



# **PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS PARA AMBIENTES DE MÚLTIPLOS PROJETOS DE SOFTWARE**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Engenharia da Computação**

**Kenelly Silva Rodrigues de Almeida**

**Orientador: Prof. Genésio Gomes da Cruz Neto**

**Co-orientadora: Prof. Cristine Martins Gomes de Gusmão**



**UNIVERSIDADE  
DE PERNAMBUCO**

**Universidade de Pernambuco  
Escola Politécnica de Pernambuco  
Graduação em Engenharia de Computação**

**KENELLY SILVA RODRIGUES DE  
ALMEIDA**

**PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA  
ANALÍTICA DE RISCOS PARA  
AMBIENTES DE MÚLTIPLOS  
PROJETOS DE SOFTWARE**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia de Computação pela Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco.

Recife, Novembro de 2011.

**De acordo**

**Recife**

**07/12/2011**

---

**Orientador da Monografia**

*À minha família.*

# Agradecimentos

Ao som das minhas músicas preferidas, agradeço primeiramente aos meus pais, não apenas pelos cinco anos de faculdade, e sim por todos os anos dedicados à minha formação e educação. Acredito que com a conclusão desta etapa, consegui corresponder com sucesso aos esforços dedicados. À minha irmã, por todo o carinho e apoio que será retribuído na sua formação e por toda a vida.

À Robson David, por todo carinho, paciência e apoio dedicado durante este último ano de faculdade.

Aos meus amigos que trilharam esse longo caminho e compartilharam de todos os momentos de tensão e felicidade juntos, em especial para Andrea Santos, pela amizade construída durante esses anos. À todos os meus amigos de longa data que mesmo um pouco distantes torcem pelo meu sucesso.

Ao orientador Genésio Gomes por ter aceitado o desafio de acompanhar este trabalho. À minha co-orientadora Cristine Gusmão pela oportunidade de trabalharmos juntas mais uma vez e pela confiança no meu potencial desde nosso primeiro trabalho na iniciação científica em 2008. À Júlio Venâncio pelo apoio e disponibilidade durante a escrita deste trabalho.

À todos os professores da UPE que ajudaram na minha formação durante o curso de Engenharia da Computação, em especial para Márcio Lopes, pelos ensinamentos e amizade.

Aos meus colegas de trabalho, em especial para Alexsandro Franco pela frequente compreensão e flexibilidade necessária para tornar possível o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

*“Eis o meu segredo: Só se vê bem com o coração.*

*“O essencial é invisível aos olhos.”*

*Antoine de Saint - Exupéry*

# Resumo

Com o aumento da demanda do mercado por soluções tecnológicas, empresas de tecnologia da informação precisam executar diversos projetos de desenvolvimento de software simultaneamente, para se manterem competitivas no mercado. Projetos de desenvolvimento de software estão vulneráveis a riscos que podem afetar os objetivos do projeto, pelo compartilhamento de recursos. Em ambientes de múltiplos projetos de software, esses eventos adversos podem impactar também nas metas organizacionais. Logo, para atribuir uma maior probabilidade de sucesso aos projetos, a organização deve elaborar um efetivo plano de gerenciamento de riscos, o qual se inicia com o processo de identificação de riscos. Esta pesquisa dispõe de uma análise do processo de gestão de riscos, com o objetivo de mapear fatores de riscos inerentes aos projetos para a criação de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR) no contexto de ambientes de múltiplos projetos de software. A EAR proposta categoriza mais de cem fatores de riscos inicialmente encontrados na taxonomia de riscos elaborada pelo Instituto de Engenharia de Software (SEI). Seguindo premissas de uma revisão sistemática da literatura, outros fatores de riscos foram identificados em trabalhos no domínio de ambientes de múltiplos projetos de software. Por apresentar uma quantidade relevante de fatores de riscos abrangendo fontes potenciais de riscos do projeto, o modelo da EAR proposta auxilia os gerentes na identificação, compreensão, avaliação e comunicação dos riscos inerentes aos projetos incidentes neste tipo de ambiente.

# Abstract

With the raise of customer demand by technological solutions, Information Technology (IT) organizations require to implement several software development projects simultaneously in order to remain competitive. These projects are vulnerable to several adverse factors that can affect project objectives as they share the resources, especially professionals. Multiple project software environments may suffer serious impacts also in organizational goals because of risks. Therefore, to achieve an enhanced probability of success to projects, organizations must create an effective risk management planning, which begins with risk identification process. In this light, this research consists of a risk management process analysis, aiming to select risk factors to build a Risk Breakdown Structure (RBS) on multiple project software environment contexts. The RBS proposal categorizes more than one hundred risk factors, initially found in the risk taxonomy of Software Engineering Institute (SEI). Through assumptions of a systematic literature review, other risk factors were identified on researches from multiple project software environment domains. The significant amount of risk factors covering potential sources of project risks in the proposed RBS assists project managers on risk identification, understanding, assessment and reporting from the environment.

# Sumário

<b>Capítulo 1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Metodologia .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Pesquisa e triagem por trabalhos referentes à Gerenciamento de Riscos.....	3
1.2.2 Estudo do Estado da Arte de Gerenciamento de Riscos .....	3
1.2.3 Estudo sobre Estrutura Analítica de Riscos.....	3
1.2.4 Construção da EAR baseada na Taxonomia do SEI.....	3
1.2.5 Mapeamento da Literatura .....	4
1.2.6 Proposição da Estrutura Analítica de Riscos.....	4
<b>1.3 Estrutura do documento .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 2 Gerenciamento de Riscos .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Importância do Gerenciamento de Riscos .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Processos de Gerenciamento de Riscos .....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Planejamento do Gerenciamento de Riscos.....	7
2.2.2 Identificação de Riscos .....	8
2.2.3 Análise de Riscos.....	8
2.2.4 Planejar Respostas aos Riscos.....	8
2.2.5 Monitoramento e Controle de Riscos .....	9
<b>2.3 Identificação de Riscos.....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Técnicas de Identificação de Riscos .....	10
<b>2.4 Gerenciamento de Riscos em Ambientes de Múltiplos Projetos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Resumo do Capítulo .....</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo 3 Estrutura Analítica de Riscos.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Conceitos Básicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Categorização de Riscos.....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Taxonomia de Riscos do SEI.....	16
<b>3.3 Aplicações de EAR.....</b>	<b>17</b>
3.3.1 Identificação de Riscos .....	17
3.3.2 Avaliação de Riscos.....	18
3.3.3 Comunicação dos Riscos.....	19
3.3.4 Lições Aprendidas .....	19
<b>3.4 Resumo do Capítulo .....</b>	<b>19</b>

<b>Capítulo 4 Proposta de uma Estrutura Analítica de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Estrutura Analítica de Riscos baseada na Taxonomia do SEI .....</b>	<b>20</b>
4.1.1 Fontes de Riscos.....	21
4.1.2 Extração de Fatores de Riscos.....	23
<b>4.2 Mapeamento da Literatura.....</b>	<b>30</b>
4.2.1 Processo de Busca .....	30
4.2.2 Triagem.....	32
4.2.3 Extração dos Fatores de Riscos.....	32
<b>4.3 Estrutura Analítica de Riscos Proposta .....</b>	<b>37</b>
4.3.1 Disposição dos fatores de riscos na EAR.....	38
<b>4.4 Aplicações da EAR Proposta.....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Resumo do Capítulo .....</b>	<b>47</b>
<b>Capítulo 5 Conclusão e Trabalhos Futuros.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1 Principais Contribuições .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2 Trabalhos Futuros .....</b>	<b>49</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>50</b>
<b>Apêndice A Fatores de Riscos da Taxonomia do SEI .....</b>	<b>52</b>
<b>Apêndice B Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software por Autor .....</b>	<b>65</b>
<b>Apêndice C EAR para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software.....</b>	<b>67</b>

# Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Processos de Gerenciamento de Riscos.....	9
<b>Figura 2.</b>	Exemplo de Estrutura Analítica de Riscos (EAR) (PMBOK, 2004). ....	15
<b>Figura 3.</b>	Taxonomia de riscos de desenvolvimento de software (CARR <i>et al.</i> , 1993). 16	16
<b>Figura 4.</b>	String de busca no Scopus .....	31
<b>Figura 5.</b>	Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos por Classe..	45
<b>Figura 6.</b>	Fatores de Riscos por Fonte de Riscos .....	45

# Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b>	Fatores de Riscos identificados na Taxonomia do SEI – Parcial .....	24
<b>Tabela 2.</b>	Fator de Risco: Dificuldade de Implementação dos Requisitos.....	27
<b>Tabela 3.</b>	Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos projetos de Software ....	33
<b>Tabela 4.</b>	Categorização dos Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software .....	42

# Tabela de Símbolos e Siglas

Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Ensino Superior

EAP – Estrutura Analítica do Projeto

EAR – Estrutura Analítica de Riscos

MSF – Microsoft Solutions Framework (Framework de Soluções da Microsoft)

PMBOK – Project Management Body of Knowledge

PMI – Project Management Institute (Instituto de Gerenciamento de Projetos)

RBS – Risk Breakedown Structure (Estrutura Analítica de Riscos)

SEI – Software Engineering Institute (Instituto de Engenharia de Software)

TBQ – Taxonomy Based Questionnaire (Questionário Baseado em Taxonomia)

# Capítulo 1

## Introdução

Devido a dinamicidade e competitividade do mercado, diversas empresas têm buscado alternativas tecnológicas para otimizar seus processos, diminuir custos e maximizar lucros, melhorar a qualidade de seus serviços e produtos, com o objetivo de atingir ou manter-se em um patamar importante no mercado em que atuam.

Com a grande demanda do mercado por soluções de software, empresas de desenvolvimento de software necessitam desenvolver diversos projetos simultaneamente, onde cada um possui seus objetivos específicos. Esses projetos precisam ser gerenciados estrategicamente de forma a se alcançar os objetivos individuais dos projetos e manter-se alinhados com as metas da organização.

Projetos de desenvolvimento de software estão vulneráveis a eventos que podem afetar negativamente o cronograma, custo, escopo do projeto, e a qualidade do produto final. Em um ambiente onde há múltiplos projetos, além de impactar nos objetivos de cada projeto, eventos adversos podem ameaçar o sucesso das metas organizacionais. No contexto de gestão de projetos, riscos podem ser definidos como eventos que se ocorrerem podem ter um efeito positivo ou negativo em pelo menos um objetivo do projeto (PMBOK, 2004). Os riscos negativos podem ser minimizados e controlados por uma gerência de riscos contínua (GUSMÃO; MOURA, 2004) e iterativa durante todo o ciclo de vida dos projetos.

Embora o processo de gerenciamento de riscos atribua uma maior probabilidade de sucesso aos projetos, é uma das áreas de conhecimento de gestão de projetos mais ignoradas (HILLSON, 2002) em ambientes de desenvolvimento de pequenos e médios projetos de software. Isso se deve ao alto grau de subjetividade e abstração associado ao conceito de riscos.

Para que seja possível tomar boas decisões, gerentes de projetos precisam de informações importantes que podem ser extraídas das atividades de identificação e análise de riscos (HELDMAN, 2005). Portanto, o gerenciamento de riscos vem sendo cada vez mais reconhecido nos ambientes de desenvolvimento de software, o

que reforça a importância da utilização de processos, técnicas e ferramentas de gerenciamento de riscos de forma explícita, sistemática e estruturada (GUSMÃO, 2007).

Uma das formas de apresentar os riscos de forma estruturada e categorizada é através de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR), a qual pode auxiliar os gerentes na identificação, compreensão e comunicação dos riscos inerentes ao projeto (HILLSON, 2002) de forma rápida, intuitiva e estratégica.

## 1.1 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo analisar o processo de gestão de riscos em projetos com o propósito de mapear os principais fatores de riscos inerentes aos projetos para a criação de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR) no contexto de ambientes de múltiplos projetos de desenvolvimento de software.

O modelo de EAR proposto tem o intuito de catalogar e estruturar os fatores de riscos em ambientes de multiprojetos identificados na literatura a fim de, auxiliar o gerente de projetos e sua equipe na identificação, compreensão e comunicação dos riscos incidentes neste tipo de ambiente.

A EAR pode ser utilizada como uma ferramenta complementar a outras técnicas de identificação e comunicação de riscos, bem como, servir de artefato para a atividade de análise no processo de gerenciamento de riscos, além de poder ser inserida em qualquer metodologia de gerenciamento escolhida pela organização.

Para alcançar o objetivo principal, foi necessário atingir os seguintes objetivos intermediários:

- Compreender a definição e elaboração de uma EAR;
- Levantar fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos;
- Definir um modelo de categorização para os fatores de riscos mapeados.

## 1.2 Metodologia

A seguir é apresentada a metodologia realizada para alcançar os objetivos deste trabalho:

### 1.2.1 Pesquisa e triagem por trabalhos referentes à Gerenciamento de Riscos

A primeira etapa do projeto consistiu em uma busca por trabalhos relevantes em base de dados e portais de artigos acadêmicos, na área de gestão de riscos em projetos. A triagem feita considerou os artigos que abordavam os temas Gestão de Riscos e Estrutura analítica de Riscos.

### 1.2.2 Estudo do Estado da Arte de Gerenciamento de Riscos

Esta atividade contemplou um estudo sobre o processo de gerenciamento de riscos, com ênfase na etapa de identificação de riscos em ambientes de múltiplos projetos de software. O estudo se deu através da leitura de artigos, trabalhos acadêmicos e livros específicos da área. Esse estudo teve o objetivo de compreender as deficiências e necessidades das organizações quanto à atividade de identificação de riscos em projetos.

### 1.2.3 Estudo sobre Estrutura Analítica de Riscos

Através dos trabalhos encontrados na etapa 1.2.1 desta metodologia, esta fase cumpriu o objetivo de compreender a definição e elaboração de uma EAR, além de identificar os benefícios associados nas etapas de gerenciamento de riscos em projetos, priorizando a fase de identificação de riscos.

### 1.2.4 Construção da EAR baseada na Taxonomia do SEI

Nesta etapa a Taxonomia de Riscos do Software Engineering Institute (SEI) foi analisada com o objetivo de identificar fatores de riscos em projetos de software e catalogar hierarquicamente de forma a representar uma Estrutura Analítica de Riscos para projetos de desenvolvimento de software. Os fatores de riscos identificados nos trabalhos foram avaliados e posteriormente utilizados na criação da EAR.

### 1.2.5 Mapeamento da Literatura

Com base em algumas premissas de um mapeamento sistemático da literatura, uma pesquisa foi realizada em um banco de dados de estudos científicos, com o objetivo de levantar fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software. Os fatores de riscos encontrados em trabalhos cujo domínio era referente à ambientes de múltiplos projetos de software, foram analisados detalhadamente para utilização na EAR proposta neste trabalho.

### 1.2.6 Proposição da Estrutura Analítica de Riscos

Através das informações coletadas na etapa 1.2.4 e 1.2.5, uma EAR foi elaborada agregando os fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software à EAR baseada na Taxonomia do SEI. O agrupamento dos fatores de riscos foi catalogado segundo as suas fontes de riscos.

