, 2017) e o CMMI (SEI, 2010). Rabechini e Carvalho (2013) citam os conceitos contidos no modelo *Risk Management guide for DOD Acquisition*, ou Guia de Gerenciamento de Riscos para o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD, U. S., 2006). Para melhor entendimento dos modelos e métodos de gerenciamento de riscos, essas abordagens são descritas de forma detalhada a seguir.

2.1.1.1 Norma ABNT NBR ISO 31000 – Gestão de riscos – Princípios e diretrizes

A norma ISO 31000 (ISO, 2009) estabelece diretrizes para a gestão de riscos positivos ou negativos nas organizações e ressalta que os processos envolvidos podem ser aplicados aos projetos. A norma é aderente aos princípios de gerenciamento de riscos e pode contribuir para o atingimento dos custos, prazos e necessidades dos clientes, sendo assim, seu uso pode contribuir para o sucesso do projeto (Olechowski et al., 2016).

O padrão descreve quais fatores internos e externos fazem com que haja incerteza no alcance dos objetivos da organização. O processo é composto pelas etapas descritas a seguir e sequenciadas conforme mostra a *Figura 2*.



Figura 2 - Framework de gestão de riscos

Fonte: Adaptado de ISO (2009)

2.1.1.2 Gerenciamento de riscos – PMBOK

A *Project Management Institute* descreve e consolida as práticas de gestão de riscos no Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – PMBOK (PMI, 2017) e dedica uma área de conhecimento para as respectivas práticas. Além disso, disponibiliza *framework* específico para a gestão de riscos, denominado Padrão para o Gerenciamento de Riscos (PMI, 2009).

A descrição e o sequenciamento das etapas e atividades de gerenciamento de riscos segundo o *Project Management Institute* (PMI, 2017), o *Standard for Risk Management* (PMI, 2009) e *Project Management Body of Knowledge* (PMI, 2017) foram consolidados e apresentados na *Figura 3*. Conforme pode ser verificado, o *framework* é composto pelas seguintes fases: planejar e gerenciar os riscos, identificar os riscos, efetuar análise qualitativa dos riscos, efetuar análise quantitativa dos riscos, planejar resposta aos riscos, implementar plano de resposta e efetuar o monitoramento e controle.

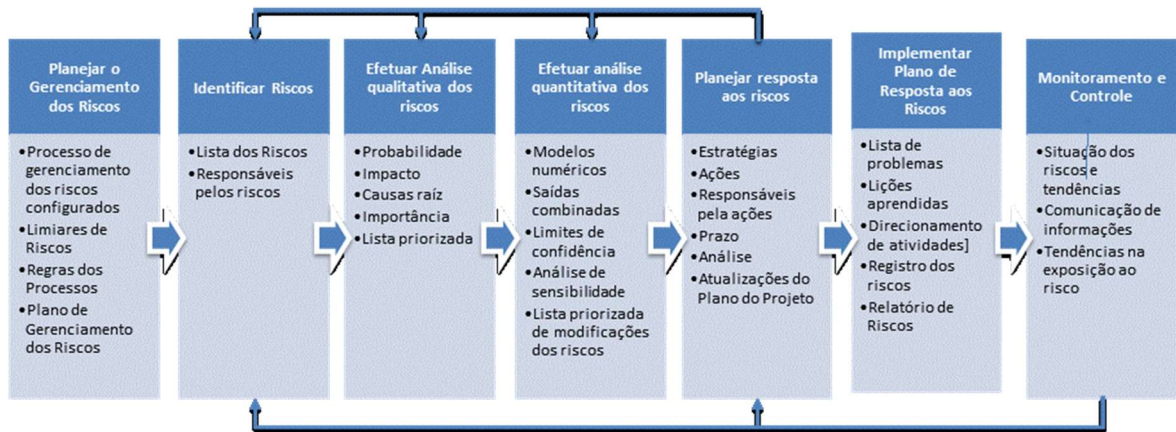


Figura 3 - Diagrama do processo de gestão de riscos

Adaptado de PMI (2009, 2017)

2.1.1.3 CMMI – *Capability Maturity Model Integration*

O *Capability Maturity Model Integration* foi desenvolvido pelo *Software Engineering Institute*, trazendo práticas para que as organizações melhorem seus processos para o desenvolvimento de produtos e serviços (SEI, 2010). O modelo contempla 22 áreas de processos, sendo uma delas a RSKM, ou *Risk Management*, que é destinada ao gerenciamento dos riscos dos projetos. Assim, o objetivo da área de processos RSKM é identificar potenciais problemas antes que estes ocorram e planejar respostas para mitigar o impacto dos riscos envolvidos.

A Figura 4 mostra a sequência de atividades inerentes a gestão dos riscos conforme a visão do *Software Engineering Institute* (SEI, 2010). O modelo de maturidade CMMI é composto pelas seguintes fases: preparar-se para a gestão dos riscos, identificar e analisar os riscos e mitigar os riscos.

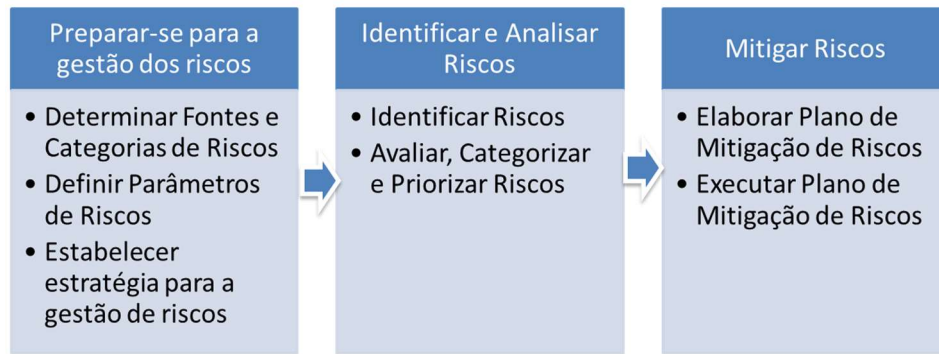


Figura 4 - Práticas de gerenciamento de riscos

Fonte: Adaptado de SEI (2010)

2.1.1.4 Guia de gerenciamento dos riscos, problemas e oportunidades para o DOD

Com o objetivo de melhorar a previsibilidade na entrega dos produtos adquiridos pelo departamento de defesa dos Estados Unidos (DOD), o guia para o gerenciamento de riscos, problemas e oportunidades para os programas de aquisições para o DOD descreve as estratégias e processos que devem ser aplicados aos programas do referido órgão governamental (DoD, U. S., 2006). As fases do guia são: Planejamento, Identificação, Análise, Mitigação ou Correção, Monitoramento e Comunicação. A Figura 5 mostra as fases do Guia do DOD (DoD, U.S., 2006).



Figura 5 – DOD – Framework para o gerenciamento de riscos

Fonte: DOD, U. S. (2006)

2.1.1.5 Gestão de riscos em engenharia de *software*

Há publicações que tratam da gestão de riscos para a aplicação em projetos de desenvolvimento de *software*. Fairley (2009) descreve o uso do gerenciamento de riscos aplicando práticas convencionais, que são: a identificação dos riscos, análise e priorização, estratégias de mitigação e controle dos riscos. Não há atividades específicas para tecnologia, e o que difere este procedimento em relação aos *frameworks* genéricos de riscos são citações a fatores de risco específicos para gerenciamento de projetos de *software*, tais como os requisitos incompletos, recursos de *hardware* e tecnologias usadas, assim como as recomendações de ações para mitigar riscos nesta modalidade de projeto.

O SWEBOK – *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge* - Guia para o Corpo de Conhecimento em Engenharia de *Software* (Bourque & Fairley, 2014) trata do gerenciamento de projetos em engenharia de *software*, incluindo as práticas de gerenciamento de riscos. Destaca a necessidade da identificação dos fatores de risco, a análise de probabilidade e impacto e a definição dos planos de mitigação. De forma semelhante aos demais modelos descritos neste estudo, o SWEBOK traz procedimentos genéricos, sendo assim, não define atividades de gerenciamento de riscos específicas para projetos de *software*.

Direcionado a projetos de *software*, Boehm (1991) propõe modelo composto por dois agrupamentos, sendo que o primeiro é denominado “avaliação dos riscos” e é composto pelas seguintes atividades: (1) identificação dos riscos, que tem como resultado a lista dos riscos que podem impactar os objetivos do projeto, (2) análise dos Riscos, etapa na qual os riscos são avaliados com o objetivo de se definir a probabilidade e impacto dos mesmos e (3) priorização dos riscos, cujo objetivo é classificar os riscos por ordem de importância. O segundo agrupamento, isto é, o de controle, é composto por: (4) planejamento dos riscos, atividade em que são definidos os planos de ação para os riscos de forma a evitá-los, transferi-los, ou reduzir a sua probabilidade e impacto, (5) resolução dos riscos, em que os riscos são solucionados ou evitados e (6) monitoramento dos riscos. O último está relacionado à revisão periódica dos riscos e à aplicação das ações corretivas quando necessário. O método de gestão de riscos para projetos de engenharia de *software* é apresentado na *Figura 6*.

Gerenciamento de Riscos					
Avaliação dos Riscos			Controle dos Riscos		
Identificação	Análise	Priorização	Plano de Gerenciamento dos Riscos	Resolução dos Riscos	Monitoramento dos Riscos
<i>Checklists</i>	Modelos de desempenho	Exposição ao risco	Informações de aquisições	Protótipos	Monitoramento dos marcos
Direcionar decisões	Modelos de custos	Nivelamento do risco	Evitar riscos	Simulações	Definição dos riscos mais importantes
Análise das premissas	Análise de redes	Redução dos componentes de riscos	Transferir riscos	<i>Benchmarks</i> – Comparação com outras organizações	Reavaliação dos riscos
Decomposição	Análise da decisão		Reduzir riscos	Análises	Ações corretivas
	Análise do fator de qualidade		Planejamento dos eventos de riscos	<i>Staffing</i>	
			Integração do plano		

Figura 6 - Modelo de gerenciamento de riscos de projetos de *software*

Fonte: Adaptado de Boehm (1991)

Para quantificar riscos relativos a falhas no atingimento dos custos previstos, Boehm (1991) recomenda o uso de tabela para a quantificação da probabilidade e do impacto de riscos nos custos do projeto. Para o cálculo dos graus de risco são avaliadas as características dos requisitos, pessoas, reuso do *software*, ambiente e ferramentas. Maiores detalhes relativos a esta ferramenta podem ser consultados no *Anexo 1*.

2.1.1.6 Comparativo entre os *frameworks* de gerenciamento de riscos

A visão tradicional dos riscos contempla as atividades de planejamento da gestão dos riscos, a análise e o monitoramento e controle (Perminova et al., 2008). Na *Figura 7* é ilustrado o comparativo dos modelos de gerenciamento de riscos coletados para este estudo.

Observa-se que, com exceção do modelo de gerenciamento de projetos de *software* (Boehm, 1991), todos os demais incluem fase de planejamento para a gestão dos riscos. Tratando-se da norma ISO 31000 (ISO, 2009), esta fase é denominada estabelecimento do contexto. No modelo CMMI (SEI, 2010), por sua vez, é descrita como sendo a preparação para a gestão dos riscos.

O modelo de gerenciamento de projetos de *software* (Boehm, 1991), conforme pode ser observado na *Figura 7*, apresenta a fase de planejamento do gerenciamento dos riscos, entretanto, esta trata somente de tipos de resposta aos riscos e do planejamento da integração. Não descreve, portanto, a forma como os riscos serão gerenciados, tal como ocorre nos demais modelos.

Há semelhança considerável no que diz respeito às atividades realizadas para o gerenciamento de riscos, sendo que, com exceção do modelo de gerenciamento de riscos de engenharia de *software* (Boehm, 1991), o qual não tem uma fase de planejamento da gestão dos riscos, todos os demais modelos, além desta etapa, possuem de alguma forma atividades de identificação, análise, avaliação, definição das estratégias e planos de ação para os riscos, monitoramento e comunicação.

As diferenças entre os modelos residem basicamente na forma como as fases são nomeadas e agrupadas. A fase cujo objetivo é efetuar o planejamento da gestão dos riscos, por exemplo, é descrita como Estabelecimento do Contexto no modelo ISO 31000 (ISO, 2009), já no PMBOK (PMI, 2017) a fase é denominada Planejar Gerenciamento dos Riscos, no CMMI (SEI, 2010) consta etapa de Preparar para a Gestão dos Riscos e finalmente fase de Planejamento disponível no modelo do DOD (DoD, U. S., 2006). Quanto ao agrupamento, verifica-se, por exemplo, que a etapa de Identificar e Analisar os Riscos do CMMI (SEI, 2010) equivale à Identificação dos Riscos, Análise Quantitativa dos Riscos e Análise Qualitativa.

Pode-se também verificar que há diferenças com relação à ênfase na comunicação dos riscos, sendo que na norma ISO (ISO, 2009) e no modelo do DOD (DoD, U. S., 2006) esta fase é declarada, enquanto que nos demais é implícita nas atividades de monitoramento dos riscos.

Quanto ao agrupamento de atividades, no modelo CMMI (SEI, 2010) as atividades de identificação e análise dos riscos estão agrupadas em uma única etapa denominada Identificar e Analisar Riscos, ao passo que no PMBOK (PMI, 2017) a análise dos riscos é classificada como Análise Quantitativa e Análise Qualitativa dos Riscos. No modelo CMMI (SEI, 2010) a etapa de Mitigação dos Riscos contempla tanto a definição do plano de resposta quanto a implementação dos planos de mitigação, ao passo que no PMBOK (PMI, 2017) estas atividades estão agrupadas em diferentes etapas. Na norma ISO 31000, há fase específica para a avaliação dos riscos, em que se selecionam os riscos a ser tratados e se estabelecem as prioridades. Nos demais modelos estas ações são executadas nas etapas que contemplam a análises dos riscos.

No que se refere aos termos usados, há diferenças com relação às definições e o uso da estratégia de mitigação dos riscos. Em alguns modelos a mitigação é uma das estratégias de resposta aos riscos (PMI, 2017; ISO, 2009, DoD, U. S., 2006), já no modelo CMMI (SEI, 2010),

a mitigação se refere à denominação de todas as estratégias de resposta ao risco, as quais, conforme o modelo CMMI, são: evitar, controlar, transferir, monitorar e aceitar.

Há diferenças do conteúdo considerado no plano de resposta aos riscos para o modelo de gerenciamento de riscos do DOD (DoD, U. S., 2006), pois este considera que as ações devem ser planejadas somente para as estratégias de risco de mitigação, enquanto que para os demais (PMI, 2010; PMI, 2009), isso se aplica a todas as estratégias.

O modelo de Gestão de Riscos para Projetos de *Software* (Boehm, 1991), conforme já destacado anteriormente, apresenta estrutura comum aos demais e embora tenha como objetivo fornecer práticas para a gestão de projetos para iniciativas de desenvolvimento de sistemas, não descreve atividades específicas para a área de tecnologia da informação, por outro lado, apresenta fatores de risco que suportam o gerenciamento dos riscos para projetos de desenvolvimento de *software* e sugere Questionário para o Cálculo do Nível de Riscos (Apêndice B).

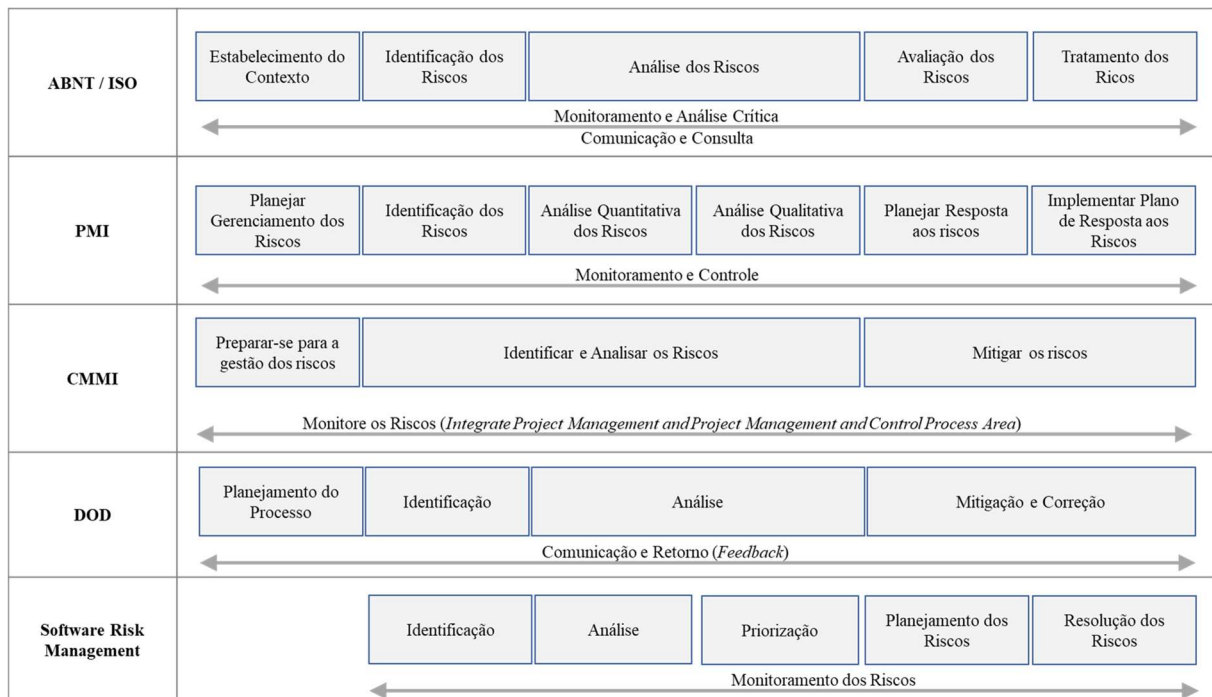


Figura 7 - Comparativo entre os modelos de gerenciamento de riscos

Fonte: Autor

2.1.2 Processos de gerenciamento dos riscos

Na literatura verificam-se afirmações de que há práticas comuns entre os *frameworks* disponíveis. Imbrizi (2018) destaca a existência de macroatividades fundamentais para o Gerenciamento de Riscos, que são: (i) identificação de riscos, (ii) análise de riscos, (iii) plano de resposta aos riscos e (iv) monitoramento e controle dos riscos. Aven (2015) menciona que a maior parte dos processos de gerenciamento de riscos, dentre eles a norma ISO 31000, considera as seguintes etapas: (i) estabelecimento do contexto, (ii) identificar situações e eventos que afetam as atividades e objetivos do projeto, (iii) análise de causas e consequências, (iv) avaliação da probabilidade e consequências dos eventos, (v) avaliar riscos e respectivas importâncias e (vi) tratamento dos riscos.

Nas próximas cinco seções estão descritas as atividades envolvidas no gerenciamento de riscos e a forma como os *frameworks* estudados endereçam as práticas desta área de conhecimento. Para fins de estruturação deste capítulo foram consideradas as atividades comuns ao gerenciamento dos riscos segundo Aven (2015) e, posteriormente, detalhados os respectivos procedimentos baseando-se nos *frameworks* citados anteriormente.

2.1.2.1 Estabelecimento do contexto

De acordo com o modelo ISO 31000, na etapa de estabelecimento do contexto são definidas as diretrizes para o gerenciamento dos riscos, e isso contempla o entendimento do contexto externo à organização. É feita a configuração do contexto interno em que se alinha o processo de gestão dos riscos à cultura, processos, estrutura e estratégia da empresa, à criação das regras do processo de gestão dos riscos (definição das metas, objetivos, papéis e responsabilidades) e, finalmente, à definição dos critérios para avaliar a significância do risco (ISO, 2009).

Há modelos, *frameworks* e processos que definem o plano de gerenciamento de riscos como sendo o resultado da etapa de estabelecimento do contexto. O *Project Management Institute* descreve no PMBOK que o passo inicial consiste em planejar e gerenciar os riscos e envolve a definição dos papéis e responsabilidades, as categorias de riscos, os níveis de tolerância ao risco pelos envolvidos e os níveis de probabilidade e impacto (PMI, 2017). No guia de gerenciamento de riscos, problemas e oportunidades para o DOD (DoD, U. S., 2006) ressalta-se também a necessidade de se planejar as reuniões de acompanhamento.

De forma semelhante aos modelos citados anteriormente, no CMMI - *Capability Maturity Model Integration* consta a fase de preparação para o gerenciamento dos riscos. Neste momento do projeto se define a estratégia para a identificação, análise e mitigação dos riscos. O resultado esperado é que tenha sido elaborado o plano de gerenciamento de riscos (SEI, 2010).

O modelo CMMI também descreve as fontes que geram riscos aos projetos, que são: requisitos incertos ou imprecisos, indisponibilidade de informações históricas para o cálculo das estimativas, desenho da solução inviável, atributos de qualidade que afetam a solução e o desenho, tecnologia indisponível, estimativas não realistas ou indisponibilidade de recursos para a alocação no projeto, profissionais sem o conhecimento necessário para o projeto, problemas na obtenção dos recursos financeiros, fornecedor com capacidade desconhecida, comunicação com clientes atuais ou potenciais inadequada, interrupção nas operações e questões regulatórias (SEI, 2010). O PMBOK destaca as fontes de risco técnicas, gerenciais, comerciais e externas e sugere a estruturação das mesmas na estrutura RBS – *Risk Breakdown Structure*.

2.1.2.2 Identificação dos riscos

Identificação dos riscos é atividade que ocorre durante toda a duração do projeto (PMI, 2017) e tem como objetivo identificar causas raízes de riscos, documentá-las e prepará-las para gerenciamento (DOD, 2009). Para identificá-las é necessário, antes disso, obter as fontes de risco que podem ser tanto internas quanto externas (SEI, 2010; ABNT, 2009), identificar as áreas de impacto, os eventos, e com isso elaborar uma lista que identifique os riscos que possam impactar nos objetivos do projeto (ISO, 2009). Desta forma, providencia-se a devida documentação dos mesmos, o que também inclui os responsáveis pela resolução dos riscos (PMI, 2017).

Recomenda-se que pessoas com conhecimento suficiente do contexto do projeto sejam alocadas (ISO, 2009) e que se colem os riscos por meio da análise de especialistas, técnicas de coleta e análise de dados, reuniões, uso de *checklists* (PMI, 2017), entrevistas junto aos envolvidos, comparação com outros produtos ou projetos, avaliação de documento de requisitos ou desenho técnico (SEI, 2010), análise da EAP – Estrutura Analítica do Projeto (PMI, 2017) e análise das lições aprendidas (DoD, U. S., 2006).

No modelo CMMI (SEI, 2010), na etapa de identificação dos riscos, também se determina a probabilidade e se categorizam os riscos, ao passo que no PMBOK (2017), no ISO

31.000 (ISO, 2009) e no *Risk Guide for DOD Acquisition* DOD (DOD, 2006), embora essas definições sejam também feitas, ocorrem em outras etapas.

2.1.2.3 Análise dos riscos

Envolve o entendimento dos riscos e avaliação da forma como serão tratados. Para isso é necessário identificar as causas raízes e fontes de riscos, assim como descrever as consequências, sejam estas positivas ou negativas (ISO, 2009). No processo de análise dos riscos é necessário identificar a probabilidade e o impacto, para com isso entender o nível de importância dos riscos no contexto do projeto ou programa (DoD, U. S., 2006).

A matriz de riscos, ou matriz de probabilidade e impacto dos riscos (PMI, 2017), é uma ferramenta que contribui para que se faça a análise dos riscos (PMI, 2017; DOD, 2006) e é apresentada na *Figura 8*. No modelo em questão tem-se o eixo vertical com a medição da probabilidade variando de 1 a 5, sendo 1 a probabilidade mais baixa e 5 a mais alta. De forma semelhante, têm-se no eixo horizontal as consequências (DoD, U. S., 2006) ou o impacto do risco (PMI, 2017). O impacto pode ser no cronograma, nos custos ou na qualidade do projeto (DoD, U. S., 2006) e também varia entre 1 a 5, sendo que 1 é o mais baixo e 5 o mais alto. A matriz de probabilidade e impacto permite que, através da nota calculada para cada risco, os mesmos sejam priorizados (PMI, 2017). É, de qualquer forma, necessário atentar também para que riscos menos prioritários, ou de notas baixas, não sejam ignorados (SEI, 2010).

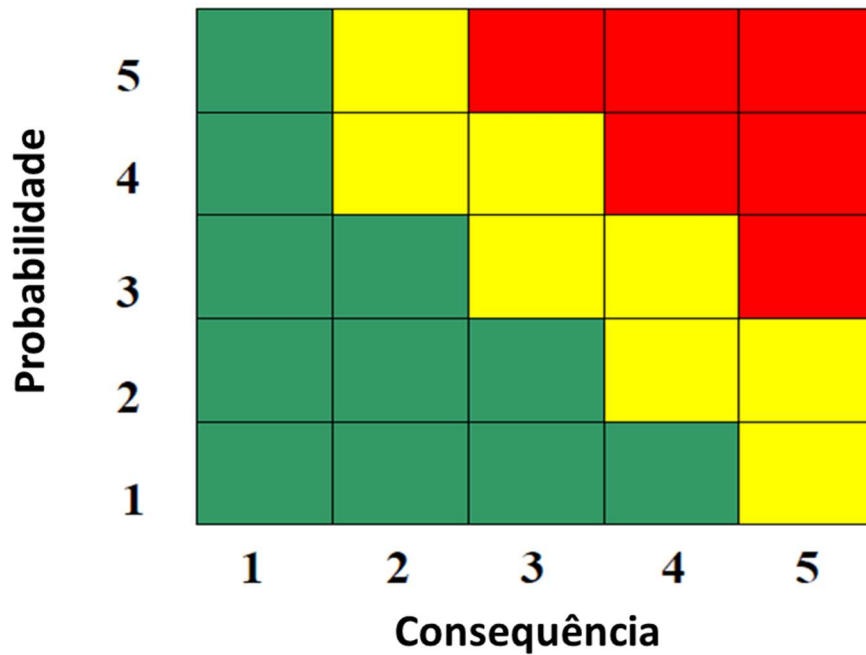


Figura 8 – Matriz de Riscos

Fonte: DOD (2006)

Dentre os modelos, processos e *frameworks* estudados, o PMBOK (PMI, 2017), especificamente, classifica a análise de riscos em duas etapas, que são: (1) análise qualitativa e (2) quantitativa dos riscos. Na análise qualitativa é feita a avaliação da probabilidade e impacto dos riscos assim como a sua priorização. A análise quantitativa não é obrigatória para todos os projetos e envolve verificar numericamente o efeito combinado de riscos simultâneos no objetivo do projeto (PMI, 2017). Isso pode ser feito com o suporte de ferramentas de análise de dados tais como as árvores de decisão, simulações, análise de sensibilidade e diagramas de influência (PMI, 2009). Por meio de ferramentas, tais como a simulação Monte Carlo, é possível avaliar o custo do total do projeto e com isso estimar as reservas de contingência e também obter estimativas mais realistas (PMI, 2009).

