

VALESKA ALVES NUNES MACHADO

**CATÁLOGOS DE RISCOS EM GERÊNCIA DE
PROJETOS DE SOFTWARE**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Sistemas de Informação para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

VALESKA ALVES NUNES MACHADO

CATÁLOGOS DE RISCOS EM GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Sistemas de Informação para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de Concentração:
Engenharia de Software

Orientador:
Prof. Dr. Heitor Augustus Xavier Costa

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de Processo Técnico da Biblioteca
Central da UFLA**

Machado, Valeska Alves Nunes

Catálogos de Riscos em Gerência de Projetos de Software / Valeska Alves Nunes
Machado. Lavras - Minas Gerais, 2014. 48p.

Monografia de Graduação - Universidade Federal de Lavras. Departamento de
Ciência da Computação.

1. Gerência de Riscos. 2. Gerência de Projetos de Software. 3. Medidas de
Software. I. Machado, V. A. N. II. Universidade Federal de Lavras. III. Catálogos de
Riscos em Gerência de Projetos de Software.

VALESKA ALVES NUNES MACHADO

**CATÁLOGOS DE RISCOS EM GERÊNCIA DE
PROJETOS DE SOFTWARE**

Monografia de graduação apresentada ao
Colegiado do Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação, para obtenção
do título de Bacharel.

APROVADA em 2 de julho de 2014.

André Grützmann

Antônio Maria Pereira de Resende



Heitor Augustus Xavier Costa (Orientador)

LAVRAS-MG
2014

“Ainda que eu falasse a língua dos homens, e falasse a língua dos anjos, sem amor eu nada seria.”

Cor. 13:1.

“Penso, logo existo.”

René Descartes

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus que sempre me ouviu em minhas orações, que me fortaleceu para que esta etapa da minha vida fosse cumprida.

Agradeço aos meus pais Sandra e Adenilson, mãe, obrigada pela ajuda, pelo amor, carinho e confiança que depositou em mim, pai, obrigada pelos momentos que ouviu minhas aflições (só você soube e sabe me acalmar quando estou com medo e achando que nada vai dar certo), obrigada pelo amor, carinho e força que me ofereceu.

Aos meus avôs Geralda e Luiz que sempre me trataram com todo amor e carinho e se hoje consegui chegar até aqui, muito eu devo a vocês, por isso, muito obrigada por tudo! A vó Preta, agradeço pelo carinho e por entender a minha distância. A Tonha, agradeço pelo apoio e carinho.

Agradeço também aos amigos da faculdade e desejo tudo de bom a vocês. Agradeço a minhas amigas Dayele, Eliane, Sâmia e Thays pelo companheirismo e amizade. O meu muito obrigada, ao meu namorado Rodrigo pelo carinho, pelas palavras que me acalmam, pelas risadas e por estar sempre ao meu lado. Agradeço também aos meus tios, tias, primos, primas e vizinhos que sempre torceram por mim. E ao professor Heitor pelas orientações construtivas para a realização deste trabalho.

CATÁLOGOS DE RISCOS EM GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE

RESUMO

A indústria de software está em constante crescimento e os projetos precisam ser planejados para terem mais chance de sucesso. Mas, erros de planejamento em um projeto pode levar o projeto a falhar. Esses erros, quando se tem dano/perda ou ganho, são chamados riscos e precisam ser gerenciados. Má gerência de riscos pode levar ao fracasso do projeto. Portanto, o gerenciamento de risco em projeto de software é crucial para seu sucesso. Sabendo disso, neste trabalho, por meio de pesquisa na literatura, é apresentado catálogos de riscos que podem ocorrer durante o desenvolvimento de projetos de software. Além disso, há medidas definidas/identificadas na literatura para apoiar a tomada de decisão pelos gerentes de projetos, utilizando o método GQM.

Palavras-chave: Método GQM, Riscos em Projetos de Software, Gerenciamento de Riscos.

Cataloging of Risk in Software Project Management

ABSTRACT

Software industry is constantly growing and software projects must be designed to have more chance of success. But, planning errors in a project when exist lost/gain are called risks which need to be managed. Poor risk management can lead to project failure. Therefore, risk management in software project is crucial to its success. So, in this text, by researching in the literature, we present catalogs of risks that can occur in software projects, well as measures defined/identified in the literature for supporting decision taking by the project managers, using GQM method.

Keywords: Method GQM, Risks in Software Projects, Risk Management.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação	2
1.2. Objetivo	2
1.3. Metodologia de Desenvolvimento	2
1.3.1. Tipos de Pesquisa	2
1.3.2. Procedimentos Metodológicos	3
1.4. Estrutura do Trabalho	3
2. GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE.....	5
2.1. Considerações Iniciais	5
2.2. Definições.....	5
2.3. Importância e Benefícios	7
2.4. Considerações Finais	10
3. GERÊNCIA DE RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE	11
3.1. Considerações Iniciais	11
3.2. Importância	11
3.3. Considerações Finais	15
4. MEDIDAS DE SOFTWARE	16
4.1. Considerações Iniciais	16
4.2. Medição, Métrica e Medida	16
4.3. Tipos de Medidas	19
4.4. Processo de Medição.....	19
4.5. Método <i>Goal/Question/Metric</i> (GQM).....	20
4.6. Considerações Finais	22
5. TRABALHOS RELACIONADOS	23
6. RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE.....	25
6.1. Considerações Iniciais	25
6.2. Catálogos de Riscos.....	25
6.3. Aplicação de GQM	30
6.4. Considerações Finais	33
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7.1. Conclusões	35
7.2. Contribuições	35

7.3. Limitações.....	36
7.4. Trabalhos Futuros	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
APÊNDICE A - OBJETIVOS ELABORADOS.....	42
APÊNDICE B - PERGUNTAS FORMULADAS	44
APÊNDICE C - MEDIDAS DEFINIDAS/IDENTIFICADAS NA LITERATURA	45
APÊNDICE D - UTILIZAÇÃO DO GQM NOS RISCOS DE GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1 - Método GQM (Fonte: [Rocha, 2012]).	20
Figura 6-1 - Utilização do Método GQM.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 6-1 - <i>Template</i> para o Catálogo de Riscos em Projetos de Software.....	27
Tabela 6-2 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Gerência de Projetos.....	28
Tabela 6-3 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Equipe de Desenvolvimento	29
Tabela 6-4 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Escopo e Requisitos	29
Tabela 6-5 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica	29
Tabela 6-6 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Relacionamento com o Ambiente Externo	30
Tabela 6-7 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Relacionamento com o Cliente/Usuário.....	30
Tabela 6-8 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Valor/Importância Atribuídos ao Projeto	30
Tabela 6-9 - Cinco Riscos Mais Citados	31
Tabela 6-10 - Objetivos Elaborados.....	31
Tabela 6-11 - Perguntas Formuladas.....	32
Tabela 6-12 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura	32
Tabela A-1 - Objetivos Elaborados - Componente Gerência de Projetos.....	42
Tabela A-2 - Objetivos Elaborados - Componente Equipe de Desenvolvimento	42
Tabela A-3 - Objetivos Elaborados - Componente Escopo e Requisitos.....	42
Tabela A-4 - Objetivos Elaborados - Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica.....	42
Tabela A-5 - Objetivos Elaborados - Componente Relacionamento com o Ambiente Externo	43
Tabela A-6 - Objetivos Elaborados - Componente Relacionamento com o Cliente/Usuário	43
Tabela A-7 - Objetivos Elaborados - Componente Valor/Importância Atribuídos ao Projeto.....	43
Tabela B-1 - Perguntas Formuladas	44

Tabela C-1 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura	45
Tabela D-1 - Utilização do GQM em Riscos de Projetos de Software	48

1. INTRODUÇÃO

A indústria de software tornou-se uma das indústrias que mais cresce [Hu *et al.*, 2013]. O crescente uso de tecnologia para o desenvolvimento e a prestação de serviços têm exigido dessa indústria projetos complexos e arriscados [Carvalho *et al.*, 2013]. Esses projetos exigem a realização antecipada de uma série de atividades, efetuadas por pessoas e meios materiais [Fang *et al.*, 2012] e tais projetos precisam ser planejados para terem mais chances de sucesso [Orth; Prikladnicki, 2009]. Mas, muitas vezes, os projetos falham ou não atingem o resultado esperado [Molinari, 2010]. Isto porque vários projetos não são planejados com as informações necessárias, mas com as informações disponíveis, criando um ambiente de incertezas ou de indefinições [Orth; Prikladnicki, 2009]. Essas incertezas ou esses erros de planejamento podem levar a falhas e comprometer a realização bem sucedida do projeto em vários parâmetros, tais como, tempo, custo, escopo, qualidade, segurança, saúde e meio ambiente [Fang *et al.*, 2012]. Tais incertezas, quando há fonte potencial de dano/perda ou ganho, são chamadas riscos de um alvo, por exemplo, pessoas ou meio ambiente [Aven *et al.*, 2011].

Para solucionar dificuldades em ter projetos bem sucedidos, ou seja, projetos que atendam escopos, prazos, custos, qualidades e que satisfaçam necessidades e expectativas das pessoas envolvidas ou afetadas pelas atividades do projeto, as organizações têm procurado cada vez mais a gerência de projetos [Orth; Prikladnicki, 2009]. Na gerência de projetos de software, a área de gerência de risco é fundamental e indispensável para o sucesso dos projetos, a fim de dar garantias de sucesso e conforto aos participantes do projeto ou, pelo menos, avisá-los de problemas ou de desastres potenciais [Fang; Marle, 2012]. Portanto, os profissionais têm que gerenciar os riscos de forma eficaz e eficiente, o que significa gerir riscos, identificando, avaliando e planejando ações a serem realizadas e monitorando continuamente os riscos de seus projetos [López; Salmeron, 2012]. Essa gestão pode levar a benefícios organizacionais, incluindo identificação de cursos alternativos favoráveis de ação, aumento da confiança na realização dos objetivos do projeto, melhores chances de sucesso, surpresas reduzidas, estimativas mais precisas e diminuição de esforços [Bannerman, 2008].

Mesmo com a procura pela gerência de projetos e com benefícios da gerência de riscos, ainda há assuntos a serem tratados para gerenciar riscos em projetos de software

[Islam *et al.*, 2014]. Muitas organizações não utilizam o processo de gerenciamento de riscos em seus projetos de software, visto que são grandes as dificuldades dos profissionais da área em compreender e implantar o gerenciamento de risco [Santos; Lobato, 2010]. Mas, a fim de apoiar as atividades dos gerentes de projeto, métodos e ferramentas são propostos para avaliar riscos em projetos de software [López; Salmeron, 2012].

1.1. Motivação

A motivação para realizar este trabalho foi proporcionar aos gerentes de projetos de software melhor administração dos riscos que podem ocorrer em projetos de software. Assim, os gerentes de projetos podem ter visão mais ampla do impacto dos riscos; com isso, tomar decisões mais aprofundadas para que esse impacto não seja prejudicial ao sucesso do projeto. Sendo uma das formas de sinalizar o impacto dos riscos por meio de medidas, no trabalho, foi utilizado o método GQM (*Goal/Question/Metric*). A partir de objetivos e de respostas, foram identificadas/definidas medidas para ajudar o gerente de projetos na administração dos riscos que podem ocorrer em projetos de software.

1.2. Objetivo

Neste trabalho, o objetivo é apresentar riscos que podem ocorrer em projetos de software. Além disso, GQM (*Goal/Question/Metric*) foi utilizado para apresentar um conjunto de medidas que podem ajudar o gerente de projetos a administrar esses riscos em projetos de software. Assim, foram alcançados os seguintes objetivos específicos:

- Entender e aprofundar conhecimento no GQM;
- Identificar riscos em projetos de software;
- Elaborar objetivos a serem alcançados;
- Elaborar perguntas para alcançar os objetivos;
- Identificar/ Elaborar medidas para responder as questões elaboradas, alcançando os objetivos elaborados.

1.3. Metodologia de Desenvolvimento

1.3.1. Tipos de Pesquisa

Quanto à natureza, este trabalho pode ser classificado como **pesquisa aplicada**, pois possui finalidade de aplicação. Quanto aos objetivos o trabalho pode ser caracterizado como **pesquisa exploratória**, pois, utilizando GQM, depois da identificação de riscos em

projetos de software na literatura, foram definidas/identificadas medidas para ajudar os gerentes de projetos na melhor administração de riscos. Quanto à abordagem, pode ser classificado como **pesquisa qualitativa**, pois busca a melhoria dos projetos de software utilizando medidas que podem ser utilizadas por gerentes de projetos. Quanto aos procedimentos, o trabalho é classificado como **estudo de caso**, pois com uma pesquisa na literatura foram identificados riscos e um conjunto de medidas foram definidas/identificadas para ajudar os gerentes de projetos na melhor administração de riscos. A coleta de dados foi feita por meio de **observação**, visto que as medidas definidas/identificadas utilizando GQM foram com a observação do que seria necessário para responder as perguntas e atingir os objetivos.

1.3.2. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa na literatura em artigos, monografias, livros e reuniões com o orientador. Foram pesquisados trabalhos relacionados ao tema e referenciais teóricos para a realização deste trabalho.

A escolha do tema foi junto ao orientador, em que o objetivo era apresentar riscos que podem ocorrer em projetos de software e ajudar o gerente de projetos a administrarem tais riscos em projetos. Para tal, foi necessário abordar como referencial teórico o tema gerência de projetos que, como um tema amplo, tem como uma de suas áreas a gerência de riscos. Dentre os passos da gerência de riscos, a identificação do risco é crucial para um bom resultado do projeto, portanto, neste trabalho, é abordada gerência de riscos e o processo de gerenciamento de riscos.

Depois, foi escolhido o método GQM (*Goal/Question/Metric*) e, com isso, foi necessário que o referencial teórico abordasse os temas medidas e o método GQM, bem como entender o funcionamento desse método. Para a realização do trabalho, riscos em projetos de software foram identificados em trabalhos na literatura e, para maior compreensão, esses riscos foram organizados em componentes. O método GQM foi utilizado nestes riscos; para isso, objetivos foram elaborados e perguntas foram formuladas e medidas foram definidas/identificadas na literatura.