## 1.3 Estrutura do documento

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos, os quais abordam desde uma visão geral sobre os assuntos relacionados ao tema estudado, à proposição de uma EAR específica para o ambiente de múltiplos projetos, e finalizando com as conclusões auferidas pela pesquisa realizada.

Capítulo 2 – **Gerenciamento de Riscos** - Este capítulo aborda o processo de gerenciamento de riscos e a sua importância em ambientes de múltiplos projetos de software. Apresenta as etapas do processo de gestão de riscos com ênfase na identificação de riscos em projetos.

Capítulo 3 – **Estrutura Analítica de Riscos** – Neste segundo capítulo é apresentada a estrutura analítica de riscos, exemplos de EAR, quais seus principais benefícios e como ela pode ser utilizada para auxiliar o gerente de projeto no processo de gerenciamento de riscos.

Capítulo 4 - **Proposta de uma Estrutura Analítica de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software** - Este capítulo discute a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho e o processo utilizado para

extrair os fatores de riscos relevantes para a construção da EAR para ambientes de múltiplos projetos de software, bem como apresentar a EAR proposta.

Capítulo 5 – **Conclusão e Trabalhos Futuros** – Este capítulo final apresenta as conclusões, principais contribuições identificadas e sugestões de trabalhos futuros derivados do contexto de estudo deste trabalho.

# Capítulo 2

## Gerenciamento de Riscos

Neste capítulo é abordada a área de conhecimento de Gerenciamento de Riscos, a qual vem sendo considerada como um dos processos mais importantes a serem executados pelos gerentes de projetos (SOMMERVILLE, 2007). A gerência de riscos é a área de domínio deste trabalho, que tem como objetivo fornecer uma técnica para auxiliar gerentes e sua equipe a identificar riscos inerentes aos projetos inseridos em ambientes de múltiplos projetos de software.

Na seção 2.1 será apresentada a importância do gerenciamento de riscos em projetos, onde em seguida na seção 2.2 são apresentados os processos de gerenciamento de riscos segundo o *Guide to the Project Management Body of Knowledge* – Guia PMBOK (PMBOK, 2004). A seção 2.3 é destinada a descrever com mais detalhes a atividade de identificação de riscos, elucidando algumas de suas técnicas mais comuns. Na seção 2.4 uma breve descrição dos problemas enfrentados em ambientes de múltiplos projetos é apresentada para fundamentar a importância do gerenciamento de riscos nesse tipo de ambiente.

### 2.1 Importância do Gerenciamento de Riscos

Gerenciar projetos é uma atividade essencial para a Engenharia de Software, pois todo projeto de software enfrenta problemas de qualidade, cronograma, e custo. No entanto, um bom gerenciamento pode não garantir o sucesso de um projeto, porém, um mau gerenciamento comumente resulta em problemas no desenvolvimento do projeto (SOMMERVILLE, 2007).

Projetos estão sujeitos a riscos que podem ser caracterizados como oportunidades, ou como ameaças aos objetivos do projeto. Logo, gerenciar riscos é um processo que deve ser executado em todos os projetos, não importa quão grande ou pequeno ele seja (HELDMAN, 2005).

Nesse contexto, gerenciar riscos pode ser definido como o emprego de habilidades e competências, em combinação com o conhecimento adquirido, através

da execução de processos com a utilização de técnicas e métodos para identificação, avaliação e controle dos riscos (GUSMÃO; MOURA, 2004). Este processo tem como objetivo maximizar as oportunidades encontradas, e diminuir o impacto e probabilidade de ocorrência dos eventos adversos (PMBOK, 2004).

Riscos podem ocorrer durante todo o desenvolvimento do projeto, contudo, considerando o ciclo de vida de um projeto, riscos são mais propensos a ocorrer nas fases iniciais do projeto, devido a quantidade de incertezas associadas. A probabilidade de ocorrência de riscos diminui a medida que o projeto vai chegando ao seu final (HELDMAN, 2005).

Em contrapartida, o impacto ocasionado pela ocorrência de um risco é menor no início do projeto, pois poucos recursos foram utilizados nas fases iniciais de verificação de viabilidade e planejamento. As consequências provocadas por um risco no decorrer do projeto ao seu final podem ocasionar impactos desastrosos ao projeto, pela quantidade de recursos e tempo já despendidos.

Portanto, para ser bem sucedida, a Organização deve estar comprometida com uma abordagem pró-ativa, consistente e contínua de gerenciamento de riscos durante todo o ciclo de vida do projeto, fazendo interação com os processos das outras áreas de conhecimento de gestão de projetos.

## **2.2 Processos de Gerenciamento de Riscos**

De acordo com o *Guide to the Project Management Body of Knowledge – Guia PMBOK* (PMBOK, 2004), a gestão de riscos é constituída de cinco processos que são executados e atualizados durante todo o ciclo de vida do projeto, os quais podem ser visualizados na Figura 1, e elucidados nas seções a seguir.

### **2.2.1 Planejamento do Gerenciamento de Riscos**

Este processo é executado durante o planejamento do projeto, onde é definida através de reuniões, qual abordagem e metodologia utilizar para executar com sucesso as atividades de gerenciamento de riscos de um projeto. Como artefato gerado neste processo, tem-se o plano de gerenciamento de riscos que é constituído dentre outras informações, das definições de políticas,

responsabilidades, custo e cronograma das atividades de gestão de riscos, metodologia, técnicas e ferramentas utilizadas no processo, além dos recursos e estratégias necessárias para a realização da gerência de riscos do projeto.

### **2.2.2 Identificação de Riscos**

Inicialmente, durante o planejamento do projeto, os riscos que podem ameaçar os objetivos e sucesso do projeto são identificados e documentados por todos os envolvidos no projeto. O processo de gerenciamento de riscos é interativo e incremental durante todo o ciclo de vida do projeto e diversas são as técnicas que podem auxiliar neste processo. O processo de identificação de riscos, bem como a descrição de algumas das suas técnicas será apresentado com mais detalhes na seção 2.3.

### **2.2.3 Análise de Riscos**

Nesta etapa os riscos identificados são priorizados e categorizados, segundo critérios específicos estabelecidos pela Organização. Normalmente existem duas maneiras de realizar a análise de riscos, onde ambas podem ser utilizadas em conjunto:

- **Análise Qualitativa de Riscos** – O objetivo dessa análise é avaliar a prioridade dos riscos, baseando-se em escalas de probabilidade de ocorrência e impacto sobre o projeto para o cálculo de exposição ao risco.
- **Análise Quantitativa de Riscos** – Atribui uma classificação numérica aos riscos priorizados na análise qualitativa, utilizando técnicas de dados estatísticos para fornecer como resultado estimativas mais precisas dos impactos dos riscos identificados.

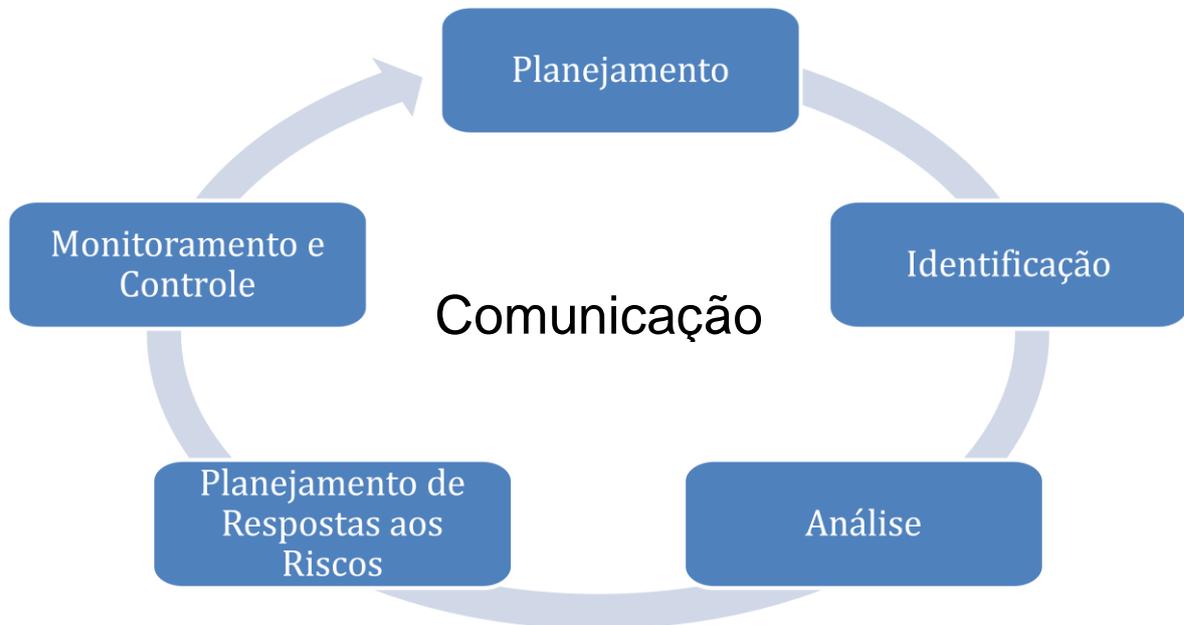
### **2.2.4 Planejar Respostas aos Riscos**

Esta atividade é referente a definição de estratégias com o objetivo de maximizar as oportunidades e mitigar ou até mesmo eliminar os riscos negativos do projeto. Esta atividade é iniciada após a etapa de análise para abordar os riscos de

acordo com a sua prioridade. Planos de contingência também devem ser definidos para os riscos que se encontram além da capacidade de mitigação.

### 2.2.5 Monitoramento e Controle de Riscos

Através do monitoramento e controle dos riscos é observada a efetividade dos planos de ação durante o desenvolvimento do projeto de forma a avaliar a situação atual dos riscos para identificar eventuais desvios do planejado. Esta atividade atualiza o plano de gerenciamento de riscos ao envolver alteração das estratégias de mitigação, utilização dos planos de contingência, encerramento de riscos, entre outras.



**Figura 1.** Processos de Gerenciamento de Riscos.

Uma atividade importante no processo de gerenciamento de riscos é a comunicação, a qual funciona como um meio de integração entre as atividades envolvidas. Comunicação é um componente crítico para o sucesso do gerenciamento de riscos (HELDMAN, 2005), pois permite o compartilhamento das informações entre os envolvidos, contribuindo com o esforço coletivo e integração das atividades no processo de gerenciamento de riscos. Portanto, sem uma efetiva comunicação, o gerenciamento dos riscos não pode ser considerado viável (CARR *et al.*, 1993).

## 2.3 Identificação de Riscos

O processo de identificação de riscos ocorre inicialmente durante o planejamento do projeto, e pode ser considerada como uma das etapas mais importantes do gerenciamento de riscos, pois determina os riscos que podem afetar o projeto, os quais serão utilizados em todos os demais processos de gerenciamento de riscos. Portanto, diante de todas as atividades, a execução de uma eficaz identificação de riscos é essencial para a continuidade do processo de gestão, pois não se pode gerenciar aquilo que não se conhece (CARR *et al.*, 1993).

A atividade de identificação de riscos pode assumir como entradas para o processo diversos documentos da Organização e do projeto, como exemplo as informações históricas de projetos anteriores contendo as lições aprendidas e as respostas desenvolvidas para os riscos identificados em projetos similares; a declaração de escopo, com as premissas e restrições atribuídas ao projeto; a Estrutura Analítica de Riscos – EAR, apresentando as categorias de riscos da organização, a qual está associada ao plano de gerenciamento de riscos; e, o plano de gerenciamento do projeto contendo as informações de custo e cronograma do projeto em questão.

Como saída deste processo é gerado um documento com o registro de todos os riscos identificados com suas respectivas causas-raiz. Durante a atividade de identificação de riscos, possíveis respostas a alguns riscos podem ser levantadas e devem ser armazenadas no documento de registro de riscos para servirem de entrada no processo de Planejamento de Respostas a Riscos.

Os artefatos de entrada para a identificação de riscos são atualizados caso necessário após o processo. Durante o processo novas categorias de riscos podem ser identificadas, sendo necessário aprimorar a EAR utilizada no projeto.

### 2.3.1 Técnicas de Identificação de Riscos

A identificação de riscos é uma atividade comum a diversas abordagens de gerenciamento de riscos (GUSMÃO; MOURA, 2004). Portanto, várias são as técnicas de identificação de riscos disponíveis na literatura, onde algumas destas técnicas já consolidadas são recomendadas pelo Guia PMBOK. A seguir são elucidadas sucintamente algumas destas técnicas:

- **Listas de Verificação** – Esta técnica apresenta uma lista de riscos identificados com base em projetos passados semelhantes. Os níveis mais baixos da estrutura analítica de riscos – EAR - podem ser utilizados para compor a lista de verificação de riscos. Possui a vantagem da simplicidade e facilidade de identificação de riscos, porém limita os usuários aos itens de risco apresentados na lista. Por esta razão, é comumente utilizada em conjunto com outra técnica de identificação de riscos.
- **Brainstorming** – Considerada uma das técnicas mais utilizadas, o *brainstorming* tem o objetivo de gerar uma lista de riscos abrangente relacionada ao projeto através de sessões com consultores e envolvidos no projeto. A EAR pode ser utilizada no processo como referência para a identificação de riscos e atualizada com os riscos identificados.
- **Questionário baseado em Taxonomia de Riscos** – Esse método de identificação de riscos é utilizado no domínio de projetos de software, proposto pelo *Software Engineering Institute* – SEI. O Questionário baseado em Taxonomia de Riscos (TBQ – *Taxonomy Based Questionnaire*) caracteriza os riscos em três níveis: Classe, Elemento e Atributo, onde cada pergunta do questionário refere-se aos atributos. A taxonomia de riscos proposta pelo SEI (CARR *et al.*, 1993) é utilizada como um dos fundamentos para a EAR proposta neste trabalho, e é apresentada com mais detalhes no capítulo seguinte.

## 2.4 Gerenciamento de Riscos em Ambientes de Múltiplos Projetos

Com a alta demanda do mercado por soluções tecnológicas, empresas de tecnologia da informação precisam executar vários projetos de desenvolvimento de software simultaneamente, para conseguir se manter competitivas no mercado. Cada projeto de software é constituído de diversas atividades a serem realizadas

para alcançar os objetivos do projeto, envolvendo definição de tarefas, responsabilidades dos envolvidos no projeto, e o cronograma das atividades.

Em um cenário onde há vários projetos em execução, os recursos físicos e humanos precisam ser compartilhados entre os projetos, as tarefas definidas precisam ser sincronizadas, e o cronograma deve atender ao prazo de todos os projetos. Estas são algumas das características de um ambiente de desenvolvimento mais conhecido como ambiente de múltiplos projetos ou multiprojetos.

Portanto, para conseguir manter o controle e acompanhamento dos projetos em ambientes de múltiplos projetos de software, cada projeto precisa ser gerenciado individualmente de forma a alcançar os seus objetivos individuais, e estrategicamente, considerando o portfólio de projetos, para manter-se alinhado com as metas organizacionais.

Neste contexto, a Gerência de Múltiplos Projetos pode ser definida como a preocupação da Organização em distribuir e controlar os esforços e recursos físicos e humanos necessários para os projetos inseridos neste tipo de ambiente (GUSMÃO, 2007).