2.1.2.4 Avaliação dos riscos

O objetivo da avaliação dos riscos é, a partir dos resultados da análise dos riscos, decidir quais ações serão tomadas. A partir desta atividade é feita a comparação dos níveis dos riscos encontrados com os critérios de importância dos mesmos e, baseando-se nestas informações, é decidido se os riscos serão tratados ou não (ISO, 2009). Durante a análise qualitativa dos riscos é feita a avaliação da probabilidade e do impacto destes e, a partir disso são definidas as respectivas prioridades (PMI, 2017; PMI, 2009). O próximo passo é priorizar as ações de mitigação (DoD, U. S., 2006), assim como documentar as atualizações no registro dos riscos (PMI, 2017; PMI, 2009).

Considerando-se os modelos de gerenciamento de risco estudados, verifica-se que em todos eles a avaliação dos riscos é feita, entretanto, em diferentes etapas. Na norma ISO 31000 há etapa específica para a referida atividade, já no PMBOK (PMI, 2017) e Padrão para Gerenciamento de Riscos (PMI, 2009), faz parte da etapa de análise qualitativa dos riscos. O Guia de Gerenciamento de Riscos do DOD (DoD, U. S., 2006), por sua vez, tem a avaliação realizada durante a fase de análise dos riscos enquanto que no CMMI (SEI, 2010) existe prática específica de avaliação, categorização e priorização dos riscos.

2.1.2.5 Tratamento dos riscos

O objetivo desta etapa é definir e implementar as ações e estratégias para tratar os riscos identificados e, desta forma, reduzir as ameaças e maximizar as oportunidades (PMI, 2017). Trabalha-se para reduzir a probabilidade e o impacto de riscos indesejados, assim como para tratar os riscos com impacto benéfico de forma que se possa tirar proveito de uma oportunidade, aumentando, desta forma, a probabilidade de sucesso do projeto (PMI, 2009; DoD, U. S., 2006). Para isso, trabalha-se para a remoção das fontes de risco ou mesmo para executar ação de compartilhamento com outros envolvidos na iniciativa, o que inclui os fornecedores (ISO, 2009).

Todos os modelos estudados destacam a necessidade de se definir as estratégias de resposta aos riscos e indicam as alternativas para tal. A seguir são consolidadas as estratégias extraídas da literatura.

- a) Escalar: nesta estratégia o time do projeto ou o patrocinador verifica se as decisões com relação ao plano de resposta ao risco estão fora da alçada do

projeto, sendo assim, endereçam as definições e decisões para níveis hierárquicos superiores, sejam estes no programa, portfólio ou mesmo em outras áreas da organização (PMI, 2017).

- b) Evitar: garantir que a ameaça ou oportunidade não se concretize ou que não tenha efeito no projeto (PMI, 2009), ou seja, eliminando a causa raiz e/ou a consequência (DOD, 2006). Para que a probabilidade de ocorrência seja eliminada, ou seja, se torne zero, podem ser necessárias alterações ou reduções do escopo (SEI, 2010; PMI, 2017) ou ajustes dos objetivos do projeto, refletindo-se no plano de gerenciamento (PMI, 2017).
- c) Transferir: o risco passa a ser de responsabilidade de um terceiro que tenha melhores condições de tratá-lo (PMI, 2009; DoD, U. S., 2006), e isso pode envolver pagamentos a fornecedores, de forma que este adote o risco que está sendo transferido. Exemplos de transferência de risco se traduzem na negociação de prêmios para os contratos, fornecimento de garantias, trabalhar com a modalidade de *outsourcing* (Bannerman, 2008) ou a contratação de seguro (PMI, 2017). A estratégia de transferência do risco não elimina a ameaça para o projeto, apenas transfere a responsabilidade de gerenciamento do mesmo (Bannerman, 2008). Uma forma de transferência de riscos pode ser verificada na estruturação de capital de projetos na modalidade *Project Finance*. Nesta alternativa os recursos financeiros dos projetos são provenientes de instituição financeira na modalidade de empréstimo. O pagamento é feito a partir do fluxo de caixa das receitas do empreendimento entregue pelo projeto (Byoun & Yoo, 2013).
- d) Mitigar: também chamado de controle do risco. Na estratégia de mitigação são aplicadas ações para minimizar os riscos (SEI, 2010) através do controle da causa e da consequência (DOD, 2006), o que significa que se procura reduzir a probabilidade de uma ocorrência e/ou o impacto de uma ameaça (PMI, 2017; Bannerman, 2008). Tratando-se de riscos com impacto positivo, ou seja, oportunidades, a mitigação ocorre no sentido de aumentar a probabilidade e/ou o impacto do risco (PMI, 2017).
- e) Aceitar: ocorre quando as demais estratégias não podem ser aplicadas (PMI, 2009), quando o risco é muito baixo ou não há alternativa viável para mitigar o risco (SEI, 2010), desta forma, nenhuma ação é aplicada, a não ser que o risco ocorra (PMI, 2009; SEI, 2010; DOD, 2006; Bannerman, 2008). Para corrigir os

impactos do risco cuja estratégia foi aceita, contingências podem ser definidas, seja na modalidade de fundos financeiros ou mesmo através de ações definidas em plano de contingência (Bannerman, 2008).

- f) Respostas para o risco geral do projeto: a estratégia pode ser definida para o risco do projeto como um todo, e com isso é possível cancelar o projeto, dividir o risco entre os clientes e fornecedores, replanejar o projeto, alterar o escopo ou reduzir o nível de risco do projeto para um valor aceitável (PMI, 2009).

O próximo passo após a definição do plano de resposta aos riscos é a implementação das ações necessárias para o tratamento dos mesmos, garantindo que sejam executadas conforme o planejado (PMI, 2017). Diferente dos outros modelos analisados, o guia para gerenciamento de riscos do DOD (DoD, U.S., 2006) define o plano de implementação somente para as atividades de mitigação dos riscos.

Para a implementação dos planos de ação é necessário, entre outros, obter os recursos financeiros, providenciar as alterações contratuais necessárias, fazer a interação com outros envolvidos no projeto e liderar os times para que executem os planos de resposta (DoD, U. S., 2006). As ações podem ser incorporadas ao plano do projeto ou acionadas quando se atingem os gatilhos, também denominados *triggers*. Estes sinalizam a necessidade de aplicação imediata da estratégia definida para o risco (PMI, 2009).

2.1.2.6 Monitoramento e análise crítica

Este processo consiste na análise contínua do ambiente interno e externo e, a partir disso, a atualização dos riscos existentes ou a criação de novos (ISO, 2009). O objetivo principal é monitorar e controlar os riscos identificados, os residuais ou identificar novos riscos (PMI, 2009). Espera-se que com essa prática as situações adversas não impactem os objetivos do projeto (SEI, 2010).

Os riscos devem ser acompanhados com frequência para que se garanta que a sua mitigação ocorra de forma satisfatória (DoD, U. S., 2006). Isso é feito por meio da execução dos planos de resposta aos riscos, sendo que estes contêm as atividades que foram iniciadas conforme critérios definidos no gatilho dos riscos. As atividades do plano são executadas pelos responsáveis e devem ser concluídas nos prazos definidos para que os riscos sejam executados pelos responsáveis conforme planejado (PMI, 2009). Se aplicável, é feita a execução dos planos de contingência (SEI, 2010) e aplicada a reserva de gerenciamento.

Para garantir que o monitoramento dos riscos ocorra de forma eficiente é necessário, entre outras atividades, continuamente verificar se os planos de implementação dos riscos são efetivos, se o risco geral do projeto foi alterado, se houve mudança nos atributos dos riscos, se novos riscos foram identificados, se o processo está sendo seguido e se a estratégia do projeto se mantém válida (PMI, 2017).

2.1.2.7 Comunicação e Consulta

Trata da comunicação interna e externa aos envolvidos para que tenham conhecimento e atuem nos riscos, causas, consequências, decisões que serão tomadas e ações a serem executadas (ISO, 2009). É necessário que haja a comunicação eficiente entre os gerentes de projetos e os responsáveis pelos riscos de forma que sejam informados a respeito das mudanças nos riscos que afetem suas responsabilidades, e que se garanta que os envolvidos atuem nos planos de ação que foram definidos (PMI, 2009), fornecendo desta forma julgamentos aos riscos com base em suas experiências, expressando suas opiniões e contribuindo para que sejam tomadas as decisões mais adequadas (ISO, 2009). Espera-se que o nível executivo da organização receba informações consistentes e em tempo hábil para que as decisões sejam tomadas (DoD, U.S., 2006).

A comunicação dos riscos do projeto pode ser feita por meio de reuniões de progresso, reuniões técnicas, reuniões executivas, de gerenciamento do programa (DoD, U.S., 2006). ou reuniões periódicas para a revisão dos riscos (PMI, 2017). A matriz de riscos pode ser um documento de suporte no processo de comunicação dos riscos (DoD, U.S., 2006).

2.1.3 Nível de exposição do projeto ao Risco

Os riscos são classificados em dois níveis, sendo que o primeiro se refere ao tratamento individualizado dos riscos que podem impactar os objetivos do projeto. Já no segundo nível têm-se a avaliação e a gestão do risco do projeto como um todo e, para que essa medição seja feita, é necessário que se considerem os riscos individuais da iniciativa (PMI, 2017). O nível do risco pode ser um critério para avaliação de um portfólio de projetos (Archer & Ghasemzadeh, 1999) e, desta forma, entende-se que é um instrumento para a tomada decisão no sentido de definir se determinados investimentos serão mantidos ou cancelados (PMI, 2009).

Com o uso do cálculo e a análise do nível de risco também é possível estabelecer prazos e estimativas de custos realistas, definindo, desta forma, as reservas de contingência que protejam os interessados do projeto (PMI, 2009) dos riscos nele inseridos (Touran, 2015).

Verificam-se estudos em que se aplicam o cálculo do grau de exposição ao risco do projeto. Baccarini e Archer (2001) propõem método PRR, ou *Project Risk Ranking*, cujo objetivo é suportar o cálculo do nível de exposição ao risco de um grupo de projetos e com isso priorizá-los e, de forma semelhante ao que descreve Archer e Ghasemzadeh (1999), o nível de risco é usado como critério de seleção de projetos, assim como para também estabelecer o formato da governança. Os projetos com níveis de risco mais altos, por exemplo, podem ter maior alocação de recursos e esforços em comparação com os projetos de menor risco. No método PRR são definidos os fatores de riscos e notas variando de 1 a 5 para cada um deles. Dentre os fatores de risco, pode-se mencionar o nível de inovação do produto, a complexidade, a disponibilidade de recursos financeiros e a localização do projeto.

Deng, Pheng e Zhao (2014) descrevem método para medir a vulnerabilidade dos projetos para os riscos de ordem política e com isso reduzir a exposição ao risco dos mesmos, assim como tratar os riscos políticos para projetos de construção civil internacionais. Neste estudo foram identificadas 25 variáveis agrupadas em 6 fatores, sendo que parte destes são comuns a projetos de tecnologia da informação, sendo eles: tamanho, duração do projeto, complexidade, localização, fonte de recursos financeiros e gestão de contrato com fornecedores.

Em artigo que trata da relação entre os riscos e o desempenho do projeto, Wallace, Keil e Rai (2004) identificaram 6 dimensões de risco, sendo elas: riscos do ambiente organizacional, riscos dos usuários, dos requisitos, da complexidade do projeto, de planejamento e controle e riscos do time. Estas dimensões por sua vez foram subdivididas em 53 fatores de risco. A partir destas informações foram realizados testes em um modelo que visa medir o nível de risco dos projetos. Como resultado do estudo observou-se que riscos de subsistemas sociais, ou seja, os relacionados ao ambiente organizacional e aos usuários, influenciam no nível de risco do projeto.

2.2 GERENCIAMENTO DOS CUSTOS

2.2.1 ESTIMATIVAS DE CUSTOS

Prever os custos consiste em desenvolver um valor aproximado dos recursos financeiros necessários para se concluir o trabalho do projeto. Desta forma, a estimativa de custos é uma previsão baseada nas informações conhecidas em momento específico. A precisão das estimativas aumenta à medida que se avança no ciclo de vida dos projetos, pois a informação se torna mais conhecida. No início do projeto, o valor gasto varia entre -25% e +75% em relação à estimativa inicial, enquanto que em fases mais avançadas a precisão pode atingir -5% a +10% (PMI, 2016). Narbaev e De Marco (2014) destacam que a partir do momento em que o projeto se encontra 20% concluído, a variação máxima dos custos estimados é de 10%, e isso vale para todos os tipos de projetos.

O processo de definição das estimativas pode ser executado usando as abordagens determinísticas ou probabilísticas. A forma determinística é normalmente feita quando há informação disponível. Esta modalidade permite grau de precisão aceitável e é realizada através de informações históricas ou experiências profissionais.

Na estimativa probabilística trabalha-se com a probabilidade e com o grau de desvios de custos. Por meio da avaliação dos riscos e da incerteza é possível determinar o tamanho do projeto e as reservas de contingência. A forma probabilística pode ser adequada no início do projeto, quando em muitos casos se tem pouca informação disponível (Chou, 2010).

O PMBOK (PMI, 2017) apresenta técnicas de estimativa, conforme segue: (1) julgamento de especialistas; (2) estimativa análoga, a partir da qual é feita a comparação com projetos similares; (3) paramétricas, modalidade em que são utilizadas informações históricas, relações estatísticas e variáveis que permitem calcular o custo do projeto; (4) estimativa de baixo para cima, ou *Bottom-up*, em que os custos dos pacotes de trabalho são calculados individualmente e, em seguida, consolidados no total do projeto; (5) estimativa de 3 pontos, que endereça a incerteza com o uso dos custos pessimistas, mais prováveis e otimistas para cada atividade; (6) análise de dados, que contempla, entre outros, a análise de reservas, por meio da qual se definem as reservas de contingência para riscos, podendo inclusive usar métodos de análises estatísticas; (7) *PMIS*, uso de sistemas de informação e (8) tomada de decisão.

A área de riscos fornece informações vitais para uma boa gestão dos custos e possui técnicas para a estimativa de custo dos elementos incertos (Rabechini, 2013). Assim, verifica-

se que os custos de mitigação de riscos frequentemente necessitam de valores adicionais de orçamento e que podem tornar os fluxos de caixa negativos (Focacci, 2017). De forma a evitar que ocorram fluxos de caixa negativos, uma das possíveis ações é efetuar estimativas precisas que tenham reservas de contingência suficientes para atender aos desvios de custos dos projetos, sem criar custos de oportunidade que possam impactar outros desejos de investimento da organização (Focacci, 2017).

Touran (2014) cita a definição da reserva de contingência fornecida pela AASCE ou Associação para o Avanço da Engenharia de Custos. Nesta prática, um valor é adicionado às estimativas para atender a eventos incertos. Entende-se que, com isso, provavelmente irão ter como consequência o aumento dos custos.

Os projetos frequentemente sofrem desvios dos custos planejados (Leach, 2003). Há a recomendação para que a incerteza seja considerada nas estimativas de custos (PMI, 2017), entretanto, muitos projetos se limitam a estimar duração e custos das atividades e não consideram valores para possíveis variações de custos planejados em relação aos custos reais.

De acordo com Leach (2003), há fatores que influenciam na imprecisão das estimativas, dentre eles é possível mencionar a parcialidade e as omissões dos envolvidos, os erros na elaboração dos produtos do projeto, a excessiva autoconfiança na elaboração das estimativas, os recursos trabalhando em várias tarefas, os eventos especiais de causa, o risco, o efeito e a síndrome do estudante, na qual a atividade é iniciada com atraso e a conclusão é motivada pela pressão do prazo.

Flyvbjerg (2003) destaca que 9 entre 10 projetos de infraestrutura de transportes são subestimados pois há negligência dos profissionais que efetuam as estimativas. Isso se deve a questões econômicas, onde os engenheiros trabalham no sentido de obter contratos, questões psicológicas, em que há viés otimista dos profissionais envolvidos, ou questões políticas, no qual há interesse de que o projeto seja iniciado em curto prazo.

2.2.1.1 Reservas de contingência em projetos

As reservas de contingência contribuem para um gerenciamento eficiente e eficaz dos projetos de desenvolvimento de *software* (Uzzafer, 2012). A contingência é um valor monetário usado como reserva de orçamento cujo objetivo é atender aos problemas de indefinição do escopo do projeto (Miranda & Abran, 2008) aos riscos, incertezas e a complexidade (Babar, Thaheem, & Ayub, 2016), desta forma, fazendo com que o projeto possa ser concluído dentro dos limites das estimativas de custos realizados (Narbaev & De Marco, 2017; Touran & Liu,

2015) e também evitando que haja desvio de custos em que os valores gastos sejam superiores ao orçamento definido (Touran, 2014).

As reservas não se destinam a atender mudanças de escopo ou eventos extraordinários, tais como catástrofes e greves, tampouco variações monetárias (AASCE, 2010); têm, entretanto, o objetivo de atender aos impactos dos riscos, evitando, desta forma, resultados prejudiciais ao projeto (Uzzafer, 2013). Há diferentes pontos de vista no que se refere à gestão do orçamento de projetos com reserva de contingência. Determinados estudos indicam que a reserva deve fazer parte do orçamento (Narbaev & De Marco, 2017; PMI, 2017; Xie et al., 2011; Babar et al., 2016); há também recomendações para que os valores sejam controlados em separado (Uzzafer, 2013).

No modelo de maturidade em projetos CMMI - *Capability Maturity Model Integration* (SEI, 2010), a reserva de contingência é definida considerando o nível de confiança que se tem para atingir o orçamento e o cronograma planejado, e está relacionada ao nível de exposição aos riscos do projeto, o que está em linha com o conceito proposto no PMBOK (PMI, 2016) em que se define que a reserva de gerenciamento está relacionada à incerteza.

Assim, a reserva de contingência pode ser representada por percentual ou valor monetário e ser calculada por meio de métodos quantitativos (PMI, 2017; Xie et al., 2011). Há recomendações para que se faça a atribuição de reservas de contingência considerando-se valores percentuais. Miranda e Abran (2008), por exemplo, sugerem que se usem reservas de 10 ou 20% do valor do orçamento do projeto.

2.2.1.2 Métodos para estimativa de custos e reserva de contingência em projetos

Touran e Bakhshi (2014) consolidaram e classificaram os métodos para o cálculo da contingência em 3 grupos: determinísticos, probabilísticos e de matemática moderna. Estes, por sua vez, estão subdivididos em categorias.

Os métodos determinísticos são considerados os mais simples, pois neles se atribuem estimativas únicas para cada componente de custos do projeto (Mak et al., 1998), que são baseadas em informações históricas ou experiência dos profissionais envolvidos (Chou, 2010). Esta modalidade é mais indicada quando há informações que permitam nível adequado de precisão (Chou, 2010). A seguir são descritos os tipos de métodos determinísticos (Touran & Bakhshi, 2014):

- Percentuais fixos: neste modelo um percentual de acréscimo nos custos é atribuído a título de reserva de contingência no valor total do projeto, nos componentes ou nas fases do ciclo de vida.
- Julgamento de Especialistas: grupo de especialistas com conhecimento em gerenciamento de riscos definem o percentual da reserva de contingência do projeto.

Nos métodos probabilísticos os valores relativos ao impacto dos riscos são calculados por meio de distribuições estatísticas. De forma diferente dos métodos determinísticos, em que se atribuem valores únicos aos componentes de custo do projeto, nos métodos probabilísticos se calcula um intervalo de estimativas (Touran, 2014). Este método é apropriado para uso em etapas iniciais do projeto, momento em que há pouca informação disponível (Chou, 2010). A seguir são relacionados os métodos probabilísticos mais usados (Touran, 2014):

- Métodos sem simulação: nesta abordagem a análise dos riscos e o cálculo da contingência são feitos sem o uso de sistemas de simulação. O custo para efetuar a estimativa, nesta modalidade, é mais baixo pois não se utilizam *softwares* para suporte, mas por outro lado, os resultados podem ser divergentes. As ferramentas usadas para os métodos não simulados são:
 - Árvore de Probabilidades: representação gráfica dos riscos por meio de diagramas em que se combinam a probabilidade dos riscos e o valor esperado do impacto.
 - Primeira Ordem Segundo Momento (FOSM): nesta modalidade a contingência é calculada baseando-se na média e no desvio padrão de funções complexas.
 - Valor Esperado: é calculado por meio da multiplicação da probabilidade e impacto. A contingência é obtida pela soma dos valores esperados dos riscos.
 - PERT, ou técnica de avaliação e revisão do programa: neste caso, são atribuídas três estimativas de custos para cada item, que são: a pessimista, mais provável e otimista. Em seguida é realizado o cálculo dos valores dos custos.
 - Estimativa Paramétrica: É feita uma relação entre o desvio de custos e os fatores de risco. Isso pode ser calculado por meio da análise de regressão multivariada.
 - Regressão: recomendado para as fases iniciais do projeto onde há poucas informações disponíveis.

- AHP, *Analytic Hierarchy Process*: processo em que se usa da subjetividade, da experiência e do conhecimento de forma intuitiva. O primeiro passo é desenvolver a EAP ou Estrutura analítica do projeto, em seguida, atribuem-se os riscos para cada pacote de trabalho. Os valores dos riscos são então calculados utilizando o processo AHP.
- Métodos com simulação: nesta modalidade a experiência de especialistas e métodos analíticos são usados para se obter as probabilidades de desvio de custos por meio de rotina de simulação, sendo que a Análise Monte Carlo é uma das ferramentas mais usadas para esse tipo de estimativa. Os métodos de simulação podem ser:
 - Estimativa de intervalos: os componentes de custos críticos são identificados, em seguida é feita a estimativa dos custos mais prováveis, valores mínimos e máximos. Ao final é realizada a simulação Monte Carlo e, a partir da função de distribuição do custo acumulado, a contingência é calculada. Sato e Hirao (2013) mencionam que esta técnica, embora amplamente usada para o cálculo de custos, não é recomendada para a análise de riscos individuais.
 - Modelos Integrados para Custos e Cronograma: nesta modalidade considera-se que há relação entre o desempenho do cronograma e os custos do projeto.
- Métodos de Matemática Moderna:
 - Técnicas *Fuzzy*: método que permite obter informações superficiais, imprecisas, conhecimentos não explícitos, intuições e quantificar estes dados. Assim é possível, por exemplo, precificar os riscos com informações qualitativas e com isso calcular as reservas de contingência.
 - *Artificial Neural Network* - ANN: técnica que permite simular o cérebro humano. Solução indicada para modelar relações não lineares complexas.

A *Figura 9* mostra a visão consolidada das modalidades de estimativas para o cálculo da reserva de contingência.

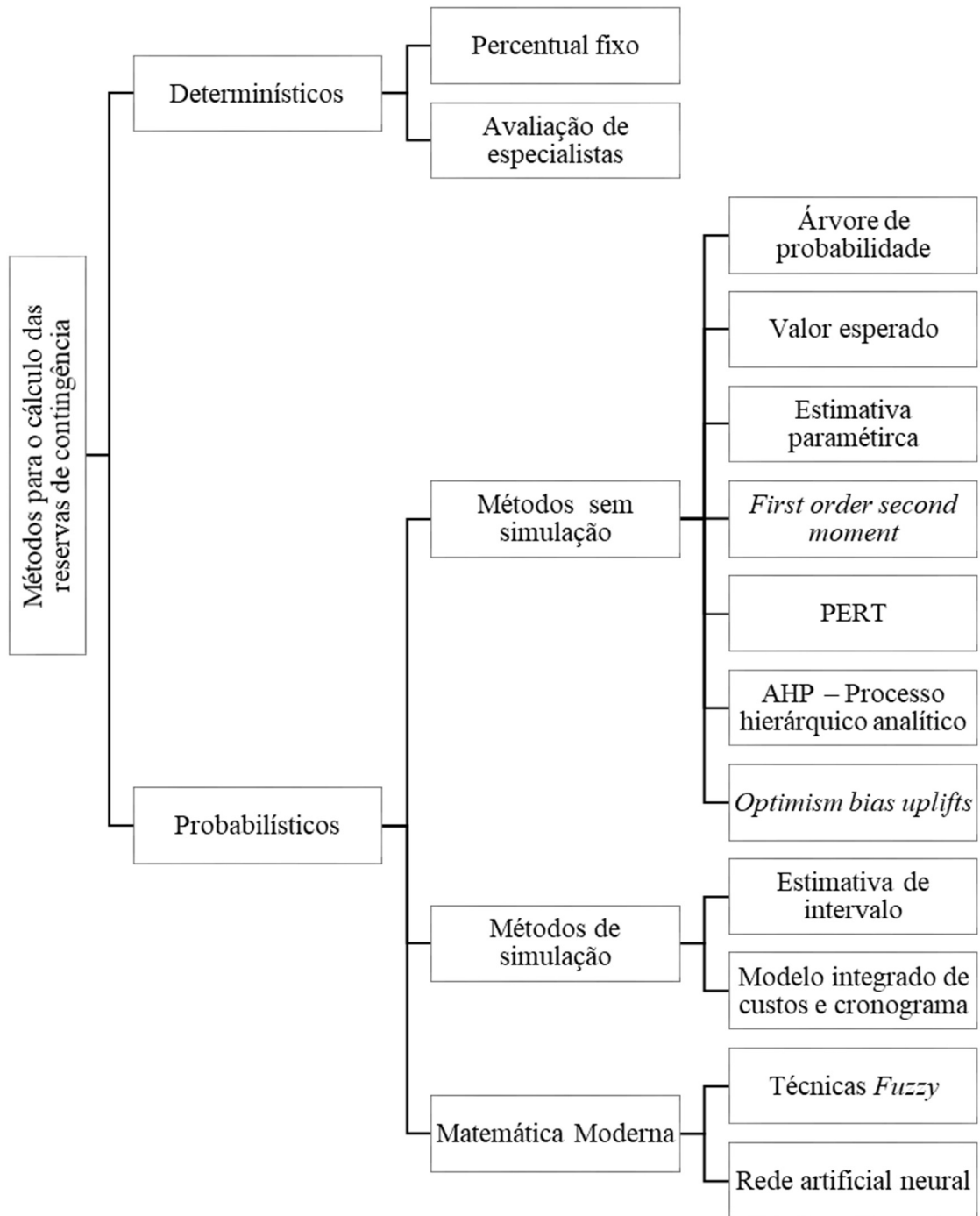


Figura 9 - Métodos para o cálculo da reserva de contingência em projetos

Fonte: Touran (2014)

2.2.1.2.1 *Framework* para a previsão dos custos por meio de ajustes dos riscos

O *framework* em questão tem como finalidade prever os custos finais dos projetos em tempo de execução e, desta forma, identificar a parcela da reserva de contingência que poderá ser necessária para a conclusão do projeto. Entende-se que o modelo de valor agregado tem uma lacuna no sentido de não considerar as contingências como parte das previsões de custos do projeto (Touran, 2014).