1.4. Estrutura do Trabalho

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma.

Conceitos sobre gerência de projetos de software são brevemente descritos no Capítulo 2.

Processos de gerência de riscos em projetos de software são tratados no Capítulo 3.

Breve explanação sobre o método GQM (*Goals/Questions/Metrics*) é apresentada no Capítulo 4.

Alguns trabalhos relacionados estão resumidos no Capítulo 5.

Os riscos identificados na literatura e a aplicação do método GQM em cinco desses riscos são apresentados no Capítulo 6.

Conclusões, contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros são discutidas no Capítulo 7.

2. GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE

2.1. Considerações Iniciais

A gerência de projetos é a aplicação de conhecimentos, de habilidades, de ferramentas e de técnicas às atividades do projeto para alcançar os objetivos do projeto [PMBok, 2013] que consiste em estabelecer e manter planos que definem suas atividades, seus recursos e suas responsabilidades [SOFTEX, 2009]. As organizações que se dedicam a desenvolver com propriedade o gerenciamento de projetos podem atingir melhores resultados em termos de resultados empresariais [Kerzner, 2001]. Seus benefícios são muitos, pois aumentam as chances de uma implementação de projetos de qualidade.

O *Project Management Body of Knowledge* (PMBok) é um guia, amplamente utilizado por vários setores da indústria, inclusive pela indústria de software, criado e mantido pelo *Project Management Institute* (PMI), que consiste na junção das melhores práticas de gerenciamento de projetos disponíveis no mercado [Gaffo; Barros, 2012]. Nele, estão descritos normas, métodos, processos e práticas estabelecidas para gerenciar projetos de qualquer natureza [Andrade; Tait, 2012].

Definições fundamentais para o entendimento de gerência de projetos são apresentadas na Seção 3.2. A importância e os benefícios da gerência de projetos são discutidos na Seção 3.3. O guia PMBOK é abordado na Seção 3.4.

2.2. Definições

Um projeto é um esforço temporário para criar um produto, serviço ou resultado único. Temporário significa que todos os projetos possuem início e término definidos. O término é alcançado quando os objetivos tiverem sido atingidos e o projeto for encerrado, quando um projeto é cancelado ou quando a necessidade do projeto não existe mais. Temporário não significa necessariamente de curta duração, pois os projetos podem durar anos para serem concluídos. Além disso, o termo "temporário" não se aplica ao produto, serviço ou resultado criado pelo projeto, a maioria dos projetos são realizados para criar um resultado duradouro [PMBok, 2013].

Para que um projeto de software seja bem sucedido, é necessário analisar, por exemplo, o escopo do software, os riscos envolvidos, os recursos necessários, as tarefas

para serem realizadas, os marcos de referência, os custos aplicados e a sistemática a ser seguida. Analisar esses parâmetros é função da gerência de projetos que se inicia antes do trabalho técnico e prossegue à medida que o software é desenvolvido para formar um produto [Matos *et al.*, 2010].

A Gerência de Projetos é a aplicação de conhecimentos, de habilidades, de ferramentas e técnicas às atividades do projeto para alcançar os objetivos do projeto [PMBok, 2013]. Seu objetivo é estabelecer e manter planos que definem as atividades, os recursos e as responsabilidades do projeto [SOFTEX, 2009]. A Gerência de Projetos surgiu como ciência em 1960, mas foi a partir da criação do *Project Management Institute* (PMI), em 1969, que sua transmissão ocorreu com mais intensidade [Matos *et al.*, 2010]. É considerada uma das formas para lidar com as práticas de negócio para obter melhor controle e utilização de recursos [Kerzner, 2000]. Mesmo com o seu significado em práticas de negócios, a pesquisa sobre gerência de projetos é relativamente jovem e precisa de bases e conceitos teóricos [Patanakul *et al.*, 2010]. Gerenciar um projeto inclui alguns fatores, tais como [PMBok, 2013]:

- Identificar os requisitos;
- Adaptar as diferentes necessidades, preocupações e expectativas das partes interessadas à medida que o projeto é planejado e realizado;
- Configuração, manutenção e realização de comunicações entre as partes interessadas;
- Gerir os interessados no sentido de cumprir os requisitos do projeto e criar as entregas do projeto;
- Balancear as restrições conflitantes do projeto que incluem, por exemplo, escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e riscos.

Para liderar um projeto com sucesso, um gerente de projeto deve realizar a integração dos processos de iniciação, de planejamento, de execução, de controle e monitoramento e de encerramento do projeto para assegurar que exista conexão correta entre eles de maneira a facilitar a coordenação [PMBok, 2013]. A escolha dos processos é feita pelo gerente de projetos, em colaboração com sua equipe. Para essa escolha ser feita assertivamente, é importante o gerente de projetos ter conhecimento dos processos do PMBoK e maturidade para identificar quais são os processos e as respectivas ferramentas e técnicas que o ajudarão a organizar as atividades ao longo de um ciclo de vida do projeto e agregarão valor ao projeto [Patanakul *et al.*, 2010]. Essa definição dos processos que farão

parte do projeto, muitas vezes, pode causar o seu fracasso; a utilização insuficiente de processos para o gerenciamento do projeto pode gerar insucesso ou deficiências na gestão do projeto [Menzen; Pize, 2011]. Portanto, além das habilidades da área específica e das competências de gerenciamento exigidas, os gerentes de projetos devem ter algumas características, tais como [PMBok, 2013]:

- **Conhecimento.** O gerente de projetos deve saber sobre gerência de projetos;
- **Desempenho.** O que gerente de projetos é capaz de realizar o que foi proposto enquanto aplica seu conhecimento e gerencia projetos;
- **Pessoal.** Refere-se ao comportamento do gerente de projetos na execução do projeto, abrangendo atitudes, principais características de personalidade e liderança.

2.3. Importância e Benefícios

A maioria das empresas tem adotado projetos como meio de atingir o planejamento estratégico definido e, dessa forma, alcançar seus objetivos [Scofano, 2011]. Para conduzir a realização dos projetos de forma eficiente, a utilização do gerenciamento de projetos pode melhorar o desempenho durante a execução e criar condições para aumentar as chances de sucesso, como forma de planejar, de organizar, de supervisionar e de controlar aspectos do projeto em um processo contínuo [Scofano, 2011].

A gerência de projetos é importante para as organizações, pois é entendida como um ativo estratégico, base para o crescimento e a sobrevivência em longo prazo. Isso significa que os projetos para as organizações estão associados à sua sobrevivência e podem maximizar o valor para os negócios, viabilizar o retorno sobre os investimentos, minimizar os riscos, permitir o alcance de objetivos estratégicos e aumentar a satisfação dos clientes [Silveira *et al.*, 2013]. Assim, gerenciar projetos de forma eficiente e eficaz é fator importante para o sucesso do projeto, em que as organizações necessitam ter visão e se mover para a melhoria da capacidade em gerenciamento de projetos com esforços direcionados [Silveira *et al.*, 2013]. De fato, as organizações que se dedicam a desenvolver com propriedade o gerenciamento de projetos podem atingir melhores resultados em termos de resultados empresariais [Kerzner, 2001].

Gerenciar projetos traz benefícios relacionados ao desenvolvimento de software, por exemplo, reduzir ocorrência de problema, avaliar utilização de métodos e técnicas específicas de software [Hahn; Mozzaquatro, 2011], ajudar a organização a reduzir tempo

de desenvolvimento de produto no mercado, utilizar o recurso limitado, lidar com complexidade tecnológica, responder a satisfação das partes interessadas. Com isso, há aumento da competição global de mercado [Patanakul *et al.*, 2010] e aumento da chance de projetos bem sucedidos [Gido; Clements, 2012].

3.4. Project Management Body of Knowledge (PMBoK)

Project Management Body of Knowledge (PMBoK) é um guia amplamente utilizado por vários setores da indústria e criado e mantido pelo *Project Management Institute* (PMI). Nesse guia, estão reunidas as melhores práticas de gerenciamento de projetos [Gaffo; Barros, 2012] com descrição de normas, de métodos, de processos e de práticas estabelecidos para gerenciar projetos de qualquer natureza [Andrade; Tait, 2012]. Os principais objetivos do PMBoK são as boas práticas da aplicação das ferramentas e técnicas para aumentar as chances de sucesso de um projeto e o vocabulário comum utilizado pelos profissionais da área de gerência de projetos. PMBoK incorpora processos e atividades que suprem necessidades das etapas ou das fases do ciclo de vida de um projeto [Andrade; Tait, 2012] e existe consenso sobre o seu valor e sua usabilidade [Matos *et al.*, 2010]. Esse guia organiza os 47 processos em 5 grupos de processos [Romano, 2012; Gaffo; Barros, 2012; PMBoK, 2013]:

- **Processos de Iniciação.** Há 2 processos, cujo objetivo é obter o comprometimento da organização para o início da próxima fase do projeto. Trata-se do reconhecimento formal de que um novo projeto existe na organização;
- **Processos de Planejamento.** Há 24 processos, cujo objetivo é gerar informações suficientes para definir com clareza os produtos do projeto que precisam ser completados a cada fase, em que cada um influi na realização ou não das metas, do orçamento, da qualidade e do cronograma;
- **Processos de Execução.** Há 8 processos, cujo objetivo é tornar real o que foi planejado;
- **Processos de Monitoramento e Controle.** Há 11 processos, cujo objetivo é manter a integridade das linhas de base do plano do projeto;
- **Processos de Encerramento.** Há 2 processos, cujo objetivo é verificar e documentar os resultados obtidos em uma fase, visando formalizar seu fechamento.

Além disso, esses 47 processos estão organizados em 10 áreas de gerenciamento [Scofano *et al.*, 2013; PMBoK, 2013]:

- **Gerenciamento de Integração.** Há 6 processos referentes à descrição dos processos e das atividades que integram os elementos do gerenciamento de projetos identificados, definidos, combinados, unificados e coordenados nos grupos de processos de gerenciamento de projetos;
- **Gerenciamento de Escopo.** Há 6 processos referentes à verificação de que o projeto inclui o trabalho necessário, apenas o necessário, para que seja concluído com sucesso;
- **Gerenciamento de Tempo.** Há 7 processos referentes ao término do projeto no prazo correto;
- **Gerenciamento de Custos.** Há 4 processos referentes ao planejamento, à estimativa, ao orçamento e ao controle de custos, de modo que o projeto termine dentro do orçamento aprovado;
- **Gerenciamento de Qualidade.** Há 3 processos referentes à garantia de que o projeto irá satisfazer os objetivos para os quais foi realizado;
- **Gerenciamento de Recursos Humanos.** Há 4 processos referentes à organização e à gerência da equipe do projeto;
- **Gerenciamento de Comunicações.** Há 3 processos referentes à geração, à coleta, à disseminação, ao armazenamento e à destinação final das informações do projeto de forma oportuna e adequada;
- **Gerenciamento de Riscos.** Há 6 processos referentes à realização do gerenciamento de riscos em um projeto;
- **Gerenciamento de Aquisições:** Há 4 processos referentes à compra e/ou à aquisição de produtos, serviços ou resultados, além dos processos de gerenciamento de contratos;
- **Gerenciamento de Partes Interessadas.** Há 4 processos referentes à comunicação, envolvendo diálogo contínuo para atingir necessidades e expectativas.

A escolha da utilização dos processos sugeridos no PMBoK deve ser apropriada de acordo com as características de cada projeto, pois os projetos têm suas características específicas [PMBoK, 2013; Menzen; Pize, 2011]. Portanto, não é necessário que os processos no PMBoK sejam sempre utilizados uniformemente em todos os projetos por possuírem boas práticas; a equipe de gerenciamento de projetos é responsável por

determinar quais são os processos mais adequados para um projeto específico [Filho; Alves, 2010].

2.4. Considerações Finais

A gerência de projetos é importante para a realização de um projeto bem sucedido. Para isso, é necessário que os gerentes de projetos tenham habilidades específicas, por exemplo, tenham conhecimento sobre gerência de projetos e saibam liderar e motivar a equipe de trabalho para que se empenhe em construir um bom resultado no projeto.

Para ajudar o gerente de projetos a liderar e atingir o sucesso em seus projetos, no guia PMBoK, são descritos normas, métodos, processos e práticas estabelecidas para gerenciar projetos. Porém, não é necessário que os processos no PMBoK sejam sempre utilizados uniformemente em todos os projetos por possuírem boas práticas; a equipe de gerenciamento de projetos é responsável por determinar quais são os processos mais adequados para um projeto específico [Filho; Alves, 2010].

3. GERÊNCIA DE RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE

3.1. Considerações Iniciais

Para um projeto bem sucedido, é necessário identificar incertezas, o planejamento de como são monitoradas e quais medidas tomar caso concretizem-se. A gerência de riscos é o meio pelo qual essas incertezas são gerenciadas, permitindo avaliar e enfrentar os riscos. O risco é um evento, é uma incerteza e tem impacto sobre o projeto, que pode ser positivo ou negativo. Se for positivo, o impacto pode se transformar em oportunidade; se for negativo, pode ocasionar o fracasso do projeto. O principal objetivo do gerenciamento de riscos é não permitir que os envolvidos na gerência de projetos sejam surpreendidos, aumentando as oportunidades e diminuindo as ameaças [Martins, 2010].

A importância da gerência de riscos na realização de projetos e a relevância e os benefícios de seu gerenciamento são tratados na Seção 4.2. Os seis processos da gerência de riscos em projetos sugeridos no PMBoK são apresentados brevemente na Seção 4.3.