Para gerentes de projetos de TI, o gerenciamento com qualidade é comumente realizado para enfrentar os riscos mais comuns, tais como mudanças de requisitos, tarefas inesperadas e quantidade de recursos em ambientes de múltiplos projetos. Gerenciar projetos organizacionais trata principalmente com um número de projetos em simultaneamente em desenvolvimento associados à Organização. É necessário planejar, monitorar e controlar esses projetos ao mesmo tempo (WANG, X.; BAI; *et al.*, 2010).

Portanto o trabalho de um gerente de projetos se torna mais difícil por ter que se responsabilizar por vários projetos, ter uma visão geral do andamento de todas as atividades dos projetos e ser capaz de agir de forma proativa antes que os problemas aconteçam (MARQUES *et al.*, 2009).

A maioria dos modelos de gestão que possuem o processo de gerenciamento de riscos não possui uma referência a gerenciamento de riscos explícito para ambientes de múltiplos projetos de software.

O Guia PMBOK e o MSF (*Microsoft Solutions Framework*) possuem um processo para gerenciamento de portfólios. Com esta motivação foi elaborado o *mPRIME Process (Project Risk Management Process)*, um Modelo de Processo para Gestão de Riscos em Ambientes de Múltiplos Projetos que também é suportado pelo *mPRIME Ontology* e *mPRIME tool*, que correspondem a ferramentas de apoio a gestão de riscos em ambientes de múltiplos projetos (GUSMÃO, 2007).

## 2.5 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi abordada uma visão geral da área de conhecimento de gerenciamento de riscos em projetos, apresentando a sua importância para os projetos de software, devido a quantidade de incertezas inerentes a maioria destes projetos.

Uma breve descrição dos processos inseridos na gestão de riscos é apresentada, com foco na atividade de identificação de riscos em projetos, visto que, é uma atividade comum às abordagens e metodologias de gerenciamento de riscos existentes.

O objetivo deste trabalho é construir uma EAR para auxiliar os gerentes na identificação de riscos em ambientes de múltiplos projetos de software. Neste sentido, foram elucidadas brevemente algumas das técnicas de identificação de riscos que utilizam estruturas analíticas de riscos como um componente adicional ao processo. Ao final do capítulo, foram descritas as características de um ambiente de múltiplos projetos de software e quais suas principais dificuldades enfrentadas, reforçando a importância do gerenciamento de riscos neste tipo de ambiente.

# Capítulo 3

## Estrutura Analítica de Riscos

Há uma variedade de ferramentas que podem ser utilizadas para identificar e comunicar riscos de projetos (PMBOK, 2004), dentre elas está a Estrutura Analítica de Riscos (EAR). Uma EAR é uma estrutura hierárquica que representa os fatores de riscos de um determinado projeto agrupados por categorias, fornecendo diversos benefícios para as etapas do processo de gerenciamento de riscos.

Este capítulo tem a finalidade de apresentar os conceitos e aplicações de uma EAR. Inicialmente os principais conceitos de uma EAR são brevemente elucidados na seção 3.1. Em seguida, a seção 3.2 trata da categorização dos riscos e seus principais benefícios. Na seção 3.3 é abordado como a EAR pode ser aplicada nas etapas de gerenciamento de riscos em projetos.

### 3.1 Conceitos Básicos

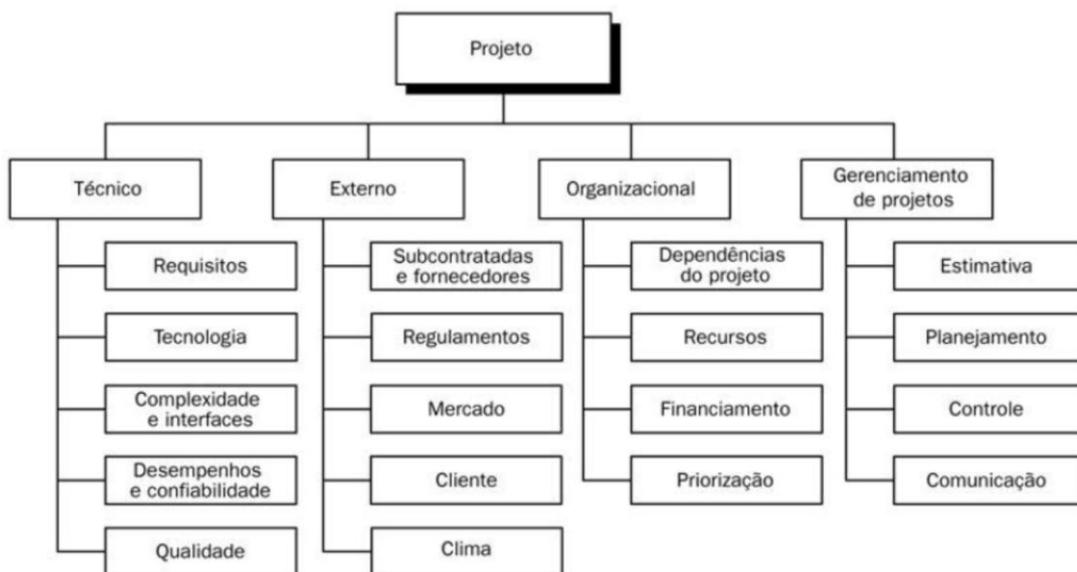
Em um ambiente de desenvolvimento de software onde é produzida uma grande quantidade de informações relevantes, uma estratégia favorável é estruturar estas informações de modo a garantir a compreensão e fácil verificação de que as informações necessárias foram geradas.

No contexto de gestão de riscos, com a aplicação de técnicas e métodos, artefatos são gerados a partir do processo de identificação de riscos, onde comumente é produzida como saída uma longa lista de riscos. No entanto, uma lista de riscos pode dificultar no entendimento e priorização dos riscos, por não fornecer informações suficientes para auxiliar o gerente na fase de análise qualitativa e quantitativa dos riscos do projeto.

Para auxiliar na compreensão, gerenciamento e comunicação de riscos em projetos, a melhor forma de apresentar as informações referentes aos riscos de um projeto, é de forma estruturada (HILLSON, 2002), sistemática e explícita (GUSMÃO, 2007). Uma alternativa para apresentar os riscos de forma estruturada é através de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR) ou *Risk Breakdown Structure* (RBS), a qual

pode auxiliar o gerente de projetos na identificação de riscos, e nas demais etapas do processo de gerenciamento de riscos.

Similar a uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP) (PMBOK, 2004) qual é considerada uma importante ferramenta utilizada pelos gestores, a EAR pode ser definida como um agrupamento orientado à fonte de risco que classifica e define a exposição aos riscos identificados do projeto. Cada nível descendente da EAR representa uma definição mais detalhada dos fatores de riscos do projeto (HILLSON, 2002). A Figura 2 apresenta um exemplo genérico de uma EAR elaborada pelo PMI, constituída de riscos e suas respectivas fontes, listadas por categorias e subcategorias de riscos que podem surgir em um projeto.



**Figura 2.** Exemplo de Estrutura Analítica de Riscos (EAR) (PMBOK, 2004).

Uma EAR é uma simples ferramenta que provê uma estrutura hierárquica dos riscos categorizados de um projeto. A partir de uma EAR, pode-se identificar quais os riscos podem ameaçar os objetivos do projeto, além de facilitar na compreensão de quais as áreas do projeto necessitam de atenção especial, permitindo a visualização de riscos recorrentes e concentrações de riscos.

## 3.2 Categorização de Riscos

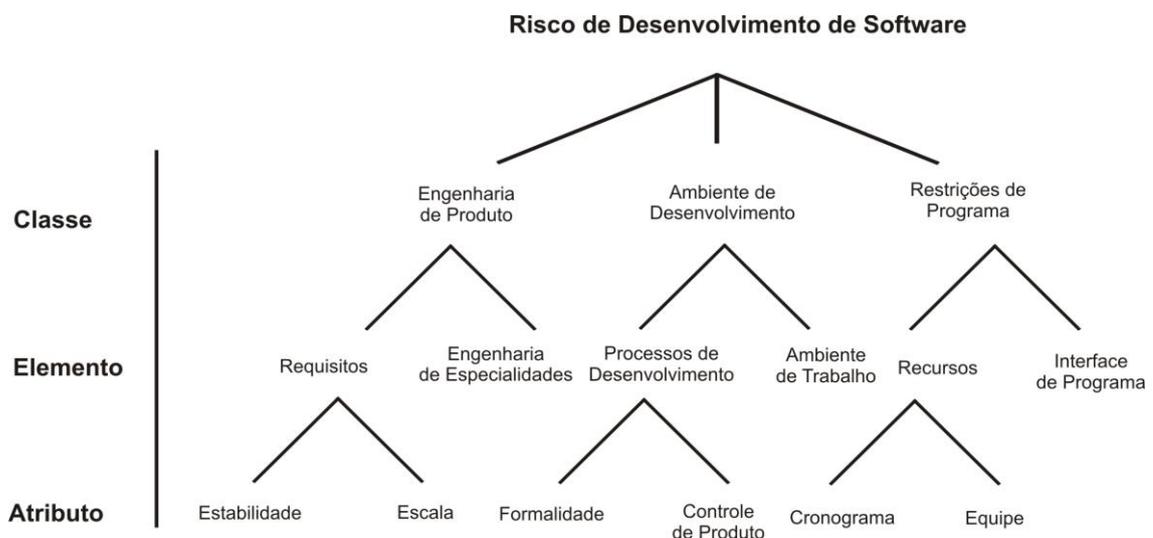
Categorização de riscos fornece uma forma de organização do projeto em grupos lógicos, o que facilita na identificação e análise dos riscos. Algumas Organizações possuem suas categorias de riscos pré-definidas, que podem ser adaptadas para diferentes projetos.

De acordo com o PMBOK (PMBOK, 2004), há quatro categorias de riscos que podem ser visualizados na Figura 2: Riscos Técnicos, Riscos Externos, Riscos Organizacionais e Riscos de Gerenciamento de Projetos. Porém, classificar os riscos em apenas quatro categorias, limita a identificação de riscos e não dá cobertura a outros potenciais riscos que podem ocorrer no projeto. Com a definição das categorias de riscos, as subcategorias podem ser definidas.

### 3.2.1 Taxonomia de Riscos do SEI

A taxonomia de riscos do SEI (CARR *et al.*, 1993) fornece um *framework* para estruturar e organizar riscos de projetos de desenvolvimento de software, podendo ser utilizada como base para a elaboração de métodos e atividades de gerenciamento de riscos.

As classes taxonômicas são divididas em elementos, estes são caracterizados por atributos, a Figura 3 apresenta como a taxonomia de riscos do SEI está estruturada.



**Figura 3.** Taxonomia de riscos de desenvolvimento de software (CARR *et al.*, 1993).

A taxonomia classifica os riscos em três grandes classes:

- **Engenharia de Produto:** consiste nos aspectos técnicos a serem realizados para o desenvolvimento do produto a ser entregue ao cliente. Refere-se às atividades de engenharia de sistema e de software tais como, análise e especificação de requisitos, projeto e implementação de software, integração de componentes de software e hardware, e testes. Os riscos de engenharia de produto geralmente derivam de requisitos difíceis ou impossíveis de implementar, análises inadequadas dos requisitos ou especificação do projeto, além da baixa qualidade de especificações de codificação.
- **Ambiente de Desenvolvimento:** esta classe envolve os métodos, procedimentos e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do produto.
- **Restrições de Programa:** é composto pelos fatores de riscos externos, ou seja, estão fora do controle da gestão, tais como fatores contratuais, organizacionais e operacionais.

## 3.3 Aplicações de EAR

Uma EAR pode ser utilizada de diversas formas em algumas das etapas de gerenciamento de riscos do projeto. O plano de gerenciamento de riscos é composto por diversos documentos, onde a EAR pode estar previamente inserida. Isto acontece quando a Organização já possui uma EAR padrão com seus riscos de projetos típicos. Neste caso, uma boa prática é revisar a EAR na fase de planejamento da gestão de riscos para adequá-la a situação do projeto atual, para apenas então, usá-la no processo de identificação de riscos.

### 3.3.1 Identificação de Riscos

Na etapa de identificação de riscos, a EAR pode ser utilizada de diversas formas e combinadas com quaisquer outras técnicas de identificação de riscos. Assumindo que a EAR está completa para o projeto, ela fornece a garantia de que

todas as fontes de riscos comuns aos objetivos do projeto terão sido exploradas, tornando a identificação dos riscos mais eficaz.

Os níveis mais altos da EAR podem ser utilizados como referência em um *brainstorming*, para encorajar os participantes a identificar os riscos a partir dos níveis expostos da EAR, assim como serem utilizados como guia na realização de entrevistas com especialistas e envolvidos no projeto. Desta forma, os riscos são identificados e categorizados de acordo com sua fonte de risco.

Os níveis mais baixos da EAR podem ser utilizados para gerar um checklist de riscos identificados, que pode ser armazenado para aplicar em projetos futuros. Por outro lado, a EAR pode ser utilizada para estruturar listas de riscos geradas por outras técnicas de identificação, fornecendo uma melhor visualização dos riscos inerentes ao projeto.

### **3.3.2 Avaliação de Riscos**

Os riscos identificados podem ser avaliados a partir das categorias de uma EAR. A EAR pode categorizar os riscos em função da sua fonte, que permite identificar as áreas do projeto mais expostas aos efeitos da incerteza. A melhor forma de medir a concentração de riscos por categoria em uma EAR é através da avaliação individual dos riscos em relação ao impacto e probabilidade de ocorrência, atribuindo um *score* a cada risco. Logo, a partir do *score* total de cada categoria, pode-se determinar qual a concentração de riscos de cada fonte da EAR.

A avaliação de riscos através de uma EAR, possui alguns benefícios adicionais em relação a avaliação a partir de uma simples lista de riscos:

- Compreensão do tipo de exposição de risco no projeto;
- Visualização das fontes de riscos mais importantes para o projeto;
- Revelação das causas-raiz de riscos, através de uma avaliação mais detalhada;
- Indicação das áreas de dependência ou correlação entre os riscos;
- Foco no desenvolvimento de respostas aos riscos nas áreas mais significativas em relação ao impacto e probabilidade de ocorrência.

### 3.3.3 Comunicação dos Riscos

A EAR pode ser utilizada para fornecer informações de risco do projeto para os níveis mais altos da Organização, assim como para a equipe de projeto. As informações passadas para a gerência sênior da Organização devem conter os resultados da avaliação com o *score* total de riscos para cada categoria.

A EAR pode ser utilizada também para fornecer relatórios de riscos entre projetos ou múltiplos projetos, desde que se mantenha um padrão da linguagem utilizada para reduzir ambiguidades.

### 3.3.4 Lições Aprendidas

Uma das tarefas mais difíceis após a conclusão de um projeto é armazenar as informações geradas no projeto para serem utilizadas como referência em projetos futuros. A EAR pode fornecer uma estrutura padrão para analisar as informações de riscos de cada projeto passado. Dessa forma, podem ser identificados os riscos que ocorrem com frequência em todos os projetos, e assim, desenvolver respostas preventivas para estes riscos.