A previsão dos custos com ajuste dos riscos é baseada no modelo de valor agregado (CEAC). A técnica de estatística de regressão linear é usada para estimar o custo do projeto ao término e isso inclui as reservas de contingência. Verifica-se, portanto, que os riscos são considerados para isso (Narbaev & De Marco, 2017).

2.2.1.2.2 Método para o cálculo da contingência baseado na complexidade do projeto

Touran (2015) ressalta que projetos mais complexos têm maior probabilidade de desvios de custos. Indica que o viés dos profissionais que efetuam estimativas faz com que se definam orçamentos insuficientes e isso acarreta em desvios de custos. Para atender a estes desafios propõe método para o cálculo da contingência baseando-se na complexidade do projeto.

O método é constituído por quatro etapas, conforme segue:

1. Definição das categorias dos componentes do projeto.
2. Subdivisão das categorias em componentes de custos que podem ser fases, subfases e estimativas de valores considerando-se informações históricas.
3. Definição do nível de complexidade do projeto levando em conta fatores de complexidade tais como as solicitações de mudança do projeto, duração, número de contratos, complexidade dos trabalhos nas estações de transporte e a realocação de equipamentos. Como resultado foram atribuídos os níveis de complexidade alto, médio ou baixo, a nota atribuída e o coeficiente de variação, conforme descrito na *Tabela 1*.

Nota	Coefficiente de variância (c.o.v.)	Complexidade
0 – 1	0,1	Baixo
2 – 3	0,2	Médio
4 – 5	0,4	Alto

Tabela 1 - Complexidade do projeto e coeficiente de variação

Fonte: Touran e Liu (2015)

4. Equações para o cálculo da reserva de contingência

Na equação (a) a contingência é calculada como sendo um percentual a ser somado ao valor previsto dos custos do projeto, com isso obtendo-se o orçamento final. É possível identificar a taxa da reserva de contingência com o uso da seguinte fórmula:

$$\text{Contingência} = \frac{(\text{Orçamento final} - \text{valor estimado (moda)})}{\text{Valor total estimado (moda)}} \times 100\% \quad (\text{a})$$

Na equação (b) está sendo considerada a complexidade do projeto, para isso, o coeficiente de variação (c.o.v.) é incluído na fórmula, assim como a variável Z, que corresponde a estatística para a distribuição normal padrão. Sendo assim, definiu-se a fórmula de cálculo da contingência conforme segue:

$$\text{Contingência} = Z \times c.o.v. \times (1 + c.o.v.^2)^{\frac{3}{2}} + x (1 + c.o.v.^2)^{\frac{3}{2}} - 1 \quad (\text{b})$$

2.2.1.3 Estimativa de custos através da integração dos riscos à análise do valor agregado

O método de análise de valor agregado considera os atributos de tempo e custos para o suporte ao monitoramento e controle do orçamento e prazos do projeto, entretanto, além destes atributos, faz-se necessário tratar os riscos e, desta forma, gerenciar as incertezas futuras (Babar et al., 2016).

A técnica de estimativa de custos, incluindo os riscos na análise de valor agregado (EVM), parte da premissa de que além do *Cost Performance Index* (CPI) e *Schedule Performance Index* (SPI) já inerentes ao método, se faz necessário que se considere o *Risk Performance Index* (RPI), contemplando, desta forma, os riscos para o cálculo da reserva de contingência e somando os custos previstos de forma a obter o orçamento final do projeto (Babar et al., 2016).

Para o cálculo do RPI, a primeira etapa foi a definição dos fatores chave de desempenho do projeto, ou *Key Performance Index* (KPI). Para a aplicação do método de cálculo dos custos foram utilizados projetos da área de construção civil e, para isso, definiram-se os seguintes KPI's: Qualidade, Segurança, Satisfação dos *Stakeholders* e Outros. A etapa seguinte foi a identificação das variáveis que constituem cada KPI, sendo finalmente feito o cálculo do índice de desempenho dos Riscos (RPI) consolidando-se, desta forma, os valores dos KPI's.

2.2.1.4 Análise de valor agregado: Estimativa de custos e ajuste pelos riscos

Narbaev e De Marco (2017) propõem um modelo que permite que se calculem as estimativas de custos a serem gastos pelo projeto em tempo de execução, considerando para isso os níveis de tolerância aos riscos pelos gerentes de projetos e o valor máximo previsto para investimento. Considera-se que os profissionais de gerenciamento de projetos com postura agressiva em relação aos riscos, ou tomadores de riscos, usam as reservas de contingência desde o início do projeto para resolver problemas e controlar o cronograma, enquanto que os gerentes de projeto com atitude passiva, ou seja, aversos a riscos, usam os referidos recursos financeiros em fases mais adiantadas.

2.2.2 Desenvolvimento do orçamento em projetos

A missão e objetivos fornecem diretrizes para a empresa. A estratégia corporativa, entretanto, precisa ser definida e conduzida por finanças. A referida área necessita aplicar as práticas da análise financeira para entender a situação da organização e, desta forma, recomendar e implementar melhorias no cenário em que a empresa está inserida (Callahan et al., 2007).

O objetivo da administração financeira é maximizar o valor de mercado para seus proprietários e acionistas (Dayananda, Irons, Harrison, Herbohn, & Rowland, 2002). As

principais atribuições das áreas que gerenciam as finanças corporativas são a alocação de recursos, o gerenciamento do investimento destes recursos e o fornecimento dos fundos para que a organização possa operar (Bourque & Fairley, 2014). As questões financeiras são prioritárias na tomada de decisão e podem inclusive sobrepor as justificativas de outras áreas, tais como o marketing (Smyth & Lecoivre, 2014).

As decisões de investimento irão determinar o nível de competitividade da empresa e direcionarão o seu futuro, que pode ser o seu sucesso ou fracasso (Dayananda et al., 2002). O investimento em projetos é uma forma pela qual a organização pode crescer e é também crucial para que os executivos tenham a habilidade de gerenciar os investimentos representados pelos projetos de seu portfólio (Winch & Leiringer, 2016). Os investidores internos, isto é, da própria organização ou investidores externos, dentre os quais podemos mencionar os bancos, podem aportar capital e recursos para atingir os objetivos da empresa. Estes objetivos podem ser tangíveis e relacionados à obtenção de retorno financeiro dos investimentos, ou intangíveis, tais como a obtenção de competências e o impacto positivo na cultura da empresa (Bourque & Fairley, 2014).

As organizações quando da tomada de decisão endereçam ações para otimizar a estrutura do patrimônio e endividamento, gerenciam os dividendos a serem distribuídos aos acionistas, analisam potenciais investimentos e selecionam iniciativas para contribuir com o aumento do valor da empresa. Os investimentos podem ser de curto prazo ou longo prazo, sendo que no último tem-se o orçamento de capitais (Dayananda et al., 2002).

Assim, o orçamento de capitais está relacionado à tomada de decisão da organização com relação aos investimentos de projetos grandes e de longo prazo de forma que a empresa alcance seus objetivos estratégicos (Dayananda et al., 2002), desta forma, é imprescindível que a empresa faça o gerenciamento do orçamento para que os custos sejam controlados e para que se possa fazer previsões de seu desempenho financeiro (Frow, Marginson, & Ogden, 2010). As novas tecnologias podem ser consideradas como projetos de capital e também bens intangíveis (Dayananda et al., 2002).

O processo orçamentário é um dos pilares do controle gerencial nas organizações e deve estar alinhado à sua estratégia (Hansen, Otley, & Stede, 2003). Desta forma, para que possam atuar no ambiente competitivo em que estão inseridas, as empresas precisam definir o orçamento que reflita a sua estratégia e os seus objetivos (Lohan, 2013). O processo de definição do orçamento dos projetos se inicia pelo planejamento estratégico, pois o mesmo contempla as diretrizes para a implementação da estratégia (Dayananda et al., 2002) e ações concretas para atender à missão da empresa (Callahan et al., 2007). Com base na análise dos

índices financeiros a organização pode definir o que deve ser entregue para que os objetivos estratégicos sejam atingidos e, conseqüentemente, influenciar positivamente na saúde financeira da organização (Callahan et al., 2007), maximizando-se, desta forma, o valor presente líquido dos fluxos de caixa futuros (Dayananda et al., 2002).

Entender a saúde financeira da empresa e avaliar alternativas que permitam melhorar este cenário podem ser feitos por meio da análise Dupont (Callahan et al., 2007). O método permite que o desempenho da organização seja avaliado em função de índices de mensuração dos lucros, das atividades e da solvência da organização. Os índices de lucro deste método medem em termos financeiros os ganhos da empresa e podem ser: (1) retorno sobre o patrimônio, (2) retorno sobre capital, (3) lucro líquido, (4) margem de lucro operacional, (5) margem de lucro, (6) despesas operacionais, (7) índice de impostos, (8) lucro bruto e (9) índice de despesas operacionais.

Por meio dos índices de atividade pode-se verificar o montante de ativos necessários para suportar as operações, que são: (1) giro dos ativos, (2) giro de capital circulante, (3) lucro líquido, equipamentos e instalações, (4) outros índices de ativos, (5) giro de capital circulante, (6) índice de giro de estoque, (7) dias em estoque, (8) dias de contas a receber e (9) dias de contas a pagar.

O método Dupont contempla os índices que medem a solvência da organização, pelos quais se avaliam a proporção dos débitos e o patrimônio que a empresa mantém. Os índices de solvência podem ser: (1) multiplicador de alavancagem, (2) índice de débitos do patrimônio, (3) débitos dos ativos, (4) índice de juros ganhos, (5) *times burden covered ratio*, (6) índice atual, e (7) índice rápido. Na *Figura 10* estão agrupados e classificados os índices que são usados para medir a situação financeira da organização (Callahan et al., 2007). Nota-se que os índices são categorizados como Lucro (L), Ações (A) ou Solvência (S).

Índices do Método Dupont				
Retorno sobre Patrimônio (L)	Retorno Sobre Capital (L)	Lucro Líquido (L)	Margem de Lucro Operacional (L)	Margem de Lucro Bruta (L)
				Despesas Operacionais (L)
			Impostos (L)	
		Giro do Ativo (A)	Giro do Ativo (A)	Lucro Líquido, Equipamentos e Instalações (A)
	Outros Índices (A)			
	Giro de capital circulante (A)		Dias em Estoque (A)	
		Dias de Duplicatas a Receber (A)		
		Dias de Contas a Pagar (A)		
	Alavancagem (S)			

Figura 10 - Índices do Método Dupont

Fonte: Adaptado de Callahan et al. (2007)

2.2.2.1 Elaboração do orçamento operacional

Com a definição do orçamento operacional, a organização define, do ponto de vista financeiro, como irá operar em um ano específico e de que forma isso afetará a escolha e a execução de seus projetos. Desta forma, devem ser estimados os seus custos de operação, o que inclui os investimentos (capital) que precisam ser amortizados em número específico de anos e também os custos que não podem ser amortizados, como por exemplo, os treinamentos e outros tipos de despesas (Callahan et al., 2007). O orçamento individual dos projetos faz parte do orçamento operacional.

Para elaboração do orçamento é necessário definir as fontes dos recursos financeiros, que podem ser: (1) capital de Giro, (2) reservas em caixa ou (3) financiamentos (Bourque & Fairley, 2014). Dayamanda et al. (2002) destacam que, tratando-se de projetos, é necessário separar a decisão dos investimentos do projeto das decisões de financiamento. O último se refere à proporção de recursos financeiros fornecidos pelos detentores de dívidas e de capital.

O próximo passo é identificar as oportunidades de investimento, sendo que as demandas que podem potencialmente se tornar projetos precisam estar alinhadas aos objetivos da organização, à missão, valores e ao plano estratégico (Dayananda et al., 2002). Estas atividades envolvem a definição do portfólio de projetos, as decisões de investimento, a forma como será gerenciado o fluxo de caixa e quais serão as fontes de recursos financeiros (Bourque & Fairley, 2014). É necessário ressaltar que há investimentos obrigatórios e que não dependem da definição do plano estratégico, como por exemplo, os projetos regulatórios (Dayananda et al., 2002). Avaliação superficial dos projetos é então feita de forma a retirar dos projetos potenciais aqueles que se mostrem claramente inviáveis e não prioritários (Dayananda et al., 2002).

Em seguida, efetua-se a análise financeira detalhada dos projetos levando-se em conta os fluxos de caixa previstos para os mesmos e os riscos envolvidos para atingir seus objetivos financeiros. Para avaliar a oportunidade de investimento, uma prática usada é a estimativa dos fluxos de caixa, a partir da qual é realizado o cálculo da taxa de retorno e do valor presente líquido ou VPL (Callahan et al., 2007; Bourque & Fairley, 2014; Espinoza, 2013) e também do *payback* ou prazo de retorno do investimento (Callahan et al., 2007; Bourque & Fairley, 2014). O VPL positivo mostra que o projeto é atrativo, enquanto que o VPL negativo indica que é inviável economicamente (Espinoza, 2013).

É necessário analisar se os projetos trarão o retorno financeiro em consonância com a estratégia da organização, assim como verificar se atendem as expectativas dos acionistas ou proprietários (Callahan et al., 2007). Esta análise qualitativa é feita com o uso da experiência dos envolvidos e seus julgamentos de fatores que não podem ser calculados monetariamente, dentre os quais é possível citar os impactos do projeto na sociedade, impacto ambiental, reações dos órgãos governamentais, dos sindicatos e reflexos na imagem da empresa (Dayananda et al., 2002).

A próxima etapa é priorizar os objetivos com o uso das técnicas de gerenciamento de portfólio, priorizar os projetos baseando-se nas determinações dos executivos da organização (Callahan et al., 2007). O cálculo dos valores quantitativos são então combinados com fatores qualitativos, sendo então decidido se o projeto será aceito e prosseguirá para a implementação ou se será rejeitado. Os projetos aprovados são implementados e monitorados (Dayananda et al., 2002).

2.2.2.2 Elaboração do orçamento do Projeto

O orçamento do projeto envolve determinar o tipo e a quantidade de recursos, efetuar a estimativa de custos e alocar o orçamento individual para as atividades a serem executadas (Sunindijo & Zou, 2012). O mesmo deve ser baseado na estratégia da organização e em seus objetivos financeiros (Callahan et al., 2007). Para o cálculo do orçamento deve-se considerar a soma dos custos das atividades do projeto e adicionar a este montante as reservas de contingência para atender aos planos de resposta aos riscos (Sato & Hirao, 2013).

A criação do orçamento começa com a elaboração do termo de abertura do projeto na fase de iniciação. Este documento descreve os objetivos, lista os interessados e define, de forma superficial, quais serão os resultados do projeto.

Na fase de Planejamento o escopo é decomposto por meio da EAP - estrutura analítica do projeto, o cronograma é em seguida elaborado e, neste caso, consideram-se os recursos humanos e materiais, a identificação dos interessados e as entregas do projeto (Callahan et al., 2007). Cada elemento da estrutura analítica do projeto é então associado a um código de custo que por sua vez é dividido em subcomponentes para os níveis mais baixos da EAP (Fulford & Craig, 2012).

Os documentos acima descritos e as respectivas informações neles contidas são base para a elaboração do orçamento do projeto. Nesta etapa o orçamento será desenvolvido de forma detalhada utilizando-se o enfoque *bottom-up*, o que significa que os itens mais detalhados, ou seja, nos níveis inferiores da EAP têm as suas estimativas de custo apropriadas e em seguida, estes componentes são totalizados nos níveis superiores.

O próximo passo é comparar o orçamento do projeto com os valores previstos no orçamento operacional e proceder com a conciliação dos valores. O orçamento do projeto deve também contemplar reservas de contingência para endereçar os riscos (Touran, 2014).

2.2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS

Os gerentes de projeto quando do desenvolvimento do orçamento precisam considerar os diferentes tipos de custos que serão apropriados ao projeto. Conforme Callahan et al. (2007), os custos do projeto podem ser classificados conforme o seu objetivo. No item seguinte estão expostas as classificações dos custos.

2.2.4 Comportamento dos custos

- Custos variáveis: o valor é fixo para cada unidade produzida ou atividade executada. A medida que a quantidade de cada produto ou sua duração é aumentada, o mesmo ocorre para os custos (Callahan et al., 2007; Carr, 1989).
- Custos fixos: os custos se mantêm os mesmos independentemente do aumento da quantidade produzida, da duração ou da quantidade de horas da atividade (Callahan et al., 2007; Carr, 1989). Os custos fixos ocorrem de forma independente da existência do projeto (Dayananda et al., 2002).
- Custos semi-variáveis: contemplam tanto os custos fixos quanto os variáveis.

2.2.4.1 Custos assignados

- Custos diretos: variam conforme suas utilizações efetivas (Carvalho & Rabechini, 2017) e estão diretamente relacionados às atividades realizadas no projeto (Callahan et al., 2007). Esta modalidade de custos não ocorre quando as atividades não são executadas (Carr, 1989).
- Custos indiretos: não estão diretamente relacionados às atividades do projeto (Callahan et al., 2007). Os custos indiretos continuam a ser apropriados mesmo que atividades não estejam sendo realizadas e podem ser denominados *Project Overhead* (Carr, 1989).

2.2.4.2 Custos relacionados à tomada de decisão

- Custos diferenciais: é a diferença entre o custo de uma oportunidade em relação a outra (Callahan et al., 2007).
- Custos irrecuperáveis ou *Sunk Costs*: são custos já apropriados e que não podem ser eliminados (Baumol & Willig, 1981) nem recuperados. Isto significa que valores já foram gastos no projeto e não poderão ser considerados para futuras decisões, tais como o cancelamento, pois os recursos financeiros já foram usados e, não importa se o projeto prossegue ou não, já foram gastos (Callahan et al., 2007). Os custos irrecuperáveis foram incorridos no passado e são irreversíveis, não podem, portanto, ser considerados como fonte para a decisão de continuar com o projeto ou rejeitá-lo (Dayananda et al., 2002; Bourque & Fairley, 2014).

- Custos de Oportunidade: se refere a uma oportunidade perdida em se obter fluxos de caixa positivos (Friedmann & Neumann, 1980). Pode ser um projeto que não foi escolhido devido a se optar por outro (Bourque & Fairley, 2014). Quando um projeto se encontra em atraso e se adicionam recursos financeiros e, mesmo assim prazos não são recuperados, o projeto pode criar custos de oportunidade (Miranda & Abran, 2008). Para Dayananda et al. (2002), o custo de oportunidade é valor da melhor alternativa que foi descartada para que um determinado projeto fosse escolhido e executado.

2.2.4.3 Custo da qualidade

Os custos da qualidade podem influenciar significativamente os custos dos projetos de *software* (PMI, 2013b). Envolve os custos para a prevenção de falhas, para a correção dos erros e os custos de garantia. Estes montantes são necessários para a correção dos problemas após a entrega dos resultados do projeto (Callahan et al., 2007). Além das modalidades de custos de qualidade supracitadas, o PMI (2013a) destaca os tipos de custos de definição de requisitos para que se obtenha maior nível de qualidade das entregas do projeto, os custos de testes ao final da iniciativa e de ferramentas para identificação dos fatores de qualidade relevantes.

2.2.4.4 Classificação contábil dos custos

Enquanto que nos ativos os valores investidos apresentam benefícios futuros, nas despesas os benefícios já foram realizados (Dayananda et al., 2002). De acordo com o IASC - *International Accounting Standards Committee*, são considerados ativos ou investimentos os itens que provavelmente trarão benefícios econômicos para a organização e cujo custo possa ser medido de forma confiável.

Os custos dos ativos incluem os valores necessários para adquirir, construir, adicionar ou substituir partes destes bens, ou seja, os valores que permitam que os ativos da organização estejam em condições de uso (IASB, 2003). Os projetos de tecnologia podem ser adquiridos ou construídos, podendo ser, portanto, considerados como propriedade da organização.

Tratando-se de projetos de desenvolvimento de *software*, de acordo com a norma IAS-16, SIC-6, custos para a modificação de sistemas existentes e cujo objetivo é manter os benefícios econômicos previstos quando da aquisição ou construção do *software*, não podem ser capitalizados, ou seja, classificados como CAPEX ou *Capital Expenditure*. Sendo assim,

estes custos deverão ser classificados como despesas e denominados como OPEX (*Operational Expenditure*). Uma vez que se tratam de despesas, estes custos não são submetidos à depreciação (IASB, 2003).

Depreciação é a alocação do custo inicial de um ativo em determinado número de períodos contábeis (Dayananda et al., 2002; Bourque & Fairley, 2014). Tratando-se de projetos de desenvolvimento de *software*, se o mesmo é vendido após a apropriação dos custos envolvidos, é necessário que se calculem as despesas de depreciação dividindo-se o custo total do projeto pelo número de períodos contábeis em que o mesmo é vendido (Bourque & Fairley, 2014). De acordo com o IASB (2003), o valor depreciado deve ser aplicado sistematicamente durante o ciclo de vida útil do ativo.

A *Figura 11* traz uma visão consolidada do processo orçamentário. O processo inicia-se no nível executivo em que se define a estratégia corporativa, se verifica o montante de investimentos disponível e quais serão as fontes, sejam estas internas ou externas. Em seguida, no nível gerencial, verificam-se as oportunidades de investimento e se selecionam os projetos a serem executados. A última etapa se refere à orçamentação do projeto, em que os custos são estimados e alocados tanto na linha de base quanto nos controles financeiros e contábeis.

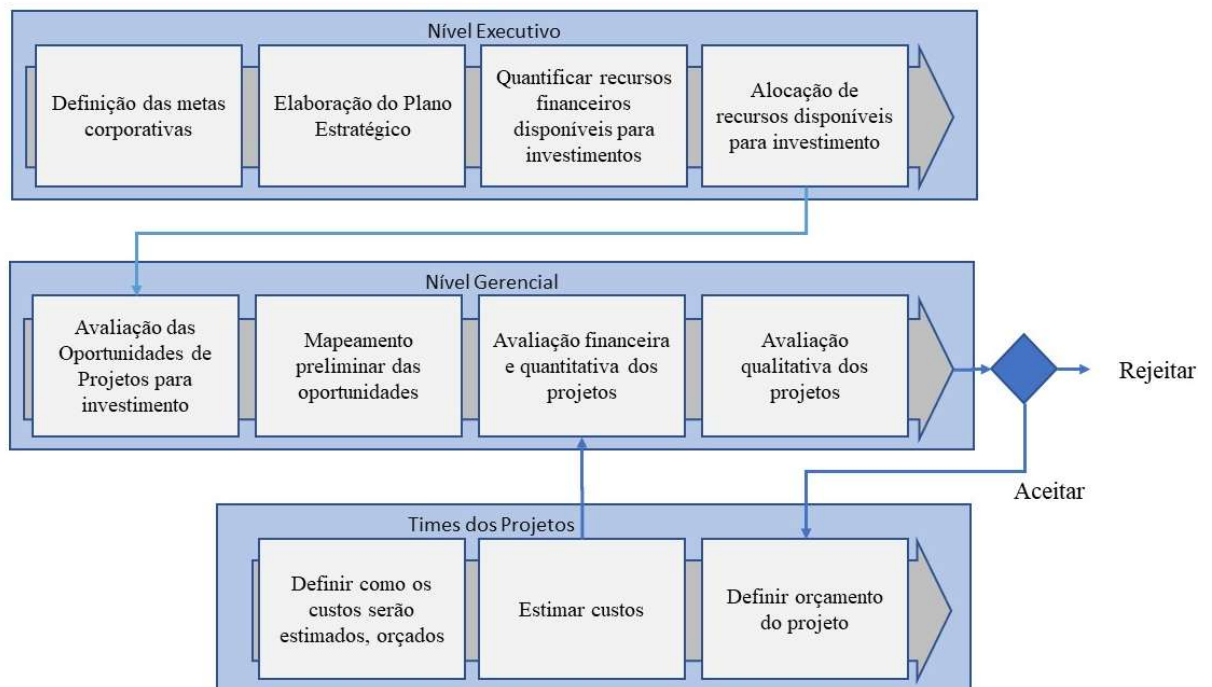


Figura 11 - Processo de alocação de custos, seleção de projetos e definição do orçamento

Fonte: Adaptado de PMI (2017) e Callahan et al. (2007)

2.2.5 Desvios orçamentários

A variação do orçamento é calculada por meio da subtração dos custos previstos para o trabalho executado pelos custos efetivamente aplicados ao projeto (Fleming & Koppelman, 2006). O desvio pode ser medido na forma de percentual que representa a diferença entre os custos previstos e os custos realizados ao fim do projeto. O desvio negativo significa que as estimativas foram insuficientes para cobrir os custos reais, enquanto que o positivo indica valores excedentes de orçamento, ou seja, os custos previstos são maiores que os custos realizados. Sendo assim, considera-se que o projeto possa estar abaixo do orçamento ou acima do mesmo (Narbaev & De Marco, 2014).