3.2. Importância

Em qualquer fase do ciclo de vida de um projeto riscos podem ocorrer, por causa da sua natureza complexa e dinâmica [Zhao *et al.*, 2010]. Tais riscos são inerentes e específicos para qualquer projeto [Scofano *et al.*, 2013]. O risco é definido como elemento incerto às expectativas, "aquilo" que age em pelo menos um dos objetivos do projeto (por exemplo, qualidade, custo e tempo), as metas e os meios estratégicos (pessoas, processos, informação e comunicação), influenciando o ambiente e provocando prejuízos [Baraldi, 2010]. Esses riscos são categorizados em [Matos *et al.*, 2010]:

- **Riscos relacionados ao projeto.** São riscos que afetam a programação ou os recursos do projeto (e.g., cronograma, planos para substituição de pessoal, planos para alocação de pessoal alternativo e planos alternativos para equipamentos adicionais);
- **Riscos relacionados ao produto.** São riscos que afetam a qualidade ou o desempenho do projeto (e.g., levantamento de requisitos e requisitos insuficientemente especificado ou claro);
- **Riscos para os negócios.** São riscos que afetam a organização que desenvolve o software ou a organização que adquire o software (e.g., cronograma).

Assim, a gerência de riscos deve ser enfatizada e implementada na construção de projetos, independente do tamanho do projeto, para ter melhores chances de realizar os objetivos do projeto [Hwang *et al.*, 2013]. Essa gerência ganhou importância depois de tornar-se uma área de gerenciamento no PMBoK, pois, até então, ela era abordada em segundo plano nas outras áreas [Matos *et al.*, 2010]. Como uma área, as partes interessadas compreenderam o impacto dos riscos sobre o desempenho do projeto [Chapman; Ward, 2003]. À semelhança de outras abordagens de gestão, a implantação da gerência de riscos precisa de investimento (recursos) [Hwang *et al.*, 2013].

O trabalho na gerência de riscos é nas incertezas dos projetos para contribuir na diminuição dos efeitos negativos (ameaças) e no aumento dos efeitos positivos (oportunidades) de forma sistemática e por todo o ciclo de vida do projeto [Scofano *et al.*, 2013]. Com isso, os riscos devem ser transformados em vantagens competitivas à empresa, por mais sérios que possam ser e com mais consequências negativas que possam ter. Assim, deve ser adotada uma metodologia sistemática e disciplinada para gerenciá-los [Silva *et al.*, 2010] na qual há seis processos executados pelo menos uma vez ao longo do ciclo de vida do projeto [Matos *et al.*, 2010; PMBoK, 2013]:

- **Planejar o Gerenciamento de Riscos.** Decisão sobre como abordar e planejar as atividades;
- **Identificar Riscos.** Identificação dos riscos que podem afetar o projeto e a documentação das características dos riscos;
- **Análise Qualitativa dos Riscos.** Realização de análise qualitativa dos riscos e das condições para priorização de seus efeitos sobre os objetivos do projeto;
- **Análise Quantitativa dos Riscos.** Medição da probabilidade e do impacto dos riscos e da estimativa de seus resultados nos objetivos do projeto;
- **Planejar Respostas aos Riscos.** Desenvolvimento de procedimentos e de técnicas para enfatizar as oportunidades e diminuir as ameaças aos objetivos do projeto;
- **Monitorar e Controlar Riscos.** Monitoramento dos riscos, identificação de novos riscos, execução de planos de redução de riscos e avaliação da eficácia desses planos ao longo do ciclo de vida do projeto.

A maioria dos modelos de qualidade de processo e dos padrões de gerência de projetos aponta a gerência de riscos como essencial para o sucesso de um projeto. O gerenciamento de riscos é importante, pois são analisados riscos de forma dinâmica e

eficiente, para esses riscos não serem um custo adicional [Falbo, 2010]. Essa gerência traz benefícios, induz ao gerente de projetos melhores saídas para os eventos negativos e melhor aproveitamento dos eventos positivos [Scofano *et al.*, 2013] e reduz ou elimina a ocorrência de riscos, tais como preservação de vidas humanas, permanência da empresa no mercado e aumento da produção e competitividade [Hahn; Mozzaquatro, 2011].

Enfim, gerenciar os riscos de um projeto de software contribui de forma ampla para a qualidade do produto final. Além dos benefícios oriundos da utilização da gerência de riscos no projeto e a redução de acidentes, a aplicação de técnicas para apoiar essa gerência tem como consequência e objetivo final a entrega de um produto confiável e de boa qualidade ao cliente [Hahn; Mozzaquatro, 2011]. O processo de gerenciamento de riscos consiste em:

- **Planejar o Gerenciamento de Riscos.** São estabelecidas as regras que conduzirão as atividades da gerência de riscos durante o ciclo de vida do projeto para criar elementos [Scofano *et al.*, 2013]. Com isso, é indicado como a gerência será conduzida, considerando os critérios, o envolvimento e as responsabilidades das partes interessadas, o orçamento, o prazo, as medidas de probabilidade de ocorrência dos riscos, a metodologia, a categoria de riscos, as definições de probabilidade e de impacto dos riscos, a matriz de probabilidade e de impacto, as tolerâncias das partes interessadas e os formatos dos relatórios e do acompanhamento [Gaffo; Barros, 2012; Scofano *et al.*, 2013]. Esse planejamento é essencial ao sucesso dos outros cinco processos, pois fornece o tempo e os recursos necessários para as atividades do gerenciamento dos riscos [PMBok, 2013; Scofano *et al.*, 2013];
- **Identificar Riscos.** A identificação dos riscos (oportunidades ou ameaças) deve ser feita durante o ciclo de vida do projeto, pois podem mudar ao longo da execução do projeto [Scofano *et al.*, 2013]. Esse processo consiste em determinar e descrever os possíveis riscos inerentes ao projeto, documentando as principais características de cada um deles e os possíveis impactos que eles podem causar no caso de concretizarem-se [Gaffo; Barros, 2012]. Além disso, a equipe envolvida deve ser estimulada a cooperar para a identificação dos possíveis riscos de forma contínua, envolvendo gerentes de projetos, usuários finais e especialistas externos ao projeto [PMBok, 2013], pois é fundamental buscar informações externas e seguras ao grupo de gerenciamento [Silva *et al.*, 2010];

- **Realizar a Análise Qualitativa dos Riscos.** São avaliados o impacto e a probabilidade de ocorrência dos riscos identificados, categorizando-os em grupos de impacto "alto", "moderado" ou "baixo" [Gaffo; Barros, 2012]. Além disso, é ponderado o resultado da análise quanto ao objetivo do projeto, analisando o intervalo de tempo para resposta e a tolerância da organização quanto às restrições de custo, de escopo, de cronograma e de qualidade do projeto. Com isso, podem ser definidas as prioridades de riscos para análise e a ação adicional posterior. A avaliação da importância dos riscos e, conseqüentemente, da prioridade de atenção é conduzida utilizando uma tabela de referência ou uma matriz de probabilidade e impacto. Nessa matriz, são especificadas as combinações de probabilidade e de impacto que resultam em uma classificação dos riscos como de prioridade "baixa", "moderada" ou "alta" [Scofano *et al.*, 2013];
- **Realizar a Análise Quantitativa dos Riscos.** O intuito é mensurar os efeitos que os riscos exercem sobre os objetivos do projeto e além de determinar as prioridades presentes na lista de riscos [Gaffo; Barros, 2012]. O efeito numérico é analisado, servindo para tomada de decisões, focando nas conseqüências conjuntas e no impacto global dos riscos e realizando a análise somente dos riscos priorizados de impacto substancial [PMBok, 2013]. Três técnicas para quantificar os riscos em projetos têm destaque [Scofano, 2011]:
 - **VME** (Valor Monetário Esperado), resultado da multiplicação entre a probabilidade de ocorrência e o impacto do risco em projetos;
 - **Árvore de Decisão**, considerando eventos futuros para decisões no presente, essa técnica toma decisões utilizando riscos, probabilidades de ocorrência e impactos;
 - **Simulação de Monte Carlo**, há a conversão automática considerando os riscos determinados na identificação do projeto e seu impacto.
- **Planejar Respostas aos Riscos.** Faz-se o planejamento das medidas a serem tomadas para controlar os riscos com o objetivo de definir, por exemplo, qual abordagem utilizar e quais os responsáveis e os custos envolvidos [Gaffo; Barros, 2012]. São criadas opções e ações para o aumento das oportunidades e a redução das ameaças do projeto, sendo necessário identificar e designar responsáveis para assumir a responsabilidade em fornecer respostas aos riscos com o patrocinador do projeto [Scofano *et al.*, 2013]. Cada registro de risco deve ser escrito de acordo com as ações a serem tomadas e deve incluir, por exemplo, riscos identificados, descrições desses

riscos, áreas afetadas no projeto, causas que afetaram tais áreas e como eles podem afetar os objetivos do projeto, designação de responsabilidades, resultados da análise quantitativa e qualitativa. Acordos contratuais fazem parte da especificação de responsabilidade específica aos riscos. As funções e a responsabilidade cabíveis no plano de respostas aos riscos são o responsável pelo risco e o responsável pela ação. Nesse planejamento, devem ser considerados [Scofano, 2011]:

- **Riscos Residuais.** Riscos resultantes depois de tomadas ações de evitar, transferir ou mitigar os riscos do projeto;
 - **Riscos Secundários.** Riscos que aparecem como resultado da implementação da resposta ao risco do projeto, os quais devem ser identificados e ter sua resposta planejada.
- **Monitorar e Controlar os Riscos.** Há a implementação dos planos de respostas aos riscos para acompanhar os riscos identificados, os riscos residuais, os novos riscos e a avaliação da eficiência e da eficácia do processo de gerenciamento de riscos, armazenando as lições aprendidas [Gaffo; Barros, 2012]. Os riscos devem ser monitorados de forma contínua, pois podem surgir novos riscos [Scofano *et al.*, 2013]. Nesse processo, são utilizadas técnicas para análises de tendências e de mudanças, que precisam das informações obtidas durante a execução do projeto, por exemplo, validade das premissas do projeto, análises mostram risco avaliado e modificado ou que pode ser desativado, observação das políticas e dos procedimentos de gerência de riscos e modificação das reservas de contingências de custo/cronograma de acordo com a avaliação atual dos riscos [Scofano *et al.*, 2013].

3.3. Considerações Finais

A gerência de riscos é uma ferramenta efetiva no controle de possíveis riscos, diminuindo os aspectos adversos e as incertezas que permeiam o ambiente organizacional, evitando-os, reduzindo perdas de tempo, de custo, de escopo e de qualidade, gerando valor para os processos organizacionais, diminuindo os níveis de incerteza e propiciando oportunidades [Scofano *et al.*, 2013]. A gerência de riscos bem sucedida apresenta [Tohidi, 2011]: i) comitê de gestão; ii) apoio e participação das equipes; iii) equipes capacitadas e com experiência no processo de gerenciamento de risco; e iv) avaliação e estimativas de riscos de acordo com a missão do projeto.

4. MEDIDAS DE SOFTWARE

4.1. Considerações Iniciais

Medir é essencial em Engenharia de Software; medir é importante para entender e para controlar processos, produtos e projetos. Utilizando medidas, pode-se conhecer a qualidade de um produto, a estabilidade e a capacidade de um processo ou estágio atual de um projeto, sendo possível controlar, tomar decisões e melhorar a qualidade de processos e produtos, além de realizar ajustes que garantam o êxito dos projetos [Rocha *et al.*, 2012].

O processo de medição é um conjunto de passos que orienta e direciona as atividades a serem realizadas para que, com os resultados da análise dos dados coletados, seja possível a identificação de tendências e a antecipação de problemas [Rocha *et al.*, 2012]. *Goal/Question/Metric* (GQM) é um método orientado a objetivos para a medição de produtos e de processos de software, que apresenta um mecanismo para planejamento, para definição de metas de medição e para avaliação [Souza *et al.*, 2009].

Definições de medição, de métrica e de medida são discutidas na Seção 5.2. Tipos de medidas são apresentados na Seção 5.3. Processo de medição é tratado na Seção 5.4. O método GQM é apresentado na Seção 5.5.

4.2. Medição, Métrica e Medida

A medição de software é uma disciplina relativamente nova e sofre com problemas de conceitos e de terminologias. Apesar dos esforços, das pesquisas e das padronizações internacionais, medição está na fase na qual terminologia, princípios e métodos ainda estão em definição e em consolidação. Por exemplo, pesquisadores e praticantes não chegaram a um acordo sobre o significado de alguns termos comumente utilizados, tais como, medição, métrica e medida [Garcia *et al.*, 2006]. Muitas vezes, o mesmo conceito é designado por termos diferentes em diferentes propostas ou o mesmo termo refere-se a conceitos diferentes [Barcellos *et al.*, 2010], por exemplo, medição é definida na literatura como:

- **Medição** é o ato ou o processo de atribuir um número ou uma categoria a uma entidade para descrever um de seus atributos; ou ainda, a utilização de uma métrica para atribuir um valor (que pode ser um número ou categoria) de uma escala a um atributo de uma entidade [ISO/IEC/IEEE 24765, 2010];

- **Medição** de software é uma técnica ou um método que aplica métricas de software a projetos, a produtos ou a processos da Engenharia de Software para alcançar objetivos pré-definidos [Basili *et al.*, 1994];
- **Medição** é o processo pelo qual números ou símbolos são associados a atributos de entidades do mundo real de tal forma a descrevê-los de acordo com regras claramente definidas [Fenton; Pfleeger, 1996].

A medição apoia a gestão e a melhoria de projetos, de processos e de sistemas de software e é uma das principais ferramentas para gestão das atividades do ciclo de vida de software. Ela permite avaliar a viabilidade de planos de projeto e é útil na monitoração do cumprimento das atividades do projeto em relação aos planos. Medição de software é uma disciplina fundamental na avaliação da qualidade de sistemas de software e da capacidade de processos organizacionais. A medição é cada vez mais importante nos acordos bipartidários de negócios, nos quais ela fornece base para a especificação, a gestão e os critérios de aceitação [ISO/IEC 15939, 2007]. Há razões para medir projetos, processos e sistemas de software, dentre elas [Basili, 1985]:

- Criar uma memória corporativa para dar suporte ao planejamento, por exemplo, ajudar na predição de custos de um novo projeto;
- Determinar as forças e as fraquezas do processo e do sistema correntes, por exemplo, determinar os tipos de erros mais comuns;
- Desenvolver base racional para adoção e refinamento do desenvolvimento de sistemas de software e técnicas de manutenção, por exemplo, ajudar a decidir qual técnica minimiza os problemas atuais;
- Avaliar a confiança de um sistema após a sua entrega.