## 3.4 Resumo do Capítulo

A estrutura analítica de riscos é uma ferramenta eficaz que auxilia o gerente de projetos na identificação, avaliação e comunicação dos riscos de um projeto. Este capítulo apresentou os principais conceitos e a importância de se utilizar uma EAR no processo de gerenciamento de riscos por ser uma ferramenta simples que ajuda na compreensão e gerenciamento dos riscos, bem como os diversos benefícios que o uso desta estrutura pode fornecer.

Como uma EAR é constituída de categorias e subcategorias, foi dedicada uma seção deste capítulo à importância da categorização de riscos, e o exemplo de categorização de riscos definida pelo SEI, o qual será utilizado no desenvolvimento deste trabalho.

## Capítulo 4

# Proposta de uma Estrutura Analítica de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho e a Estrutura Analítica de Riscos proposta para ambientes de múltiplos projetos de software.

A seção 4.1 apresenta o processo realizado para elaborar a Estrutura Analítica de Riscos baseada na Taxonomia do SEI. Na seção 4.2 o processo de mapeamento da literatura para levantamento de trabalhos constituídos de fatores de riscos em ambientes de múltiplos projetos é apresentado. A seção 4.3 apresenta a construção da EAR proposta, e por fim na seção 4.4 encontram-se as formas de aplicação da EAR proposta, bem como as considerações finais.

### 4.1 Estrutura Analítica de Riscos baseada na Taxonomia do SEI

A EAR proposta foi elaborada inicialmente fundamentada na taxonomia de riscos de desenvolvimento de software proposta pelo SEI, por apresentar um framework consistente para o desenvolvimento de outros métodos de gerenciamento de riscos. A taxonomia do SEI possui uma estrutura hierárquica definida em categorias de riscos já consolidadas, além de mapear características genéricas para qualquer contexto no domínio de projetos de software.

A elaboração da EAR contou com o apoio da técnica de identificação de riscos, Questionário Baseado na Taxonomia (TBQ) também proposta pelo SEI, para aumentar o nível de detalhamento dos fatores de riscos identificados.

A estrutura dividida em classes, elementos e atributos, proposta pela Taxonomia do SEI, foi mantida com algumas considerações:

- As classes catalogam as fontes de riscos;
- Os elementos da Taxonomia representam as fontes de riscos;
- Fatores de riscos são derivados dos atributos da Taxonomia.

#### **4.1.1 Fontes de Riscos**

As três classes da Taxonomia – Engenharia de Produto, Ambiente de Desenvolvimento, Restrições de Programa – representam o nível mais alto da hierarquia na EAR, e os elementos no segundo nível representam as fontes de riscos, onde fonte de riscos pode ser entendida como a origem de onde os riscos podem surgir. Assumindo uma estrutura analítica de riscos completa, ela pode garantir que todas as fontes de riscos do projeto foram exploradas.

A Taxonomia de Riscos do SEI é composta por treze elementos, os quais foram utilizados para representar as fontes de riscos da EAR proposta, por evidenciar as principais fontes de riscos e pela sua abrangência no escopo de um projeto. A seguir são apresentadas as características de cada fonte de riscos por classe que foram dispostas na EAR:

- **Engenharia do Produto**
  - Requisitos: consiste em riscos associados a qualidade da especificação dos requisitos e a dificuldade de implementação do sistema que satisfaz os requisitos;
  - Design: os riscos agrupados nessa fonte correspondem ao projeto e viabilidade dos algoritmos, requisitos funcionais ou não funcionais e interfaces externas e internas do sistema. Os riscos associados à dificuldade ou facilidade de testes dos requisitos do projeto são inseridos inicialmente como riscos do elemento Design;

- Codificação e Testes Unitários: esses riscos representam a dificuldade de testes ou restrições presentes na implementação, além da qualidade e estabilidade das especificações do sistema e da interface;
  - Integração e Testes: representa os riscos associados ao planejamento e execução dos testes integrados do sistema no ambiente;
  - Engenharia de Especialidades: são os riscos referentes aos requisitos comumente atribuídos a especialistas de determinadas áreas, que não estão envolvidos em tempo integral no projeto, mas que ainda assim precisam analisar os riscos associados a áreas específicas do projeto.
- **Ambiente de Desenvolvimento**
    - Processos de Desenvolvimento: processos de desenvolvimento são as etapas seguidas durante o ciclo de vida do projeto para se alcançar os objetivos, esse elemento possui riscos associados, tais como planejamento inadequado do processo de desenvolvimento e comunicação pobre entre os envolvidos no projeto;
    - Sistema de Desenvolvimento: refere-se aos riscos associados às ferramentas de software e hardware e equipamentos de suporte no desenvolvimento do produto;
    - Processo de Gerenciamento: consiste nos riscos associados ao planejamento, monitoramento, controle de orçamento e cronograma do projeto, além de todos os envolvidos no processo de gerenciamento;
    - Métodos de Gerenciamento: riscos associados aos métodos de gerenciamento dos recursos humanos e do desenvolvimento do produto, incluindo a garantia de qualidade, gerenciamento de configuração, e desenvolvimento profissional dos membros do projeto;

- Ambiente de Trabalho: corresponde aos riscos presentes no ambiente de trabalho, tais como a forma utilizada para manter as pessoas informadas, programas pessoais de moral e ética, e a forma das pessoas trabalharem juntas.
- **Restrições de Programa**
  - Recursos: consiste nos riscos associados aos recursos dependentes de fatores externos ao controle da organização, como cronograma, recursos humanos e orçamento;
  - Contrato: riscos associados ao tipo de contrato, restrições e dependências;
  - Interfaces de Programas: refere-se aos riscos de interfaces com outras Organizações externas à desenvolvedora do software.

#### 4.1.2 Extração de Fatores de Riscos

O processo de extração dos fatores de riscos se deu através da derivação dos atributos da Taxonomia de Riscos do SEI e complementada a partir das perguntas que compõem o TBQ. Para cada atributo, foi lida a descrição fornecida pela taxonomia, e as questões disponíveis no TBQ com o objetivo de evidenciar os principais fatores de riscos associados.

Os dados encontrados foram organizados em uma planilha que dispôs os fatores de riscos segundo sua classe e fonte conforme exemplo na Tabela 1, onde são apresentados os fatores de riscos identificados para a fonte de riscos Requisitos e Processo de Gerenciamento, das classes Engenharia de Produto e Ambiente de Desenvolvimento, respectivamente.

Tabela 1. Fatores de Riscos identificados na Taxonomia do SEI – Parcial

Risco Nível 0	Classes Nível 1	Fontes de Riscos Nível 2	ID do Fator de Risco	Fatores de Riscos Nível 3
Riscos de Desenvolvimento de Software	Engenharia de Produto	Requisitos	1	Estabilidade dos Requisitos
			2	Incapacidade de controle das mudanças de requisitos
			3	Especificação de requisitos incompleta
			4	Omissão de requisitos
			5	Ambiguidade de requisitos
			6	Compreensão dos requisitos
			7	Validação dos requisitos
			8	Viabilidade de implementação dos requisitos
			9	Dependência entre os requisitos
			10	Experiência do desenvolvedor ou da Companhia na implementação dos requisitos
			11	Requisitos não implementados com sucesso em sistemas já existentes
			12	Tamanho do projeto

			13	Nível de complexidade dos requisitos
<b>Ambiente de Desenvolvimento</b>	<b>Processo de Gerenciamento</b>		81	Projeto não gerenciado de acordo com o planejado
			82	Interrupções que implicam em replanejamento
			83	Definição de planos de contingência para os riscos conhecidos
			84	Definição clara de regras e responsabilidades no projeto
			85	Compreensão do nível de autoridade de todos os envolvidos no projeto
			86	Experiência dos gerentes em desenvolvimento de software, gerenciamento de projetos de software, no domínio da aplicação e nos processos de desenvolvimento
			87	Comunicação dos problemas para todos os envolvidos
			88	Documentação e resolução de conflitos com cliente
			89	Boa relação dos gerentes com todos os envolvidos no projeto
			90	Representação do cliente nas decisões relacionadas às funcionalidades e operações do sistema

O atributo Escala na Taxonomia do SEI está incluso no elemento Requisitos e refere-se aos riscos associados aos desafios técnicos e gerenciais pelo tamanho e complexidade do sistema desenvolvido. Diversos são os fatores de riscos atribuídos aos desafios técnicos e gerenciais.

Os desafios técnicos incluem a satisfação da equipe, comunicação entre processos, complexidade de integração do sistema, análise de dependência entre componentes e impacto das mudanças dos requisitos. Os desafios gerenciais são provenientes do grande número de tarefas e pessoas que atribui uma complexidade para a organização do projeto, delegação de responsabilidades, comunicação entre gerentes e colaboradores, e gerenciamento de configuração.

Todos esses fatores de riscos associados aos desafios técnicos e gerenciais foram dispostos em outras fontes de riscos mais convenientes. Do atributo Escala, na fonte de riscos Requisitos, foram considerados apenas os fatores tamanho e complexidade dos requisitos.

Após a identificação dos fatores de riscos na Taxonomia do SEI, foi observada a existência de possíveis fatores de riscos redundantes catalogados em fontes de riscos distintas. Com base na planilha gerada, foi realizado um levantamento dos fatores de riscos redundantes. Estes fatores de riscos foram analisados e algumas ações foram tomadas com o objetivo de minimizar eventuais informações duplicadas na EAR e esclarecer possíveis redundâncias:

- Eliminação de fatores de riscos redundantes e abrangentes;
- Maior especificidade de fatores de riscos redundantes para evidenciar seu domínio;
- Disposição de fatores de riscos redundantes de acordo com a fonte de riscos com melhor enquadramento.

Através do levantamento realizado, dezoito fatores de riscos foram considerados redundantes, destes resultaram em 12 fatores de riscos categorizados na EAR segundo análise a seguir:

- **Mudança de Requisitos durante a Codificação** está presente nos elementos Requisitos e, Codificação e Testes Unitários. No elemento

Requisitos, o fator de risco refere-se ao grau de mudança dos requisitos durante todas as fases do projeto, inclusive na codificação, e está representado na EAR como o fator Estabilidade dos Requisitos. No elemento Codificação e Testes Unitários, refere-se a mudanças no projeto durante a codificação, não se limitando a mudanças de requisitos. Portanto, o fator de risco foi mantido nas duas fontes de riscos.

- **Dificuldade de Implementação dos Requisitos**, é encontrado nos elementos Requisitos, *Design*, e Engenharia de Especialidade. No elemento Requisitos, o fator de risco é tratado como uma questão de viabilidade técnica de implementação do requisito; o elemento *Design* refere-se a dificuldade de projetar requisitos ou funcionalidades do sistema; o fator de risco dificuldades de implementação dos requisitos de segurança, é apresentado no elemento Engenharia de Especialidades, pois devido a especificidade, o mesmo é tratado separadamente dos requisitos gerais, por comumente requerer ajuda de especialistas. Portanto, o fator de risco Dificuldade de Implementação dos Requisitos será representado da seguinte maneira:

**Tabela 2.** Fator de Risco: Dificuldade de Implementação dos Requisitos

Fonte de Risco	Fator de Risco
Requisitos	Viabilidade de implementação dos requisitos.
Design	Dificuldade de projetar os requisitos funcionais do sistema
Engenharia de Especialidades	Dificuldade de implementação dos requisitos de segurança

- **Recursos disponíveis para Testes** encontra-se nos elementos *Design*, Codificação e Testes Unitários, e Integração e Testes. No elemento *Design*, o fator de risco é caracterizado como a disponibilidade de recursos físicos e humanos para a realização dos testes executados no projeto. Para os elementos Codificação e Testes Unitários, e Integração e Testes, o fator de risco é específico para a realização dos testes unitários e testes integrados, respectivamente. Na EAR proposta a redundância é tratada com a eliminação do fator de risco no elemento *Design*, mantendo os fatores de riscos específicos para testes unitários e testes integrados visando manter a especificidade dos fatores de riscos.
- **Ambiente adequado de Integração** está disposto nos elementos Integração e Testes, e Recursos. No elemento Integração e Testes, o fator de risco refere-se ao suporte de hardware e software para criar um ambiente adequado para integração e testes integrados. O fator de risco no elemento Recursos refere-se a instalação de programas adequados para integração e teste do produto. Devido a duplicidade deste fator de risco em ambos elementos, foi eliminado do elemento Recursos, e mantido em Integração e Testes, considerando um melhor enquadramento do fator de risco de acordo com sua fonte.
- **Dependências Externas** está incluso na classe Restrições de Programa, nos elementos Recursos e Contratos. Para o elemento Recursos, o fator de riscos refere-se a dependências externas que podem impactar no cronograma, enquanto que para o elemento Contrato, o fator de risco alude às dependências externas que podem afetar o produto, orçamento ou cronograma. Portanto, neste caso, o fator de risco Dependências Externas será disposto apenas na fonte de risco Contratos, pois agrega um maior impacto na companhia, além de ser derivada de um atributo denominado Dependência.
- **Equipe de Projeto Inadequada** encontra-se nos elementos Métodos de Gerenciamento e Recursos. Para o elemento Métodos de Gerenciamento, o fator de riscos alude a alocação de pessoas com o perfil inadequado para o projeto. No elemento Recursos, o fator refere-

se a adequação da equipe em termos de habilidades e experiência técnica requerida para o projeto e domínio da aplicação. O fator de riscos Equipe de Projeto Inadequada, foi atribuído apenas ao elemento Recursos, por se tratar da fonte de risco mais adequada.

- **Monitoramento do Projeto através de Métricas** está incluso nos elementos Métodos de Gerenciamento e Processo de Desenvolvimento. Em Métodos de Gerenciamento, o fator refere-se a definição de métricas de gerenciamento utilizadas para monitorar o andamento do projeto e gerar informação de status do projeto, como instrumento de apoio ao gerente. Para o elemento Processo de Desenvolvimento, o fator de risco alude ao uso de métricas para medir e melhorar o processo em relação às metas de qualidade e produtividade da Organização. Portanto o fator de risco será atribuído a ambas as fontes Métodos de Gerenciamento e Processo de Desenvolvimento seguindo a seguinte nomenclatura: Monitoramento do Projeto através de Métricas e Monitoramento do Processo através de Métricas respectivamente.
- **Testabilidade** está apresentado nos elementos *Design* e Integração e Testes. Para o elemento Design, o fator de risco refere-se a dificuldade ou impossibilidade de testar o produto, enquanto que para Integração e Testes o fator alude a testabilidade dos requisitos. Para se manter disposto na fonte de risco mais adequada, o fator Testabilidade está atribuído à Integração e Testes.

Para deixar a EAR com apenas três níveis – classe, fonte de risco e fator de risco, alguns fatores de riscos foram agrupados em apenas um fator de risco composto a ser representado na EAR, e com isso permitir adaptações de acordo com as características da Organização.

O elemento *Design* da Taxonomia contém o atributo Restrições de Hardware, o qual é constituído de vários fatores de riscos associados, tais como: capacidade de resposta em tempo real, limitações da capacidade de armazenamento do banco de dados, hardware inadequado para executar o sistema, quantidade de hardware

insuficiente e velocidade da memória. Para representar esses atributos na EAR eles foram agrupados em um único fator de risco denominado Restrições de Hardware.