Os desvios orçamentários podem trazer custos de despesas financeiras ou juros adicionais caso o projeto esteja usando recursos obtidos por meio de financiamento. Também podem ter sido priorizados em detrimento de outros projetos que teriam maiores retornos financeiros (Callahan et al., 2007).

Em estudo bibliométrico de Oliveira e Mazieri (2018) foi feito o levantamento na base de dados *Web of Science*, coletando-se os artigos que tratam dos riscos, dos desvios de custos e das reservas de contingência com maior relevância segundo a abordagem de cocitação. Foram selecionados e analisados 16 artigos, verificando-se na perspectiva dos autores quais são os principais fatores que influenciam no desvio de custo nos projetos.

Os fatores que provocam o desvio orçamentário do projeto são descritos por Flyvbjerg, Holm e Buhl (2002), Flyvbjerg, Holm e Buhl (2003) e Rothengatter e Flyvberg (2003). Estes autores destacam os desvios de custos subestimados devido aos riscos ignorados quando da estimativa de custos, ressaltando que isso pode ocorrer em função da negligência dos responsáveis pelas atividades envolvidas. Kaming (1997), Shane (2009) e Frimpong (2003) identificam os fatores ou riscos que provocam o desvio de custos. Akinci (1998) descreve os principais riscos orçamentários dos projetos na perspectiva do fornecedor.

No que se refere às propostas para endereçar os problemas de desvios de custos, Molenaar (2005) propõe um processo para validação das estimativas. Baloi (2003) traz *framework* para endereçar riscos em projetos. Trost (2003) e Yeoh (1990) fornecem métodos para suporte às estimativas usando ferramentas estatísticas. Albahar (1990) e Zhe (1995) descrevem métodos para gerenciar riscos que impactam os custos dos projetos. Há trabalhos em que se avaliam os fatores que influenciam os atrasos nos projetos, sendo que os desvios de custos são considerados um reflexo deste cenário (Assaf, 2006; Chan, 1997).

O resultado consolidado deste estudo bibliométrico é mostrado na *Figura 12*. São listados os 16 artigos mais relevantes segundo a matriz de cocitação que foi elaborada. Nas colunas são também destacados os principais fatores que podem provocar desvios de custos: estimativas incorretas, documentação e escopo, técnicos, ambientais, políticas econômicas ou sociais, contratos, recursos humanos, gerenciamento do projeto, tamanho, complexidade e duração.

Artigos	Estimativas incorretas	Documentação e escopo	Técnica	Ambiental	Política, econômica ou Social	Contratos	Recursos Humanos	Gerenciamento do Projeto	Tamanho do Projeto	Complexidade do Projeto	Duração do Projeto
Flyvbjerg, Holm e Buhl (2002)	X										
Flyvbjerg, Holm e Buhl (2003)	X	X									
Molenaar (2005)					X			X			
Baloi e Price (2003)				X					X	X	
Kaming (1997)					X					X	
Trost e Oberlender (2003)		X				X	X	X			
Akinci e Fischer (1998)	X	X		X	X	X			X		
Albahar e Crandall (1990)		X		X	X		X				
Frimpong (2003)					X	X					
Odeck (2004)									X	X	X
Yeo (1990)		X	X		X		X		X	X	
Zhe (1995)	X	X									
Akintove e Macleod (1997)		X		X	X	X	X				
Kahneman e Amos (1979)	X										
Shane, Molenaar, Anderson e Schexnayder (2009)	X								X	X	
Boehm (1991)		X	X	X		X	X				

Figura 12 - Categorias de riscos por publicação

Fonte: Oliveira e Mazieri (2018)

Outro fator que impacta os custos ocasionando desvios orçamentários é o cronograma, cujo progresso das atividades influencia no desempenho dos custos no projeto, o que significa que se o cronograma está evoluindo de forma eficiente, ou em situação avançada, a tendência é que os custos reais não excedam os custos planejados, ao passo que se o cronograma se encontra em evolução insatisfatória ou atraso, há a tendência de aumento dos custos (Narbaev & De Marco, 2014).

No que se refere aos projetos de *software*, Boehm (1991) destaca os dez principais fatores de risco que influenciam no desvio de custos: a ausência de profissionais envolvidos no projeto, desenvolvimento das funções e propriedades e telas dos sistemas de forma incorreta, *Gold-plating* (inclusão de requisitos além do necessário para atender aos objetivos do projeto), mudanças constantes de escopo, falta de componentes externos, execução das atividades por recursos externos ao projeto, problemas de desempenho de transações *real-time* e a imposição de capacidades na ciência da computação.

2.3 ASSUNTOS, TÓPICOS E PUBLICAÇÕES DO REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, denominada Referencial Teórico, foram descritos os conceitos que suportam a questão de pesquisa, que é “Examinar qual é a relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*”. A Figura 13 mostra os artigos e autores citados nesta seção e que foram agrupados por tópico e assunto.

Os tópicos se referem às teorias exploradas no referencial teórico, que são: os riscos, as estimativas de custos, as reservas de contingência, os desvios orçamentários e o orçamento do projeto. Na coluna assunto é mostrada a subdivisão da teoria, sendo assim foram considerados os seguintes itens: conceitos relacionados ao tópico, os *frameworks* descritos pelos autores, os métodos e os fatores de risco e os projetos e, ao final, a identificação das publicações que tratam de orçamento de projetos.

Tópico	Assunto	Autores e fontes bibliográficas
Riscos	Conceitos	Perminova et al. (2008); Fortune e White (2006); Olechowski, Oehmen, Seering e Ben-Daya (2016); Ayala-Cruz (2016); Bañuls et al. (2016); PMI (2016); PMI (2016)
	<i>Frameworks</i>	ABNT (2009); PMI (2009); PMI (2017); SEI (2010); DOD, U. S. (2006); Boehm (1991)
Estimativas de custos	Conceitos	PMI (2016); Narbaev e De Marco (2014); Kerzner (2015); Focacci (2017); Touran (2014); SEI (2010); Leach (2003); Flyvbjerg (2003)
Reservas de contingência	Conceitos	Miranda e Abran (2008); Babar, Thaheem e Ayub (2016); Narbaev e De Marco (2017); Touran e Liu (2015); Touran (2014); AASCE (2010); Narbaev e De Marco (2017); PMI (2017); Xie et al. (2012); Babar, Thaheem e Ayub (2016); PMI (2017); Perminova et al. (2008); Keynes (1937); Knight (1964); Miranda e Abran (2008)
	Métodos	Touran e Bakhshi (2014); Mak et al. (1998); Chou (2010); Touran (2014); Narbaev e De Marco (2017); Touran (2015); Babar, Thaheem e Ayub (2016)
Desvios Orçamentários	Conceitos	Fleming e Koppelman (2006); Narbaev e De Marco (2014); Callahan et al. (2007)

	Fatores de risco	Oliveira e Mazieri (2018); Flyvberg (2002); Flyvberg (2003); Rothengatter e Flyvberg (2003); Kaming (1997); Shane (2009); Frimpong (2003); Akinci (1998); Molenaar (2005); Baloi (2003); Trost (2003); Yeoh (1990); Albahar (1990); Zhe (1995); Assaf (2006); Chan (1997); Boehm (1991)
Orçamento	Conceitos	Callahan et al. (2007); Smyth e Lecoeuvre (2014); Dayananda et al. (2002); Bourque e Fairley (2014); Winch e Leiringer (2016); Lohan (2013); Frow, Marginson e Ogden (2010); Espinoza (2013)
	Projetos	Sunindijo e Zou (2012); Callahan et al. (2007); Fulford e Craig (2012); Dayananda et al. (2002); PMI (2013b); IASC (2003)

Figura 13 - Publicações usadas no referencial teórico

Fonte: Autor

3 MODELO CONCEITUAL E HIPÓTESES

Consideram-se hipóteses as propostas de relação entre variáveis, o que significa que é obrigatória a existência de no mínimo uma relação entre uma variável dependente e uma independente (Ferreira, 2013). Kerlinger (2007) destaca que a variável é um símbolo para o qual se atribuem valores e que mostra a quantidade ou o grau medido para as mesmas. A variável independente (antecedente) exerce influência sobre a variável dependente (consequente).

A definição do modelo conceitual e hipóteses foi feita através da pesquisa bibliográfica dos seguintes temas: riscos, estimativa de custos, reservas de contingência, elaboração do orçamento e desvios orçamentários. O modelo conceitual é representado pela *Figura 15*.

Com o objetivo de endereçar a questão de pesquisa que trata da relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*, verificou-se a necessidade da definição de variáveis que atendam aos respectivos construtos envolvidos na questão de pesquisa.

3.1 VARIÁVEIS

Este estudo foi elaborado considerando-se dois construtos principais, que são os riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*, e três construtos secundários para a análise do nível de risco que são: (1) Tipo de projeto, (2) Inovação e (3) Duração.

Entende-se que a validação das hipóteses envolve as variáveis descritas a seguir:

- Nível de Risco – dependente/independente – Trata do risco geral do projeto, que por sua vez é definido como a exposição dos *stakeholders* às consequências de variação de resultados do projeto (*Association for Project Management*, 2004, p. 17; Chapman, 1997). Essa variável foi operacionalizada pelas respostas do instrumento de julgamento do nível do risco, usado pela empresa em análise, e que está apresentado no Apêndice B. O instrumento do julgamento do nível do risco varia entre 15 e 75. Devido a sua distribuição não paramétrica, a variável foi transformada em categórica por níveis e foi denominada Grau do Risco.

Riscos de grau alto são aqueles com valores acima do valor da mediana da amostra de projetos e riscos de nível baixo são aqueles com valores do nível de risco abaixo do valor da mediana da amostra de projetos (Apêndice C).

- Reserva de contingência – dependente – valores adicionais incorporados às estimativas de custos para atender aos riscos identificados no projeto (Touran, 2014). A reserva de contingência não foi mensurada diretamente, uma vez que, como no orçamento, a reserva de contingência está incluída, considerando-se como pressuposto para essa pesquisa, que a estimativa de custos é menos sensível aos riscos e incertezas do que a reserva de contingência. Portanto, ao analisar correlações entre o desvio orçamentário e o orçamento, considerando a estimativa de custos estável e assertiva, a correlação ou não, pode ser explicada pela assertividade da reserva de contingência.
- Desvio Orçamentário – dependente – diferença entre o valor orçado no início do projeto e os custos efetivamente gastos. O desvio orçamentário foi analisado em duas diferentes perspectivas, conforme segue:
 - Falta de orçamento – ocorre quando o valor orçado é menor do que o valor gasto, resultando em um número com sinal negativo. Nesta situação o orçamento é insuficiente para atender aos custos apropriados ao projeto e há necessidade de alocação de recursos financeiros adicionais.
 - Sobra orçamentária – ocorre quando o valor orçado é maior que o valor gasto no projeto, resultando em desvio positivo. Quando há excesso de orçamento têm-se recursos financeiros alocados exclusivamente para o projeto em questão, ocorrendo, com isso, o cenário de custo de oportunidade, ou seja, o valor excedente do orçamento fica alocado ao projeto por toda a duração do mesmo. Entende-se que há situações onde estas quantias poderiam ser investidas em outras iniciativas.
- Duração – independente – tempo em anos do período compreendido entre a data de início e a data fim do projeto. Esta variável foi transformada em categórica por meio do cálculo da mediana da duração dos projetos da base, sendo em

seguida atribuído valores: Alto – maior ou igual à mediana ou Baixo – menor ou igual à mediana. A lista de projetos, valores da mediana e conteúdo das variáveis constam no Apêndice C.

- Inovação – independente – indicação de projetos inovadores (S) ou não inovadores (N). Os novos sistemas, aplicações e tecnologias que visam atender aos objetivos estratégicos da organização são classificados como inovadores. Projetos que tratam da manutenção dos sistemas atuais sem o uso de novas tecnologias ou aquelas que são de conhecimento da organização são denominados não inovadores. Essa variável foi definida como uma variável binária com valor N para projeto não inovador e S para projeto inovador. Maiores detalhes relativos à classificação dos projetos segundo esses valores constam no Apêndice C.
- Estratégicos – independente – indica se os projetos são estratégicos (S), ou seja, visam atender aos objetivos de negócio da organização através do lançamento de novos produtos e serviços, aumento de participação do mercado, melhora da imagem da organização ou dos níveis de satisfação dos clientes. Os projetos não estratégicos (N), por sua vez, correspondem a dois tipos de projeto: (1) Regulatórios, que tem como objetivo atender à legislação vigente e outras demandas realizadas por órgãos governamentais, e (2) Operacionais, cuja função é proporcionar maior eficiência ou reduzir os custos da execução dos processos da organização.

3.2 HIPÓTESES

Em estudo realizado por Yim, Casteneda, Doolen, Tumer e Malak (2014) avaliou-se a relação entre o tipo do projeto e a frequência dos indicadores de riscos que podem impactar os objetivos destas iniciativas. Os projetos foram classificados como estratégicos, operacionais ou regulatórios e, a partir de análise quantitativa, verificou-se que o tipo do projeto tem relação tanto com a frequência quanto com os indicadores de risco. Dessa forma, projetos estratégicos devem refletir níveis de riscos mais altos. Com base na discussão aqui apresentada, a seguinte hipótese é proposta:

H1 – O tipo do projeto Estratégico (Não Estratégico) está relacionado a um maior (menor) nível de risco do projeto.

Projetos inovadores em que há o uso de tecnologias desconhecidas pela empresa ou novas tecnologias aumentam o risco do projeto na dimensão de complexidade (Wallace, Keil, & Rai, 2004). Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014) identificam variáveis para o cálculo do nível de risco do projeto e destacam que há diferenças de severidade com relação ao nível de inovação do projeto. Os projetos que entregam novos produtos são classificados com severidade do risco alta e para as melhorias nos produtos atuais é atribuída a severidade baixa. O modelo diamante estabelece que quanto maior o grau de novidade do projeto, maior é o nível de risco (Shenhar & Dvir, 2007). Com base na discussão aqui apresentada, a seguinte hipótese é proposta:

H2 – A inovação (não inovação) do projeto está relacionada com o aumento (diminuição) do nível de risco do projeto.

O nível de exposição aos riscos do projeto compostos pelas dimensões de requisitos, planejamento, usuários e time são impactados pela duração do projeto. Os projetos de duração longa têm um nível de risco mais alto do que os projetos de curta duração (Huang & Han, 2008). Os riscos têm severidade mais alta para projetos mais longos (Reed & Knight, 2013). Desta forma, propõe-se a seguinte hipótese:

H3 – Quanto maior (menor) a duração do projeto maior (menor) é o nível de risco do projeto.

Para endereçar as incertezas no atingimento dos custos planejados são adicionadas reservas de contingência ao orçamento do projeto (Touran, 2003). Para isso, quando da definição do orçamento do mesmo, recomenda-se que se considerem os riscos para o cálculo das estimativas de custos (Babar, Thaheem, & Ayub, 2016).

Os riscos influenciam o desempenho dos projetos (Bañuls et al., 2016) e estas variáveis estão correlacionadas (Bañuls, López-Vargas, Tejedor, Turoff, & Huerga, 2017). Carvalho e Rabechini (2015), em seu estudo para a avaliação do impacto da gestão dos riscos com o

desempenho dos projetos, ressaltam que o atendimento ao orçamento, ou seja, a conformidade dos custos reais com os planejados, é uma das dimensões de sucesso do projeto.

Quanto maior o nível de risco das atividades, maiores serão as consequências nos custos do projeto caso a decisão correta não seja tomada (Jannadi & Almishari, 2003). Os riscos tendem a provocar desvios de custos e por este motivo se definem as reservas de contingência (Xie et al., 2011). A estimativa de custos é fundamentada na relação entre os riscos, o cronograma e os custos. A definição do orçamento, desta forma, é obtida pela verificação dos riscos, da análise da linha de base de custos e da reserva de contingência (Narbaev & De Marco, 2017). Os riscos impactam os custos do projeto (Touran, 2015), por isso são definidas reservas de contingência que estão associadas ao nível de exposição do projeto aos riscos (SEI, 2010). Com base na discussão aqui apresentada a seguinte hipótese é proposta:

H4 – Quanto maior (menor) o nível do risco do projeto maior (menor) é o desvio orçamentário.

Na *Figura 14* estão consolidadas as hipóteses a serem validadas neste estudo, assim como a teoria usada para fornecer embasamento para essas definições.

Hipótese	Descrição	Fontes Bibliográficas
H1	<i>O tipo do projeto Estratégico (Não Estratégico) está relacionado a um maior (menor) nível de risco do projeto.</i>	Yetton, Martin, Sharma e Johnston (2000)
H2:	<i>A inovação (não inovação) do projeto está relacionada com o aumento (diminuição) do nível de risco do projeto.</i>	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014) Wallace Keil e Rai (2004)
H3	<i>Quanto maior (menor) a duração do projeto maior (menor) é o nível de risco do projeto.</i>	Huang e Han (2008) Shenhar e Dvir (2007) Reed e Knight (2013)
H4	<i>Quanto maior (menor) o nível do risco do projeto maior (menor) é o desvio orçamentário.</i>	Bañuls et al. (2016) Bañuls, López-Vargas, Tejedor, Turoff e Huerga (2017) Carvalho e Rabechini (2015)

		Jannadi e Almishari (2003)
		Xie et al. (2011)

Figura 14 - Mapeamento das hipóteses x fontes bibliográficas

Fonte: Autor

3.3 MODELO CONCEITUAL

As relações entre as variáveis usadas para a validação das hipóteses definidas no item 3.1 constam na *Figura 15*. As setas não representam causalidade, apenas a ligação para fins de teste de correlações.

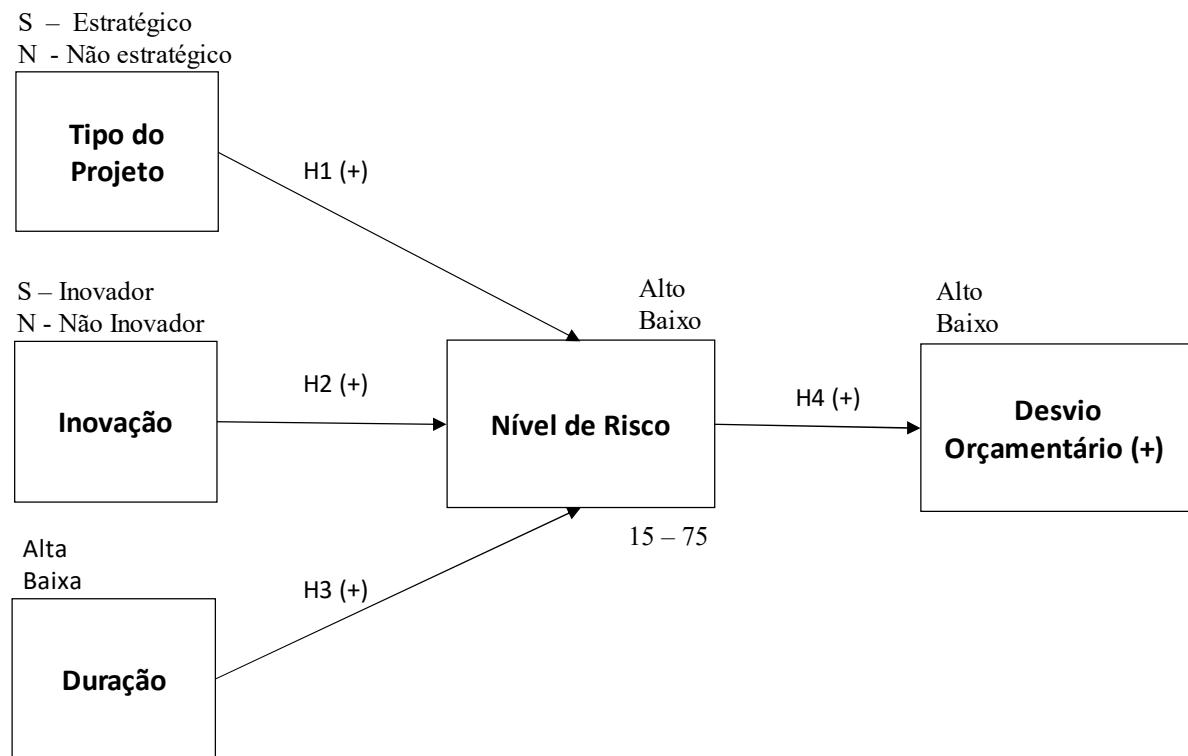


Figura 15 – Modelo conceitual

Fonte: Autor

4 MÉTODO E TÉCNICAS DE PESQUISA

O objetivo deste capítulo é descrever o método usado no estudo e apresentar as justificativas para esta escolha. Desta forma, serão definidos os passos necessários para a execução das atividades que endereçarão as questões de pesquisa assim como o embasamento teórico para as técnicas aplicadas.

Recomenda-se que a seção de método contemple a descrição da amostra, os instrumentos usados, as variáveis e os procedimentos de análise de dados (Ferreira, 2014). Deve-se considerar a descrição do método usado e as fontes dos métodos secundários. Creswell (2010) destaca que a sequência de passos de um estudo com concepção pós-positivista envolve a abordagem teórica, a coleta de dados e as revisões dos mesmos.

Bunge (1980) sugere que o método científico deva atender às etapas de identificação do problema, além de explicar o problema com o uso de termos matemáticos, buscar a teoria que menciona a respeito do problema identificado, verificar alternativas para a solução do problema identificado com a teoria existente, definir as hipóteses, obter a solução do problema com instrumentos conceituais e empíricos, efetuar o exame das consequências que possam ter para as teorias estudadas, comprovar a solução e corrigir as hipóteses.

A estrutura para o tipo de estudo quantitativo tem uma organização fixa composta pela introdução, a literatura e teoria, os métodos, os resultados e a discussão (Creswell, 2008). Na pesquisa quantitativa a literatura é coletada no início do estudo para que se expliquem os relacionamentos esperados que suportem as hipóteses, que são definidas posteriormente (Creswell, 2010).

Desde o início da pesquisa são incluídas as definições aceitas pela literatura e isso é feito de forma abrangente, sendo que a teoria não é desenvolvida, mas validada. Ao final, os testes de hipóteses são feitos e as análises são realizadas e confrontadas de forma dedutiva com a teoria (Creswell, 2010). A abordagem dedutiva ocorre pois o pesquisador, num primeiro momento, testa a teoria com base nas hipóteses definidas e, a partir destas teorias, define as variáveis, usa instrumento de medição das variáveis e, finalmente, obtém as pontuações fornecidas pelos instrumentos, com isso confirmando ou rejeitando as hipóteses.

Assim, estas foram as diretrizes usadas para a estruturação deste capítulo e estão representadas na *Figura 16*. O processo se inicia com a revisão da literatura, onde são selecionadas as publicações com maior relevância para o objeto de estudo desta dissertação. Em seguida, foi definido o modelo de variáveis e hipóteses, a delimitação da população e amostra, a coleta dos dados, o saneamento da base de dados, a execução do teste de normalidade

Kolmogorov-Smirnov e, posteriormente, a validação das hipóteses com o uso da técnica estatística Chi-quadrado e ferramenta R. Ao final, foi feita a análise dos resultados obtidos.

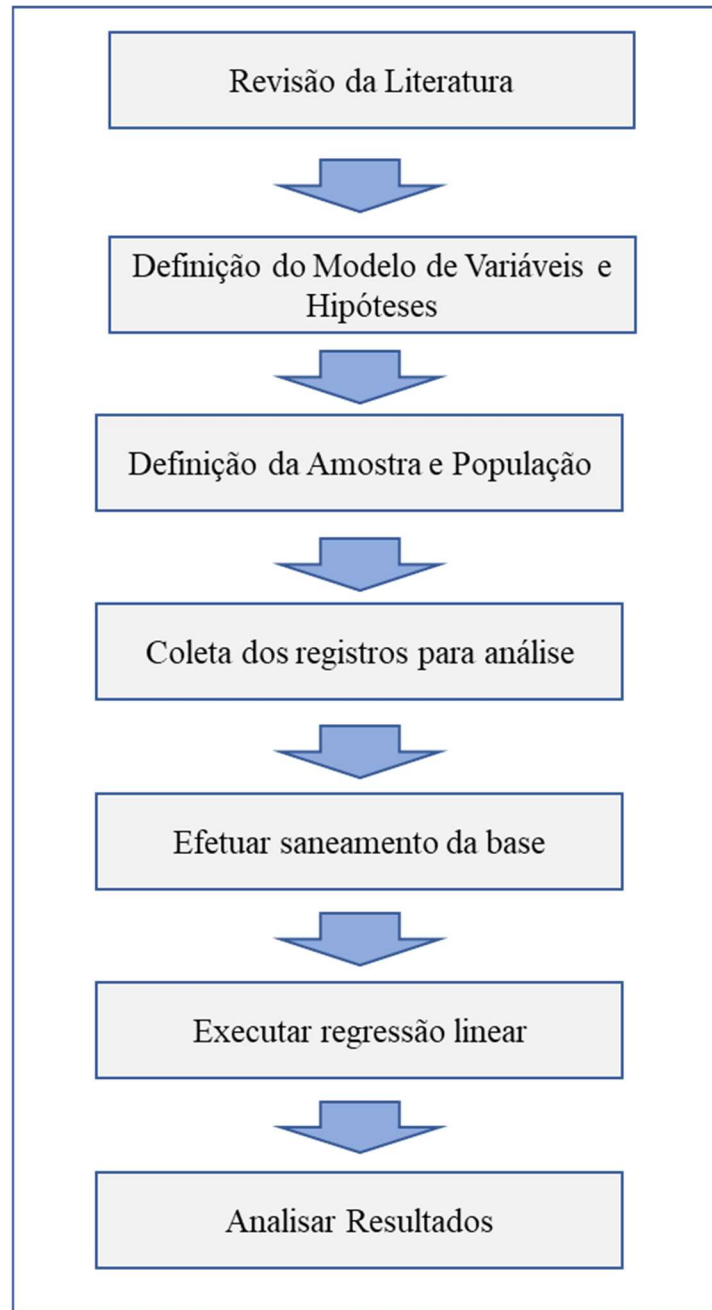


Figura 16 – Método de pesquisa

Fonte: Autor

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Este estudo está embasado na concepção pós-positivista pois, de acordo com Creswell (2010), esta filosofia tem como premissa que as causas possivelmente determinam os efeitos, sendo assim, identificam-se e avaliam-se as fontes que influenciam os resultados. Estão sendo considerados os riscos como possíveis causas dos desvios de custos nos projetos, sendo assim, a concepção pós-positivista foi selecionada por se entender que é a mais adequada.