Métrica é definida como [ISO/IEC/IEEE 24765, 2010]: i) a combinação de duas ou mais medidas ou atributos; ii) uma medida quantitativa do grau ao qual um sistema, ou componente ou o processo possui um determinado atributo; e iii) método de medição e da escala de medida definidos. O termo "métrica" deve ser utilizado com cuidado, pois, matematicamente, métrica é uma regra utilizada para descrever a distância entre dois pontos. Por exemplo, pode-se verificar a corretude do programa P como uma medida do tamanho ao qual um programa satisfaz sua especificação S e definir uma métrica $M(S, P)$

P) na qual S (especificação) e P (programa) são os produtos. Essa métrica retorna o quão distante o programa P está de sua especificação S [Fenton; Pfleeger, 1996].

Medida é um número ou símbolo atribuído a uma entidade pelo mapeamento (medição) a fim de caracterizar um atributo (propriedade) e deve especificar o domínio (atributo), faixa de valores ou símbolos, bem como as regras para realização do mapeamento [Fenton; Pfleeger, 1996]. Uma medida pode ser utilizada para caracterizar quantitativamente algumas propriedades de projetos, de processos e de sistemas de software, por exemplo, as medidas [Basili *et al.*, 1994]:

- Linhas de Código (*Lines of Code*) caracteriza a propriedade "tamanho" (*size*) do código fonte do sistema de software associando um número a ela;
- Número de Falhas de Projeto (*Number of Design Faults*) caracteriza a propriedade "propensão a erro" (*error proneness*) do projeto;
- Número de Horas-Homem (*Number of Staff-Hours*) caracteriza a propriedade "recursos consumidos" (*resources-consumed*) do projeto de software.

No vocabulário para engenharia de sistemas e de software, o termo "medida" possui as seguintes definições [ISO/IEC/IEEE 24765, 2010]:

- Uma variável a qual um valor é atribuído como resultado de uma medição;
- Realizar uma medição, quando tratado como verbo;
- Aplicar uma métrica;
- Um número que atribui um valor relativo;
- Número ou categoria atribuído a um atributo de uma entidade pela realização de uma medição;
- Número ou símbolo atribuído a uma entidade por um mapeamento do mundo empírico para o mundo formal, relacional, a fim de caracterizar um atributo;
- Ato ou processo de medição.

Em 2002, a *International Organization for Standardization* (ISO) publicou a norma internacional ISO/IEC 15939 que contém as definições dos termos a serem utilizados no processo de medição de software, incluindo o termo "medida" no lugar do termo "métrica" [Al-Qutaish, 2009]. Outra tentativa de padronização foi a publicação da norma ISO/IEC 25000 no ano de 2005. Essa norma foi criada especialmente para realizar a convergência, tentando eliminar lacunas, conflitos e ambiguidades existentes entre os termos [Garcia *et*

al., 2006]. Desta forma, o termo "medida" será utilizado no lugar do termo "métrica" neste trabalho.

4.3. Tipos de Medidas

Projetos, processos e sistemas de software possuem diferentes propriedades que podem ser mensuradas, por exemplo, custo, aderência ao cronograma, segurança, manutenibilidade e corretude [Basili *et al.*, 1994]. Medidas podem ser aplicadas a projetos, a processos e a sistemas de software:

- **Medidas de projeto** estão associadas às características do projeto e de execução. Exemplos incluem quantidade de desenvolvedores de software, padrão de pessoal ao longo do ciclo de vida do software, custo e cronograma [Kan, 2003];
- **Medidas de processo** são utilizadas para medir características de métodos, de técnicas e de ferramentas empregadas no desenvolvimento, na implementação e na manutenção de sistemas de software [ISO/IEC/IEEE 24765, 2010]. Medidas de processo podem ser utilizadas para melhorar o desenvolvimento e a manutenção de sistemas. Exemplos incluem a eficácia da remoção de defeitos durante o desenvolvimento e o tempo de resposta do processo de correção de um erro [Kan, 2003];
- **Medidas de sistemas de software** são utilizadas para medir características de sistemas intermediários ou final de um processo de desenvolvimento/manutenção [ISO/IEC/IEEE 24765, 2010]. Essas medidas estão associadas a características do sistema, tais como, tamanho, complexidade, características de projeto, desempenho e nível de qualidade [Kan, 2003].

4.4. Processo de Medição

O processo de medição é um conjunto de passos que orienta e direciona as atividades a serem realizadas para que com os resultados da análise dos dados coletados seja possível a identificação de tendências e antecipação de problemas [Rocha *et al.*, 2012]. Processo de medição é importante e necessário nas organizações, pois para competir em um ambiente com rápidas e constantes mudanças é fundamental trabalhar de maneira produtiva, eficiente e com alto nível de qualidade. Nesse contexto, a medição insere-se, pois, a partir da existência de dados e análises históricas sobre a organização, pode-se melhorar o processo de tomada de decisão [Santos *et al.*, 2013].

Cada organização deve definir seu processo de medição de software orientada pelos requisitos do modelo escolhido, considerando suas próprias características e especificidades [Rocha *et al.*, 2012]. A maioria dos profissionais da área de desenvolvimento de software compreende a necessidade de realizar medições, mas, a implementação de um processo repetível e integrado aos ciclos de vida de um projeto de software não é trivial [Santos *et al.*, 2013]. As principais razões para o fracasso de programas de medição não são problemas técnicos, mas organizacionais, tais como [Santos *et al.*, 2013], não alinhamento aos objetivos de negócio, resistência cultural, motivação errônea e falta de liderança. Esses problemas podem ser resolvidos definindo e implementando um processo de medição por meio do uso de uma metodologia organizada de planejamento, que envolve os profissionais da área de software [Santos *et al.*, 2013].

4.5. Método Goal/Question/Metric (GQM)

Goal/Question/Metric (GQM) é um método orientado a objetivos para a medição de produtos e processos de software e utiliza um mecanismo para planejamento, para definição de metas de medição e para avaliação [Souza *et al.*, 2009]. GQM baseia-se na suposição de que, para medir de maneira eficaz, alguns objetivos devem ser estabelecidos para servirem de rota para o estabelecimento de questões que orientarão a definição de medidas em um contexto particular. Seu objetivo é caracterizar e fornecer melhor entendimento dos processos, dos produtos, dos recursos e dos ambientes [Souza *et al.*, 2009]. O resultado da aplicação de GQM é uma estrutura três níveis (Figura 4-1):

- **Nível Conceitual.** Definição do objeto a ser medido;
- **Nível Operacional.** Definição de questões para auxiliar a caracterização do objeto de estudo;
- **Nível Quantitativo.** Definição de um conjunto de dados a serem obtidos, relacionado às questões definidas anteriormente, para respondê-las de forma quantitativa;

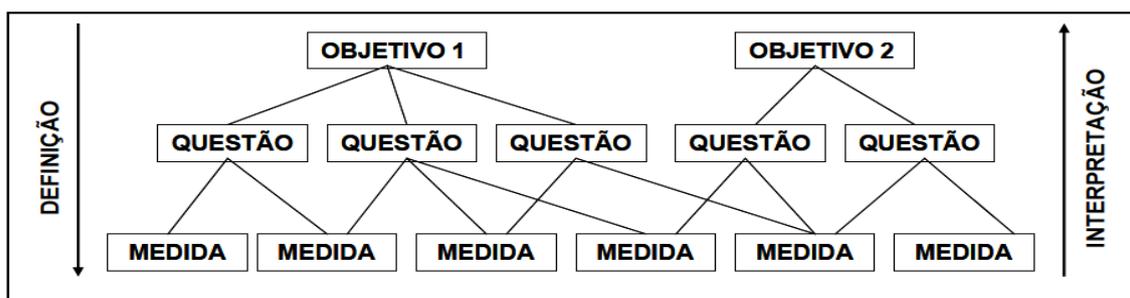


Figura 4-1 - Método GQM (Fonte: [Rocha, 2012]).

Os objetivos de GQM devem ser formulados utilizando o seguinte *template* [Fontoura *et al.*, 2004]:

Analisar o <**objeto de estudo**> com a finalidade de <**objetivo**> com respeito ao <**enfoque**> do ponto de vista de <**ponto de vista**> no seguinte contexto <**contexto**>

- **Objeto de estudo.** Identifica o que será analisado, por exemplo, processo de software, projeto, documento e sistema;
- **Objetivo.** Identifica o porquê o objeto será analisado, por exemplo, avaliar, melhorar, monitorar e controlar;
- **Enfoque.** Identifica o atributo a ser analisado, por exemplo, confiabilidade, custos e correção;
- **Ponto de vista.** Identifica quem utilizará as medidas coletadas, por exemplo, equipe de desenvolvimento e gerente de projeto;
- **Contexto.** Identifica o ambiente onde o programa de medição está localizado, por exemplo, projeto de Desenvolvimento de Software Web e Departamento de Recursos Humanos.

Para o sucesso da aplicação de GQM, os objetivos precisam estar bem traçados para que a escolha das medidas e a avaliação dos dados sejam bem sucedidas. GQM possui quatro fases [Souza *et al.*, 2009]:

- **Planejamento.** São realizadas atividades para relacionar a equipe que participará do GQM, selecionar a área que se deseja melhorar, apontar os projetos que farão parte da aplicação do método e treinar a equipe nos conceitos necessários para utilizar GQM;
- **Definição.** Definir os objetivos do GQM, produzir e definir as questões a serem respondidas, definir e refinar as medidas e promover a revisão dos planos do GQM;
- **Coleta de Dados.** Com base nas medidas definidas, os dados são coletados;
- **Interpretação.** Os dados coletados são interpretados e conclusões acerca desses dados são extraídas, respondendo assim as questões definidas.

As vantagens de utilizar GQM são [Santos, Pretz; 2010] apoio na identificação de medidas úteis e relevantes e análise e interpretação dos dados coletados. Alguns benefícios são [Barclay; Osei-Bryson, 2010]:

- Com os objetivos, é possível concentrar em questões importantes;

- Definindo questões, os objetivos podem ser mais específicos e as medidas relevantes;
- Com o resultado, pode-se identificar a relação entre objetivos, questões e medidas, determinar quais objetivos e medidas estavam faltando ou são inconsistentes e fornecer contexto para interpretação dos dados após estes terem sido recolhidos.

4.6. Considerações Finais

Um processo de medição de software direcionado aos objetivos produz medidas que provêm informações para importantes questões de negócio previamente identificadas. Essas medidas podem ser rastreadas de volta aos objetivos da organização, em que os dados coletados sejam analisados de forma a manter o foco [Souza *et al.*, 2009]. GQM é um método de identificação de objetivos e de questões para definir medidas que podem ser utilizadas pelas equipes de trabalho na organização, cada qual com objetivos, questões e medidas específicos alinhados de acordo com as estratégias de negócio. GQM traz vantagens como suportar identificação de medidas úteis e relevantes e suporta a análise e a interpretação dos dados coletados, o que permite assessoramento da validade das conclusões a que se chegou e evita a resistência contra programas de medição.

5. TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, são apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema deste trabalho. Esses trabalhos foram escolhidos por assimilarem-se ao tema de pesquisa atual, sendo de utilidade para verificação dos resultados obtidos e suas possíveis limitações.

Um estudo sistemático é apresentado sobre gerência de riscos em projetos de software [Carvalho, 2013]. O objetivo foi coletar informações de trabalhos em relação ao que tem sido desenvolvido sobre gerenciamento de riscos no Brasil. Para a revisão sistemática, foram utilizadas pesquisa manual e pesquisa automática. A pesquisa foi por eventos científicos de Engenharia de Software realizados no Brasil; posteriormente, os eventos científicos selecionados foram de 2002 a 2012. Com a leitura dos títulos das publicações, foram escolhidos artigos que mencionavam riscos, gerência de riscos ou ameaças em desenvolvimento de software; depois, com a leitura do resumo, nova lista foi obtida e, em seguida, com a leitura completa, 8 publicações foram escolhidas. O critério de escolha foi pesquisas que abordavam gerência de riscos em projetos de software e abordagens e ferramentas destinadas à atividade de gerência de riscos em projetos de software.

Uma ontologia de riscos foi desenvolvida [Falbo, 2009] utilizando o método SABiO (*Systematic Approach for Building Ontologies*) [Falbo *et al.*, 2004], em que são realizadas as atividades: i) identificar o propósito e a especificação de requisitos; ii) capturar a ontologia; e iii) formalização. Paralelamente a essas atividades, ocorrem as atividades (iv) integração com ontologias existentes, (v) avaliação da ontologia e (vi) documentação da ontologia. A ontologia foi desenvolvida de forma modular, considerando riscos, fontes e categorias de riscos, riscos de um projeto de software e suas avaliações, gerência de riscos de um projeto de software e processo da gerência de riscos. Essa ontologia pode ser utilizada como referência para uso de um vocabulário comum para falar sobre esse domínio e como uma especificação reutilizável para a construção de ferramentas de apoio ao processo de Gerenciamento de Riscos. Esse vocabulário pode ser utilizado por organizações para definir metodologias de gerência de riscos.

Um modelo de avaliação de riscos em projetos de software com base na teoria *fuzzy* é proposto para avaliar as consequências e as perdas que os riscos podem proporcionar ao

projeto de software [Tang; Wang, 2010]. Com o modelo, foram medidos riscos individuais, conjuntos de riscos e suas consequências para o projeto de software. Além disso, o modelo contribui para diminuir incertezas criadas com a avaliação de especialistas, aumentar a previsão e a capacidade de resposta ao risco, reduzir a probabilidade de risco e aumentar a taxa de sucesso de projetos de software.