O mesmo acontece com fator de risco Utilização de componentes não desenvolvidos pela Organização (COTS), o qual é composto por diversos fatores de riscos específicos para a utilização de componentes em um projeto: pouca documentação do componente, baixa performance, grande compartilhamento de memória, espaço significativo de armazenamento no banco de dados, dificuldade de interface, manutenção inadequada, dificuldade de contato com o fornecedor e dificuldade de integração dos componentes.

Similarmente, os fatores de riscos associados a performance do projeto são agregados de diversos fatores como: rendimento do sistema, tempo de resposta de eventos sincronizados, resposta em tempo real ao usuário, recuperação do sistema, e resposta, conexão e acesso ao banco de dados. Esses fatores de riscos foram representados na EAR pelo fator, Requisitos rigorosos de performance.

A tabela completa dos fatores de riscos resultante da extração da Taxonomia do SEI e com o tratamento da redundância pode ser visualizada no Apêndice A ao final deste trabalho.

## **4.2 Mapeamento da Literatura**

Uma revisão sistemática da literatura tem como objetivo identificar, avaliar e interpretar as pesquisas disponíveis que possuem relevância sobre o tópico tratado, fornecendo uma visão geral da área de domínio da pesquisa (KITCHENHAM, 2006).

Este trabalho foi desenvolvido com base em algumas das premissas de uma revisão sistemática da literatura a fim de levantar trabalhos que apresentassem fatores de riscos identificados, inseridos no contexto de ambientes de múltiplos projetos de desenvolvimento de software.

### **4.2.1 Processo de Busca**

O processo de pesquisa foi realizado na base de dados Scopus. O Scopus é uma das mais abrangentes bases de dados de literatura técnica e científica e permite uma visão multidisciplinar da ciência integrando trabalhos de diversas fontes

relevantes para a pesquisa. A base do Scopus é atualizada diariamente, além de prover uma ferramenta simples com diversas possibilidades de pesquisa. Diante destes fatores, a base de dados do Scopus foi utilizada para o processo de pesquisa deste trabalho.

A pesquisa teve o objetivo de levantar trabalhos que tivessem referência a fatores de riscos inseridos em ambientes de múltiplos projetos de desenvolvimento de software para serem adicionados a EAR proposta neste trabalho.

A string de busca utilizada no Scopus está apresentada na Figura 4. As combinações das palavras chaves foram pesquisadas nos campos *default* de pesquisa: *TITLE-ABS-KEY*, que corresponde a pesquisas feita no Título, Abstract e Palavras-chaves.

A palavra chave *risk* está concatenada com *multi\* project\** através do conector *AND*, onde a utilização do asterisco (\*) permite a busca por palavras derivadas do prefixo definido. A palavra chave *risk* também está concatenada com *software portfolio* e *Program management* através do conector *AND*. Para combinar os sinônimos é utilizado o conector *OR*, possibilitando a busca das três combinações. O comando *LIMIT-TO* limita a pesquisa a trabalhos escritos na subárea Computação (COMP) e na língua portuguesa ou inglesa.

```
TITLE-ABS-KEY(risk*) AND ("multi* project* " OR "software portfolio" OR  
"Program management") AND ( LIMIT-TO(LANGUAGE,"English") OR LIMIT-  
TO(LANGUAGE,"Portuguese" ) ) AND ( LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP" ) )
```

**Figura 4.** String de busca no Scopus

A pesquisa na base de dados Scopus através da string utilizada, retornou 90 trabalhos, onde destes apenas 56 estavam disponíveis para *download* através do portal da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Ensino Superior). Todos os trabalhos acessíveis foram salvos localmente em disco rígido para posterior triagem.

### 4.2.2 Triagem

Os trabalhos armazenados passaram por um processo de triagem para filtrar os estudos relevantes de acordo com os critérios de inclusão e exclusão adotados, onde alguns destes já foram filtrados através da string de busca durante a pesquisa:

- Critérios de Inclusão: O trabalho estar contido na subárea de computação; O trabalho estar escrito em inglês ou português; disponibilidade dos trabalhos para *download* através do portal da Capes; Apresentar fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software.
- Critérios de Exclusão: O trabalho não ter relação com a área de Computação; Não apresentar fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software; Indisponibilidade para *download* através do portal da Capes;

A triagem se deu através da leitura do título e resumo para verificar a relevância do trabalho quando ao tema, onde deveria estar explícita a existência de riscos em ambientes de múltiplos projetos de desenvolvimento de software. Os trabalhos foram dispostos em uma planilha e classificados em: baixa relação e forte relação. Apenas os trabalhos classificados como forte relação foram lidos por completo, o que totalizaram 12 trabalhos lidos.

### 4.2.3 Extração dos Fatores de Riscos

Os trabalhos classificados como relevantes na etapa de triagem foram lidos por completo para extrair os fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software citados, considerando que os temas Portfólio de projetos e Programas também representam ambientes de múltiplos projetos de software.

A Tabela 3 apresenta a lista de fatores de riscos identificados em cada trabalho lido para extração dos fatores de riscos. Dentre os fatores de riscos extraídos nos trabalhos foram encontradas algumas ambigüidades. As redundâncias foram analisadas a fim de determinar um fator de risco resultante.

Outras ambigüidades entre os fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos e os fatores de riscos derivados da Taxonomia do SEI foram encontradas e analisadas resultando em um único fator de risco.

**Tabela 3.** Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos projetos de Software

<b>Trabalho</b>	<b>Fatores de Risco</b>
<b>A Methodology for Managing Multi-Disciplinary Programs with Six Sigma Approach</b>	Dependências entre as equipes
	Compartilhamento de recursos entre os projetos
	Sobreposição de atividades entre as equipes
	Não identificação de requisitos ou identificação incompleta das necessidades dos stakeholders
	Conhecimento do domínio
	Reuso de software
	Controle e monitoramento de variações no planejamento do programa
<b>mPRIME multiple project risk management tool</b>	Equilíbrio de diversos projetos
	Seleção e priorização dos projetos
	Planejamento e alocação de Recursos limitados
	Ferramentas e processos de controle de múltiplos projetos
	Disponibilidade de Recursos
<b>Resource-constrained multi-project scheduling based on ant colony optimization algorithm</b>	Escalonamento de recursos limitados do projeto
<b>Application of</b>	Escalonamento de recursos limitados do projeto

<b>resource-constrained project scheduling with a critical chain method on organizational project management</b>	Mudanças dinâmicas das demandas dos clientes
	Mudanças dinâmicas de atividades dos projetos
	Restrições de recursos humanos
	Restrições de tempo
	Restrições de orçamento
<b>BIRF: Keeping Software Development under Control across the Organization</b>	Projetos desenvolvidos internamente e externamente pela Organização e por terceiros
	Responsabilidade do gerente de projetos por vários projetos
	Volume de informações dos projetos
	Atrasos no fluxo de informações
<b>Quality management metrics for software development</b>	Envolvimento de todos os stakeholders no levantamento dos requisitos
	Priorização de Requisitos
<b>Visual Strawman to Relate Program RE to Project RE</b>	Relacionamento entre os requisitos do projeto e os requisitos do programa
	Alinhamento do cronograma de todos os projetos com o cronograma e prazos de entrega do programa
	Rastreamento e controle da propagação de mudanças no projeto e no programa
<b>An Empirical Study on Critical Success Factors Based on Governance for IT</b>	Identificação clara das demandas dos stakeholders

<b>Projects in China</b>	
<b>Development of Simulation Games to Improve the Practice of Program Management</b>	Alocação de recursos limitados
<b>An Empirical Study into the State of Practice and Challenges in IT Project Portfolio Management</b>	Critérios de Priorização e seleção de um portfólio de projetos
	Utilização de processos para gerenciamento de portfólio de projetos
<b>Measuring Risks within a Program Consisting of Multiple Interdependent Projects</b>	Dependencia entre os riscos do projeto e riscos de programa
<b>Transferring Software to a New Framework in a Brownfield Environment</b>	Complexidade do ambiente de TI

Os fatores de riscos **Não identificação de requisitos** ou **Identificação incompleta das necessidades dos stakeholders** (VEMURI *et al.*, 2004) e **Identificação clara das demandas dos stakeholders** (DING; WANG, Y., 2008) já estão representados na EAR resultante da Taxonomia do SEI através dos fatores de riscos: Omissão de requisitos, Especificação de requisitos incompleta e Compreensão dos requisitos. Estes fatores de riscos estão categorizados na fonte de risco Requisitos.

Os autores Vemurik (VEMURI *et al.*, 2004) e Palyagar (PALYAGAR *et al.*, 2008) fizeram referência ao **Controle e monitoramento de variações no planejamento do programa** e **Rastreamento e controle de mudanças no projeto e no programa**. A EAR resultante da Taxonomia do SEI já possui fatores de riscos referentes ao controle e monitoramento de mudanças no projeto, além do rastreamento. Portanto, neste caso será considerado apenas o domínio de Programa, para não gerar redundância, logo o fator de risco resultante será Controle, monitoramento e rastreamento de mudanças no programa.

O fator de risco **Seleção e priorização de projetos para o portfólio** foi citado nos trabalhos de De Gusmão (GUSMÃO; MOURA, 2007) e Gleisberg (GLEISBERG *et al.*, 2008), seguindo o mesmo contexto de critérios para a seleção e priorização de projetos em portfólios de TI.

Diversos autores mencionaram o problema do **Escalonamento de recursos limitados** (WANG, J.; ZHANG; *et al.*, 2010; WANG, X.; BAI; *et al.*, 2010) também como **Planejamento e alocação de recursos limitados** (GUSMÃO; MOURA, 2007; MCFARLANE *et al.*, 2009). O fator de risco resultante na EAR é denominado Planejamento e alocação de recursos limitados.

Os fatores de riscos **Utilização de ferramentas e processos de controle de múltiplos projetos** (GUSMÃO; MOURA, 2007) e **Utilização de processos para gerenciamento de portfólio** (GLEISBERG *et al.*, 2008), foram concatenados, resultando no fator de risco Utilização de ferramentas e processos de gerenciamento e controle de múltiplos projetos.

Os fatores de riscos **Conhecimento do domínio** e **Reuso de Software** (VEMURI *et al.*, 2004) referem-se respectivamente às habilidades e conhecimentos requeridos para executar as atividades dos projetos e à utilização de reuso de software bem como a sua compatibilidade com os recursos existentes. Ambos os fatores de riscos já foram mapeados e definidos na EAR elaborada através da Taxonomia do SEI como Experiência do desenvolvedor e da companhia na implementação dos requisitos e, Reuso de software não desenvolvido pela Organização, nas fontes de riscos Requisitos e *Design*, respectivamente.

O fator de risco **Disponibilidade de recursos** que serão necessários para o compartilhamento e para a alocação nos projetos (GUSMÃO; MOURA, 2007) já está

representado na EAR baseada na Taxonomia do SEI nas fontes de riscos Codificação e Testes Unitários, Integração e Testes, e Recursos.

Mudanças de demandas de cliente podem ocorrer durante todo o projeto, afetando o cronograma e mudando dinamicamente também as atividades do projeto. É recomendado que empresas de TI desenvolvam multiprojetos em paralelo para obter uma maior flexibilidade no gerenciamento dos projetos. Os fatores de riscos **Mudanças dinâmicas das demandas dos clientes** e **Mudanças dinâmicas de atividades do projeto** (WANG, X.; BAI; *et al.*, 2010) já estão representadas na EAR como Estabilidade dos requisitos na fonte Requisitos, e Mudança no projeto durante a codificação na fonte Codificação e Testes Unitários.

O fator humano é um dos fatores mais importantes de impacto no gerenciamento de recursos de um ambiente de múltiplos projetos. Assim como um único projeto, o conjunto de projetos de um ambiente de multiprojetos também possui restrições quando ao tempo e orçamento. **Restrições de recursos humanos, Restrições de tempo e Restrições de orçamento** (WANG, X.; BAI; *et al.*, 2010) engloba diversos fatores de riscos associados, e já está representado na EAR através do conjunto de fatores inclusos na fonte de risco Recursos na classificação Restrições de Programa.

Os fatores de riscos resultantes da análise de ambiguidade entre os fatores de riscos encontrados no mapeamento sistemático, e entre estes e os fatores identificados anteriormente na EAR baseada na Taxonomia de riscos do SEI pode ser visualizada no Apêndice B através de uma tabela que relaciona os autores dos trabalhos e os fatores de riscos.

### 4.3 Estrutura Analítica de Riscos Proposta

A EAR proposta neste trabalho é composta pelos fatores de riscos identificados na taxonomia do SEI e pelos fatores de riscos levantados no mapeamento da literatura. Na seção 4.1 foi elaborada uma EAR baseada na Taxonomia de riscos do SEI para projetos de desenvolvimento de software, onde foram mantidas as classes e elementos propostos pelo SEI. Os fatores de riscos levantados para ambientes de múltiplos projetos de software foram alocados nas

categorias de riscos que melhor se adequaram em relação às características da fonte de risco.

Esta composição gerou uma estrutura analítica de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software, apresentando os riscos inerentes a um único projeto, e os riscos inerentes ao ambiente de múltiplos projetos e suas relações, visto que, os riscos que impactam nos objetivos de um projeto podem impactar também os objetivos da Organização.

#### 4.3.1 Disposição dos fatores de riscos na EAR

O Apêndice B apresenta uma relação dos autores e fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software encontrados na literatura e filtrados após análise realizada na seção 4.2.3 deste trabalho. A partir desta tabela, estes fatores de riscos foram alocados nas fontes de riscos mais adequadas da EAR baseada na relação entre a descrição da fonte de risco fornecida pela Taxonomia de riscos do SEI e o contexto do trabalho onde o determinado fator de risco estava inserido.

A seguir é discutida a análise feita para cada fator de risco presente na tabela do Apêndice B, seguida da Tabela 5 que apresenta os fatores de riscos classificados por fonte de risco.

Programas multidisciplinares envolvem complexidades tais como identificar as dependências entre as diversas equipes, compartilhamento de recursos entre os projetos e sobreposição de atividades entre as equipes (VEMURI *et al.*, 2004). Cada equipe de projeto tem suas entregas que podem depender do trabalho e entrega de outras equipes, necessitando de uma boa coordenação. Portanto, o fator de risco **Dependências entre equipes** foi categorizado na fonte Métodos de Gerenciamento que engloba entre outras questões os riscos associados ao gerenciamento de recursos humanos e do desenvolvimento do projeto.

Um dos desafios de um ambiente de múltiplos projetos é a capacidade de compartilhar recursos limitados entre os projetos, além de planejar e alocar os recursos para atender às mudanças de prioridades de projetos dentro de um portfólio (GUSMÃO; MOURA, 2007). Os fatores de riscos **Compartilhamento de recursos entre os projetos** (VEMURI *et al.*, 2004) e **Planejamento e alocação de**

**recursos limitados** (GUSMÃO; MOURA, 2007; MCFARLANE *et al.*, 2009; WANG, J.; ZHANG; *et al.*, 2010; WANG, X.; BAI; *et al.*, 2010) foram classificados na fonte de riscos Recursos.