O paradigma é um conjunto de crenças dos cientistas que influenciam na decisão do que será estudado em uma disciplina, como a pesquisa será feita e como os resultados serão interpretados. O paradigma quantitativo prioriza a medição e análise de dados que foram coletados (Bryman, 2003). Desta forma, a pesquisa quantitativa permite que se testem as teorias por meio da análise das relações entre as variáveis, e isso ocorre com o uso de procedimentos estatísticos realizados sobre dados empíricos coletados para corroborar ou refutar as hipóteses. Quando se pretende, entre outros, entender os preditores de resultados, a abordagem quantitativa é a mais indicada (Creswell, 2010).

A estrutura epistemológica para o paradigma quantitativo é caracterizada pelo positivismo, onde se considera que os fenômenos somente podem ser confirmados através da compreensão dos mesmos e que, para isso, se definem hipóteses que serão testadas e que permitirão a explicação da teoria que se está avaliando. O enfoque do positivismo é também priorizar a medição, a generalização e a replicação do método usado (Jupp, 2006).

Os positivistas interpretam a teoria científica como sendo um suporte para que se faça uma pesquisa empírica e para que as hipóteses sejam identificadas e testadas neste contexto pelos cientistas. Conclui-se, desta forma, que a ciência é considerada dedutiva quando se extraem proposições do mundo real (Bryman, 2003).

De acordo com o método dedutivo de testes, as hipóteses somente podem ser verificadas empiricamente (Popper, 2005) e o resultado obtido poderá ser correto ou incorreto (Marconi & Lakatos, 2010). No método hipotético-dedutivo trabalha-se para que haja a evolução da teoria e que se tenha previsibilidade por meio dos testes de viabilidade das hipóteses. No método hipotético-dedutivo as hipóteses são essenciais para generalizar os resultados dos testes empíricos (Jupp, 2006), ademais, os dados empíricos são necessários para que o estudo seja considerado científico (Bunge, 1980).

Trabalha-se no método hipotético-dedutivo para que haja a evolução da teoria. Para isso, a previsibilidade é entendida por meio dos testes das hipóteses (Jupp, 2006), o que é feito com o suporte de procedimentos estatísticos (Popper, 2005), assim, obtendo-se a explicação do

fenômeno (Jupp, 2006). Tratando-se de hipóteses rejeitadas, a teoria precisa ser revista (Bryman, 2003).

O conceito de causalidade define que os sentimentos do ser humano são produtos de vários fatores que os influenciam, e o determinismo faz parte desta teoria (Jupp, 2006), ou seja, o determinismo reduz a causalidade a um grupo de fatores que influencia diretamente nos resultados destas ações (Lewis-Beck, Bryman, & Liao, 2003). No determinismo inerente ao método quantitativo considera-se que a avaliação das variáveis é fundamental para se responder às questões e se validar as hipóteses (Creswell, 2010).

Considerando-se o princípio reducionista do pós-positivismo, a teoria será resumida a um conjunto de variáveis e hipóteses que serão testadas e interpretadas via procedimentos estatísticos (Creswell, 2010). No que tange às características reducionistas deste estudo, ressalta-se que um conjunto restrito de ideias serão validadas através de testes de hipóteses alinhadas à questão de pesquisa (Creswell, 2010).

Uma vez que se pretenda por meio deste estudo examinar a relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários de projetos de desenvolvimento de *software*, e estes construtos, isto é, a duração, o tipo do projeto, a inovação, o nível de risco e os desvios orçamentários podem ser definidos na forma de variáveis, entende-se que, pelas características da pesquisa quantitativa aqui citadas, este é o método mais indicado para este estudo. Ademais, dado que a questão de pesquisa trata da compreensão da relação entre os riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*, e isto envolve variáveis com relação de causa e efeito, entende-se que este é outro motivo para que se escolha o método quantitativo e que se atenda a referida questão de pesquisa.

4.2 UNIDADE DE ANÁLISE

Consideram-se os projetos concluídos como sendo a unidade de análise deste estudo.

4.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS

O projeto de levantamento permite que se façam afirmações com relação a determinada população (Creswell, 2010), sendo possível, desta forma, fazer generalizações a partir de amostra de indivíduos desta população (Babbie, 1990). Optou-se pela coleta de dados por levantamento pois, além de ser um processo relativamente rápido para a coleta de dados

(Babbie, 1990; Fowler, 2002), a alternativa de uso de dados empíricos de projetos de uma organização permite que se tenha confiabilidade nas informações usadas para a análise. Entende-se que para a questão de pesquisa definida neste estudo, esta forma de coleta de dados, por meio de base secundária, tem maior precisão por se tratar de informações obtidas de bases de projetos com informações conciliadas com outros controles internos da organização, dentre os quais é possível citar os controles financeiros e contábeis.

A coleta dos dados ocorreu através da extração de informações de projetos de desenvolvimento de *software* de empresa multinacional do setor financeiro. Esta base de dados secundários corresponde aos projetos concluídos no período de 01-agosto-2012 a 31-outubro-2018 e que, portanto, corresponde a um período de 6 anos e 2 meses. Devido a questões de confidencialidade, tanto o nome da empresa quanto a descrição dos projetos foram ocultados. No que se refere aos valores financeiros do controle orçamentários, estes foram alterados por meio da aplicação de índice, sem que isso impactasse a análise ou os resultados apresentados nesta dissertação.

As informações se encontram distribuídas em fontes de dados diversas com informações de controle do orçamento em projetos, sendo, portanto, necessário coletar as informações de documentação de projetos, efetuar a conciliação com outras fontes de dados para garantir que os valores sejam confiáveis e, finalmente, incluir os projetos na base secundária. Foi feito um corte transversal, o que significa que foram coletados os dados em um momento do tempo (Creswell, 2010). A linha de base escolhida se refere ao dia 31-Out-2018 e houve a coleta de um único registro por projeto na referida data. Não foram coletadas informações de diferentes momentos de um mesmo projeto.

4.3.1 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE ANALISADO

A seguir é descrito como o controle e registro das informações dos projetos são feitos na empresa analisada. Isso permite que se tenha maior clareza da forma como a fonte de dados foi transcrita e, se aplicável, transformada para o desenvolvimento da base de dados secundária de projetos.

Os projetos da organização seguem metodologia de gestão de projetos, sendo que a primeira fase é a de Concepção. Após a aprovação do projeto no comitê executivo essa fase é iniciada. Nesta etapa os envolvidos no projeto, dentre eles as áreas de negócio, de tecnologia e

o escritório de projetos, definem em conjunto o escopo preliminar e efetuam as estimativas de custos.

O Escritório de Projetos então entrevista os interessados do projeto e preenche um questionário para o cálculo do nível do risco do mesmo. Para maiores detalhes, vide apêndice B. Para cada questão são atribuídas notas de valor 1, 3 ou 5, sendo que os maiores valores significam maior severidade para o fator de risco no projeto. Como resultado tem-se um valor numérico que corresponde ao nível de exposição do projeto ao risco, sendo que esta nota varia de 15 a 75.

As características da solução, o nível de risco, os prazos e custos são apresentados ao patrocinador e ao comitê executivo e, se houver o aceite dos mesmos, tem-se a alocação do orçamento do projeto, incluindo as reservas de contingência. O cálculo da reserva é feito de forma subjetiva por meio de análise dos especialistas que aplicam valores adicionais de acordo com suas experiências em projetos similares. Sendo assim, tem-se o orçamento reservado para o projeto e o mesmo fica alocado única e exclusivamente para custear os investimentos e despesas da iniciativa.

O próximo passo é conduzir a fase de Planejamento, em que se faz o detalhamento do escopo do projeto e isso inclui a EAP, ou estrutura analítica do projeto, os requisitos funcionais, as especificações técnicas, o cronograma, os riscos e a análise de impacto nos processos de negócio da organização. Como consequência do trabalho de planejamento podem-se verificar ajustes no orçamento do projeto, seja para alocar recursos adicionais, ou se aplicável, para reduzir o volume de recursos financeiros orçados, podendo inclusive ser transferido para outras iniciativas da organização. Dentre os resultados desta fase tem-se a linha de base do orçamento. A partir da alocação do orçamento ocorrida na fase de concepção, inicia-se a apropriação dos custos, o que é feita por meio dos lançamentos das despesas e investimentos em sistemas corporativos.

Na fase de monitoramento e controle, o controle dos custos é feito através do documento de relatório de status, ou *status report*, e no ERP usado pela organização. O relatório de *status* é a ferramenta para a comunicação do comportamento do orçamento, inclusive dos desvios. O *status report* é usado como meio de divulgação do desempenho dos custos do projeto e é encaminhado semanalmente para o time do projeto e seus gestores. Ocorre também a apresentação do *status report* nas reuniões semanais de progresso do projeto e no comitê executivo. Tendo em vista que o relatório é apresentado e discutido exaustivamente com diferentes níveis hierárquicos da organização e comunicado de forma regular, entende-se que este traz informações com nível de confiabilidade de informações adequado.

Concluídas as entregas previstas para o projeto tem-se a fase de encerramento, etapa na qual são verificados se todos os lançamentos de despesas e investimentos foram lançados e aprovados. Confirmando-se que todos os pagamentos foram realizados, o projeto é concluído. É então feita a liberação dos recursos financeiros alocados no início do projeto e que não foram usados, com os valores excedentes retornando para as reservas financeiras da organização.

4.3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

O primeiro passo para o desenvolvimento da base de dados de projetos foi analisar a questão de pesquisa e o modelo de variáveis para que se identificassem os atributos necessários para atender ao objetivo deste estudo. Foi elaborado leiaute dos registros cujos dados foram coletados e, como resultado disso, obteve-se a estrutura representada no Apêndice A. Importante ressaltar que por questões de confidencialidade são mostrados somente os campos usados na validação das hipóteses.

Conforme pode ser observado, no referido leiaute constam as informações relativas à data de início e fim do projeto, a duração, o tipo do projeto (estratégico, regulatório ou operacional), se projeto é inovador, o nível de risco, a descrição do projeto e o percentual de desvio orçamentário. Na base original, além destas informações, constam também o orçamento original (ou inicial), o orçamento final e os valores gastos.

Iniciou-se a coleta de dados dos projetos referentes ao período de 2012 a 2018. O primeiro passo foi listar os projetos concluídos no período e buscar no repositório os respectivos relatórios de *status* dos projetos selecionados. As informações dos relatórios de *status* foram então digitadas na base secundária.

Devido a questões de maturidade da organização para os determinados projetos do período de 2012 a 2015, não foram encontrados os relatórios de *status*, sendo assim, outras fontes de dados foram consultadas. Verificou-se então as apresentações dos comitês executivos em que os projetos haviam sido discutidos, e essas informações foram então inseridas na base. Para casos específicos foi necessário obter informações do plano do projeto, apresentações de *Kick-off*, relatórios do gerenciamento do portfólio e extratos de lançamentos da área financeira da empresa.

Como resultado foram obtidos 145 projetos do período citado e, destes projetos, verificou-se que haviam casos em que as informações estavam inconsistentes com os relatórios da área financeira da organização e, em outros, as informações se encontravam incompletas.

Especificamente para o nível de risco, quando informação não existia para o projeto, optou-se por entrevistar os envolvidos na iniciativa, ou seja, o integrante do PMO, o Gerente de Projetos ou o Patrocinador, utilizando-se para isso o questionário para o cálculo do nível dos riscos (Apêndice B). Um total de 14 profissionais foram entrevistados.

O critério para a seleção da amostra foi usar somente os projetos concluídos, com isso desconsideraram-se os projetos ativos (não concluídos) e cancelados, assim como aqueles que não têm as informações necessárias para que se atribuam valores às variáveis definidas no modelo conceitual e, conseqüentemente, se faça a validação das hipóteses definidas neste estudo.

A fonte de maior confiabilidade no que tange os valores orçamentários dos projetos são os controles financeiros da organização. Para validar o conteúdo das informações orçamentárias da base, as informações de orçamento planejado e de custos efetivamente gastos foram validadas contra os respectivos controles, obtendo-se com isso maior confiabilidade das informações financeiras usadas neste estudo.

Os níveis de riscos não foram conferidos com outras bases devido ao fato da fonte ser única e, portanto, de difícil conciliação. Realizada a conferência, foi obtida uma base com 70 projetos (Apêndice C) e que foi usada nos testes de hipóteses. Nas seções a seguir são mostradas as estatísticas que visam explicar o conteúdo destas fontes de informações.

4.3.2.1 Participação dos projetos por tipo

A organização classifica os projetos em três tipos, que são: (1) estratégicos, (2) operacionais ou (3) regulatórios. Conforme pode ser verificado na *Figura 17*, em um total de 70 projetos, há a predominância de projetos estratégicos, que correspondem a 41 iniciativas (58%), em seguida têm-se os projetos regulatórios com 18 projetos (26%) e por final 11 projetos operacionais (16%). Verificam-se, portanto, que 58% dos projetos são estratégicos e o restante, representando 42% do total, não são estratégicos.

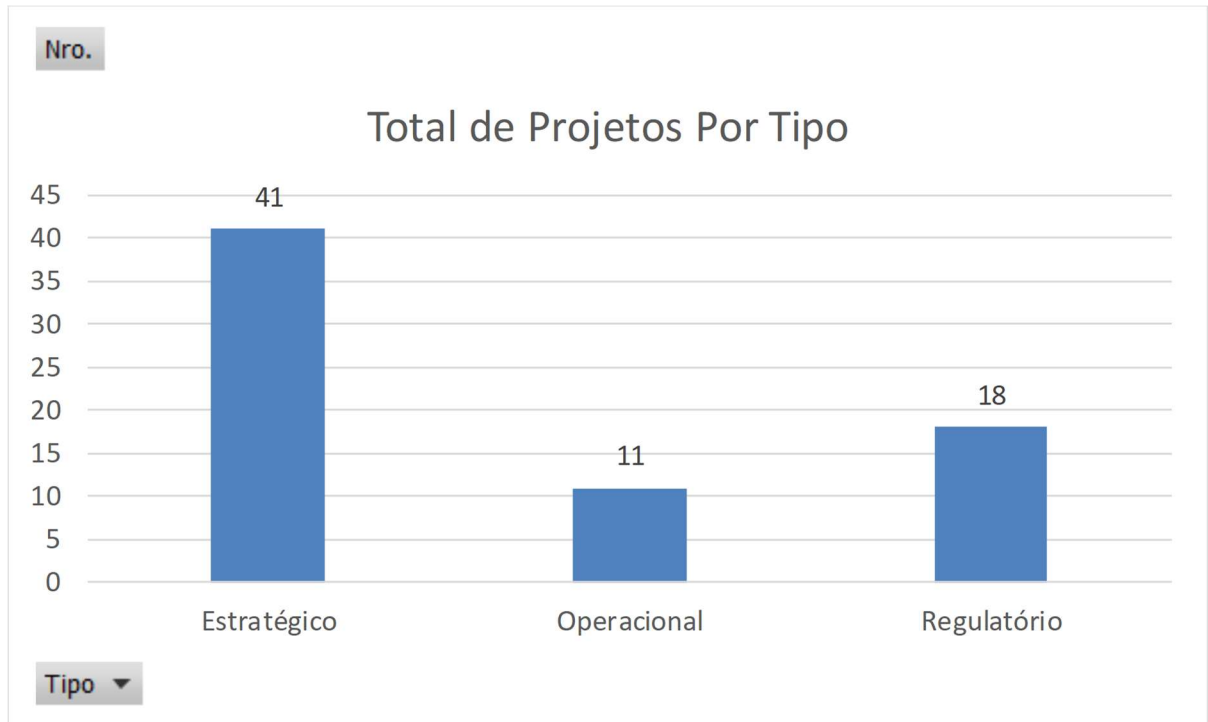


Figura 17 – Quantidade de projetos por tipo

Fonte: Autor

4.3.2.2 Participação dos projetos por duração

A *Figura 18* mostra a quantidade de projetos por duração. Verifica-se a predominância de projetos concluídos em até um ano a partir de seu início, somando 31 (44%); 18 tiveram duração entre 1 e 2 anos (26%); e 21 projetos acima de 2 anos (30%).

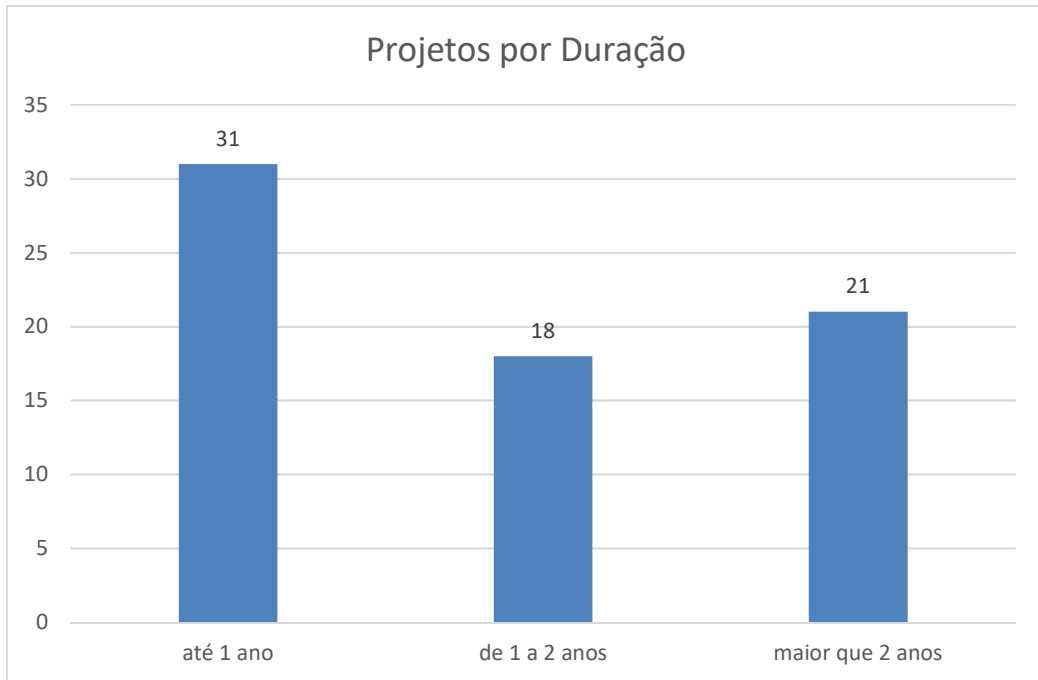


Figura 18 – Quantidade de projetos por duração

Fonte: Autor

4.3.2.3 Participação dos projetos por faixa orçamentária

A distribuição de projetos por faixa orçamentária é mostrada na *Figura 19*. Um total de 38 projetos tem orçamento de até R\$ 1.000.000 (54%), seguidos por 24 projetos com orçamento entre R\$ 1.000.000 e R\$ 5.000.000 (34%) e 8 projetos com orçamento acima de R\$ 5.000.000 (12%).

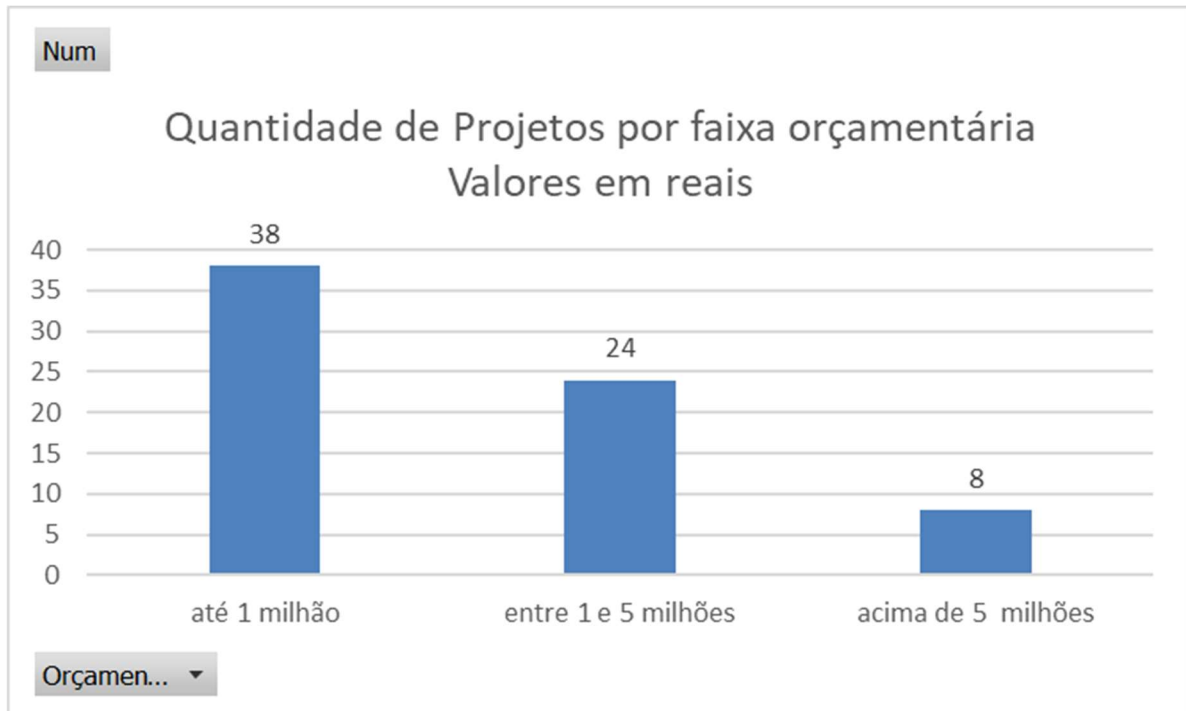


Figura 19 – Quantidade de projetos por faixa orçamentária

Fonte: Autor

4.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

A estatística descritiva envolve os procedimentos para organizar os dados coletados de uma amostra (Field, 2016) e para isso são feitos os cálculos das médias, dos desvios padrões e da variação de pontuações (Creswell, 2010). Neste estudo a análise descritiva iniciou-se com a aplicação do teste de normalidade da amostra e, considerando que a mesma tem número de registro maior do que 50, optou-se pelo teste Kolmogorov-Smirnov.

Tratando-se da validação de hipóteses, que é a verificação da relação entre as variáveis, entende-se que a técnica Chi-Quadrado é a mais apropriada. A razão desta escolha se deve ao fato dos testes de normalidade não terem se confirmado, verificando-se, portanto, que a distribuição de dados não é paramétrica.

A análise dos dados foi feita em ambiente de *software open-source* R. Optou-se por esta linguagem pelo fato de ser usada em diversas disciplinas da academia e indústrias, ademais, a ferramenta incorpora funcionalidades que endereçam variedade considerável de problemas. O ambiente de desenvolvimento *RStudio* proporciona maior produtividade (Verzani, 2011), por este motivo, essa ferramenta foi usada neste trabalho.

4.5 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

O resumo das características da pesquisa é apresentado na *Figura 20*.

Características da Pesquisa	
Concepção	Pós-positivista e determinística
Objetivo	Conclusivo
Tipo de Método	Hipotético-dedutivo
Característica	Reducionista
Método	Quantitativo
Unidade de Análise	Projetos Concluídos
Coleta de Dados	Levantamento Base de Dados Secundária <i>Ex-post-facto</i> Corte Transversal
Delimitação da Pesquisa	Projetos de desenvolvimento de <i>software</i> de uma organização
Análise de dados	Chi-Quadrado
Ferramenta	<i>RStudio</i>

Figura 20 – Características da pesquisa

Fonte - Autor

5 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir dos testes de hipóteses com o suporte da base de dados secundária de projetos.

5.1 TESTE DE NORMALIDADE

A primeira etapa realizada foi o teste de normalidade. Conforme citado anteriormente, devido à quantidade de registros ser maior do que 50, optou-se pelo uso do teste Kolmogorov-Smirnov. Foram testados os campos que fazem parte das variáveis do modelo conceitual, que são: (1) Tipo de Projeto, (2) Inovação, (3) Duração e (4) Nível de Risco e (5) Percentual de Desvio Orçamentário.

A *Tabela 2* mostra o resultado do teste de normalidade com o uso da técnica estatística Kolmogorov-Smirnov. Conforme pode ser observado, para os campos validados, em nenhum dos casos obteve-se valor de $p \geq 0,05$. Isso significa que em nenhum dos campos testados houve a confirmação da normalidade.

Campos da base	D	<i>p-value</i>	Distribuição Normal? ($p \geq 0,05$)
Tipo do Projeto	0.36502	2.2e-16	Não
Inovação	0.35053	2.2e-16	Não
Duração	0,11636	0,01844	Não
Nível de Risco	0.1173	0.01685	Não
Percentual de Desvio Orçamentário	0.10665	0.04402	Não

Tabela 2 – Teste de Normalidade dos campos da base de dados de projetos

Fonte - Autor

5.2 TESTE DE CORRELAÇÃO E VALIDAÇÕES DE HIPÓTESES

Para que os testes de correlações e validações de hipóteses fossem realizados foi necessário efetuar conversões de conteúdos de variáveis. O primeiro ajuste realizado foi o cálculo do valor absoluto do percentual de desvio orçamentário e a criação de campo específico com esse conteúdo da base, conforme pode ser verificado na base secundária de projetos (Apêndice C). Esta operação foi feita pois pretende-se, com esse estudo, examinar a relação entre os níveis de riscos e os desvios de custos em projetos de desenvolvimento de *software*, priorizando, com isso, a investigação da intensidade ou valor percentual do desvio orçamentário e considerando que tanto o desvio negativo quanto o desvio positivo tem relevância nesta análise. Conforme já descrito neste estudo, as sobras orçamentárias criam custos de oportunidade que impactam nos resultados financeiros da organização e a falta orçamentária requer alocar recursos de investimento que não haviam sido previstos anteriormente. Pode inclusive ocorrer a necessidade de transferência de recursos de outros projetos.