Um estudo de caso com propósito exploratório foi realizado [Souza *et al.*, 2010], mostrando a relação entre compartilhamento do conhecimento e gerenciamento de riscos em projetos de software e utilizando análise não probabilística. A pesquisa de campo foi realizada em duas empresas de Belo Horizonte, cuja atividade é desenvolvimento de software. Foram coletadas e analisadas as percepções e as opiniões dos participantes da pesquisa sobre suas práticas nas empresas em que atuam referentes ao gerenciamento de riscos e o compartilhamento do conhecimento em projetos de software, bem como a relação entre os dois. Como resultado, certos instrumentos, como construções de cenário, protótipos e simulações sobre situações de riscos, podem determinar ações adequadas para eliminar riscos. A experiência das pessoas sobre diferentes fontes de conhecimento e de visões sobre o assunto pode ser importante para potencializar a execução da atividade de análise dos riscos. Esses resultados podem contribuir para o compartilhamento do conhecimento sobre riscos, minimizá-los e garantir o sucesso do projeto de software.

Os trabalhos relacionados encontrados têm como temas principais riscos e gerenciamento de riscos seja propondo mais estudos na área de gerenciamento de riscos em projetos de software [Carvalho, 2013], seja apontando método para avaliação dos riscos em projetos de software [Tang; Wang, 2010], seja tentando padronizar os riscos mais comuns em projetos de software utilizando uma ontologia [Falbo, 2009], seja buscando as melhores formas de gerenciar riscos [Souza *et al.*, 2010]. Este trabalho difere-se dos trabalhos apresentados, pois, além de trazer a importância de gerenciar riscos em projetos de software, identifica riscos na literatura que podem ocorrer em projetos de software e utiliza GQM para apoiar gerentes de projetos na administração destes riscos.

6. RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE

6.1. Considerações Iniciais

Identificar riscos em um projeto de software é necessário para que os gerentes de projetos tenham conhecimento dos riscos que podem acontecer e possam traçar uma forma de administrar aqueles que podem prejudicar o andamento do projeto e, conseqüentemente, a qualidade do produto. Por isso, quanto mais rápido os riscos forem identificados, mais chances o projeto atende a qualidade esperada. Sendo assim, em uma pesquisa na literatura, foi possível encontrar riscos em projetos de software organizados em sete componentes [Leopoldino *et al.*, 2011]: i) Gerência de Projetos; ii) Equipe de Desenvolvimento; iii) Escopo e Requisitos; iv) Conhecimento e Incerteza Tecnológica; v) Relacionamento com o Ambiente Externo; vi) Relacionamento com o Cliente/Usuário; e vii) Valor/Importância Atribuídos ao Projeto.

A medição de software se faz necessária para correção de erros e de defeitos antes de se tornarem falhas. GQM é um método orientado a objetivos para a medição de produtos e de processos de software, que consiste em elaborar objetivos, a partir desses objetivos, formular perguntas que, utilizando medidas para responder essas perguntas, os objetivos possam ser alcançados. Essas medidas ajudam os gerentes de projetos a terem percepção na construção de projetos, melhorando a forma de administrar os projetos e propiciando melhorias na qualidade dos projetos.

Os riscos encontrados na literatura e que podem surgir com mais frequência na gerência de projetos de software são apresentados na Seção 6.2. A utilização de GQM, com os objetivos, as perguntas e as medidas, para auxiliar os gerentes de projetos com relação aos riscos encontrados é mostrada na Seção 6.3.

6.2. Catálogos de Riscos

Em uma pesquisa na literatura, foram identificados riscos que podem ser encontrados em um projeto de software, que totalizam 36 riscos. Para a identificação desses riscos foram selecionados os seguintes trabalhos:

- Uma classificação alternativa de fatores abrangentes de riscos com base em análise fatorial exploratória foi desenvolvida, utilizando o método PCA (*Principal Component Analysis*) na área de projeto de software [Leopoldino *et al.*, 2011]. A pesquisa foi

desenvolvida para encontrar uma categorização de riscos por meio de fatores identificados na avaliação de riscos de gerentes de projeto e desenvolvedores. Ela considerou a probabilidade de ocorrência e a gravidade potencial das variáveis de riscos na obtenção dos fatores de riscos. Com a utilização do PCA, foram obtidos sete fatores a partir de trinta e duas variáveis de risco. Cada fator foi visto como uma forma mais abrangente de classificar/entender/trabalhar com um conjunto maior de riscos utilizando quantidade menor de grandes componentes;

- Em um estudo [López; Salmeron, 2012], são apresentados os riscos que afetam o sucesso de projetos em Sistemas de Informação/Tecnologia da Informação. Para realizar o trabalho, foi utilizada a abordagem IPA (*Importance-Performance Analysis*) para identificar os riscos. Ao final, foram identificados 46 riscos. Especialistas estimaram a probabilidade e o impacto dos riscos identificados e, com o resultado, uma matriz com quatro quadrantes foi proposta: Quadrante 1, riscos com alto impacto e alta probabilidade; Quadrante 2, riscos com alto impacto e baixa probabilidade; Quadrante 3, riscos com baixo impacto e baixa probabilidade; Quadrante 4, riscos com baixo impacto e alta probabilidade;
- Em outro estudo [Arnuphaptrairong, 2011], o objetivo foi identificar os riscos mais comuns em projetos de software. Para isso, foi realizada uma pesquisa na literatura e os resultados foram 10 listas de riscos em projetos de software. Alguns requisitos foram considerados, tais como, tempo (ano) em que a pesquisa foi realizada, a cultura (o país onde os riscos foram encontrados), método de investigação (método de coleta de dados) e temas e questões utilizadas na pesquisa. Como conclusão do estudo, sete riscos em comum foram encontrados nas listas;
- Em mais um trabalho [Fontoura *et al.*, 2004], foram identificados riscos na literatura, classificando-os em riscos de clientes, riscos de requisitos, riscos de planejamento e riscos de execução. Além disso, foram identificadas ações na literatura para minimizá-los e GQM foi utilizado para monitorá-los;
- Em uma pesquisa [Huang; Han, 2008], foram identificados 27 riscos em trabalhos e em entrevistas, cujos entrevistados forneceram características de seus projetos. A exposição ao risco foi definida como a probabilidade de ocorrência de um fator de risco multiplicado pelo impacto sobre o cronograma do projeto. O grau de probabilidade de ocorrência dos riscos foi medido em uma escala de 1 a 5. Um método de análise de *cluster* foi utilizado para classificar os projetos de acordo com sua duração. Como

resultado, a exposição de riscos associados ao usuário, ao planejamento e controle, a exigência e a equipe foram afetadas pela duração do projeto. Por outro lado, as exposições de riscos, a complexidade do projeto e o ambiente organizacional não foram significativamente afetados pela duração do projeto;

- Foram investigados riscos no desenvolvimento de software terceirizado [Nakatsu; Iacovou, 2009]. Esses riscos foram colocados em listas de fatores e foi considerado o que poderia mudar nesses riscos dependendo do contexto. Foram realizadas pesquisas para identificar importantes fatores de riscos em alguns contextos. Como resultado, foram encontrados três fatores de riscos em comum nas listas;
- Riscos foram organizados em seis categorias [Wallace *et al.*, 2004]. Foi feita uma análise para identificar projetos de baixo, de médio e de alto risco. Como resultado, foi mostrado que o escopo do projeto afeta as categorias dos riscos, ao passo que as práticas de abastecimento e de orientação estratégica tiveram impacto mais limitado.

Os riscos identificados são apresentados em sete catálogos com os seguintes elementos (Tabela 6-1):

- **Componente.** É utilizado para uma maior compreensão e entendimento de onde o risco pode ser encontrado;
- **ID.** Representa um indicador único para cada risco;
- **Riscos.** São os riscos identificados através de uma pesquisa na literatura;
- **Referências.** São os trabalhos em que os riscos foram encontrados.

Tabela 6-1 - Template para o Catálogo de Riscos em Projetos de Software

Componente		
ID	Riscos	Referências

Os riscos identificados, a sigla e referências foram colocados em sete catálogos (sete componentes) [Leopoldino *et al.*, 2011]:

- Componente **Gerência de Projetos** (Tabela 6-2). Envolve funções de gerentes de projetos. Algumas responsabilidades do gerente de projetos são cuidar de custos, estimar prazos e tempo para a execução das tarefas, definir papéis e responsabilidades e controlar e planejar o projeto de software. Para tal, o gerente de projetos deve possuir atributos como experiência e habilidades para que o projeto tenha sucesso;
- Componente **Equipe de Desenvolvimento** (Tabela 6-3). Depende da interação das pessoas envolvidas no projeto para o trabalho ser eficiente e eficaz e da interação da

equipe com o sistema. Portanto, equipe desmotivada, conflitos e falta de cooperação entre os membros, falta de ferramentas e recursos adequados, testes e desempenho inadequados do sistema, falta de comunicação, alta rotatividade de pessoas, pessoal insuficiente ou em excesso, membros treinados inadequadamente e falta de compromisso da equipe de desenvolvimento com o projeto dificilmente podem ser eficientes e eficazes;

- Componente **Escopo e Requisitos** (Tabela 6-4). É pouco estável, pois, por exemplo, falhas na identificação de requisitos, mudanças organizacionais e novas solicitações dos clientes geram mudanças no escopo e nos requisitos em um projeto de software;
- Componente **Conhecimento e Incerteza Tecnológica** (Tabela 6-5). Envolve tecnologia, projetos de múltiplos fornecedores e conhecimento e/ou habilidades para o projeto. A falta de conhecimento/habilidades para o projeto podem ser minimizadas por meio de aprendizagem sobre a lógica do negócio, metodologias/tecnologias de implementação;
- Componente **Relacionamento com o Ambiente Externo** (Tabela 6-6). Destaca as decisões tomadas no ambiente externo, em que gerente deve cuidar do relacionamento dos clientes com a alta gerência;
- Componente **Relacionamento com o Cliente/Usuário** (Tabela 6-7). Destaca o entrosamento e a cooperação entre os usuários e o envolvimento do usuário com o projeto;
- Componente **Valor/Importância Atribuídos ao Projeto** (Tabela 6-8). Destaca a importância que os envolvidos no projeto dão a ele. Corresponde às expectativas do usuário final durante o desenvolvimento do projeto, por exemplo, se o projeto está acompanhado e se o projeto é viável e atende a realidade em que está inserido. Portanto, as expectativas a respeito do projeto não devem ser exageradas, nem ficar abaixo do prometido ao projeto, pois pode gerar decepção ou a não adoção do produto.

Tabela 6-2 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Gerência de Projetos

Gerência de Projetos		
ID	Riscos	Referências
GP1	Definição inadequada de funções e de responsabilidades.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012]
GP2	Falta de estabelecimento de processos/procedimentos/metodologia/planejamento do projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009]
GP3	Controle pobre ou inexistente.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Nakatsu; Iacovou, 2009]

Tabela 6-2 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Gerência de Projetos (cont.)

Gerência de Projetos		
ID	Riscos	Referências
GP4	Estimativa inadequada dos recursos necessários.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009]
GP5	Principais gestores tomam decisões sem consultar os demais participantes do projeto.	[López; Salmeron, 2012]
GP6	Cronograma irreal.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Nakatsu; Iacovou, 2009]
GP7	Projeto extenso/complexo.	[López; Salmeron, 2012; Huang; Han, 2008; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
GP8	Gerente de projetos inexperiente/sem habilidades necessárias.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Huang; Han, 2008]

Tabela 6-3 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Equipe de Desenvolvimento

Equipe de Desenvolvimento		
ID	Riscos	Referências
ED1	Alta rotatividade da equipe.	[López; Salmeron, 2012; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
ED2	Pessoal insuficiente/excesso de pessoal/pessoal inapropriado na equipe de projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004]
ED3	Falhas na comunicação.	[López; Salmeron, 2012; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009]
ED4	Membros da equipe treinados inadequadamente.	[Huang; Han, 2008; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
ED5	Conflito e falta cooperação entre os membros da equipe.	[López; Salmeron, 2012; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
ED6	Membros da equipe desmotivados.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Nakatsu; Iacovou, 2009]
ED7	Falta de testes adequados ao sistema.	[López; Salmeron, 2012]
ED8	Falta de compromisso da equipe de desenvolvimento com o projeto.	[Wallace <i>et al.</i> , 2004]
ED9	Ferramentas/recursos impróprios para o desenvolvimento.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004]
ED10	Desempenho do sistema inadequado (falta de integração entre os sistemas/sistemas altamente sincronizados, entre outros).	[López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Nakatsu; Iacovou, 2009]

Tabela 6-4 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Escopo e Requisitos

Escopo e Requisitos		
ID	Riscos	Referências
ER1	Especificações de requisitos/objetivos mal definidos.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Amuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
ER2	Mudança nos requisitos/objetivos.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Amuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]

Tabela 6-5 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica

Conhecimento e Incerteza Tecnológica		
ID	Riscos	Referências
CI1	Tecnologia nova/imatura/não familiar para usuários e membros da equipe do projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]

Tabela 6-5 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica (cont.)