A sobreposição de atividades entre as equipes de projetos é utilizada para alcançar o objetivo do projeto dentro do prazo acordado, no entanto pode ocasionar problemas de conflito entre recursos e dependências entre as tarefas. O fator de risco **Sobreposição de atividades entre as equipes de projetos** (VEMURI *et al.*, 2004) é referente ao planejamento das atividades que deverão ser executadas nos projetos, segundo um cronograma de atividades e marcos. Portanto, o fator está alocado na fonte de risco Processo de Desenvolvimento que trata dos riscos associados às fases e etapas de desenvolvimento dos projetos, da especificação inicial dos requisitos à entrega final do produto.

Mudanças têm uma influência muito grande sobre o ciclo de vida do projeto e do programa (PALYAGAR *et al.*, 2008). Monitoramento e controle da variação do planejamento do programa é um aspecto importante para que seja possível gerenciar e reduzir previamente a variação e seus impactos no programa, sendo considerado um dos fatores chave para gerenciar com sucesso um programa (VEMURI *et al.*, 2004). O fator de risco **Controle, monitoramento e rastreamento de mudanças no programa** está alocado na fonte de riscos Processo de Desenvolvimento que tem referência ao controle, monitoramento e rastreamento de processo e produto.

Em ambientes de múltiplos projetos de software, o gerente de projetos tem que enfrentar desafios específicos como equilibrar diversos projetos com grande carga de trabalho e recursos limitados. Esse tipo de dificuldade aumenta a probabilidade de afetar um ou mais projetos que possuem diferentes cronogramas e recursos (GUSMÃO; MOURA, 2007). O fator de risco **Equilíbrio de diversos projetos** está inserido na fonte de riscos Processo de Gerenciamento que se refere a riscos de planejamento e organização dos projetos.

Organizações de TI precisam realizar a seleção e priorização de projetos para avaliar as interações que podem surgir entre os projetos dentro de um portfólio, além da constante mudança de relevância dos projetos em todo o portfólio afetando diretamente o nível estratégico da empresa (GUSMÃO; MOURA, 2007). Seleção e

priorização de projetos no portfólio tem sido considerada uma importante fase no processo de gerenciamento de portfólios de projetos de TI, podendo determinar o eventual sucesso ou fracasso da Organização (GLEISBERG *et al.*, 2008). Portanto, o fator de risco **Seleção e priorização de projetos para o portfólio** está disposto na fonte de riscos Processo de Gerenciamento.

Gerenciar múltiplos projetos de software é uma atividade complicada devido a necessidade de atenção e utilização de ferramentas de controle para diversos projetos distintos (GUSMÃO; MOURA, 2007). Além disto, estudos enfatizam uma forte relação entre o aumento da adoção de um processo de gerenciamento de portfólio de projetos e a redução de problemas e performance dos projetos (GLEISBERG *et al.*, 2008). O fator de riscos **Utilização de ferramentas e processos de gerenciamento e controle de múltiplos projetos** poderia ser incluído nas fontes de risco Sistema de desenvolvimento, pela utilização de uma ferramenta de suporte ou Processo de Desenvolvimento, devido ao controle dos múltiplos projetos. Porém, o fator de risco enfatiza a utilização de um processo definido de gerenciamento de portfólios, e a utilização de ferramentas para suporte do processo, portanto o fator de risco estará inserido mais adequadamente na fonte de risco Processo de Gerenciamento.

Em grandes Organizações é comum haver projetos desenvolvidos pela própria Organização, e projetos desenvolvidos por terceiros na própria Organização ou fora dela. Esta estrutura dificulta o controle do desenvolvimento dos projetos, além de dificultar o gerenciamento dos eventos adversos de forma proativa. O desenvolvimento de projetos realizados fora da Organização por empresas terceiras também dificulta a comunicação e a visão geral do andamento dos projetos. O fator de risco **Projetos desenvolvidos internamente e externamente pela Organização e por terceiros** (MARQUES *et al.*, 2009) está inserido na fonte de risco Interfaces de Programa por apresentar riscos associados ao desenvolvimento realizado fora da organização e ao relacionamento entre a Organização e empresas terceiras.

Em um ambiente de múltiplos projetos, cada gerente de projeto é responsável por gerenciar vários projetos diferentes ao mesmo tempo, o que torna o processo de gerenciamento bastante difícil. O fator de risco **Responsabilidade do gerente de**

**projetos por vários projetos** (MARQUES *et al.*, 2009) está alocado na fonte de riscos Processo de Gerenciamento.

Cada projeto em um ambiente de múltiplos projetos gera um volume muito grande de informações através de relatórios de progresso, reuniões, especificações de sistema, arquitetura e testes, e cada artefato gerado para um projeto tem diferentes iterações e tratamentos. Devido a quantidade de informações geradas por projeto, encontrar uma informação crítica em um determinado momento pode se tornar um desafio, embora uma grande quantidade de informação do projeto devidamente documentada, se apresenta como uma oportunidade agregando diversos benefícios ao gerenciamento do projeto. O fator de risco **Volume de informações dos projetos** (MARQUES *et al.*, 2009) está classificado na fonte de risco Engenharia de Especialidades onde há um atributo referente a riscos associados a todas as especificações dos sistemas, responsável pela documentação e informações dos projetos..

O fator de risco **Atrasos no fluxo de informações** (MARQUES *et al.*, 2009) da Organização acarreta em dificuldades dos altos níveis da gerência em intervir quando necessário no processo, por não ter uma visão geral do andamento das atividades previamente, ocasionando em ações para corrigir problemas que já ocorreram, e não mitigar e gerir proativamente os riscos. Neste caso, o fator está alocado na fonte de risco Ambiente de Trabalho que abrange a questão da qualidade da comunicação entre as equipes e a gerência.

O gerente de programa deve identificar e garantir que todos os principais *stakeholders* estejam envolvidos no levantamento inicial dos requisitos, além de estabelecer a priorização dos requisitos e identificação dos relacionamentos entre os requisitos do projeto e os requisitos do programa. Os fatores de risco **Envolvimento de todos os stakeholders no levantamento dos requisitos**, **Priorização de requisitos** (OSMUNDSON *et al.*, 2003) e **Relacionamento entre os requisitos do projeto e os requisitos do programa** (PALYAGAR *et al.*, 2008) estão classificados na fonte de riscos Requisitos.

O fator de risco **Alinhamento do cronograma de todos os projetos com o cronograma e prazos de entrega do programa** (PALYAGAR *et al.*, 2008) está

incluído na fonte de risco Recursos que retrara riscos relacionados a estabilidade do cronograma e viabilidade das estimativas e planejamento.

Projetos de desenvolvimento de software inseridos em um programa podem apresentar dependências entre seus riscos. A quantidade de dependência existente pode trazer alguns benefícios ao gerenciamento do programa, como por exemplo, a resposta ao risco pode ser a mesma para os riscos dependentes, eles podem ser gerenciados juntos e mais riscos podem ser identificados ao analisar a dependência entre os riscos. O fator de risco **Dependência entre os riscos dos projetos de um programa** (KWAN; LEUNG, 2009) está classificado na fonte de risco Processo de Gerenciamento.

O fator de risco **Complexidade do ambiente de TI** (SPEK; KLUSENER, 2009), está incluso na fonte de risco Ambiente de Trabalho, pois o risco é derivado do ambiente. Vários projetos de TI são entregues sem sucesso devido à complexidade do ambiente e os custos empregados para minimizar a complexidade do ambiente são considerados alto.

**Tabela 4.** Categorização dos Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software

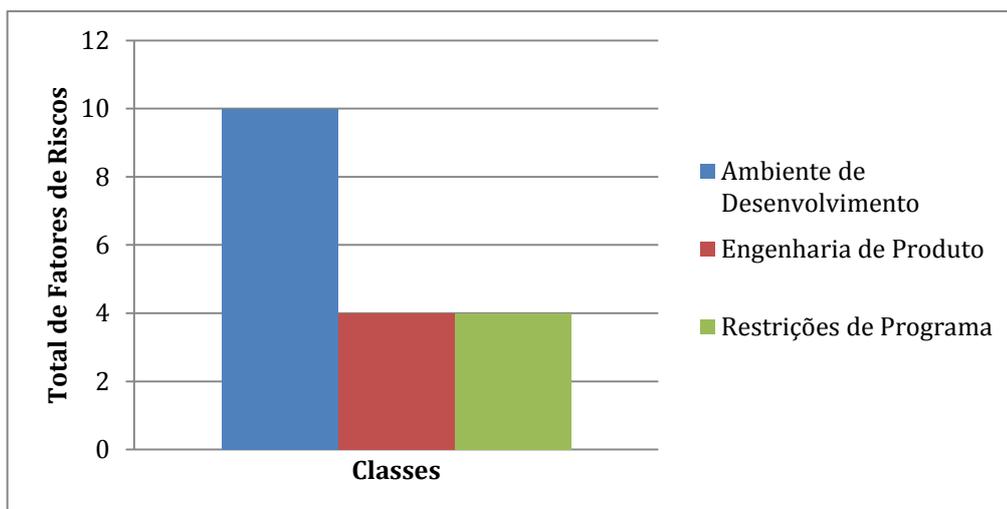
Classe	Fonte de Risco	Fatores de Risco
Engenharia de Produto	Engenharia de Especialidades	Volume de informações dos projetos
	Requisitos	Envolvimento de todos os stakeholders no levantamento dos requisitos
		Priorização de Requisitos
		Relacionamento entre os requisitos do projeto e os requisitos do programa

Ambiente de Desenvolvimento	Ambiente de Trabalho	Atrasos no fluxo de informações
		Complexidade do ambiente de TI
	Métodos de Gerenciamento	Dependências entre as equipes
	Processo de Desenvolvimento	Sobreposição de atividades entre as equipes
		Controle, monitoramento e rastreamento de mudanças no programa.
	Processo de Gerenciamento	Equilíbrio de diversos projetos
		Seleção e priorização de projetos para o portfólio
		Utilização de ferramentas e processos de gerenciamento e controle de múltiplos projetos
		Responsabilidade do gerente de projetos por vários projetos

		Dependência entre os riscos do projeto e riscos de programa
Restrições de Programa	Interfaces de Programa	Projetos desenvolvidos internamente e externamente pela Organização e por terceiros
	Recursos	Compartilhamento de recursos entre os projetos
		Planejamento e alocação de recursos limitados
Alinhamento do cronograma de todos os projetos com o cronograma e prazos de entrega do programa		

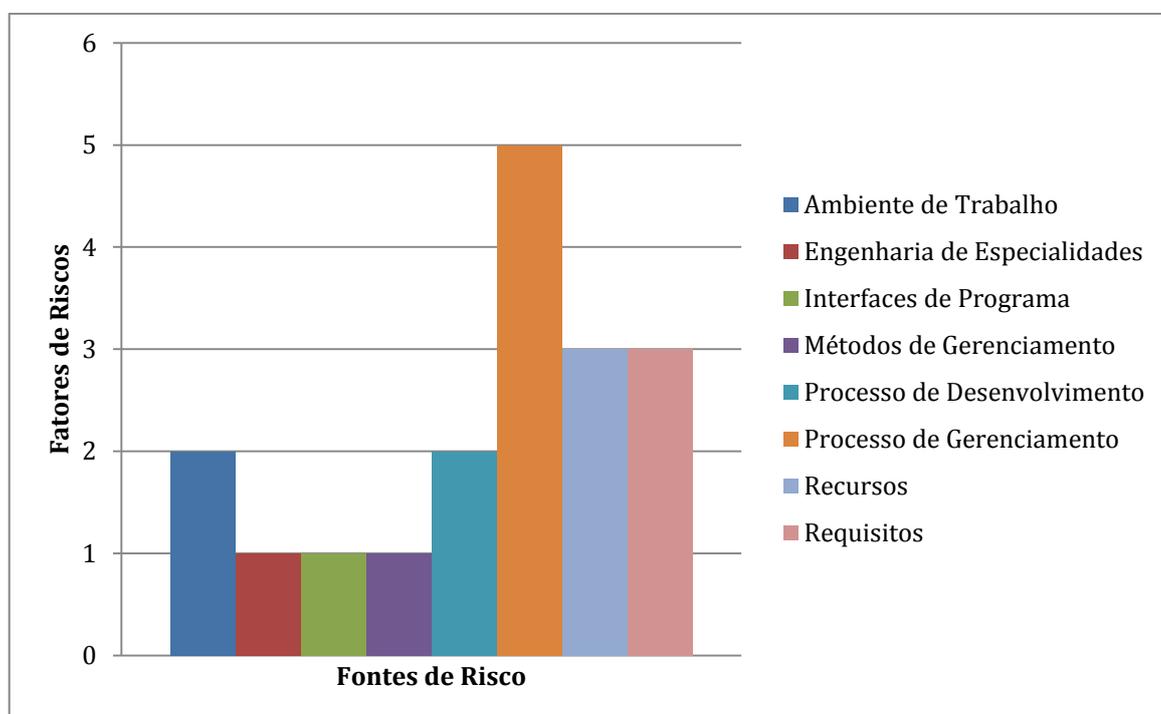
De acordo com os dados da Tabela 4, foi gerado o gráfico da Figura 4, o qual representa o total de fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software por Classe, evidenciando que a classe Ambiente de Desenvolvimento foi a que apresentou mais fatores de riscos citados nos 12 trabalhos utilizados para extração dos fatores de riscos.

A classe Ambiente de Desenvolvimento refere-se aos riscos do ambiente em que os projetos são desenvolvidos, e possui como fontes de riscos o Processo de Desenvolvimento, Sistema de Desenvolvimento, Processo de Gerenciamento, Métodos de Gerenciamento e Ambiente de Trabalho. Pode-se concluir a partir deste gráfico que a maior parte dos fatores de riscos identificados nos estudos levantados no Scopus são riscos metodológicos.



**Figura 5.** Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos por Classe.

A Figura 5 apresenta a quantidade de fatores de riscos levantados nos trabalhos por fonte de risco. As maiores ocorrências de citações de fatores de riscos em ordem decrescente estão dispostas nas fontes: Processo de Gerenciamento, Recursos, e Requisitos, estes estão incluídos nas classes Ambiente de Desenvolvimento, Restrições de Programa e Engenharia de Produto.



**Figura 6.** Fatores de Riscos por Fonte de Riscos

A fonte de risco que apresentou mais fatores de risco para ambientes de múltiplos projetos de software foi Processo de Gerenciamento, confirmando que as maiores citações de riscos neste tipo de ambiente estão concentradas no ambiente onde o software é desenvolvido, e principalmente na forma que o mesmo é gerenciado.

Riscos relacionados aos Recursos e aos Requisitos foram bastante citados pela comunidade acadêmica como fatores significantes para o surgimento de riscos no domínio de ambientes de múltiplos projetos de software.

A EAR completa com as atribuições dos fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software na EAR baseada na Taxonomia do SEI pode ser visualizada no Apêndice C ao final do trabalho.