O segundo ajuste realizado foi a conversão das variáveis cuja distribuição normal não foi confirmada pelo teste Kolmogorov-Smirnov, ou seja, se tratam de dados não paramétricos. As variáveis quantitativas do modelo conceitual que se encontravam nesta situação foram transformadas em categóricas. Isso se aplicou, portanto, à Duração do Projeto, Nível de Risco e Percentual de Desvio Orçamentário.

Assim, para a conversão das variáveis quantitativas em qualitativas foi inserido um campo adicional na base de dados para cada variável correspondente. Como resultado foram criados os campos (1) Grau de Duração do Projeto, (2) Grau do Risco e (3) Grau Percentual de Desvio Orçamentário.

Optou-se pela categorização das variáveis como sendo de Nível Alto ou Baixo, sendo que para isso foi calculada a mediana da Duração, obtendo-se como resultado 1,24 anos; do Nível de Risco cujo valor foi 31; e finalmente, para o Nível de Desvio de Custos, sendo que o resultado foi 23,73%. Para os respectivos campos foram preenchidos como Baixo quando valores dos campos quantitativos estavam com valor inferior à mediana e Alto quando os valores eram maiores ou iguais à mediana.

No que se refere às demais variáveis, isto é, as qualitativas categóricas, houve o ajuste da categorização dos tipos de projetos, que podem ser: (1) estratégicos, (2) operacionais e (3)

regulatórios. Para estes casos foi criado um campo indicando Projeto Estratégico, em que se assinala S (Sim) para projetos Estratégicos ou N (Não) para projetos Operacionais ou Regulatórios. Não houve a criação de campo adicional para a variável Inovação, pois a mesma já é qualitativa categórica, sendo assim foi classificada como S (Sim) para projetos inovadores e N (Não) para projetos não inovadores. O resultado das conversões das variáveis pode ser observado na base secundária de projetos (Apêndice C).

Considerando-se que o teste Chi-quadrado de Pearson é adequado quando se tem validações de relações entre variáveis categóricas (Field, 2016), decidiu-se usar o referido modelo estatístico para a execução dos testes das hipóteses. A ferramenta R foi usada para suporte a essas atividades. Foram aplicados os testes das hipóteses representadas no modelo conceitual e os resultados são apresentados na Tabela 3. Os resultados são descritos de forma detalhada a seguir. Nota-se que H1, H2 e H3 tiveram resultado em que *p-value* é menor do que 0,05, no caso de H4 o resultado de *p-value* foi maior do que 0,05.

RESULTADO DOS TESTES DE VARIÁVEIS COM O USO DO CHI-QUADRADO						
Hipótese	Variável Independente	Variável Dependente	X-Squared	df	<i>p-value</i>	<i>p-value</i> < 0,05 ?
H1	Tipo do Projeto Estratégico?	Grau do Risco	6,3461	1	0,01176	Sim
H2	Inovação	Grau de Risco	15,047	1	0,0001049	Sim
H3	Grau de Duração	Grau de Risco	7,0058	1	0,008125	Sim
H4	Grau de Risco	Grau Módulo Desvio de Custos	4,6898	1	0,03034	Sim

Tabela 3 – Resultados dos testes de correlação com Chi-Quadrado

Fonte: Autor

A seguir são descritos os resultados da validação de cada hipótese baseando-se nos resultados obtidos pela técnica estatística Chi-Quadrado.

A hipótese H1 foi testada, sendo que foram obtidos $X-Squared=6,3461$ e $p-value=0,01176$. O valor do *p-value* é menor do que 0,05, verificando-se, portanto, que a hipótese foi confirmada, sendo assim, há relação entre o tipo do projeto estratégico e o aumento do nível de risco do projeto.

H1	<i>O tipo do projeto Estratégico (Não Estratégico) está relacionado a um maior (menor) nível de risco do projeto.</i>	Hipótese Confirmada
----	---	---------------------

Com relação à hipótese H2, foi aplicado o teste estatístico que resultou em $X\text{-Squared}=15,047$ e $p\text{-value}=0,0001049$. Dado que o valor $p\text{-value}$ é menor do que 0,05, pode-se concluir que a hipótese H2 foi confirmada, ou seja, há relação entre o tipo do projeto inovador e o nível de risco do projeto.

H2	<i>A inovação (não inovação) do projeto está relacionada com o aumento (diminuição) do nível de risco do projeto.</i>	Hipótese confirmada
----	---	---------------------

Na validação da hipótese H3 foi aplicado o teste estatístico que resultou em $X\text{-Squared}=7,0058$ e $p\text{-value}=0,008125$. Dado que o valor $p\text{-value}$ é menor do que 0,05, pode-se concluir que a hipótese H3 foi confirmada, sendo assim, a duração do projeto está associada ao aumento do nível de risco do projeto.

H3	<i>Quanto maior (menor) a duração do projeto maior (menor) é o nível de risco do projeto.</i>	Hipótese confirmada
----	---	---------------------

Os resultados obtidos na validação da hipótese H4 foram o $X\text{-Squared}=4,6898$ e $p\text{-value}=0,03034$. O valor do $p\text{-value}$ é menor do que 0,05, verificando-se, portanto, que a hipótese foi confirmada, isto é, há relação entre o nível do risco e o desvio orçamentário do projeto.

H4	<i>Quanto maior (menor) o nível do risco do projeto maior (menor) é o desvio orçamentário.</i>	Hipótese confirmada
----	--	---------------------

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste estudo foi examinada a relação entre os riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*. Neste sentido, as variáveis duração, inovação e tipo do projeto foram analisadas em função do seu reflexo no nível de exposição ao risco. Em seguida, analisou-se a variável nível de risco e o impacto no desvio orçamentário. Como resultado constatou-se que o tipo do projeto, a inovação e a duração têm relação com o nível de risco do projeto e o nível de risco, por sua vez, tem relação com os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*.

No que se refere à hipótese H1, a confirmação de que o tipo de projeto tem relação com o nível de risco corrobora com Yim, Castaneda, Doolen, Tumer e Malak (2015). Os autores concluem, através da análise de um grupo de projetos, que há diferenças na frequência e nos eventos de risco de acordo o tipo de projeto. Para isso, foram analisados os tipos de projetos estratégicos, regulatórios e operacionais e isso coincide com a classificação dos projetos da base secundária analisada.

Tratando-se hipótese H1, pode-se também mencionar Yetton, Martin, Sharma e Johnston (2000). Os autores destacam que projetos estratégicos têm maior suporte dos níveis executivos das organizações e, além disso, têm como principal prioridade o atendimento dos prazos, sendo assim, menor importância é atribuída ao orçamento.

O gráfico representado na *Figura 21* mostra a distribuição dos projetos para os eixos de Nível de Risco e Duração. O cruzamento dos eixos ocorre nas medianas de cada uma das dimensões estudadas. Nota-se que para a empresa avaliada, a maior parte dos projetos se encontra nos grupos de nível risco alto com duração alta (valores maiores ou iguais à mediana) e nível de risco baixo com risco baixo (valores menores ou iguais à mediana).

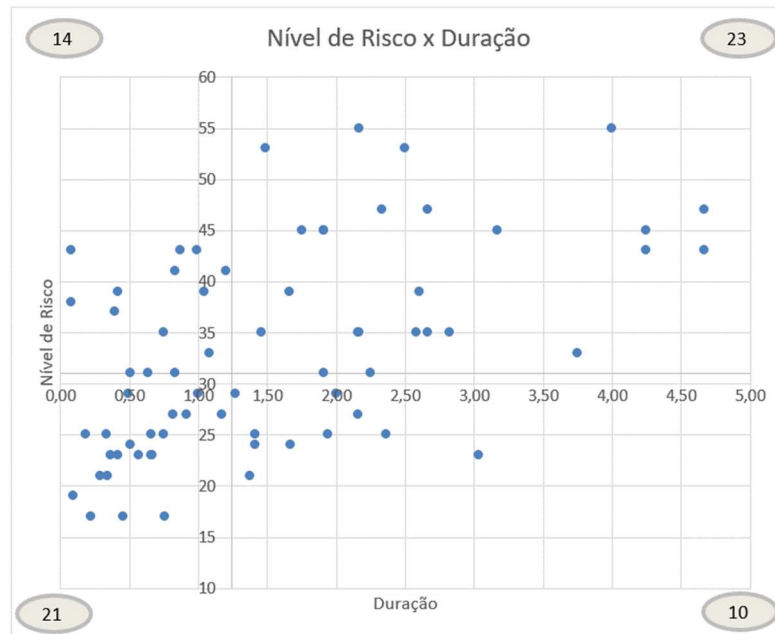


Figura 21 – Nível de Risco x Duração

Fonte: Autor

A hipótese H2 foi confirmada e verificou-se que há relação entre os projetos inovadores e o aumento do nível do risco. Essa conclusão está em acordo com o que foi mencionado por Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014), Wallace, Keil e Rai (2004), Neves, da Silva, Salomon, da Silva e Sotomonte (2014), Shenhar e Dvir (2007) e SEI (2010).

Na *Figura 22* foram quantificados os projetos segundo as dimensões inovação e nível de risco. Verifica-se que a maior parte dos projetos da base são inovadores e a organização atribuiu o nível de risco alto para estes projetos; aos não inovadores definiu-se o nível de risco baixo. Este mapeamento reflete o que são os resultados obtidos na validação da hipótese H2.



Figura 22 – Projetos Inovadores x Nível de Risco

Fonte: Autor

A duração do projeto tem influência positiva no nível de risco, e esta confirmação foi obtida por meio do teste da hipótese H3 e coincide com o que é descrito por Huang e Han (2008) e Shenhar e Dvir (2007). Reed e Knight (2013) ressaltam que os riscos têm severidade mais alta para projetos mais longos. O reflexo da duração no nível de risco pode ser observado pela afirmação de que duração é um fator de complexidade (Touran & Liu, 2015) e que no modelo diamante de Shenhar (2007) a complexidade é um fator de risco, verificando-se que este embasamento teórico está em acordo com a confirmação da hipótese H3.

Avaliando-se o conteúdo da base conforme mostra *Figura 23* verifica-se a predominância de projetos com duração alta, ou seja, 23, e com avaliação de nível de risco alto. Em seguida, têm-se 21 projetos com duração baixa e nível de risco baixo. O conteúdo apresentado no referido gráfico reflete os testes realizados para H3.

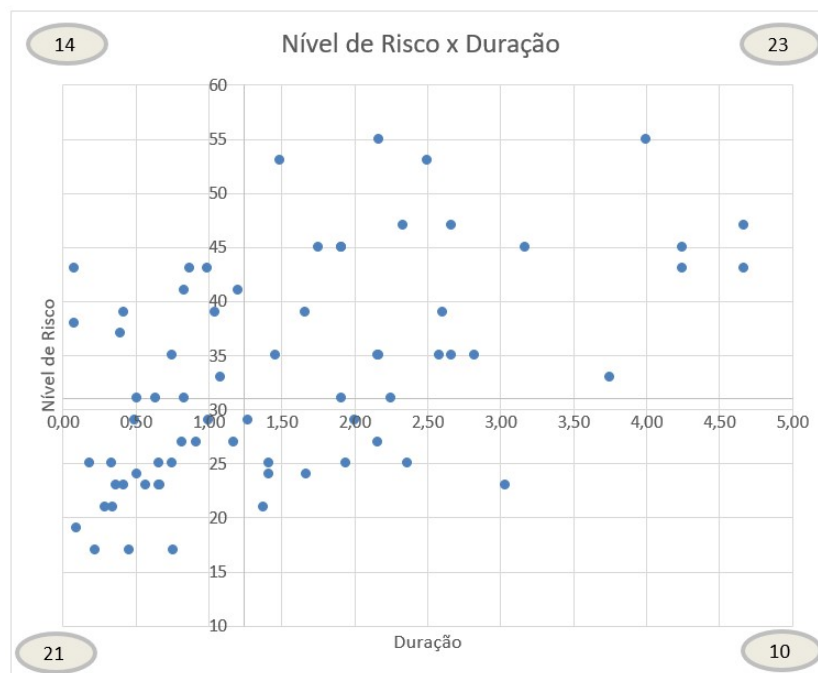


Figura 23 – Nível de Risco x Duração
Fonte: Autor

A hipótese para a validação de H4, a relação entre os níveis de risco com o desvio orçamentário foi confirmada. Este resultado está em linha com o que foi destacado por Bañuls et al. (2016), Bañuls, López-Vargas, Tejedor, Turoff e Huerga (2017), Carvalho e Rabechini (2015), Jannadi e Almishari (2003) e Xie et al. (2011).

. Para a elaboração do orçamento do projeto são consideradas as estimativas de custos e as reservas de contingência para endereçar os riscos do projeto (Carvalho & Rabechini, 2017), e entende-se que a adição da reserva de contingência proporciona uma redução no desvio orçamentário (Touran, 2003; Touran & Liu, 2015; Jannadi & Almishari, 2003). O aumento do nível de risco, por sua vez, requer o aumento da reserva de contingência (Touran, 2003; Babar, Thaheem, & Ayub, 2016; Narbaev & De Marco, 2017; Boehm;1991) sendo que quando se definem as reservas de contingência acima do que é necessário, são criadas sobras orçamentárias e, conseqüentemente, custos de oportunidade (Chou, 2010).

Conforme pode-se observar, a influência dos riscos nos desvios orçamentários é amplamente mencionada na literatura. A confirmação da hipótese H4 mostra que a organização avalia os riscos, entretanto verifica-se que os desvios orçamentários permanecem, e isso ocorre pois os riscos não estão sendo usados nas estimativas de custos.

A Figura 24 mostra a distribuição dos projetos da base obedecendo aos eixos de % de desvio orçamentário na horizontal e nível de risco na vertical, sendo que os eixos se cruzam na

mediana destas duas dimensões. Pode-se verificar que a maior parte dos projetos que tem desvio orçamentário alto correspondem a nível de risco alto, verificando-se 24 projetos nesta situação. Quanto aos projetos de desvio orçamentário baixo, estes foram classificados no início do projeto com nível de risco baixo e representam o segundo maior grupo demonstrado no gráfico da *Figura 24*.

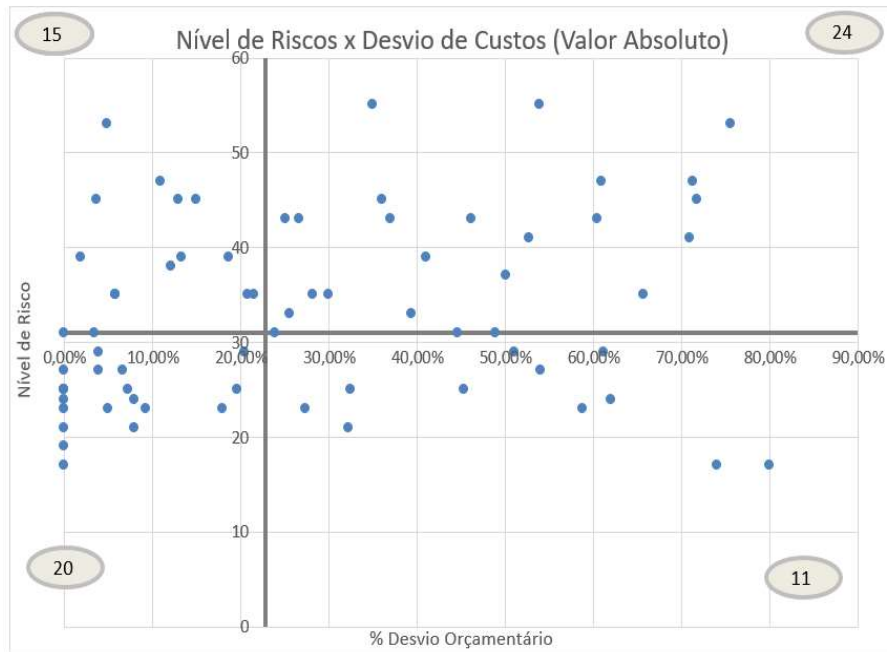


Figura 24 – Nível de Riscos x Desvio de Custos – Valor Absoluto
Fonte: Autor

Entende-se que a organização analisada está fazendo a avaliação dos riscos do projeto e que é consolidada na forma de nível de exposição ao risco. Verifica-se que a duração, o tipo de projeto e a característica inovadora são considerados na avaliação do risco. Há, entretanto, quantidade considerável de projetos com desvio orçamentário alto, o que ocorre pelo fato da reserva de contingência dos projetos não ser calculada considerando os riscos do projeto.

6.1 DIAGRAMA DE RESULTADOS

Os diagramas mostrados na *Figura 25* mostram de forma gráfica os argumentos que podem ser construídos com base nos resultados dos testes de hipóteses. Ainda que as hipóteses tenham sido testadas com o nível de cada variável, seus resultados permitem inferir que pode existir, ainda que em alguma parte, uma relação positiva entre as variáveis, mesmo considerando o grau das referidas variáveis. Desta forma, as inferências que se fazem aqui são: i) quando o tempo de duração do projeto aumenta, aumenta também o grau de risco do projeto, ii) quando o grau de inovação do projeto aumenta, aumenta também o grau de risco do projeto e, iii) quando o grau estratégico do projeto aumenta, aumenta também o grau de risco do projeto. Obviamente estas hipóteses não foram testadas neste trabalho e não serão discutidas, no entanto, parece haver evidências de que uma vez que seja possível definir instrumentos para mensurar o grau de Inovação e de Estratégia dos projetos, seria possível esperar tais relações positivas.

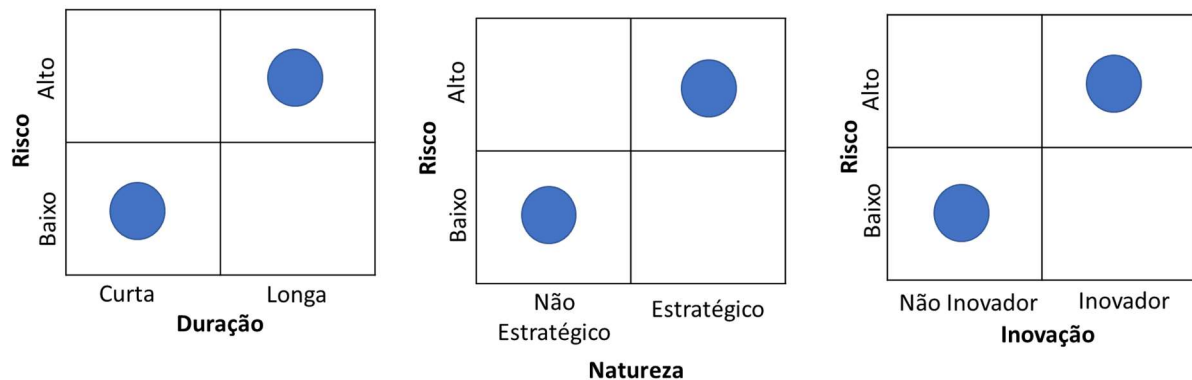


Figura 25 – Influência da Duração, Inovação e Natureza nos Níveis de Risco

Fonte: Autor

7 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões, recomendações, contribuições para a teoria e prática, limitações da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste estudo foi examinar a relação entre os graus de riscos e os desvios orçamentários em projetos de desenvolvimento de *software*. Devido à natureza não paramétrica dos dados, providenciou-se medir quantitativamente a relação do nível de risco, o tempo de duração, inovação, nível estratégico e o desvio orçamentário de projetos, para depois inferir sobre os efeitos no próprio grau de risco dos projetos analisados. Para que isso fosse atingido, foi construída uma base de dados com 70 projetos concluídos para viabilizar os testes de hipóteses usando a análise estatística Chi-quadrado.

Foram analisadas a influência da duração, do tipo de projeto e de projetos inovadores no nível de exposição ao risco do projeto, verificando-se que estes fatores influenciam no nível de risco. Verificou-se pelo resultado da validação de hipóteses H1, H2 e H3 que a empresa usa esses parâmetros (duração, tipo de projeto e projetos inovadores) para medir o nível de exposição ao risco do projeto. Constatou-se também que a organização por meio de fatores individuais de risco obteve êxito na medição dos riscos no início do projeto.

Por outro lado, o resultado do teste da hipótese H4 mostrou que há relação entre o nível de risco e o percentual de desvio orçamentário dos projetos, havendo, entretanto, desvios significativos no grupo de projetos analisados, tanto positivos quanto negativos. Avaliando-se o conteúdo da base de dados de projetos verificou-se que níveis de risco altos possuem tendência a maiores desvios orçamentários e para níveis de risco baixos ocorreu com frequência a situação de desvios baixos. Isso indica que a organização analisa os riscos, porém não os considera para o cálculo da reserva de contingência.

A validação de H4 foi feita com o uso dos valores absolutos dos desvios orçamentários, sendo assim, os percentuais de desvios mais altos, por exemplo, podem ser tanto relacionados às sobras quanto faltas orçamentárias. Isso indica que o cálculo das reservas de contingência é feito de forma aleatória, sem o uso de critérios padronizados. Isso corrobora com a literatura

em que se informa que o cálculo da reserva de contingência é feito muitas vezes com percentuais fixos, inclusive de forma intuitiva.

Considerando-se que a literatura avaliada recomenda o uso dos riscos para o cálculo da reserva de contingência, entende-se que se a organização usar estes critérios quando da estimativa de custos, ou seja, avaliar os riscos e a partir disso definir a reserva de contingência, contribuirá para a redução dos desvios orçamentários de seus projetos.

7.2 CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA

Segundo o *Standish Group*, 59% dos projetos excedem os custos planejados (Manifesto, 2013), e observando sob a ótica do orçamento excedente aos custos reais do projeto, verificam-se recursos financeiros alocados em projetos sem que sejam usados, impedindo que os mesmos sejam aplicados em outros projetos relevantes da organização (Chou, 2010).

Houve a confirmação de que fatores de riscos permitem que se calcule o nível de exposição ao risco do projeto e com isso se definam as reservas de contingência. Isso foi obtido pelo teste de hipóteses e foi suportado pela literatura. Sendo assim, entende-se que as organizações podem usar a técnica de medição de nível de risco sugerida neste estudo para o cálculo da reserva de contingência. Isso contribui para que se reduzam os desvios orçamentários nos projetos de desenvolvimento de *software*.

Do ponto de vista gerencial, o cálculo adequado da reserva de contingência, ou seja, suficiente para que não haja sobras orçamentárias ou ocorra a falta de orçamento, contribui para a melhor gestão dos recursos financeiros da organização. O orçamento acima do necessário para o projeto pode criar custos de oportunidade em que a organização mantém recursos bloqueados para uma iniciativa e impede que outros projetos relevantes sejam conduzidos. O orçamento abaixo do necessário, por sua vez, pode fazer com que projetos sejam paralisados por falta de recursos financeiros ou demandem a realocação de capital previsto para outras iniciativas.

7.3 CONTRIBUIÇÕES PARA A TEORIA

A partir dos resultados obtidos nesta dissertação, verifica-se que os fatores de risco de inovação, duração e tipo do projeto tem relação com o nível de risco do projeto. Pode-se afirmar que a organização objeto deste estudo avalia seus projetos no sentido de diferenciá-los de acordo com o nível de risco dos mesmos. Houve também a confirmação da relação entre os níveis de riscos e os desvios orçamentários dos projetos.

Como resultado verificam-se desvios orçamentários tanto positivos, onde ocorre o excesso de orçamento alocado ao projeto e que estabelecem custos de oportunidade para a organização (Chou, 2010), quanto negativos, que sinaliza o uso total dos recursos financeiros antes do término do projeto. Tratando-se do desvio negativo, é necessário alocar recursos financeiros adicionais, recursos estes que podem não estar disponíveis no momento desejado ou transferir recursos de outros investimentos, impactando projetos prioritários da organização.

A empresa em questão usa o nível de risco como critério de priorização de projetos. Um ponto a ser destacado é que, se a reserva não é calculada corretamente, é possível aprovar um projeto com reservas insuficientes para o atendimento aos custos dos riscos, ou seja, o projeto é viável quando de sua aprovação, mas na realidade pode não ter o retorno esperado devido aos desvios orçamentários. No lado oposto, é possível ter projetos com reservas de contingência acima do que é necessário e com isso reduzir sua expectativa de custo-benefício ou torná-lo inviável, não sendo, portanto, aprovado para início. Chou (2010) ressalta que o cálculo correto das contingências é fundamental para que haja a correta tomada de decisão dos projetos que serão atendidos no próximo ano fiscal.

Na literatura há consenso no que se refere à relação entre o nível de risco e o desvio orçamentário nos projetos (Bañuls et al., 2016; Bañuls et al., 2017; Carvalho & Rabechini, 2015; Jannadi & Almishari, 2003; Xie et al., 2011) e, conseqüentemente, da necessidade de se considerar as reservas de contingência para endereçar os riscos do projeto (Narbaev & De Marco, 2017; Carvalho & Rabechini, 2017; PMI, 2016; PMI, 2017; Bakhshi & Touran, 2014; Uzzafer, 2013; Babar & Ayub, 2016; SEI, 2010; Touran & Liu, 2015; Bakhshi & Touran, 2015; Karlsen & Lereim, 2005). Ocorre que a atribuição da reserva de contingência, de acordo com trabalhos identificados na literatura, não é feita na maior parte dos casos por meio da mensuração dos riscos, mas pela atribuição de percentuais ou valores fixos e sem a apresentação de uma justificativa plausível.

Há estimativas de desvios nas fases iniciais do projeto entre -25% e +75% (PMI, 2016), variação prevista entre 10% e 20% dos custos quando da conclusão do projeto (Narbaev & De

Marco, 2014), recomendação de reservas de contingência na ordem de 10% ou 20% (Miranda & Abran, 2008) ou 10% a 30% dos custos planejados (Khamooshi & Cioffi, 2009) e por fim, fatores de ajustes de estimativas entre -35% e +35% dos pontos de função calculados para o desenvolvimento de *software* (Kang & Lee, 2018). Meredith e Mantel (2009) destacam que o método mais comum para estimar as reservas de contingência é incluir 5% a 10% adicionais ao orçamento do projeto e que não há explicação para tais percentuais.