Conhecimento e Incerteza Tecnológica		
ID	Riscos	Referências
CI2	Falta de conhecimento/habilidades necessárias no projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
CI3	Projeto de múltiplos fornecedores.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; Wallace <i>et al.</i> , 2004]

Tabela 6-6 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Relacionamento com o Ambiente Externo

Relacionamento com o Ambiente Externo		
ID	Riscos	Referências
RA1	Falha em obter comprometimento do cliente com o projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011]
RA2	Falta de comprometimento da alta direção com o projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
RA3	Falta de poderes para o gerenciamento de projetos.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011]
RA4	Subcontratação (tarefas/componentes desenvolvidos externamente).	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]
RA5	Gerenciamento impróprio de mudanças.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004]

Tabela 6-7 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Relacionamento com o Cliente/Usuário

Relacionamento com o Cliente/Usuário		
ID	Riscos	Referências
RC1	Usuários resistentes às mudanças.	[López; Salmeron, 2012; Huang; Han, 2008]
RC2	Conflito e falta cooperação entre os usuários.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009]
RC3	Usuários solicitando alterações constantemente.	[López; Salmeron, 2012]
RC4	Falta de envolvimento/apoio adequado do usuário.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Nakatsu; Iacovou, 2009]

Tabela 6-8 - Catálogo de Riscos em Projetos de Software - Componente Valor/Importância Atribuídos ao Projeto

Valor/Importância Atribuídos ao Projeto		
ID	Riscos	Referências
VP1	Falha em gerenciar expectativas do usuário final.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Nakatsu; Iacovou, 2009]
VP2	Projeto não acompanhado de perto o suficiente.	[López; Salmeron, 2012; Huang; Han, 2008]
VP3	Resultado do projeto irrealista/inviável.	[López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004]
VP4	Mudança de propriedade/gestão/prioridade organizacional.	[López; Salmeron, 2012; Huang; Han, 2008; Wallace <i>et al.</i> , 2004]

6.3. Aplicação de GQM

Considerando o *template* utilizado em GQM, neste trabalho, o **objeto de estudo** é o projeto com o **objetivo** de melhorar o projeto do ponto de vista da gerência de projetos,

com **ênfoque** de administrar riscos na gerência de projetos sob o **ponto de vista** dos gerentes de projetos. O **contexto** foi omitido, pois depende do ambiente em que o programa de medição está localizado.

Foram escolhidos, os cinco riscos mais citados pelos autores para ilustrar a utilização de GQM (Tabela 6-9). Para cada um desses riscos, foi elaborado um objetivo (Tabela 6-10); para cada objetivo, foram formuladas perguntas (Tabela 6-11); para cada pergunta, foram definidas/identificadas medidas (Tabela 6-12).

Por exemplo, o risco "**Mudança nos requisitos/objetivos.**" tem o objetivo associado "**Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito às mudanças nos objetivos e/ou requisitos do ponto de vista da gerência de projetos.**". Para esse objetivo, estão associadas as perguntas "**Os usuários validaram as mudanças?**", "**As mudanças solicitadas pelos usuários/cliente foram acatadas?**" e "**O tempo para a realização das mudanças é adequado?**". Para cada uma dessas perguntas, estão associadas as medidas "**MFV = Mudanças feitas / Mudanças que os usuários validaram.**", "**SME = Quantidade de solicitações de mudanças encaminhadas à equipe / Quantidade de solicitações de mudanças do usuário/cliente.**" e "**MRP = Número de mudanças realizadas no prazo / Número de mudanças solicitadas.**", respectivamente (Figura 6-1).

Tabela 6-9 - Cinco Riscos Mais Citados

ID	Riscos	Referências
ER1	Especificações de requisitos/objetivos mal definidos.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
ER2	Mudança nos requisitos/objetivos.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
CI1	Tecnologia nova/imatura/não familiar para usuários e membros da equipe do projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
CI2	Falta de conhecimento/habilidades necessárias no projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Huang; Han, 2008; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]
RA2	Falta de comprometimento da alta direção com o projeto.	[Leopoldino <i>et al.</i> , 2011; López; Salmeron, 2012; Arnuphaptrairong, 2011; Fontoura <i>et al.</i> , 2004; Nakatsu; Iacovou, 2009; Wallace <i>et al.</i> , 2004]

Tabela 6-10 - Objetivos Elaborados

ID	Objetivos
ER1	Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à especificação de objetivos e/ou requisitos do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela 6-10 - Objetivos Elaborados (cont.)

ID	Objetivos
ER2	Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito às mudanças nos objetivos e/ou requisitos do ponto de vista da gerência de projetos.
C11	Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao uso da tecnologia do ponto de vista da gerência de projetos.
C12	Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao conhecimento/habilidades da equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
RA2	Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao comprometimento da alta gerência do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela 6-11 - Perguntas Formuladas

ID	Perguntas
P12	A equipe tem as habilidades necessárias para a execução do projeto?
P13	O tamanho da equipe é suficiente para a execução do projeto?
P15	Existem pessoas para treinar os novos membros da equipe?
P16	As pessoas destinadas a treinar os novos membros têm habilidades necessárias para o treinamento?
P24	Os usuários validaram o documento de requisitos?
P25	Os usuários validaram as mudanças?
P26	As mudanças solicitadas pelos usuários/cliente foram acatadas?
P27	O tempo para a realização das mudanças é adequado?
P28	Quantas pessoas trabalham na equipe e dominam a tecnologia?
P29	Existe muito retrabalho por problemas de tecnologia?
P30	A equipe de desenvolvimento é incentivada a se capacitar?
P35	A alta gerência participa das reuniões?

Tabela 6-12 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura

ID	Medida	Referência	Explicação sobre a Medida
M12	NHE = Quantidade de habilidades / capacidades da equipe necessárias para o projeto.		Essa medida corresponde à quantidade de habilidades/capacidades da equipe para a execução do projeto.
M13	NRH = Quantidade de recursos humanos / Quantidade de recursos humanos estimados pelo gerente de projeto	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de funcionários que o projeto tem em relação à quantidade estimada de funcionários para o projeto.
M16	NPT = Quantidade de pessoas disponíveis para treinar os novos membros da equipe.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas disponíveis na equipe para treinar os novos membros da equipe.
M17	NPH = Quantidade de pessoas com habilidades necessárias para treinar os novos membros.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas na equipe que tenham habilidades para treinar.
M24	VRC = Quantidade de documentos de requisitos validados / Quantidade total de documentos de requisitos.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos validados pelos usuários em relação à quantidade total de requisitos feitos.
M25	RE = Quantidade de requisitos elaborados pelos usuários / Requisitos elaborados pelo pessoal de sistema.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos elaborados pelos usuários em relação aos requisitos elaborados pela equipe.
M26	MFV = Quantidade de mudanças feitas / Mudanças que os usuários validaram.		Essa medida corresponde à quantidade de mudanças feitas no projeto em relação às mudanças que os usuários validaram.
M27	SME = Quantidade de solicitações de mudanças encaminhadas à equipe / Quantidade de solicitações de mudanças do usuário ou cliente.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de solicitações de mudança em relação à quantidade de solicitações de mudanças feitas pelo usuário.
M28	MRP = Quantidade de mudanças realizadas no prazo / Quantidade de mudanças solicitadas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde às mudanças realizadas no prazo em relação às mudanças solicitadas no projeto.
M29	PDT = Quantidade de pessoas que dominam a tecnologia / Quantidade total de pessoas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de pessoas da equipe que tomam a tecnologia em relação à quantidade total de pessoas que trabalham na equipe.

Tabela 6-12 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura (cont.)

ID	Medida	Referência	Explicação sobre a Medida
M30	RT = Quantidade de horas de retrabalho por defeitos ou falhas devido à tecnologia / Quantidade total de horas de retrabalho.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de horas de retrabalho por defeito ou falhas por causa da tecnologia em relação ao total de horas de retrabalho.
M31	TCE = Tempo destinado à capacitação da equipe.		Essa medida corresponde ao tempo destinado para que equipe possa se capacitar. Por exemplo, cursos e palestras.
M37	RGS = Quantidade de reuniões que o gerente sênior participou / Quantidade de reuniões realizadas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de reuniões que alta gerência participou em relação às reuniões realizadas.

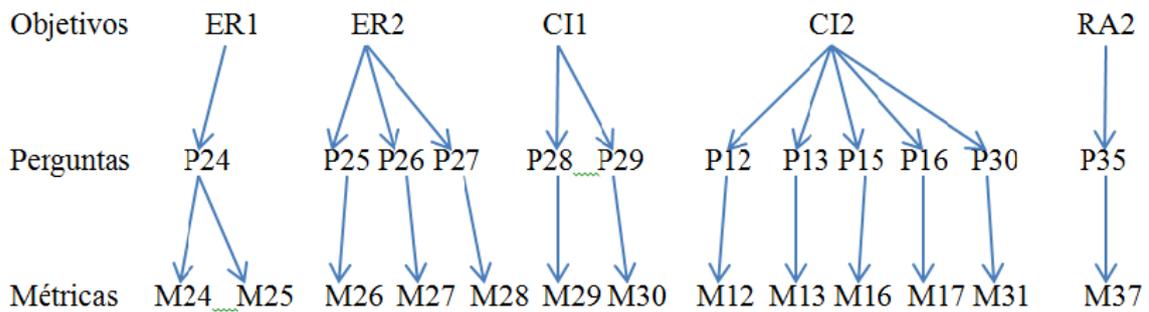


Figura 6-1 - Utilização do Método GQM

Foram elaborados 36 objetivos e estão apresentados no Apêndice A, sendo:

- 8 objetivos para o componente **Gerência de Projetos** (Tabela A-1);
- 10 objetivos para o componente **Equipe de Desenvolvimento** (Tabela A-2);
- 2 objetivos para o componente **Escopo e Requisitos** (Tabela A-3);
- 3 objetivos para o componente **Conhecimento e Incerteza Tecnológica** (Tabela A-4);
- 5 objetivos para o componente **Relacionamento com o Ambiente Externo** (Tabela A-5);
- 4 objetivos para o componente **Relacionamento com o Cliente/Usuário** (Tabela A-6)
- 4 objetivos para o componente **Valor/Importância Atribuídos ao Projeto** (Tabela A-7).

As perguntas formuladas são apresentadas no Apêndice B (Tabela B-1) e as medidas definidas/identificadas na literatura são apresentadas no Apêndice C (Tabela C-1). A associação entre os objetivos, as perguntas e as medidas são apresentados no Apêndice D (Tabela D-1).

6.4. Considerações Finais

Com a identificação de riscos encontrados em um projeto de software, acredita-se que os gerentes de projetos fiquem mais atentos, pois esses riscos podem ocorrer em

qualquer projeto de software. Sabendo desses riscos, espera-se que eles sejam encontrados mais rapidamente para que sejam revertidos e não tragam ameaças para o projeto, mas oportunidades. Com a utilização de GQM, o gerente de projetos pode identificar medidas úteis e relevantes. Este trabalho propõe a utilização de GQM para encontrar medidas que ajudem os gerentes de projetos a administrarem os riscos em projetos de software.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. Conclusões

Como a indústria de software está cada dia mais crescente e seu objetivo é ter projetos bem sucedidos, ou seja, projetos de qualidade, que atendam tempo, escopo, custo, entre outros, é importante que os riscos que podem ocorrer em projetos de software sejam administrados para diminuir perdas e aumentar oportunidades. Portanto, a identificação de riscos é um passo crucial para o gerenciamento de risco e um passo para a qualidade do projeto.

O objetivo deste trabalho foi identificar riscos e apresentar medidas para ajudar o gerente de projetos na melhor administração de riscos que podem ocorrer em projetos de software. Para tal, a metodologia de desenvolvimento aconteceu da seguinte forma. Com uma pesquisa em trabalhos na literatura, foram identificados riscos em projetos de software e organizados em sete catálogos de riscos: i) Gerência de Projetos; ii) Equipe de Desenvolvimento; iii) Escopo e Requisitos; iv) Conhecimento e Incerteza Tecnológica; v) Relacionamento com o Ambiente Externo; vi) Relacionamento com o Cliente/Usuário; e vii) Valor/Importância Atribuídos ao Projeto. Como resultado, foram identificados 36 riscos; utilizando GQM, foram elaborados 36 objetivos, formuladas 48 perguntas e definidas/identificadas 49 medidas. As implicações do trabalho são:

- Vários riscos que podem ocorrer em projetos de software foram identificados, portanto os gerentes de projetos sabem que eles podem ocorrer e podem tomar as ações necessárias para que tais riscos não atrapalhem os projetos a serem bem sucedidos;
- Os gerentes de projetos podem utilizar o método GQM nos riscos identificados para melhorar o projeto para que os riscos não sejam prejudiciais e não atrapalhe o bom funcionamento do projeto.

7.2. Contribuições

Neste trabalho, são apresentados potenciais riscos encontrados na literatura que podem ocorrer em projetos de software. Esses riscos estão organizados em sete catálogos. Objetivos foram elaborados, perguntas foram formuladas e medidas foram formuladas/identificadas. Dessa forma, os catálogos podem fornecer apoio aos gerentes de projetos na tomada de decisão com relação à gerência de riscos em projetos de software.

7.3. Limitações

Este trabalho possui algumas limitações:

- Outros riscos podem ser encontrados em projetos de software, sendo necessário formular o GQM para esses riscos e obter novas medidas;
- As medidas não foram avaliadas em um projeto de software;
- As medidas são sugestões que podem ou devem ser adaptadas de acordo com cada projeto e a identificação e/ou formulação de outras medidas podem ser necessárias.

7.4. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, podem ser sugeridos a avaliação do trabalho em uma empresa de software, o aumento da quantidade de riscos para que sejam possíveis mais sugestões de medidas e sugestões e indicações de uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Qutaish, R. E. Measuring the Software Product Quality During the Software Development Life-Cycle: An International Organization for Standardization Standards Perspective. In: Journal of Computer Science, v. 5, n. 5, pp. 392-397, 2009.
- Andrade, S. C. D.; Tait, T. F. C. Uma aplicação do guia PMBOK na gestão de projetos de software. In: Revista Brasileira de Computação Aplicada, v 4(1), pp. 2-11, 2012.
- Arnuphaptrairong, T. Top Ten Lists of Software Project Risks: Evidence from the Literature Survey. In: Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, v.1, pp. 1-6, 2011.
- SOFTEX. Software Brasileiro - SOFTEX. MPS. BR - Guia de Implementação - Parte, 8, 2009.
- Aven, T.; Zio, E. Some Considerations on the Treatment of Uncertainties in Risk Assessment for Practical Decision Making. In: Reliability Engineering & System Safety, v. 96, pp. 64-74, 2011.
- Bannerman, P. Risk and Risk Management in Software Projects: A Reassessment. In: Journal of Systems and Software, v. 81, pp. 2118-2133, 2008.
- Baraldi, P. Gerenciamento de Riscos Empresariais. Ed. 3, editora Campus - RJ, 360p, 2010.
- Barcellos, M. P.; Falbo, R.; Rocha, A. R. Establishing a Well-Founded Conceptualization about Software Measurement in High Maturity Levels. In: 7th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, pp. 467-472, 2010.
- Barclay, C.; Osei-Bryson, K. M. Project performance development framework: An approach for developing performance criteria & measures for information systems (IS) projects. In: International Journal of Production Economics, v. 124(1), pp. 272-292, 2010.
- Basili, V. Measuring the Software Process and Product: Lesson Learned in the SEL. In: 10th Annual NASA Software Engineering Workshop. 1985.
- Basili, V.; Caldiera, G.; Rombach, H. D. Measurement. Encyclopedia of Software Engineering. John Wiley & Sons. pp. 646-661. 1994.
- Carvalho, L.; Andrade, H.; Lobato, L. Um Breve Estudo sobre Gerenciamento de Riscos em Projetos de Software no Brasil. In: X Encontro Anual de Computação, 2013.
- Chapman, C.; Ward, S. Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights. Ed. 2, editora John Wiley & Sons, 408p, 2003.