## **4.4 Aplicações da EAR Proposta**

Uma EAR é uma ferramenta simples que fornece uma estrutura hierárquica dos riscos categorizados de um projeto. A partir de uma EAR, pode-se identificar quais os riscos podem ameaçar os objetivos do projeto, além de facilitar na compreensão de quais as áreas do projeto necessitam de atenção especial, admitindo a visualização de riscos recorrentes e concentrações de riscos.

A estrutura da EAR utilizada neste trabalho – Classe, Fonte de Risco, Fatores de risco – permite a identificação de riscos classificadas pela origem do risco e provê não apenas a identificação dos riscos do projeto, e sim os riscos inerentes ao ambiente de múltiplos projetos de software, fornecendo suporte de identificação de riscos no nível Operacional, Organizacional e Estratégico da empresa. A estrutura da EAR dividida em três níveis comporta a adaptação

Devido à abrangência da EAR e a quantidade de fatores de riscos catalogados, quaisquer pessoas envolvidas no projeto ou no programa podem utilizar a EAR para identificar riscos no projeto sem possuir conhecimento amplo em gerenciamento de riscos em projetos.

A EAR para ambientes de múltiplos projetos de software proposta pode ser utilizada como uma ferramenta complementar a outras técnicas de identificação e

comunicação de riscos, além de servir de artefato para a atividade de análise no processo de gerenciamento de riscos, podendo ser inserida em qualquer metodologia de gerenciamento escolhida pela organização.

Diversas são as formas de utilização de uma EAR ao longo do processo de gerenciamento de riscos. Para a EAR resultante deste trabalho, os benefícios e aplicações elucidados na seção 3.3 também se aplicam a este domínio.

## 4.5 Resumo do Capítulo

Este capítulo teve a finalidade de apresentar todo o processo de construção da EAR para ambientes de múltiplos projetos de software, o qual foi dividido em três etapas:

- Construção da EAR para projetos de desenvolvimento de software baseada na Taxonomia do SEI;
- Levantamento de fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software através de uma busca fundamentada em algumas premissas de um mapeamento sistemático da literatura, e;
- Construção da EAR resultante da atribuição dos fatores de riscos para ambientes de múltiplos projetos de software levantados na EAR para projetos de desenvolvimento de software baseados na Taxonomia do SEI.

Ao final do capítulo foram apresentadas algumas características da EAR proposta, onde as aplicações e benefícios podem ser visualizados na seção 3.3 deste trabalho, onde são elucidadas algumas das formas de aplicação de uma EAR.

# Capítulo 5

## Conclusão e Trabalhos Futuros

Devido a grande demanda por soluções tecnológicas, as empresas de projetos de TI precisam desenvolver e gerenciar múltiplos projetos simultaneamente. Além dos riscos associados a cada projeto individualmente, existem os riscos associados ao ambiente de múltiplos projetos. Riscos podem impactar negativamente nos objetivos do projeto e da Organização. Portanto, um gerenciamento de riscos realizado de forma explícita, sistemática e estruturada possibilita maiores chances de sucesso ao projeto e ao Programa.

Uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR) se apresenta como uma boa alternativa para auxiliar o gerente de projeto em diversas atividades do processo de gerenciamento de riscos. Este trabalho teve como objetivo elaborar uma EAR para ambientes de múltiplos projetos de software.

### 5.1 Principais Contribuições

Uma Estrutura Analítica de Riscos para ambientes de múltiplos projetos foi desenvolvida neste trabalho com o intuito de auxiliar gerentes de projetos e sua equipe a identificar riscos inerentes aos projetos e provenientes do ambiente.

Durante o desenvolvimento da EAR foram mapeados 160 fatores de riscos oriundos da Taxonomia do SEI e de uma revisão sistemática para identificar fatores de riscos específicos de um ambiente de múltiplos projetos de software.

Através do levantamento dos riscos decorrentes do ambiente de multiprojetos foi possível verificar que os fatores de riscos mais citados nos trabalhos são decorrentes principalmente do Processo de Gerenciamento, além das fontes de riscos Recursos e Requisitos.

Em contrapartida, o fator de risco mais citado nos trabalhos foi o Planejamento e Alocação de recursos limitados, sendo considerado um dos maiores desafios em um ambiente de múltiplos projetos de software.

O modelo de EAR proposto pode ser utilizado como ferramenta complementar a outras técnicas de identificação de riscos, além de poder ser inserido em qualquer metodologia de gerenciamento adotado pela Organização. A utilização da EAR não requer conhecimento amplo em gerenciamento de riscos, pois devido a abrangência da EAR e à facilidade de utilização, ela pode ser utilizada não apenas pelo gerente de projetos, mas também por todos os envolvidos no projeto. Dessa forma, os riscos associados aos níveis Operacionais, Gerenciais e Estratégicos podem ser facilmente identificados.

## 5.2 Trabalhos Futuros

Os resultados alcançados neste trabalho permitirão outros pesquisadores evoluir ou refinar a EAR proposta. Um mapeamento sistemático em outras bases de dados pode ser realizado a fim de encontrar outros trabalhos com fatores de riscos relevantes para ambientes de múltiplos projetos.

A estrutura analítica de riscos pode ser utilizada no processo de gerenciamento de riscos no contexto de projetos de desenvolvimento de software e, em ambientes de multiprojetos de software, possibilitando a adaptação para outros contextos, ou para a realidade da Organização.

Através dos fatores de riscos estruturados na EAR, indicações de níveis de riscos (baixo, médio e alto) podem ser elaboradas para auxiliar na etapa de análise dos riscos no processo de gerenciamento de riscos.

Realizar um experimento controlado em um cenário real caracterizado por múltiplos projetos de desenvolvimento de software, a fim de aferir que a EAR é adequada para auxiliar na identificação de riscos neste tipo de ambiente.

# Bibliografia

CARR, M. J.; KONDA, S. L.; MONARCH, I.; ULRICH, F. C.; WALKER, C. F. **Taxonomy Based Risk Identification**. Pittsburgh. 1993

DING, R.; WANG, Y. **An Empirical Study on Critical Success Factors Based on Governance for IT Projects in China**. 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. 2008

GLEISBERG, E.; ZONDAG, H.; CHAUDRON, M. R. V. **An Empirical Study into the State of Practice and Challenges in IT Project Portfolio Management**. 2008 34th Euromicro Conference Software Engineering and Advanced Applications. 2008

GUSMÃO, C. M. G. **Um Modelo de Processo de Gestão de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Desenvolvimento de Software**. Tese de Doutorado. Centro de Informática. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007

GUSMÃO, C. M. G.; MOURA, H. P. **Gerência de Risco em Processos de Qualidade de Software: uma Análise Comparativa**. Anais do III Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. 2004

GUSMÃO, C. M. G.; MOURA, H. P. **mPRIME Multiple Project Risk Management Tool**. 2007 2nd IEEE/IFIP International Workshop on Business-Driven IT Management. 2007

HELDMAN, K. **Project Manager's Spotlight on Risk Management**. San Francisco: 2005.

HILLSON, D. **The risk breakdown structure (RBS) as an aid to effective risk management**. Fifth European Project Management Conference. Cannes. 2002

KITCHENHAM, B. **Empirical paradigm - the role of experiments**. In Proceedings of the 2006 international conference on Empirical software engineering issues: critical assessment and future directions. Berlin, 2006

KWAN, T. W.; LEUNG, H. K. N. **Measuring Risks within a Program Consisting of Multiple Interdependent Projects**. Proceedings - 2009 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering. 2009

MARQUES, P.; GOMES, P.; VIEIRA, M. *et al.* **BIRF: Keeping Software Development under Control across the Organization**. 2009 Fourth International Conference on Software Engineering Advances. 2009

MCFARLANE, L. N.; PECK, R. J.; JANNEH, B. I.; III, J. W. L. **Development of Simulation Games to Improve the Practice of Program Management**. 2009 IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium. 2009

OSMUNDSON, J. S.; MICHAEL, J. B.; MACHNIAK, M. J.; GROSSMAN, M. A. Quality management metrics for software development. **Information & Management**, v. 40, n. 8, p. 799-812, 2003.

PALYAGAR, B.; SHANTHAKUMAR, P.; KISHORE, A. **Visual Strawman to Relate Program RE to Project RE**. 2008 3rd International Workshop on Requirements Engineering Visualization. 2008

PMBOK, G. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos**. 3. ed. Pensilvânia, 2004. p. 237-268. 2004

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8. ed. São Paulo. 2007.

SPEK, P. V. D.; KLUSENER, S. **Transferring Software to a New Framework in a Brownfield Environment**. 2009 13th European Conference on Software Maintenance and Reengineering. 2009

VEMURI, M. K.; CHAVALA, A. R.; ANIL, R.; SETHUNARAYANAN, T.; SESHADRI, V. **A methodology for integrated risk management of multidisciplinary program**. 2004 IEEE International Engineering Management Conference. 2004

WANG, J.; ZHANG, S.; CHEN, J.; YANG, J.; SUN, S. **Resource-constrained multi-project scheduling based on ant colony optimization algorithm**. Proceedings - 2010 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems. 2010

WANG, X.; BAI, Y.; CAI, C. **Application of Resource-Constrained Project Scheduling with a Critical Chain Method on Organizational Project Management**. 2010 International Conference on Computer Design and Applications. 2010

# Apêndice A

## Fatores de Riscos da Taxonomia do SEI

Risco Nível 0	Classes Nível 1	Fontes de Riscos Nível 2	ID do Fator de Risco	Fatores de Riscos Nível 3
Risco de Desenvolvimento de Software	Engenharia de Produto	Requisitos	1	Estabilidade dos Requisitos
			2	Incapacidade de controle das mudanças de requisitos
			3	Especificação de requisitos incompleta
			4	Omissão de requisitos
			5	Ambiguidade de requisitos
			6	Compreensão dos requisitos
			7	Validação dos requisitos
			8	Viabilidade de implementação dos requisitos
			9	Dependência entre os requisitos
			10	Experiência do desenvolvedor ou da Companhia na implementação dos requisitos

			11	Requisitos não implementados com sucesso em sistemas já existentes
			12	Tamanho do projeto
			13	Nível de complexidade dos requisitos
		<b>Design</b>	14	Algoritmos não satisfazem aos requisitos funcionais
			15	Dificuldade de projetar os requisitos funcionais do sistema
			16	Dificuldade de implementação da arquitetura do sistema
			17	Análise de requisitos realizada através de suposições otimistas
			18	Definição e controle das interfaces entre os sistemas
			19	Definição e controle das interfaces entre hardware e sistemas
			20	Hardware desenvolvido em paralelo com software
			21	Requisitos rigorosos de performance do sistema
			22	Envolvimento dos responsáveis pelos testes na análise dos requisitos

			23	Restrições de hardware
			24	Reuso de software não desenvolvido pela organização
			25	Utilização de componentes não desenvolvidos pela Organização (COTS)
		<b>Codificação e Teste Unitário</b>	26	Tomada de decisão de projeto pelo desenvolvedor durante a codificação
			27	Implementações do software não definidas na especificação do projeto
			28	Iniciar testes unitários antes de realizar procedimentos de inspeção ou verificação de código
			29	Especificação de casos de testes insuficientes para atender aos requisitos dos testes unitários
			30	Recursos disponíveis para realizar testes unitários
			31	Tempo disponível para realização dos testes unitários necessários
			32	Detalhamento da especificação do projeto para a codificação
			33	Mudanças no projeto durante a codificação

			34	Restrições de sistema que dificultem a codificação
			35	Língua padrão para a codificação do software
			36	Múltiplas linguagens para desenvolvimento do software (interfaces entre as linguagens)
			37	Desenvolvimento realizado em computadores diferentes (diferenças de compilação)
		<b>Integração e Testes</b>	38	Ambiente adequado (software e hardware) para integração e testes
			39	Cenários e dados reais para integração e testes
			40	Recursos disponíveis para integração e testes integrados
			41	Tempo disponível para integração e testes integrados
			42	Testabilidade dos requisitos
			43	Negociação com o cliente acerca dos critérios de testes
			44	Integração dos componentes de software

			45	Integração entre software e hardware
			46	Especificação da integração do sistema
			47	Condições prévias das interfaces para integração do sistema
		<b>Engenharia de Especialidades</b>	48	Dificuldades de manutenção do código ou arquitetura do sistema
			49	Envolvimento das pessoas responsáveis pela manutenção do sistema durante o desenvolvimento do projeto
			50	Documentação inadequada para realização de manutenções no sistema
			51	Especificações de confiança do hardware não encontrada
			52	Requisitos de confiança e disponibilidade difíceis de alcançar
			53	Dificuldade de implementação dos requisitos de segurança
			54	Dificuldade de verificação dos requisitos de segurança antes da implantação
			55	Experiência de implementação do nível de segurança requerido para o sistema

			56	Detalhamento da especificação dos requisitos de interface com o usuário
			57	Usabilidade do sistema
			58	Documentação inadequada de especificação do sistema, hardware, software, interface e teste.
	<b>Ambiente de Desenvolvimento</b>	<b>Processo de Desenvolvimento</b>	59	Utilização de vários modelos de desenvolvimento de software
60			Definição de planos de controle para todas as atividades do projeto	
61			Compreensão da equipe acerca do processo de desenvolvimento	
62			Experiência da equipe na utilização do processo de desenvolvimento	
63			Aceitação do processo de desenvolvimento pelos envolvidos no projeto	
64			Processo de desenvolvimento adotado inadequado para o projeto	
65			Processo de desenvolvimento sem suporte de procedimentos, métodos e ferramentas adequadas	
66			Processo de desenvolvimento seguido por todos os envolvidos	

			67	Monitoramento do processo de desenvolvimento através de métricas
			68	Rastreabilidade dos requisitos do código aos casos de teste
			69	Processos formais para controle de mudanças
		<b>Sistema de Desenvolvimento</b>	70	Capacidade de processamento do sistema de desenvolvimento
			71	Suporte do sistema de desenvolvimento para todas as fases, atividades e processos
			72	Quantidade de estações de trabalho
			73	Documentação completa e consistente do sistema de desenvolvimento
			74	Usabilidade do sistema de desenvolvimento
			75	Experiência da Organização e dos envolvidos com os sistemas de desenvolvimentos utilizados
			76	Confiança do sistema de desenvolvimento
			77	Treinamento disponível para utilização do sistema de desenvolvimento

			78	Acesso a consultores do sistema de desenvolvimento
			79	Resposta rápida aos problemas do sistema de desenvolvimento pelos fornecedores
			80	Garantia de que o sistema de desenvolvimento atenda a todos os requisitos de entrega
		<b>Processo de Gerenciamento</b>	81	Projeto não gerenciado de acordo com o planejado
			82	Interrupções que implicam em replanejamento
			83	Definição de planos de contingência para os riscos conhecidos
			84	Definição clara de regras e responsabilidades no projeto
			85	Compreensão do nível de autoridade de todos os envolvidos no projeto
			86	Experiência dos gerentes em desenvolvimento de software, gerenciamento de projetos de software, no domínio da aplicação e nos processos de desenvolvimento
			87	Comunicação dos problemas para todos os envolvidos