Os riscos são o principal motivo dos desvios orçamentários. A reserva de contingência, por sua vez, é calculada predominantemente de forma intuitiva e sobretudo pela experiência dos gerentes de projeto (Karlsen & Lereim, 2005). Os cálculos determinísticos por percentuais fixos ou julgamento de especialistas são as formas mais comuns para o cálculo das reservas de contingência, além disso, não incluem a avaliação dos riscos. O método de julgamento de especialistas não proporciona uma estimativa com nível de confiabilidade adequado (Touran & Bakshi, 2014).

No estudo de Imbrizi (2018) em que se efetuou levantamento junto a 156 profissionais de gestão de projetos, verificou-se que não houve relação entre o gerenciamento dos riscos e a eficiência do projeto, ou seja, não há influência dos riscos sobre os custos ou prazos. Não houve também a confirmação das relações entre as práticas de identificação dos riscos, que inclui os *checklists* de avaliação dos riscos, e a eficiência do projeto. Por final, não houve a confirmação da relação entre a análises dos riscos, que envolve a quantificação do nível de exposição de riscos do projeto, com a eficiência do projeto, e isso inclui o orçamento.

O cálculo das reservas de contingência, sem considerar os riscos do projeto de forma satisfatória, foi percebido tanto na organização analisada quanto na literatura descrita anteriormente. Desta forma, entende-se que as organizações não têm usado esta prática de incluir as reservas de contingência nas estimativas de custos e conseqüentemente no orçamento do projeto.

Verifica-se desta forma que há uma desconexão entre a avaliação dos riscos e o cálculo das estimativas de custos dos projetos de desenvolvimento de *software*. O referido fenômeno que foi confirmado com a análise de dados empíricos e ratificado junto à literatura pode ser considerado como uma das causas raízes dos desvios orçamentários nos projetos.

Touran (2015) propõe um método para cálculo da reserva de contingência baseado na complexidade do projeto para assim endereçar aos riscos do projeto. Há que se observar que a complexidade não é o único fator de risco, mas um deles, havendo, portanto, outros a serem considerados, tais como os descritos na *Figura 12*.

Narbaev e Demarco (2014) propõem *framework* para o controle da reserva de contingência durante a execução do projeto. Espera-se que com isso se tenha a previsão dos custos reais a serem atingidos ao final do projeto. A técnica não contempla a estimativa de custos, mas seu monitoramento, usando como suporte para isso a análise de valor agregado e não considerando os riscos identificados, tampouco os fatores de risco.

Touran (2003) propõe o cálculo da reserva de contingência de projetos a partir da volatilidade de escopo, e conforme pode ser observado na *Figura 12*, o escopo é um dos fatores de risco, havendo, entretanto, outros que podem ser considerados. Uzzafer (2013) apresenta método para o cálculo da reserva de contingência baseando-se no esforço de horas-homem e, para isso, usa de técnicas probabilísticas baseando-se no nível de tolerância ao risco da organização. O método não trata de riscos individuais e também não contempla os níveis de exposição ao risco do projeto para o cálculo da reserva de contingência. Boehm (1991) desenvolveu *checklist* para o cálculo do grau de impacto dos riscos nos desvios orçamentários no projeto, usando fatores de risco relacionados aos projetos de desenvolvimento de *software*. A ferramenta não endereça, entretanto, ações para mitigar estes riscos, dentre estas, a definição da reserva de contingência.

Sendo assim, entende-se que este estudo contribui com a teoria em alguns aspectos. Primeiro, confirma com o uso de dados empíricos que a duração, o tipo de projeto e a inovação contribuem e influenciam no nível de risco do projeto. Segundo, mostra, também com dados empíricos e estudo em profundidade, que o nível de risco influencia no desvio de custos e que isso pode ser reduzido por meio da inclusão da reserva de contingência nas estimativas de custos.

Terceiro, mostra fatores que acarretam uma maior exposição ao risco do projeto. Sendo assim, projetos de longo prazo, projetos inovadores que frequentemente entregam novos produtos, sistemas e tecnologia e finalmente, projetos estratégicos, requerem maior atenção na definição da reserva de contingência.

A questão a ser analisada é a razão das organizações não estarem priorizando ou estarem até mesmo abandonando o gerenciamento dos riscos nos projetos e com isso impactando seus objetivos.

7.4 LIMITAÇÕES

Embora todos os projetos sejam relativos ao desenvolvimento de *software*, são provenientes de organização de segmento de atividade específico. Os resultados e conclusões podem ser diferentes casos aplicados a outros ramos de atividade, tais como a indústria de bens de consumo, automotiva, varejo, entre outras. O fato de ter sido usado em uma única empresa não permitiu uma generalização dos resultados.

Foram analisados 145 projetos, entretanto, devido à falta de informações relevantes, foi obtida amostra de 70 projetos. Hair, Black, Babin, Anderson e Tatham (2009) recomendam que haja 20 registros por variável preditora ou independente. No modelo conceitual foram consideradas quatro variáveis, que são: duração, tipo do projeto, inovação e nível de risco. Baseando-se no critério supracitado, entende-se que o ideal seria terem sido analisados 80 projetos, no entanto, por aproximação, percebe-se que os resultados podem ser considerados, até porque, devido ao uso de uma empresa apenas, o objetivo desse estudo não é de generalização, mas sim de explicação e aprofundamento.

Embora do ponto de vista de análise da influência dos riscos nos desvios orçamentários seja recomendado o uso de amostra com maior quantidade de registros, tratando-se da reserva de contingência, não há quantidade mínima a ser usada, pois isso dependerá da quantidade de projetos que tenham sido conduzidos pela organização analisada.

A análise foi fundamentada em projetos do período de 01-agosto-2012 a 31-outubro-2018 o que, portanto, corresponde a um período de 6 anos e 2 meses. Isso permitiu que se obtivesse maior quantidade de registros. Observa-se, entretanto, que houve alterações de processos e métodos no decorrer do tempo, assim como mudanças no nível de maturidade da organização. Sendo assim, pode haver diferenças de comportamento do gerenciamento dos riscos no período, assim como mudanças na forma de se fazer estimativas de custos.

As informações inseridas na base de dados de projetos, salvo entrevistas para projetos específicos, foram obtidas a partir de documentos tais como apresentações, e-mails e relatórios de *status*. Essas informações, por sua vez, foram preenchidas na documentação pelos profissionais de gerenciamento de projetos que tinham papéis nos projetos na ocasião. Desta forma, a precisão das informações usadas no projeto depende da maturidade da organização quando da ocorrência do evento, assim como do desempenho e qualificação dos gerentes de projeto e de portfólio.

7.5 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Verificou-se que na literatura estudada que há a recomendação do cálculo da reserva de contingência para endereçar os riscos e reduzir os desvios orçamentários; por outro lado, publicações avaliadas indicam que as organizações fazem o cálculo da reserva de contingência de forma intuitiva e, em muitos casos, usando valores ou percentuais fixos. Isso mostra que é relevante definir modelos para o cálculo da reserva de contingência. Uma alternativa a ser explorada é propor um modelo para o cálculo das reservas de contingência baseado nos riscos do projeto.

Pode-se também generalizar o fenômeno através de um trabalho quantitativo e método de levantamento em número maior de organizações com o uso de questionários e escalas específicas.

Embora a respectiva hipótese não tenha sido confirmada no trabalho de Imbrizi (2018), é relevante verificar se a forma como o risco foi gerenciado durante todo o ciclo de vida do projeto influenciou nos desvios orçamentários.

REFERÊNCIAS

- AACE (2010) Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE), “Cost Engineering Terminology”, AACE Recommended Practice No. 10S-90, TCM Framework: General Reference, March 2010.
- Akinci, B., & Fischer, M. (1998). Factors affecting contractors' risk of cost overburden. *Journal of Management in Engineering*, 14(1), 67-76.
- Akintoye, A. S., & MacLeod, M. J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International journal of project management*, 15(1), 31-38.
- ABNT (2009). Norma NBR ISO 31000 (Dez/2009): Gestão de Riscos. Rio de Janeiro.
- Albahar J., Crandall, K. (1990). Systematic-Risk Management Approach for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management-ASCE* v. 116 p. 533.
- Al-Bahar, J. F., & Crandall, K. C. (1990). Systematic risk management approach for construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 116(3), 533-546.
- Andersen, B., Samset, K., & Welde, M. (2016). Low estimates–high stakes: underestimation of costs at the front-end of projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 9(1), 171-193.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, 12(1), 11-32.
- Archer, N. P., & Ghasemzadeh, F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17(4), 207-216.
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International journal of project management*, 24(4), 349-357.
- Association for Project Management. (2004) Project Risk Analysis & Management (PRAM) Guide (second edition). High Wycombe, Buckinghamshire, UK: APM Publishing.
- Attalla, M., & Hegazy, T. (2003). Predicting cost deviation in reconstruction projects: Artificial neural networks versus regression. *Journal of construction engineering and management*, 129(4), 405-411.

- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), 1-13.
- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), 1-13.
- Babar, S., Thaheem, M. J., & Ayub, B. (2016). Estimated cost at completion: Integrating risk into earned value management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(3), 04016104.
- Ayala-Cruz, J. (2016). Project risk planning in high-tech new product development. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 29(2), 110-124.
- Babbie, E. (1990). *Survey Research Methods*. California: Wadsworth. Thomson Information/Publishing Group.
- Baccarini, D. (2006). The maturing concept of estimating project cost contingency. *Department of Construction Management, Curtin University of Technology, Western Australia, Australia*.
- Baccarini, D. (2006). The maturing concept of estimating project cost contingency: A review. *AUBEA2006: Proceedings*.
- Bakhshi, P., & Touran, A. (2014). An overview of budget contingency calculation methods in construction industry. *Procedia Engineering*, 85, 52-60.
- Baloi, D., & Price, A. D. (2003). Modelling global risk factors affecting construction cost performance. *International journal of project management*, 21(4), 261-269.
- Bannerman, P. L. (2008). Risk and risk management in software projects: A reassessment. *Journal of Systems and Software*, 81(12), 2118-2133.
- Bañuls, V. A., López, C., Turoff, M., & Tejedor, F. (2017). Predicting the Impact of Multiple Risks on Project Performance: A Scenario-Based Approach. *Project Management Journal*, 48(5), 95-114.
- Bañuls, V. A., López-Vargas, C., Tejedor, F., Turoff, M., & de la Huerga, M. R. (2016). Validating Cross-Impact Analysis in Project Risk Management. In *ISCRAM*.
- Bañuls, V. A., López-Vargas, C., Tejedor, F., Turoff, M., Huerga, M. (2017). Predicting the Impact of Multiple Risks on Project Performance: A Scenario-Based Approach. *Project Management Journal*, Vol. 48. No. 5, 95-114

- Baumol, W. J., & Willig, R. D. (1981). Fixed costs, sunk costs, entry barriers, and sustainability of monopoly. *The Quarterly Journal of Economics*, 96(3), 405-431.
- Besanko, D. Shanley and Schaefer (2013) Economics of Strategy. John Wiley & Sons. 6th Edition (verificar se tem que colocar cidade)
- Besanko, D., Dranove, D., Shanley, M., & Schaefer, S. (2013). Economics of strategy. Boehm, B. W. (1984). Software engineering economics. *IEEE transactions on Software Engineering*, (1), 4-21.
- Bloch, M., Blumberg, S., & Laartz, J. (2012). Delivering large-scale IT projects on time, on budget, and on value. *Harvard Business Review*.
- Bloch, M., Blumberg, S., & Laartz, J. (2012). Delivering large-scale IT projects on time, on budget, and on value. *Harvard Business Review*. Boehm, B. W. (1991). Software risk management: principles and practices. *IEEE software*, 8(1), 32-41.
- Boehm, B. W. (1981). *Software engineering economics* (Vol. 197). Englewood Cliffs (NJ): Prentice-hall.
- Boehm, B. W. (1991). Software Risk Management: Principles and Practices. *IEEE Software*, 8(1):32-41.
- Bourque, P., & Fairley, R. E. (2014). Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK (R): Version 3.0. IEEE Computer Society Press.
- Bruzelius, N., Flyvbjerg, B., & Rothengatter, W. (1998). Big decisions, big risks: Improving accountability in mega projects. *International Review of Administrative Sciences*, 64(3), 423-440.
- Bruzelius, N., Flyvbjerg, B., & Rothengatter, W. (2002). Big decisions, big risks. Improving accountability in mega projects. *Transport Policy*, 9(2), 143-154.
- Bryman, A. (2003). *Quantity and quality in social research*. Routledge.
- Bunge, M. (1980). Epistemologia: Curso de atualização. Trad. de Cláudio Navarra. São Paulo: TA Queiroz Editor/EDUSP.
- Byoun, S., Kim, J., & Yoo, S. S. (2013). Risk management with leverage: Evidence from project finance. *Journal of Financial and quantitative analysis*, 48(2), 549-577.

- Callahan, K. R., Stetz, G. S., & Brooks, L. M. (2007). *Project Management Accounting: Budgeting, Tracking, and Reporting Costs and Profitability*. New Jersey: John Wiley & Sons. Hoboken.
- Carr, R. I. (1989). Cost-estimating principles. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115(4), 545-551. Carr, R. I. (1989). Cost-estimating principles. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115(4), 545-551.
- Carvalho, M. D., & Rabechini Jr, R. (2011). *Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos*. São Paulo: Atlas.
- Carvalho, M. D., & Rabechini, R., Jr. (2017). *Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos*. São Paulo: Atlas.
- Carvalho, M. M. D., & Rabechini Junior, R. (2015). Impact of risk management on project performance: the importance of soft skills. *International Journal of Production Research*, 53(2), 321-340.
- Chan, D. W., & Kumaraswamy, M. M. (1997). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects. *International Journal of project management*, 15(1), 55-63.
- Chapman, C. (1997). Project risk analysis and management—PRAM the generic process. *International Journal of Project Management*, 15(5), 273-281.
- Chatterjee, S., & Hadi, A. S. (2009). *Sensitivity analysis in linear regression* (Vol. 327). John Wiley & Sons.
- Chou, J. (2010). Cost simulation in an item based project involving construction engineering and management. *International Journal of Project Management* 29 706-717.
- Chou, J. S. (2011). Cost simulation in an item-based project involving construction engineering and management. *International Journal of Project Management*, 29(6), 706-717.
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® idea-to-launch process—Update, what's new, and NexGen systems. *Journal of product innovation management*, 25(3), 213-232.
- Creswell, J. W. (2010). Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. In *Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto*. (3a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard business review*, 76(4).

- Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard business review*, 76(4).
- Dayananda, D., Harrison, S., Irons, R., Herbohn, J., & Rowland, P. (2002). *Capital budgeting: financial appraisal of investment projects*. Cambridge University Press.
- Deng, X., Pheng, L. S., & Zhao, X. (2014). Project system vulnerability to political risks in international construction projects: The case of Chinese contractors. *Project Management Journal*, 45(2), 20-33.
- DoD, U. S. (2006). Risk management guide for DoD acquisition. *Department of Defense, USA*.
- Espinoza, R. D. (2014). 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*, 32(6), 1056-1072.
- Fairley, R. E. (2011). *Managing and leading software projects (1 edition)*. Hoboken, New Jersey: Willey-IEEE Computer Society.
- Ferreira, M. A. S. P. V. (2013). Construction of Hypotheses. *Iberoamerican Journal of Strategic Management (IJSM)*, 12(4), 01-08.
- Ferreira, M. P. (2015). Como estruturar e escrever um artigo em administração. *Revista Ciências Administrativas ou Journal of Administrative Sciences*, 20(2).
- Field, A. (2016). *An adventure in statistics: The reality enigma (1 edition)*. London: Sage.
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2016, December). *Earned value project management*. Project Management Institute. 3rd edition, Newtown Square, PA.
- Flyvbjerg, B., Budzier, A. (2011). Why your IT Project May Be Riskier than You Think. *Harvard Business Review*, vol. 89, pp. 601-603.
- Flyvbjerg, B., Holm, M. S., & Buhl, S. (2002). Underestimating costs in public works projects: Error or lie?. *Journal of the American planning association*, 68(3), 279-295.
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. K., & Buhl, S. L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?. *Transport reviews*, 23(1), 71-88.
- Focacci, A. (2006). An empirical analysis of enterprises' behaviours within the Italian car market using technical features and prices. *International Journal of Business Environment*, 1(3), 382-411.

- Focacci, A. (2017). Managing project investments irreversibility by accounting relations. *International Journal of Project Management*, 35(6), 955-963.
- Focacci, A., (2006). An empirical analysis of enterprises' behaviours within the Italian car market using technical features and prices. *Int. J. Bus. Environ.* 1, 382–410
- Fortune, J., & White, D. (2006). Framing of project critical success factors by a systems model. *International journal of project management*, 24(1), 53-65.
- Fridgen, G., Klier, J., Beer, M., & Wolf, T. (2015). Improving business value assurance in large-scale IT projects—A quantitative method based on founded requirements assessment. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, 5(3), 12.
- Friedman, L. A., & Neumann, B. R. (1980). The effects of opportunity costs on project investment decisions: A replication and extension. *Journal of Accounting Research*, 407-419.
- Friedman, L.A., Neumann, B. (1980). The Effects of Opportunity Costs on Project Investment Decisions: A Replication and Extension. *Journal of Accounting Research*, Vol. 18, No. 2, pp. 407-419.
- Frimpong Y. (2003). Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in developing countries, Ghana as a case study *International Journal of Project Management* v. 21 p. 321-326.
- Frimpong, Y., Oluwoye, J., & Crawford, L. (2003). Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. *International Journal of project management*, 21(5), 321-326.
- Frow, N., Marginson, D., & Ogden, S. (2010). “Continuous” budgeting: Reconciling budget flexibility with budgetary control. *Accounting, Organizations and Society*, 35(4), 444-461.
- Fulford, R., & Standing, C. (2014). Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 32(2), 315-326.
- Gitman, L. J. (2015). *Princípios da administração financeira*. São Paulo: Harbra
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora. São Paulo: Artmed.

- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. & Tatham, R. L. (2009). *Análise Multivariada de Dados*. (6a. ed.). São Paulo: Artmed.
- Huang, S. J., & Han, W. M. (2008). Exploring the relationship between software project duration and risk exposure: A cluster analysis. *Information & Management*, 45(3), 175-182.
- Hansen, S. C., Otley, D. T., & Van der Stede, W. A. (2003). Practice developments in budgeting: an overview and research perspective. *Journal of management accounting research*, 15(1), 95-116.
- Hong, L. J., Hu, Z., & Liu, G. (2014). Monte Carlo methods for value-at-risk and conditional value-at-risk: a review. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS)*, 24(4), 22.
- Hwang, W., Hsiao, B., Chen, H. G., & Chern, C. C. (2016). Multiphase assessment of project risk interdependencies: evidence from a University ISD project in Taiwan. *Project Management Journal*, 47(1), 59-75.
- IASC (2013). International Accounting Standards. IAS 16 Property, Plant and Equipment. Recuperado em 26 Maio, 2018 de <https://www.iasplus.com/en/standards/ias/ias16>.
- Imbrizi, F. (2018). *Understanding the influence of project risk management on IS/IT Project Success: A Multidimensional Analysis* (Doctoral dissertation)
- ISO, A. A. N. (2009). IEC 31000-2009: Gestão de riscos-princípios e diretrizes. *norma técnica. Technical report*, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro, Brasil, 39, 42-45.
- ISO/IEC. Software Engineering - Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). ISO/IEC TR 19759 (2015).
- Jannadi, O. A., & Almishari, S. (2003). Risk assessment in construction. *Journal of construction engineering and management*, 129(5), 492-500.
- Jannadi, O. A., & Almishari, S. (2003). Risk assessment in construction. *Journal of construction engineering and management*, 129(5), 492-500.
- Jorgensen, M. (2014). What we do and don't know about software development effort estimation. *IEEE software*, 31(2), 37-40.
- Jupp, V. (2006). *The Sage dictionary of social research methods*. Sage.

- Kahneman, D. (1979). Prospect theory: An analysis of decisions under risk. *Econometrica*, 47, 278.
- Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. C. (1997). Regional comparison of Indonesian construction productivity. *Journal of management in engineering*, 13(2), 33-39.
- Kang, B., & Lee, J. (2018, June). Estimating Procedure for Function Point Analysis in Korea. In *2018 19th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)* (pp. 230-233). IEEE.
- Karlsen, J. T., & Lereim, J. (2005). Management of project contingency and allowance. *Cost Engineering*, 47(9), 24.
- Kerlinger, F. N. (2009). Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual. In *Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual*. São Paulo: EPU – Editora Pedagógica e Universitária
- Kerzner, H. (2011). Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle (11ª. Ed). *São Paulo: Blücher*.
- Keynes, J. M. (1937). The general theory of employment. *The quarterly journal of economics*, 51(2), 209-223.
- Khamooshi, H., & Cioffi, D. F. (2009). Program risk contingency budget planning. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 56(1), 171-179.
- Khamooshi, H., & Cioffi, D. F. (2009). Program risk contingency budget planning. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 56(1), 171-179.
- Knight, F. H. (2012). *Risk, uncertainty and profit*. Courier Corporation. New York: Augustus M. Kelley
- Lakatos E. M. & Marconi, M.A. & (2010). Fundamentos da Metodologia Científica. São Paulo: Atlas.
- Leach, L. (2003). Schedule and cost buffer sizing: How to account for the bias between project performance and your model. *Project Management Journal*, 34(2), 34-47.
- Lederer, A. L., & Prasad, J. (1995). Causes of inaccurate software development cost estimates. *Journal of systems and software*, 31(2), 125-134.

- Lewis-Beck, M., Bryman, A. E., & Liao, T. F. (2003). *The Sage encyclopedia of social science research methods*. Sage Publications.
- Liu, S., Zhang, J., Keil, M., & Chen, T. (2010). Comparing senior executive and project manager perceptions of IT project risk: a Chinese Delphi study. *Information Systems Journal*, 20(4), 319-355.
- Liu, S., Zhang, J., Keil, M., & Chen, T. (2010). Comparing senior executive and project manager perceptions of IT project risk: a Chinese Delphi study. *Information Systems Journal*, 20(4), 319-355.
- Lohan, G. (2013). A Brief History of Budgeting: Reflections on Beyond Budgeting, Its Link to Performance Management and Its Appropriateness for Software Development. In *Lean Enterprise Software and Systems* (pp. 81-105). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Mak, S., & Picken, D. (2000). Using risk analysis to determine construction project contingencies. *Journal of construction Engineering and Management*, 126(2), 130-136.
- Manifesto, C. H. A. O. S. (2013). The Standish Group International. *Inc.(2013) Google Scholar*.
- Matheson, D., Matheson, J., & Matheson, J. E. (1998). *The smart organization: Creating value through strategic R&D*. Harvard Business Press.
- Mckinsey (2012) Delivering large-scale IT projects on time, on budget, and on value. Recuperado em 10 Junho, 2018 de <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/delivering-large-scale-it-projects-on-time-on-budget-and-on-value>.
- Meredith, J. R., & Mantel Jr, S. J. (2011). *Project management: a managerial approach*. John Wiley & Sons.
- Miranda, E., & Abran, A. (2008). Protecting software development projects against underestimation. *Project Management Journal*, 39(3), 75-85.
- Mittas, N., & Angelis, L. (2013). Overestimation and underestimation of software cost models: Evaluation by visualization. In *Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2013 39th EUROMICRO Conference on*(pp. 317-324). IEEE.
- Molenaar, Keith R. "Programmatic cost risk analysis for highway megaprojects." *Journal of Construction Engineering and Management* 131.3 (2005): 343-353.

- Morris, P.W.G., Hough, G. (1987). *The anatomy of major projects: a study of the reality of project management*. United Kingdom: John Wiley and Sons.
- Narbaev, T., & De Marco, A. (2014). An earned schedule-based regression model to improve cost estimate at completion. *International Journal of Project Management*, 32(6), 1007-1018.
- Narbaev, T., & De Marco, A. (2017). Earned value and cost contingency management: A framework model for risk adjusted cost forecasting. *Journal of Modern Project Management*, 4(3), 12-19.
- Neves, S. M., da Silva, C. E. S., Salomon, V. A. P., da Silva, A. F., & Sotomonte, B. E. P. (2014). Risk management in software projects through knowledge management techniques: cases in Brazilian incubated technology-based firms. *International Journal of Project Management*, 32(1), 125-138.
- Odeck, J. (2004). Cost overruns in road construction—what are their sizes and determinants?. *Transport policy*, 11(1), 43-53.
- Olechowski, A., Oehmen, J., Seering, W., & Ben-Daya, M. (2016). The professionalization of risk management: What role can the ISO 31000 risk management principles play?. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1568-1578.
- Oliveira, Paulo; Mazieri, M. (2018,)may). Riscos e desvios de custos em gerenciamento de projetos: Um estudo bibliométrico. *Proceedings of CONTECSI - International Conference on Information Systems and Technology Management*, São Paulo, SP, Brazil, 15
- Perminova, O., Gustafsson, M., & Wikström, K. (2008). Defining uncertainty in projects—a new perspective. *International journal of project management*, 26(1), 73-79.
- PMI (2009). *Practice Standard for Project Risk Management*: PMI. Project Management Institute.
- PMI (2013a). *Pulse of the Profession In-Depth Report: The Competitive Advantage of Effective Talent Management*.
- PMI (2013b). *Software extension to the PMBOK Guide Fifth Edition – IEEE Computer Society*. Project Management Institute.