- Falbo, R. A. Uma Ontologia de Riscos de Software. In: IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, pp. 151-165, 2010.
- Falbo, R. A.; Ruy, F. B.; Bertollo, G.; Togneri, D. F. Learning How to Manage Risks Using Organizational Knowledge. In: 6th International Workshop on Advances in Learning Software Organizations, v. 3096, pp. 7-18, 2004.
- Fang, C.; Marle, F. A simulation-based risk network model for decision support in project risk management. In: Decision Support Systems, v. 52, pp. 635-644, 2012.
- Fang, C.; Marle, F.; Zio, E.; Bocquet, J. Network Theory-Based Analysis of Risk Interactions in Large Engineering Projects. In: Reliability Engineering & System Safety, v. 106, pp. 1-10, 2012.
- Fenton, N. E.; Pfleeger, S. L. Software Metrics: A Rigorous and Practical. 656p., 1996.
- Fontoura, L. M.; Price, R. T.; Phil, D. Usando gqm para gerenciar riscos em projetos de software. In: 18º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, JF de Castro, editor, v.18, pp. 39-54, 2004.
- Gaffo, F. H.; Barros, R. M. D. GAIA risks-a service-based framework to manage project risks. In: XXXVIII Conferencia Latinoamericana, pp. 1-10, 2012.
- Garcia, F.; Bertoa, M.; Calero, C.; Vallecillo, A.; Ruiz, F.; Piattini, M.; Genero, M. Towards a Consistent Terminology for Software Measurement. In: Information and Software Technology, v. 48, n. 8, pp. 631-644, 2006.
- Gido, J.; Clements J. P. Successful Project Management, Ed. 5, editora South-western College Pub, 502p, 2012.
- Hahn, A. F.; Mozzaquatro, P. M. Gerência de Riscos do Projeto de Software. In: II Mostra de Iniciação Científica da Ciência da Computação, 2011.
- Hu, Y.; Zhang, X.; Ngai, E.; Cai, R.; Liu, M. Software Project Risk Analysis Using Bayesian Networks with Causality Constraints. In: Decision Support Systems, v. 56, pp. 439-449, 2013.
- Huang, S. J.; Han, W. M. Exploring the relationship between software project duration and risk exposure: A cluster analysis. In: Information & Management, v. 45(3), pp. 175-182, 2008.
- Hwang, B. G.; Zhao, X.; Toh, L. P. Risk management in small construction projects in Singapore: Status, barriers and impact. In: International Journal of Project Management, v. 32, pp. 116-124, 2013.
- Islam, S.; Mouratidis, H.; Weippl, E. An Empirical Study on the Implementation and Evaluation of a Goal-Driven Software Development Risk Management Model. In: Information and Software Technology, v. 56, pp. 117-133, 2014.
- ISO/IEC 15939. Systems and Software Engineering - Measurement Process. 2007.

- ISO/IEC/IEEE 24765:2010. Systems and Software Engineering - Vocabulary. 2010.
- Kan, S. H. Metrics and Models in Software Quality Engineering. Addison Wesley. 560p. 2003.
- Kerzner, H. Applied Project Management: Best Practices on Implementation. Editora John Wiley & Sons, 2000.
- Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. John Wiley & Sons. 1040p, 2001.
- Leopoldino, C.; Borenstein, D. Componentes de Risco para a Gestão de Projetos de Software. In: Revista Eletrônica de Administração, v. 17(3), pp. 636-659, 2011.
- López, C.; Salmeron, J. Risks Response Strategies for Supporting Practitioners Decision-Making in Software Projects. In: Procedia Technology, v. 5, pp. 437-444, 2012.
- Martins, J. C. C. Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML. Ed. 5, editora Brasport, 290p, 2010.
- Matos, P. M.; Bermejo, P. H. S.; Júnior, J. F. S. Gerência de riscos em projetos de software: Baseada nos Modelos de Processos de Referência PMBOK, CMMI, MPS.BR, TenStep e ISSO 12207. Ed. 1, editora Ciência Moderna Ltda., 68p, 2010.
- Menzen, J.; P.; Pize A. Projetos Ágeis: O PMBOK Também é Ágil? 2011.
- Molinari, L. Gestão de Projetos: Técnicas e Práticas com Ênfase em Web. Ed. 1, editora Érica, 384p, 2010.
- Nakatsu, R. T.; Iacovou, C. L. A comparative study of important risk factors involved in offshore and domestic outsourcing of software development projects: A two-panel Delphi study. In: Information & Management, v. 46(1), pp. 57-68, 2009.
- Oliveira Filho, A. da C.; Alves, A. L. Proposta de Processo SCRUM utilizando conceitos da Gestão do Tempo definida pelo PMBOK. In: V Mostra de Produção Científica, 2010.
- Orth, A. I.; Prikladnicki, R. Planejamento e Gerência de Projetos. Editora EdIPUCRS, 179p, 2009.
- Patanakul, P.; Iewwongcharoen, B.; Milosevic, D. An empirical study on the use of project management tools and techniques across project life-cycle and their impact on project success. In: Journal of General Management, v. 35(3), pp. 41-65, 2010.
- PMBOK. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Project Management Institute. Ed. 5, Newtown Square, Pennsylvania, USA, 2013.
- Rocha, A. R. C.; Souza, G. dos S.; Barcellos M. P. Medição de Software e Controle Estatístico de Processos. Brasília. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Política de Informática. 232 p, 2012.

- Romano, F. V. Modelo de referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações. 326p, 2012.
- Santos, L, B, dos; Pretz, E. Framework para Especialização de Modelos de Qualidade de Produtos de Software. In: IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2010.
- Santos, M.; Lobato, L. L. O Início de um Estudo Sistemático sobre Ferramentas de Gerenciamento de Riscos para Projetos de Software. In: VII Encontro Anual de Computação, 2010.
- Santos, R. V. M.; Oliveira, M. S.; Ferreira, E. B.; Vargas, S. B.; Moura, E. E. Definição de um processo de medição de software baseado em Seis Sigma e CMMI. V. 2(1), pp. 61-71, 2013.
- Scofano, C. R. F. Curso de Gerenciamento de Riscos em Projetos. Niterói: UFF - Universidade Federal Fluminense - Centro Tecnológico LATEC - Laboratório De Tecnologia, Gestão De Negócios E Meio Ambiente. Apostila de Curso, 2011.
- Scofano, M. C. R. F.; de Franco Abraham, E.; de Souza Silva, L.; Teixeira, M. A. Gestão de Risco em Projetos: Análise das Etapas do PMI-PMBok (Project Management Institute). In: X Congresso Online de Administração, 2013.
- Silva, C. E. S.; Mello, C. H. P.; Siqueira, N. F. G.; Godoy, H. A.; Salgado, E. G. Aplicação do gerenciamento de riscos no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas de autopeças. V. 20(2), pp. 200-213, 2010.
- Silveira, G, A, de; Sbragia, R.; Kruglianskas, I. Fatores condicionantes do nível de maturidade em gerenciamento de projetos: um estudo empírico em empresas brasileiras. In: Revista de Administração da Universidade de São Paulo, v. 48(3), pp. 574-591, 2013.
- Souza, F. M. de; Cunha, A. M. da; Torres, C. Uso do GQM para Avaliar Documentos de Utilização de Framework. In: VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2009.
- Souza, Y.; Vasconcelos, M.; Judice, V.; Jamil, G. A Contribuição do Compartilhamento do Conhecimento para o Gerenciamento de Riscos em Projetos: Um estudo na indústria de Software. In: Journal of Information Systems and Technology Management, v. 7, N. 1, pp.183-204, 2010.
- Tang, A. G.; Wang, R. L. Software project risk assessment model based on fuzzy theory. In: Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering (CCTAE), V. 2, pp. 328-330, 2010.
- Tohidi, H. The Role of Risk Management in IT systems of organizations. In: Procedia Computer Science, v. 3, pp. 881-887, 2011.
- Wallace, L.; Keil, M.; Rai, A. Understanding software project risk: a cluster analysis. In: Information & Management, v. 42(1), pp. 115-125, 2004.

Zhao, Z. Y.; Lv, Q. L.; Zuo, J.; Zillante, G. Prediction system for change management in construction project. In: *Journal of Construction Engineering Management*, v. 136 (6), pp. 659-669, 2010.

APÊNDICE A - OBJETIVOS ELABORADOS

Tabela A-1 - Objetivos Elaborados - Componente Gerência de Projetos

Gerência de Projetos	
ID	Objetivos
GP1	O1. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à definição de papéis e responsabilidade do ponto de vista da gerência de projetos.
GP2	O2. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito estabelecimento de processos/procedimentos/metodologia/planejamento do projeto do ponto de vista da gerência de projetos.
GP3	O3. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao controle do projeto do ponto de vista da gerência de projetos.
GP4	O4. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à estimativa dos recursos do ponto de vista da gerência de projetos.
GP5	O5. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à tomada de decisão do ponto de vista da gerência de projetos.
GP6	O6. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao cronograma do ponto de vista da gerência de projetos.
GP7	O7. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à complexidade e extensão do ponto de vista da gerência de projetos.
GP8	O8. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à capacidade dos gerentes de projetos do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela A-2 - Objetivos Elaborados - Componente Equipe de Desenvolvimento

Equipe de Desenvolvimento	
ID	Objetivos
ED1	O9. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à rotatividade da equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
ED2	O10. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
ED3	O11. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à comunicação do ponto de vista da gerência de projetos.
ED4	O12. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao treinamento da equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
ED5	O13. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito aos conflitos do ponto de vista da gerência de projetos.
ED6	O14. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à motivação dos membros da equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
ED7	O15. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito aos testes do sistema do ponto de vista da gerência de projetos.
ED8	O16. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao compromisso da equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
ED9	O17. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao uso de ferramentas e recursos do ponto de vista da gerência de projetos.
ED10	O18. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao desempenho do sistema do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela A-3 - Objetivos Elaborados - Componente Escopo e Requisitos

Escopo e Requisitos	
ID	Objetivos
ER1	O19. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à especificação de objetivos e/ou requisitos do ponto de vista da gerência de projetos.
ER2	O20. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito às mudanças nos objetivos e/ou requisitos do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela A-4 - Objetivos Elaborados - Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica

Conhecimento e Incerteza Tecnológica	
ID	Objetivos
CI1	O21. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao uso da tecnologia do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela A-4 - Objetivos Elaborados - Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica (cont.)

Conhecimento e Incerteza Tecnológica	
ID	Objetivos
CI2	O22. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao conhecimento/ habilidades da equipe do ponto de vista da gerência de projetos.
CI3	O23. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito aos múltiplos fornecedores do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela A-5 - Objetivos Elaborados - Componente Relacionamento com o Ambiente Externo

Relacionamento com o Ambiente Externo	
ID	Objetivos
RA1	O24. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao comprometimento do cliente do ponto de vista da gerência de projetos.
RA2	O25. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao comprometimento da alta gerência do ponto de vista da gerência de projetos.
RA3	O26. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à falta de poderes do ponto de vista da gerência de projetos.
RA4	O27. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito subcontratação do ponto de vista da gerência de projetos.
RA5	O28. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao gerenciamento de mudanças do ponto de vista da gerência de projetos.

Tabela A-6 - Objetivos Elaborados - Componente Relacionamento com o Cliente/Usuário

Relacionamento com o Cliente/Usuário	
ID	Objetivos
RC1	O29. Analisar o projeto com o objetivo de melhorar com respeito à resistência dos usuários do ponto de vista da gerência de projetos.
RC2	O30. Analisar o projeto com o objetivo de melhorar com respeito ao conflito entre os usuários do ponto de vista da gerência de projetos.
RC3	O31. Analisar o projeto com o objetivo de melhorar com respeito às alterações constantes pedidas pelos usuários do ponto de vista da gerência de projetos.
RC4	O32. Analisar o projeto com o objetivo de melhorar com respeito à falta de apoio dos usuários.

Tabela A-7 - Objetivos Elaborados - Componente Valor/Importância Atribuídos ao Projeto

Valor/Importância Atribuídos ao Projeto	
ID	Objetivos
VP1	O33. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito à expectativa do usuário final do ponto de vista da gerência de projetos.
VP2	O34. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito a seu acompanhamento do ponto de vista da gerência de projetos.
VP3	O35. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito ao seu resultado do ponto de vista da gerência de projetos.
VP4	O36. Analisar o projeto com a finalidade de melhorar com respeito a mudança de propriedade/ gestão / prioridade do ponto de vista da gerência de projetos.