			88	Documentação e resolução de conflitos com cliente
			89	Boa relação dos gerentes com todos os envolvidos no projeto
			90	Representação do cliente nas decisões relacionadas às funcionalidades e operações do sistema
		<b>Métodos de Gerenciamento</b>	91	Verificação periódica de relatórios de status do projeto
			92	Monitoramento do projeto através de métricas
			93	Relação entre planejado e realizado do projeto
			94	Informação de monitoramento reportada para os níveis organizacionais certos
			95	Treinamento apropriado para os envolvidos no projeto
			96	Envolvimento das pessoas apropriadas nas reuniões com o cliente
			97	Processo e recursos inadequados para garantir qualidade do produto
			98	Sistema de gerenciamento de configuração inadequado

			99	Orientação acerca de trabalho de qualidade
			100	Espírito de equipe
			101	Intervenção do gerente para resolução de conflitos dentro da equipe
			102	Comunicação entre os membros da equipe
			103	Abertura para equipe solicitar ajuda aos gerentes
			104	Conhecimento da equipe acerca dos objetivos e missões do projeto
			105	Reconhecimento ou recompensas pelo trabalho realizado
			106	Nível de entusiasmos e motivação da equipe
			107	Manter os membros da equipe no projeto
	<b>Restrições de Programa</b>		108	Estabilidade do cronograma
		<b>Recursos</b>	109	Atividades não planejadas que deveriam estar no cronograma

			110	Viabilidade das estimativas do cronograma
			111	Habilidades técnicas requisitadas para o projeto
			112	Equipe de projeto inadequada
			113	Confiança em poucos membros chaves da equipe
			114	Quantidade de membros da equipe para o projeto
			115	Disponibilidade da equipe
			116	Estabilidade do orçamento
			117	Viabilidade das estimativas de custo
			118	Eliminação de recursos para não comprometer o orçamento
			119	Instalações dos programas de desenvolvimento, integração e teste
			120	Custos não planejados que deveriam estar no cronograma

		<b>Contrato</b>	121	Tipo do contrato
			122	Onerosidade do contrato
			123	Quantidade de documentação do contrato
			124	Restrições de contrato
			125	Aquisição de licença de software
			126	Dependências externas
		<b>Interfaces de Programa</b>	127	Aprovação do cliente em tempo hábil
			128	Continuar andamento do projeto antes da aprovação do cliente
			129	Experiência do cliente no domínio da aplicação
			130	Mecanismos para alcançar o acordado com o cliente
			131	Acesso a departamentos específicos do cliente

			132	Comunicação com o cliente
			133	Interfaces com sistemas desenvolvidas por outras organizações
			134	Mudanças nas interfaces externas não comunicadas
			135	Cooperação dos contratados associados no cronograma
			136	Definição inadequada das tarefas dos terceiros
			137	Gerenciamento e administração dos terceiros feito por empresas terceiras
			138	Transferência do conhecimento dos terceiros para a Organização
			139	Comunicação entre a gerência
			140	Suporte à gerência dos níveis mais altos da Organização
			141	Confiança nos fornecedores na entrega de componentes críticos
			142	Influência das políticas da Organização nas decisões

# Apêndice B

## Fatores de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software por Autor

Autores	Fatores de Risco
[Anil, R., et al., 2004]	Dependências entre as equipes
[Anil, R., et al., 2004]	Compartilhamento de recursos entre os projetos
[Anil, R., et al., 2004]	Sobreposição de atividades entre as equipes
[Anil, R., et al, 2004] [Palyagar, B. et al., 2008].	Controle, monitoramento e rastreamento de mudanças no programa.
[De Gusmão, C.M.G., De Moura, H.P., 2007].	Equilíbrio de diversos projetos
[De Gusmão, C.M.G., De Moura, H.P., 2007] [Gleisberg, E., et al, 2008].	Seleção e priorização de projetos para o portfólio
[Wang, J.Q., et al, 2010; Wang, X., et al, 2010; McFarlane, L.N. et al, 2009; De Gusmão, C.M.G., De Moura, H.P., 2007]	Planejamento e alocação de recursos limitados
[De Gusmão, C.M.G., De Moura,	Utilização de ferramentas e processos de

H.P., 2007]. [Gleisberg, E., et al, 2008].	gerenciamento e controle de múltiplos projetos
[Marques, P., 2009]	Projetos desenvolvidos internamente e externamente pela Organização e por terceiros
[Marques, P., 2009]	Responsabilidade do gerente de projetos por vários projetos
[Marques, P., 2009]	Volume de informações dos projetos
[Marques, P., 2009]	Atrasos no fluxo de informações
[Osmundson, J.S., et al., 2003]	Envolvimento de todos os stakeholders no levantamento dos requisitos
[Osmundson, J.S., et al., 2003]	Priorização de Requisitos
[Palyagar, B., et al, 2008]	Relacionamento entre os requisitos do projeto e os requisitos do programa
[Palyagar, B., et al, 2008]	Alinhamento do cronograma de todos os projetos com o cronograma e prazos de entrega do programa
[Kwan, T.W., Leung, H.K.N., 2009]	Dependência entre os riscos do projeto e riscos de programa
[Spek, P.V.D., Klusener, S., 2009]	Complexidade do ambiente de TI

# Apêndice C

## EAR para Ambientes de Múltiplos Projetos de Software

Risco Nível 0	Classes Nível 1	Fontes de Riscos Nível 2	ID do Fator de Risco	Fatores de Riscos Nível 3
Risco de Desenvolvimento de Software	Engenharia de Produto	Requisitos	1	Estabilidade dos Requisitos
			2	Incapacidade de controle das mudanças de requisitos
			3	Especificação de requisitos incompleta
			4	Omissão de requisitos
			5	Ambiguidade de requisitos
			6	Compreensão dos requisitos
			7	Validação dos requisitos
			8	Viabilidade de implementação dos requisitos
			9	Dependência entre os requisitos
			10	Experiência do desenvolvedor ou da Companhia na implementação dos requisitos

			11	Requisitos não implementados com sucesso em sistemas já existentes
			12	Tamanho do projeto
			13	Nível de complexidade dos requisitos
			14	Envolvimento de todos os stakeholders no levantamento dos requisitos
			15	Priorização de Requisitos
			16	Relacionamento entre os requisitos do projeto e os requisitos do programa
		<b>Design</b>	17	Algoritmos não satisfazem aos requisitos funcionais
			18	Dificuldade de projetar os requisitos funcionais do sistema
			19	Dificuldade de implementação da arquitetura do sistema
			20	Análise de requisitos realizada através de suposições otimistas
			21	Definição e controle das interfaces entre os sistemas
			22	Definição e controle das interfaces entre hardware e sistemas
			23	Hardware desenvolvido em paralelo com software

			24	Requisitos rigorosos de performance do sistema
			25	Envolvimento dos responsáveis pelos testes na análise dos requisitos
			26	Restrições de hardware
			27	Reuso de software não desenvolvido pela organização
			28	Utilização de componentes não desenvolvidos pela Organização (COTS)
		<b>Codificação e Teste Unitário</b>	29	Tomada de decisão de projeto pelo desenvolvedor durante a codificação
			30	Implementações do software não definidas na especificação do projeto
			31	Iniciar testes unitários antes de realizar procedimentos de inspeção ou verificação de código
			32	Especificação de casos de testes insuficientes para atender aos requisitos dos testes unitários
			33	Recursos disponíveis para realizar testes unitários
			34	Tempo disponível para realização dos testes unitários necessários

			35	Detalhamento da especificação do projeto para a codificação
			36	Mudanças no projeto durante a codificação
			37	Restrições de sistema que dificultem a codificação
			38	Língua padrão para a codificação do software
			39	Múltiplas linguagens para desenvolvimento do software (interfaces entre as linguagens)
			40	Desenvolvimento realizado em computadores diferentes (diferenças de compilação)
		<b>Integração e Testes</b>	41	Ambiente adequado (software e hardware) para integração e testes
			42	Cenários e dados reais para integração e testes
			43	Recursos disponíveis para integração e testes integrados
			44	Tempo disponível para integração e testes integrados
			45	Testabilidade dos requisitos

			46	Negociação com o cliente acerca dos critérios de testes
			47	Integração dos componentes de software
			48	Integração entre software e hardware
			49	Especificação da integração do sistema
			50	Condições prévias das interfaces para integração do sistema
		<b>Engenharia de Especialidades</b>	51	Dificuldades de manutenção do código ou arquitetura do sistema
			52	Envolvimento das pessoas responsáveis pela manutenção do sistema durante o desenvolvimento do projeto
			53	Documentação inadequada para realização de manutenções no sistema
			54	Especificações de confiança do hardware não encontrada
			55	Requisitos de confiança e disponibilidade difíceis de alcançar
			56	Dificuldade de implementação dos requisitos de segurança

			57	Dificuldade de verificação dos requisitos de segurança antes da implantação
			58	Experiência de implementação do nível de segurança requerido para o sistema
			59	Detalhamento da especificação dos requisitos de interface com o usuário
			60	Usabilidade do sistema
			61	Documentação inadequada de especificação do sistema, hardware, software, interface e teste.
			62	Volume de informações dos projetos
	<b>Ambiente de Desenvolvimento</b>	<b>Processo de Desenvolvimento</b>	63	Utilização de vários modelos de desenvolvimento de software
64			Definição de planos de controle para todas as atividades do projeto	
65			Compreensão da equipe acerca do processo de desenvolvimento	
66			Experiência da equipe na utilização do processo de desenvolvimento	
67			Aceitação do processo de desenvolvimento pelos envolvidos no projeto	

			68	Processo de desenvolvimento adotado inadequado para o projeto
			69	Processo de desenvolvimento sem suporte de procedimentos, métodos e ferramentas adequadas
			70	Processo de desenvolvimento seguido por todos os envolvidos
			71	Monitoramento do processo de desenvolvimento através de métricas
			72	Rastreabilidade dos requisitos do código aos casos de teste
			73	Processos formais para controle de mudanças
			74	Controle, monitoramento e rastreamento de mudanças no programa.
			75	Sobreposição de atividades entre as equipes
		<b>Sistema de Desenvolvimento</b>	76	Capacidade de processamento do sistema de desenvolvimento
			77	Suporte do sistema de desenvolvimento para todas as fases, atividades e processos
			78	Quantidade de estações de trabalho

			79	Documentação completa e consistente do sistema de desenvolvimento
			80	Usabilidade do sistema de desenvolvimento
			81	Experiência da Organização e dos envolvidos com os sistemas de desenvolvimentos utilizados
			82	Confiança do sistema de desenvolvimento
			83	Treinamento disponível para utilização do sistema de desenvolvimento
			84	Acesso a consultores do sistema de desenvolvimento
			85	Resposta rápida aos problemas do sistema de desenvolvimento pelos fornecedores
			86	Garantia de que o sistema de desenvolvimento atenda a todos os requisitos de entrega
		<b>Processo de Gerenciamento</b>	87	Projeto não gerenciado de acordo com o planejado
			88	Interrupções que implicam em replanejamento
			89	Definição de planos de contingência para os riscos conhecidos

			90	Definição clara de regras e responsabilidades no projeto
			91	Compreensão do nível de autoridade de todos os envolvidos no projeto
			92	Experiência dos gerentes em desenvolvimento de software, gerenciamento de projetos de software, no domínio da aplicação e nos processos de desenvolvimento
			93	Comunicação dos problemas para todos os envolvidos
			94	Documentação e resolução de conflitos com cliente
			95	Boa relação dos gerentes com todos os envolvidos no projeto
			96	Representação do cliente nas decisões relacionadas às funcionalidades e operações do sistema
			97	Equilíbrio de diversos projetos
			98	Seleção e priorização de projetos para o portfólio
			99	Utilização de ferramentas e processos de gerenciamento e controle de múltiplos projetos

			100	Responsabilidade do gerente de projetos por vários projetos
			101	Dependência entre os riscos do projeto e riscos de programa
		<b>Métodos de Gerenciamento</b>	102	Verificação periódica de relatórios de status do projeto
			103	Monitoramento do projeto através de métricas
			104	Relação entre planejado e realizado do projeto
			105	Informação de monitoramento reportada para os níveis organizacionais certos
			106	Treinamento apropriado para os envolvidos no projeto
			107	Envolvimento das pessoas apropriadas nas reuniões com o cliente
			108	Processo e recursos inadequados para garantir qualidade do produto
			109	Sistema de gerenciamento de configuração inadequado
			110	Dependências entre as equipes

		<b>Ambiente de Trabalho</b>	111	Orientação acerca de trabalho de qualidade
			112	Espírito de equipe
			113	Intervenção do gerente para resolução de conflitos dentro da equipe
			114	Comunicação entre os membros da equipe
			115	Abertura para equipe solicitar ajuda aos gerentes
			116	Conhecimento da equipe acerca dos objetivos e missões do projeto
			117	Reconhecimento ou recompensas pelo trabalho realizado
			118	Nível de entusiasmos e motivação da equipe
			119	Manter os membros da equipe no projeto
			120	Atrasos no fluxo de informações
			121	Complexidade do ambiente de TI

<b>Restrições de Programa</b>	<b>Recursos</b>	122	Estabilidade do cronograma
		123	Atividades não planejadas que deveriam estar no cronograma
		124	Viabilidade das estimativas do cronograma
		125	Habilidades técnicas requisitadas para o projeto
		126	Equipe de projeto inadequada
		127	Confiança em poucos membros chaves da equipe
		128	Quantidade de membros da equipe para o projeto
		129	Disponibilidade da equipe
		130	Estabilidade do orçamento
		131	Viabilidade das estimativas de custo
		132	Eliminação de recursos para não comprometer o orçamento

			133	Instalações dos programas de desenvolvimento, integração e teste
			134	Custos não planejados que deveriam estar no cronograma
			135	Compartilhamento de recursos entre os projetos
			136	Planejamento e alocação de recursos limitados
			137	Alinhamento do cronograma de todos os projetos com o cronograma e prazos de entrega do programa
		<b>Contrato</b>	138	Tipo do contrato
			139	Onerosidade do contrato
			140	Quantidade de documentação do contrato
			141	Restrições de contrato
			142	Aquisição de licença de software
			143	Dependências externas

		<b>Interfaces de Programa</b>	144	Aprovação do cliente em tempo hábil
			145	Continuar andamento do projeto antes da aprovação do cliente
			146	Experiência do cliente no domínio da aplicação
			147	Mecanismos para alcançar o acordado com o cliente
			148	Acesso a departamentos específicos do cliente
			149	Comunicação com o cliente
			150	Interfaces com sistemas desenvolvidas por outras organizações
			151	Mudanças nas interfaces externas não comunicadas
			152	Cooperação dos contratados associados no cronograma
			153	Definição inadequada das tarefas dos terceiros
			154	Gerenciamento e administração dos terceiros feito por empresas terceiras

			155	Transferência do conhecimento dos terceiros para a Organização
			156	Comunicação entre a gerência
			157	Suporte à gerência dos níveis mais altos da Organização
			158	Confiança nos fornecedores na entrega de componentes críticos
			159	Influência das políticas da Organização nas decisões
			160	Projetos desenvolvidos internamente e externamente pela Organização e por terceiros