- PMI (2016). The High cost of low performance: How will you improve business results? Recuperado em 03 março, 2018 de <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2016.pdf>.
- PMI (2017). A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Sixth Edition. Newton Square.
- Popper, K. (2005). *The logic of scientific discovery*. Routledge.
- Reed, A. H., & Knight, L. V. (2013). Project duration and risk factors on virtual projects. *Journal of Computer Information Systems*, 54(1), 75-83.
Retrieved from <https://www.iso.org/standard/67604.html>
- Sarigiannidis, L., & Chatzoglou, P. D. (2014). Quality vs risk: An investigation of their relationship in software development projects. *International Journal of Project Management*, 32(6), 1073-1082.
- Sato, T., & Hirao, M. (2013). Optimum budget allocation method for projects with critical risks. *International Journal of Project Management*, 31(1), 126-135. Sarigiannidis, L., & Chatzoglou, P. D. (2014). Quality vs risk: An investigation of their relationship in software development projects. *International Journal of Project Management*, 32(6), 1073-1082.
- SEI (2010): CMMI® for Development Version 1.3. Recuperado em 15 março, 2018 de https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2010_005_001_15287.pdf.
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation*. Harvard Business Review Press.
- Slagmulder, R., Bruggeman, W., & van Wassenhove, L. (1995). An empirical study of capital budgeting practices for strategic investments in CIM technologies. *International journal of production economics*, 40(2-3), 121-152.
- Smyth, H., & Lecoeuvre, L. (2015). Differences in decision-making criteria towards the return on marketing investment: A project business perspective. *International Journal of Project Management*, 33(1), 29-40.
- Somerville, I. (2015). *Software Engineering* (10th ed.). Boston: Pearson

- Sunindijo, R. Y., & Zou, P. X. (2012). How project manager's skills may influence the development of safety climate in construction projects. *International Journal of Project Organisation and Management*, 4(3), 286-301.
- Tonchia, S. (2018). Project Cost Management and Finance. In *Industrial Project Management* (pp. 153-170). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Touran, A. (2003). Calculation of contingency in construction projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50(2), 135-140.
- Touran, A. (2003). Probabilistic model for cost contingency. *Journal of construction engineering and management*, 129(3), 280-284.
- Touran, A., & Liu, J. (2015). A method for estimating contingency based on project complexity. *Procedia Engineering*, 123, 574-580
- Touran, A., & Liu, J. (2015). A method for estimating contingency based on project complexity. *Procedia Engineering*, 123, 574-580. Touran, A., & Wisser, E. P. (1992). Monte Carlo technique with correlated random variables. *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(2), 258-272.
- Trost, S. M., & Oberlender, G. D. (2003). Predicting accuracy of early cost estimates using factor analysis and multivariate regression. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 198-204.
- Ubani, E. C., Omajeh, E. O., & Okebugwu, O. F. (2015). Analysis of Factors Responsible for Project Cost Underestimation in Nigeria. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 3(2), 1-12.
- United States. Department of Defense. (1996). *Mandatory procedures for major defense acquisition programs (MDAPs) and major automated information system (MAIS) acquisition programs*. Department of Defense.
- Uzzafer, M. (2013). A contingency estimation model for software projects. *International Journal of Project Management*, 31(7), 981-993.
- Uzzafer, M. (2013). A contingency estimation model for software projects. *International Journal of Project Management*, 31(7), 981-993.
- van Raan, A. (1996). Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. *Scientometrics*, 36(3), 397-420.

- van Raan, A. (1996). Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. *Scientometrics*, 36(3), 397-420.
- Verzani, J. (2011). *Getting started with RStudio: An integrated development environment for R*. " O'Reilly Media, Inc."
- Wallace, L., Keil, M., & Rai, A. (2004). How software project risk affects project performance: An investigation of the dimensions of risk and an exploratory model. *Decision sciences*, 35(2), 289-321.
- Ward, S., & Chapman, C. (2003). Transforming project risk management into project uncertainty management. *International journal of project management*, 21(2), 97-105.
- Winch, G., & Leiringer, R. (2016). Owner project capabilities for infrastructure development: A review and development of the "strong owner" concept. *International Journal of Project Management*, 34(2), 271-281.
- Xie, H., AbouRizk, S., & Zou, J. (2011). Quantitative method for updating cost contingency throughout project execution. *Journal of construction engineering and management*, 138(6), 759-766.
- Yeo, K. T. (1990). Risks, classification of estimates, and contingency management. *Journal of Management in Engineering*, 6(4), 458-470.
- Yetton, P., Martin, A., Sharma, R., & Johnston, K. (2000). A model of information systems development project performance. *Information Systems Journal*, 10(4), 263-289.
- Yim, R., Castaneda, J., Doolen, T., Tumer, I., & Malak, R. (2015). A study of the impact of project classification on project risk indicators. *International Journal of Project Management*, 33(4), 863-876.
- Zacharias, O., Panou, E., Askounis, D. T., & Vassilikopoulou, A. (2014). Project Risk Ranking In Large-Scale Programs: A Fuzzy Set Based Approach. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 31(03), 1450020.
- Zhi, H. (1995). Risk management for overseas construction projects. *International journal of project management*, 13(4), 231-237.

APÊNDICE A – ESTRUTURA DA BASE DE DADOS DE PROJETOS

SIGLA DO CAMPO	DESCRIÇÃO
Id	Número de identificação do projeto
Início	Data de início do projeto
Conclusão	Data de conclusão do projeto
Nome do Projeto	Nome do Projeto
Duração Anos	Tempo de duração em anos
Tipo	Tipo do produto do projeto conforme segue: - Projeto Estratégico - Projeto Regulatório - Projeto Operacional
Projeto Estratégico	Indica se o projeto é estratégico, resultados possíveis: - S: Sim - N: Não
Grau de Risco	Nível do risco do projeto obtido através da aplicação do questionário que consta do apêndice B
Inovação	Indica se o projeto é inovador, sendo que os resultados podem ser: - S: Sim - N: Não
<i>Budget Original</i>	Primeiro orçamento definido para o projeto e formalizado junto aos envolvidos no projeto.
<i>Spent</i>	Total gasto no projeto
Desvio de Custos	Diferença entre o <i>Budget Original</i> e Total Gasto no Projeto
Perc Desvio de Custos	Percentual de desvio de custos, isso é obtido através da seguinte fórmula: $(\text{Desvio de Custos} / \text{Budget Original}) * 100$

Figura 26 – Estrutura da base de dados de projetos

Fonte: Autor

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA O CÁLCULO DO NÍVEL DOS RISCOS

Nro.	Questão	Alternativas	Referencial teórico	
			Fonte	Fator de Risco mencionado
1	Qual o domínio do negócio?	1 – Domínio total 2 – Domínio parcial 3 – Sem domínio	Wallace, Keil e Rai (2004). Neves, da Silva, Salomon, Silva, Sotomonte (2014)	Riscos em Requisitos Escopo ou objetivos não estão claros
2	Custo externo total do projeto	1 – Entre 0 e 1 milhão 3 – Entre 1 e 3 milhões 5 – Maior que 3 milhões	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014). Shenhar e Dvir (2007)	Orçamento do Projeto Orçamento
3	Interdependência entre projetos	1 – Possui nenhuma ou uma interdependência externa 3 – Possui duas interdependências externas 5 – Possui três ou mais interdependências externas	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014). Hwang, Hsiao, Chen e Chern (2016)	Número de projetos implementados no mesmo grupo. Planejamento do projeto Comunicação e Coordenação
4	Interdependência com Entidades regulatórias?	1 – Possui uma ou nenhuma interdependência externa 3 – Possui duas interdependências externas	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014). Hwang, Hsiao, Chen e Chern (2016) Liu, Zhang, Keil, e Chen (2010).	Número de diferentes entidades envolvidas. Mudanças ambientais Reações de órgãos reguladores

Nro.	Questão	Alternativas	Referencial teórico	
			Fonte	Fator de Risco mencionado
		5 – Possui três ou mais interdependências externas	SEI (2010)	Entidades Regulatórias
5	Grau de mapeamento dos processos envolvidos	1 – Mapeamento total dos processos envolvidos 3 – Mapeamento parcial dos processos envolvidos 5 – Sem mapeamento dos processos envolvidos	Sarigiannidis e Chatzoglou (2014). Hwang, Hsiao, Chen e Chern (2016) Liu, Zhang, Keil e Chen (2010).	Requisitos Aderência dos processos aos sistemas desenvolvidos Incompatibilidade entre a cultura organizacional e processos envolvidos no novo sistema. Projeto impacta significativamente os processos de negócio
6	Quantidade de departamentos envolvidas na organização?	1 – Até 2 departamentos 3 – Entre 3 e 6 departamentos 5 – Mais do que 6 departamentos	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014). Neves, da Silva, Salomon, da Silva, e Sotomonte (2014). Wallace, Keil e Rai (2004).	Número de diferentes entidades envolvidas Conflitos entre departamentos Número de unidades organizacionais envolvidas Projeto afeta um grande número de departamentos ou unidades organizacionais

Nro.	Questão	Alternativas	Referencial teórico	
			Fonte	Fator de Risco mencionado
7	O desenvolvimento da iniciativa se dará em múltiplas frentes (paralelismo)?	<p>1 – Não há múltiplas fontes de paralelismo</p> <p>3 – É provável que haverá múltiplas fontes</p> <p>5 – Sim</p>	<p>Neves, da Silva, Salomon, da Silva, e Sotomonte (2014).</p> <p>Wallace, Keil e Rai (2004).</p> <p>Shenhar e Dvir (2007)</p>	<p>Dependências complexas de múltiplos fornecedores, integração de tecnologias de várias fontes</p> <p>Número significativo de fornecedores envolvidos no desenvolvimento do projeto.</p> <p>Controle das atividades dos fornecedores e consultores.</p> <p>Múltiplos ciclos de desenho das aplicações.</p> <p>Planejamento (Plano integrado e marcos detalhados)</p>
8	Qual o valor estimado do maior contrato para análise requer variados níveis de aprovação para as aquisições?	<p>1 – Não há a contratação de fornecedores</p> <p>2 – Até R\$ 2.000.000</p> <p>3 – Acima de R\$ 2.000.000</p>	<p>Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014).</p>	<p>Orçamento do Projeto</p> <p>Procedimentos de Compras</p>
9	O projeto depende de alocação de recursos humanos em outras	<p>1 – Não</p> <p>2 – Alocação pontual</p>	<p>Sarigiannidis e Chatzoglou (2014).</p> <p>Wallace, Keil e Rai (2004).</p>	<p>People Quality</p> <p>Risco do Time</p>

Nro.	Questão	Alternativas	Referencial teórico	
			Fonte	Fator de Risco mencionado
	unidades da organização no exterior?	3 – Sim		Comunicação não eficaz
10	Qual a duração estimada do projeto?	1 – Até 1 ano 3 – Entre 1 e 2,5 anos 5 – Acima de 2,5 anos	Huang e Han (2008) Shenhar e Dvir (2007)	Duração do Projeto
11	A iniciativa demandará a criação de um novo sistema de informação (<i>software</i>)?	1 – Não 3 – Provável 5 – Sim	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014). Sarigiannidis e Chatzoglou (2014). Neves, da Silva, Salomon, da Silva, e Sotomonte (2014). Wallace, Keil e Rai (2004). Shenhar e Dvir (2007) SEI (2010)	Tipo do Projeto Complexidade do Projeto Adoção de novo método de desenvolvimento ou tecnologia Projeto com alta complexidade técnica Projeto envolve nova tecnologia Time não tem experiência com as tecnologias empregadas. Incerteza Tecnológica Tecnologia indisponível
12	A iniciativa demandará a criação de uma nova área ou unidade organizacional?	1 – Não 3 – Provável 5 – Sim	Sarigiannidis e Chatzoglou (2014). Hwang, Hsiao, Chen e Chern (2016) Liu, Zhang, Keil e Chen (2010).	Ambiente Organizacional

Nro.	Questão	Alternativas	Referencial teórico	
			Fonte	Fator de Risco mencionado
				Mudanças Organizacionais Implementação do projeto impacta a estrutura organizacional.
13	A iniciativa demandará a criação de uma nova empresa?	1 – Não 3 – Provável 5 – Sim	Sarigiannidis e Chatzoglou (2014). Hwang, Hsiao, Chen e Chern (2016)	Ambiente Organizacional Mudanças Organizacionais
14	A iniciativa demandará a alteração ou customização de algum sistema legado?	1 – Não 3 – Provável 5 – Sim	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014) Sarigiannidis e Chatzoglou (2014). Wallace, Keil e Rai (2004).	Tipo do Projeto Complexidade do Projeto Grande número de integrações com outros sistemas é necessário para o projeto.
15	A iniciativa dependerá do envolvimento de outras empresas do grupo?	1 – Não 3 - Sim	Zacharias, Panou, Askounis e Vassilikopoulou (2014).	Número diferente de entidades envolvidas

Figura 27 – Questionário para o cálculo do nível de riscos

Fonte: Autor

APÊNDICE C – BASE SECUNDÁRIA DE PROJETOS

Início	Fim	Nome do Projeto	Duração em Anos	Grau de Duração	Tipo	Projeto Estratégico	Nível de Risco	Grau de Risco	Inovação	Valor Absoluto do Percentual de Desvio de Custos	Grau Percentual de Desvio de Custos
jun-16	out-17	Projeto 1	1,42	Alto	Operacional	N	24	Baixo	N	8,00%	Baixo
mar-15	dez-15	Projeto 2	0,75	Baixo	Operacional	N	35	Alto	N	21,51%	Alto
fev-15	jan-17	Projeto 3	2,00	Alto	Regulatório	N	29	Baixo	S	3,93%	Baixo
jun-13	fev-17	Projeto 4	3,75	Alto	Regulatório	N	33	Alto	N	25,52%	Alto
out-17	jan-18	Projeto 5	0,33	Baixo	Regulatório	N	25	Baixo	N	45,34%	Alto
jan-13	ago-14	Projeto 6	1,66	Alto	Estratégico	S	39	Alto	S	13,33%	Alto
abr-16	jan-17	Projeto 7	0,76	Baixo	Operacional	N	17	Baixo	N	74,00%	Alto
dez-12	nov-14	Projeto 8	1,94	Alto	Regulatório	N	25	Baixo	S	32,43%	Alto
nov-15	jun-16	Projeto 9	0,66	Baixo	Regulatório	N	23	Baixo	N	18,00%	Alto
dez-14	jul-17	Projeto 10	2,67	Alto	Regulatório	N	35	Alto	N	65,67%	Alto

Início	Fim	Nome do Projeto	Duração em Anos	Grau de Duração	Tipo	Projeto Estratégico	Nível de Risco	Grau de Risco	Inovação	Valor Absoluto do Percentual de Desvio de Custos	Grau Percentual de Desvio de Custos
mai-14	nov-16	Projeto 11	2,59	Alto	Estratégico	S	35	Alto	S	5,82%	Baixo
ago-16	ago-17	Projeto 12	1,08	Baixo	Estratégico	S	33	Alto	S	39,39%	Alto
ago-14	mar-17	Projeto 13	2,67	Alto	Estratégico	S	47	Alto	S	60,90%	Alto
mar-17	dez-17	Projeto 14	0,84	Baixo	Estratégico	S	31	Alto	N	44,63%	Baixo
abr-16	fev-18	Projeto 15	1,91	Alto	Regulatório	N	45	Alto	S	71,83%	Alto
abr-13	jun-17	Projeto 16	4,25	Alto	Estratégico	S	43	Alto	S	46,16%	Baixo
set-16	out-18	Projeto 17	2,16	Alto	Estratégico	S	27	Baixo	N	6,70%	Baixo
mar-15	ago-16	Projeto 18	1,46	Alto	Regulatório	N	35	Alto	N	29,93%	Alto
jan-14	dez-14	Projeto 19	0,99	Baixo	Estratégico	S	43	Alto	S	37,01%	Baixo
out-13	jan-16	Projeto 20	2,25	Alto	Estratégico	S	31	Alto	N	48,97%	Alto
jan-12	dez-15	Projeto 21	4,00	Alto	Estratégico	S	55	Alto	S	35,00%	Baixo
mai-17	set-17	Projeto 22	0,42	Baixo	Regulatório	N	23	Baixo	N	58,81%	Alto
set-15	jul-17	Projeto 23	1,92	Alto	Operacional	N	31	Alto	N	23,95%	Baixo
jul-18	nov-18	Projeto 24	0,42	Baixo	Estratégico	S	39	Alto	S	18,66%	Alto
abr-16	fev-18	Projeto 25	1,91	Alto	Regulatório	N	45	Alto	S	13,00%	Baixo

Início	Fim	Nome do Projeto	Duração em Anos	Grau de Duração	Tipo	Projeto Estratégico	Nível de Risco	Grau de Risco	Inovação	Valor Absoluto do Percentual de Desvio de Custos	Grau Percentual de Desvio de Custos
out-13	mar-16	Projeto 26	2,50	Alto	Regulatório	N	53	Alto	N	4,89%	Baixo
mai-17	jan-18	Projeto 27	0,75	Baixo	Estratégico	S	25	Baixo	N	7,24%	Baixo
jan-18	jun-18	Projeto 28	0,49	Baixo	Estratégico	S	29	Baixo	N	61,21%	Alto
mai-18	dez-18	Projeto 29	0,67	Baixo	Estratégico	S	23	Baixo	S	9,20%	Baixo
fev-13	nov-14	Projeto 30	1,75	Alto	Estratégico	S	45	Alto	S	36,08%	Alto
jul-12	fev-13	Projeto 31	0,64	Baixo	Estratégico	S	31	Alto	S	0,00%	Baixo
fev-13	dez-13	Projeto 32	0,87	Baixo	Estratégico	S	43	Alto	S	60,44%	Alto
jan-13	jun-14	Projeto 33	1,49	Alto	Estratégico	S	53	Alto	S	75,63%	Alto
jun-15	jul-17	Projeto 34	2,17	Alto	Estratégico	S	55	Alto	S	53,96%	Alto
set-13	set-13	Projeto 35	0,08	Baixo	Estratégico	S	43	Alto	S	25,06%	Baixo
mar-13	mar-14	Projeto 36	1,05	Baixo	Estratégico	S	39	Alto	S	1,87%	Baixo
abr-16	jan-17	Projeto 37	0,84	Baixo	Operacional	N	41	Alto	N	52,79%	Baixo
jan-12	ago-14	Projeto 38	2,60	Alto	Estratégico	S	39	Alto	S	41,10%	Alto
mai-17	jul-18	Projeto 39	1,20	Baixo	Regulatório	N	41	Alto	N	70,99%	Alto
jan-17	fev-19	Projeto 40	2,16	Alto	Estratégico	S	35	Alto	S	20,82%	Baixo

Início	Fim	Nome do Projeto	Duração em Anos	Grau de Duração	Tipo	Projeto Estratégico	Nível de Risco	Grau de Risco	Inovação	Valor Absoluto do Percentual de Desvio de Custos	Grau Percentual de Desvio de Custos
set-16	jun-19	Projeto 41	2,83	Alto	Estratégico	S	35	Alto	S	28,23%	Alto
mai-14	set-14	Projeto 42	0,39	Baixo	Estratégico	S	37	Alto	N	50,13%	Alto
mai-17	abr-18	Projeto 43	1,00	Baixo	Regulatório	N	29	Baixo	N	51,02%	Alto
mai-12	dez-16	Projeto 44	4,67	Alto	Estratégico	S	43	Alto	S	26,64%	Alto
mai-12	jul-16	Projeto 45	4,25	Alto	Estratégico	S	45	Alto	S	3,70%	Baixo
mai-14	jun-17	Projeto 46	3,17	Alto	Estratégico	S	45	Alto	S	14,95%	Baixo
set-16	out-18	Projeto 47	2,16	Alto	Estratégico	S	35	Alto	N	5,83%	Baixo
mai-14	ago-16	Projeto 48	2,34	Alto	Estratégico	S	47	Alto	S	71,30%	Alto
mai-12	dez-16	Projeto 49	4,67	Alto	Estratégico	S	47	Alto	S	10,97%	Alto
ago-17	dez-18	Projeto 50	1,42	Alto	Estratégico	S	25	Baixo	N	19,64%	Alto
jun-16	jan-18	Projeto 51	1,67	Alto	Regulatório	N	24	Baixo	N	62,06%	Alto
fev-16	dez-16	Projeto 52	0,82	Baixo	Estratégico	S	27	Baixo	N	54,03%	Alto
ago-13	out-13	Projeto 53	0,19	Baixo	Estratégico	S	25	Baixo	N	0,00%	Baixo
abr-13	out-13	Projeto 54	0,57	Baixo	Regulatório	N	23	Baixo	N	5,00%	Baixo
out-13	nov-13	Projeto 55	0,10	Baixo	Regulatório	N	19	Baixo	N	0,00%	Baixo

Início	Fim	Nome do Projeto	Duração em Anos	Grau de Duração	Tipo	Projeto Estratégico	Nível de Risco	Grau de Risco	Inovação	Valor Absoluto do Percentual de Desvio de Custos	Grau Percentual de Desvio de Custos
jul-11	ago-14	Projeto 56	3,04	Alto	Regulatório	N	23	Baixo	N	27,37%	Alto
jun-13	jul-13	Projeto 57	0,08	Baixo	Estratégico	S	38	Alto	S	12,12%	Baixo
jan-12	ago-12	Projeto 58	0,66	Baixo	Operacional	N	25	Baixo	N	0,00%	Baixo
fev-12	ago-12	Projeto 59	0,51	Baixo	Estratégico	S	24	Baixo	S	0,00%	Baixo
jun-11	ago-12	Projeto 60	1,17	Baixo	Estratégico	S	27	Baixo	S	3,91%	Baixo
jan-12	dez-12	Projeto 61	0,92	Baixo	Estratégico	S	27	Baixo	S	0,00%	Baixo
jul-11	nov-13	Projeto 62	2,36	Alto	Estratégico	S	25	Baixo	N	0,00%	Baixo
mai-12	set-12	Projeto 63	0,37	Baixo	Estratégico	S	23	Baixo	N	0,00%	Baixo
set-12	dez-12	Projeto 64	0,22	Baixo	Operacional	N	17	Baixo	N	0,00%	Baixo
nov-12	mar-13	Projeto 65	0,34	Baixo	Operacional	N	21	Baixo	N	0,00%	Baixo
jun-13	dez-13	Projeto 66	0,45	Baixo	Operacional	N	17	Baixo	N	79,98%	Alto
jun-12	dez-12	Projeto 67	0,51	Baixo	Operacional	N	31	Alto	S	3,37%	Baixo
mar-13	jul-14	Projeto 68	1,38	Alto	Operacional	N	21	Baixo	N	32,20%	Alto
abr-12	jul-13	Projeto 69	1,27	Alto	Regulatório	N	29	Baixo	N	20,40%	Alto
out-18	jan-19	Projeto 70	0,29	Baixo	Estratégico	S	21	Baixo	S	7,92%	Baixo

Início	Fim	Nome do Projeto	Duração em Anos	Grau de Duração	Tipo	Projeto Estratégico	Nível de Risco	Grau de Risco	Inovação	Valor Absoluto do Percentual de Desvio de Custos	Grau Percentual de Desvio de Custos
Mediana da Duração			1,24	Mediana do Nível de Risco			31	Valor		23,73%	

Figura 28 – Base secundária de projetos

Fonte: Autor

ANEXO 1 - GRAU DE IMPACTO DOS RISCOS NOS CUSTOS DO PROJETO

MEDIÇÃO DA PROBABILIDADE E DO IMPACTO DE FALHA NOS CUSTOS				
		Probabilidade		
Direcionadores de Custos		Improvável (0,0-0,3)	Provável (0,4-0,6)	Frequente (0,7-1,0)
Requisitos	Tamanho	Pequeno, não complexo ou facilmente decomposto	Complexidade média a moderada, requisitos podem ser decompostos	Grande, alta complexidade ou que não pode ser decomposto
	Restrições de Recursos	Pequena restrição de <i>hardware</i> ou inexistente	Algumas restrições de <i>hardware</i>	Restrições significativas de Hardware
	Aplicações	Sistema não é <i>real-time</i> , baixa interdependência sistêmica	Embutida, algumas interdependências	<i>Real-time</i> , sistemas embutidos, forte interdependência.
	Tecnologia	Madura, existente, conhecida pelos profissionais	Existente, alguma experiência dos profissionais	Nova tecnologia ou nova aplicação, pouca experiência.
	Estabilidade de Requisitos	Baixa ou sem alterações na linha de base	Algumas alterações na linha de base dos requisitos	Mudança rápida ou sem linha de base
Pessoal	Disponibilidade	Profissionais alocados, rotatividade baixa	Disponível, espera-se que haja rotatividade	Profissionais não disponíveis, alta rotatividade
	Variedade	Bom conhecimento de diferentes disciplinas de <i>software</i> .	Algumas disciplinas de <i>software</i> não estão	Algumas disciplinas de <i>software</i> não representadas.

MEDIÇÃO DA PROBABILIDADE E DO IMPACTO DE FALHA NOS CUSTOS				
		Probabilidade		
Direcionadores de Custos		Improvável (0,0-0,3)	Provável (0,4-0,6)	Frequente (0,7-1,0)
			representadas de forma inapropriada.	
	Experiência	Profissionais experientes	Experiência média	Experiência baixa
	Ambiente Gerencial	Forte enfoque de gerenciamento das pessoas	Bom enfoque de gerenciamento de pessoas	Baixo enfoque de gerenciamento de pessoas.
<i>Software</i> reutilizável	Disponibilidade	Compatível com as datas esperadas	Datas de entrega sendo verificadas/questionadas.	Incompatível com as datas previstas
	Modificação	Pequena ou sem alteração	Alguma alteração	Alteração extensiva
	Linguagem	Compatível com sistemas e requisitos de manutenção	Compatibilidade parcial com os requisitos	Incompatível com os sistemas ou requisitos de manutenção.
	Direitos	Compatível com requisitos de manutenção e competição	Parcialmente compatível com manutenção, alguma competição	Incompatível com manutenção e planos de desenvolvimento
	Certificação	Verificado compatibilidade com a aplicação	Alguma compatibilidade com a aplicação. Dados de teste disponíveis.	Não verificado, poucos dados de teste disponíveis

MEDIÇÃO DA PROBABILIDADE E DO IMPACTO DE FALHA NOS CUSTOS				
		Probabilidade		
Direcionadores de Custos		Improvável (0,0-0,3)	Provável (0,4-0,6)	Frequente (0,7-1,0)
Ferramentas e ambiente	Facilidades	Baixa ou sem modificação	Alguma modificação instalações existentes	Grandes modificações, instalações inexistentes
	Disponibilidade	Instalada, atende datas esperadas	Alguma compatibilidade com as datas esperadas	Inexistente, não atende datas esperadas
	Direitos	Compatível com planos de desenvolvimento e de manutenção	Compatibilidade parcial com planos de desenvolvimento e de manutenção	Incompatibilidade com os planos de desenvolvimento e de manutenção
	Gestão da Configuração	Controlada totalmente	Algum controle	Não há controle

Figura 29 - Medição da probabilidade e impacto de falha nos custos

Fonte: Boehm (1991)