APÊNDICE B - PERGUNTAS FORMULADAS

Tabela B-1 - Perguntas Formuladas

ID	Perguntas
P1	Os gerentes de projetos tem experiência?
P2	Os gerentes de projetos tem capacitação para gerenciar tal projeto?
P3	Os gerentes de projetos se preocupam em construir o plano de projeto?
P4	Qual o tempo de dedicação ao controle do projeto?
P5	Os custos são estimados de acordo com a realidade do projeto?
P6	Os gerentes de projetos tomam decisões consultando todos os envolvidos no projeto?
P7	O cronograma é produzido de acordo com a realidade do projeto?
P8	O cronograma é produzido de acordo com a capacidade da equipe?
P9	O projeto foi revisado várias vezes?
P10	O gerente de projetos é incentivado a se capacitar?
P11	Os projetos mais complexos, os gerentes de projetos com mais experiência são os que participam?
P12	A equipe tem as habilidades necessárias para a execução do projeto?
P13	O tamanho da equipe é suficiente para a execução do projeto?
P14	Quando algum membro da equipe faz uma modificação, todos são comunicados?
P15	Existem pessoas para treinar os novos membros da equipe?
P16	As pessoas destinadas a treinar os novos membros têm habilidades necessárias para o treinamento?
P17	A equipe conta com um gerente de projetos?
P18	Existem políticas para motivar a equipe?
P19	Existe um ou mais testadores experientes?
P20	Existem regras a serem cumpridas?
P21	Existe documentação das regras a serem cumpridas?
P22	Existem ferramentas/ recursos adequados disponíveis para tal projeto?
P23	O desempenho do sistema está de acordo com o que o usuário deseja?
P24	Os usuários validaram o documento de requisitos?
P25	Os usuários validaram as mudanças?
P26	As mudanças solicitadas pelos usuários/cliente foram acatadas?
P27	O tempo para a realização das mudanças é adequado?
P28	Quantas pessoas trabalham na equipe e dominam a tecnologia?
P29	Existe muito retrabalho por problemas de tecnologia?
P30	A equipe de desenvolvimento é incentivada a se capacitar?
P31	Quanto são os fornecedores do projeto?
P32	O projeto tem um número excessivo de mudanças?
P33	As mudanças realizadas foram benéficas para o melhor andamento do projeto?
P34	Existe a preocupação de atender os requisitos dos clientes?
P35	A alta gerência participa das reuniões?
P36	Existe documentação para a divisão de tarefas na equipe?
P37	Os prazos para a realização das tarefas estão sendo realizados?
P38	Os produtos entregues estão de acordo com o que foi combinado?
P39	Existe uma política de incentivo para adequação dos usuários a uma nova tecnologia?
P40	Existe uma boa comunicação entre os usuários?
P41	Existe uma boa comunicação entre os usuários e a equipe do projeto?
P42	Os usuários cumprem os prazos de validação do documento de requisitos?
P43	Os usuários cumprem o tempo para a realização de tarefas?
P44	Os usuários estão participando das reuniões do projeto?
P45	O tempo estimado para realização do projeto foi respeitado?
P46	A equipe de projeto está motivada com a alta gerência?
P47	A equipe de projeto está motivada com os usuários?
P48	As mudanças no projeto feitas pela alta gerência foram comunicadas as pessoas envolvidas no projeto?

APÊNDICE C - MEDIDAS DEFINIDAS/IDENTIFICADAS NA LITERATURA

Tabela C-1 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura

ID	Medida	Referência	Explicação
M1	QAE = Quantidade de anos de experiência do gerente de projetos.		Essa medida corresponde à quantidade de anos de atuação do gerente de projetos.
M2	NUC = Quantidade de capacitações do gerente de projetos.		Essa medida corresponde à quantidade de capacitações do gerente de projetos para a realização do projeto em questão.
M3	NOS = Quantidade de ocorrências satisfatórias geradas nas revisões de qualidade / Quantidade de ocorrências geradas nas revisões de qualidade.		Essa medida corresponde à quantidade de ocorrências satisfatórias de qualidade em relação a todas as ocorrências geradas no projeto.
M4	NOI = Quantidade de ocorrências insatisfatórias geradas nas revisões de qualidade / Quantidade de ocorrências geradas nas revisões de qualidade.		Essa medida corresponde à quantidade de ocorrências insatisfatórias de qualidade em relação a todas as ocorrências geradas no projeto.
M5	TDC = Tempo de dedicação ao controle do projeto / Tempo do andamento do projeto.		Essa medida corresponde ao tempo de controle do projeto em relação ao tempo de início do projeto até seu estado atual.
M6	CUR = Custos reais / Custos estimados.		Essa medida corresponde aos custos do projeto, em que se tem o custo da realização do projeto e o custo estimado.
M7	NDP = Quantidade de decisões que as pessoas envolvidas no projeto tinham conhecimento / Quantidade de decisões do projeto.		Essa medida corresponde à quantidade de decisões que o gerente de projetos comunica a todos os envolvidos em relação a toda decisão tomada.
M8	NDS = Quantidade de decisões que os gerentes de projetos tomaram sem consultar as outras pessoas envolvidas / Quantidade de decisões do projeto.		Essa medida corresponde à quantidade de decisões que o gerente de projetos realiza sem consultar as outras pessoas envolvidas no projeto em relação a toda decisão tomada.
M9	DUP = Duração real do término do projeto / Duração estimada para o término do projeto.		Essa medida corresponde à quantidade de tempo gasto para a realização do projeto em relação ao tempo estimado.
M10	TDC = Tempo destinado à capacitação dos gerentes de projetos.		Essa medida corresponde ao tempo destinado para que os gerentes de projetos possam se capacitar. Por exemplo, cursos e palestras.
M11	NPC = Quantidade de projetos complexos que os gerentes de projetos com mais experiência participam / Quantidade de projetos complexos.		Essa medida corresponde à quantidade de projetos complexos que os gerentes de projetos mais experientes participam em relação à quantidade de projetos complexos.
M12	NHE = Quantidade de habilidades / Capacidades da equipe necessárias para o projeto.		Essa medida corresponde à razão entre quantidade de habilidades e capacidades da equipe para a execução do projeto.
M13	NRH = Quantidade de recursos humanos / Quantidade de recursos humanos estimados pelo gerente de projeto	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de funcionários que o projeto tem em relação à quantidade estimada de funcionários para o projeto.
M14	NPI = Quantidade de políticas de incentivo.		Essa medida corresponde as políticas de incentivo da organização ou projeto. Por exemplo, trabalhador do mês, horários flexíveis e acréscimo no salário se o trabalhador conseguiu alguma inovação que acrescenta ao projeto ou organização.
M15	MCP = Mudanças comunicadas a todos os envolvidos no projeto / Mudanças feitas.		Essa medida corresponde à quantidade de mudanças que a equipe ou a alta gerência comunicou a todos os envolvidos em relação a todas as mudanças feitas.

Tabela C-1 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura (cont.)

ID	Medida	Referência	Explicação
M16	NPT = Quantidade de pessoas disponíveis para treinar os novos membros da equipe.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas disponíveis na equipe para treinar os novos membros da equipe.
M17	NPH = Quantidade de pessoas com habilidades necessárias para treinar os novos membros.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas na equipe que tenham habilidades para treinar.
M18	NGP = Quantidade de gerente de projetos.		Essa medida corresponde à quantidade de gerentes de projetos no projeto.
M19	NTE = Quantidade de testadores experientes.		Essa medida corresponde à quantidade de testadores experientes disponíveis para testar o projeto em questão.
M20	RC = Regras a serem cumpridas.		Essa medida corresponde às regras a serem cumpridas pela equipe. Por exemplo, regras de horários e metas.
M21	NDR = Quantidade de documentações de regras a serem seguidas pelos funcionários.		Essa medida corresponde à quantidade de documentação da organização e/ou projeto em relação às regras.
M22	NF = Quantidade de ferramentas necessárias / Quantidade de ferramentas disponíveis.		Essa medida corresponde à quantidade de ferramentas e/ou recursos que projeto necessita em relação à quantidade de ferramentas e/ou recursos disponíveis.
M23	DS = Desempenho atual do sistema / Desempenho desejado do sistema.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde ao desempenho atual do sistema em relação ao desempenho desejado pelo usuário.
M24	VRC = Quantidade de documentos de requisitos validados / Quantidade total de documentos de requisitos.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos validados pelos usuários em relação à quantidade total de requisitos feitos.
M25	RE = Quantidade de requisitos elaborados pelos usuários / Requisitos elaborados pelo pessoal de sistema.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos elaborados pelos usuários em relação aos requisitos elaborados pela equipe.
M26	MFV = Mudanças feitas / Mudanças que os usuários validaram.		Essa medida corresponde à quantidade de mudanças feitas no projeto em relação às mudanças que os usuários validaram.
M27	SME = Quantidade de solicitações de mudanças encaminhadas à equipe / Quantidade de solicitações de mudanças do usuário ou cliente.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de solicitações de mudança em relação à quantidade de solicitações de mudanças feitas pelo usuário.
M28	MRP = Quantidade de mudanças realizadas no prazo / Quantidade de mudanças solicitadas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde às mudanças realizadas no prazo em relação às mudanças solicitadas no projeto.
M29	PDT = Quantidade de pessoas que dominam a tecnologia / Quantidade total de pessoas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de pessoas da equipe que tomam a tecnologia em relação ao total de pessoas que trabalham na equipe.
M30	RT = Quantidade de horas de retrabalho por defeitos ou falhas devido à tecnologia / Quantidade total de horas de retrabalho.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de horas de retrabalho por defeito ou falhas devido à tecnologia em relação ao total de horas de retrabalho.
M31	TCE = Tempo destinado à capacitação da equipe.		Essa medida corresponde ao tempo destinado para que equipe possa se capacitar. Por exemplo, cursos e palestras.
M32	NF = Quantidade de fornecedores.		Essa medida corresponde à quantidade de fornecedores que o projeto tem.
M33	MR = Quantidade de mudanças realizadas no projeto.		Essa medida corresponde à quantidade de mudanças do projeto.
M34	MC = Quantidade de mudanças benéficas / Quantidade de mudanças realizadas no projeto.		Essa medida corresponde à quantidade de mudanças que foram boas para o projeto em relação a todas as mudanças do projeto.
M35	RA = Quantidade de requisitos aceitos / Quantidade total de requisitos.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos aceitos pelos usuários/clientes em relação à quantidade total de requisitos.

Tabela C-1 - Medidas Definidas/Identificadas na Literatura (cont.)

ID	Medida	Referência	Explicação
M36	RR = Quantidade de requisitos rejeitados / Quantidade total de requisitos.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos rejeitados pelos usuários/clientes em relação à quantidade total de requisitos.
M37	RGS = Quantidade de reuniões que o gerente sênior participou / Quantidade de reuniões realizadas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de reuniões que alta gerência participou em relação às reuniões realizadas.
M38	DDT = Quantidade de documentações de divisão de tarefas com seus respectivos responsáveis.		Essa medida corresponde à quantidade de documentos que tenha a divisão de tarefas dos membros do projeto.
M39	CPS = Duração real da atividade / Duração estimada da atividade.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde ao cumprimento das atividades pela subcontratada.
M40	CUE = Quantidade de casos de uso entregues / Quantidade de casos de uso acordados.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de casos de uso entregues pela subcontratada em relação aos casos de uso acordados.
M41	RA = Quantidade de requisitos aceitos / Quantidade de requisitos entregues.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de requisitos aceitos pela subcontratada em relação aos requisitos entregues a ela.
M42	PD = Quantidade de pessoas disponíveis para treinar os usuários.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas disponíveis na equipe para treinar os usuários do projeto
M43	NIU = Quantidade de interações.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de interações entre os usuários e entre os usuários e a equipe. Por exemplo, interações por e-mail, telefone e pessoalmente.
M44	CPU= Quantidade de vezes que os prazos foram cumpridos / Quantidade de solicitações de validação.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de vezes que os usuários cumpriram os prazos de validação dos requisitos em relação à quantidade de solicitação para a validação.
M45	TMCT = Tempo médio de cumprimento de tarefas pelo usuário por tipo de tarefa.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde ao tempo para cumprimento de tarefas pelo usuário.
M46	PU = Quantidade de reuniões que representantes dos usuários participaram / Quantidade de reuniões realizadas.	[Fontoura <i>et al.</i> , 2004]	Essa medida corresponde à quantidade de reuniões que o usuário ou representante do usuário participou em relação à quantidade de reuniões realizadas.
M47	TP = Tempo real do término do projeto / Tempo estimado para o término do projeto.		Essa medida corresponde ao tempo do término do projeto em relação ao tempo estimado do término do projeto.
M48	MDAG = Quantidade de pessoas na equipe motivadas com a alta gerência / Quantidade de pessoas na equipe desmotivadas com a alta gerência.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas da equipe motivadas com a alta gerência em relação à quantidade de pessoas desmotivadas.
M49	MDU = Quantidade de pessoas na equipe motivadas com os usuários / Quantidade de pessoas na equipe desmotivadas com os usuários.		Essa medida corresponde à quantidade de pessoas da equipe motivadas com os usuários em relação à quantidade de pessoas desmotivadas.

APÊNDICE D - UTILIZAÇÃO DO GQM NOS RISCOS DE GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE

Tabela D-1 - Utilização do GQM em Riscos de Projetos de Software

Componente Gerência de Projetos			Componente Equipe de Desenvolvimento			Componente Escopo e Requisitos		
Objetivo	Pergunta	Medida	Objetivo	Pergunta	Medida	Objetivo	Pergunta	Medida
GP1	P1 P2	M1 M2	ED1	P12 P13 P18	M12 M13 M14	ER1	P24	M24, M25
GP2	P1 P2 P3	M1 M2 M3, M4	ED2	P12 P13	M12 M13	ER2	P25 P26 P27	M26 M27 M28
GP3	P1 P2 P4	M1 M2 M5	ED3	P14	M15			
GP4	P5	M6	ED4	P15 P16	M16 M17			
GP5	P1 P2 P6	M1 M2 M7, M8	ED5	P17 P1 P2 P14	M18 M1 M2 M15			
GP6	P7 P8	M9 M12	ED6	P18	M14			
GP7	P9 P11	M3, M4 M11	ED7	P12 P19	M12 M19			
GP8	P10	M10	ED8	P18 P20 P21	M14 M20 M21			
			ED9	P12 P22	M12 M22			
			ED10	P12 P23	M12 M23			
						Componente Conhecimento e Incerteza Tecnológica		
						Objetivo	Pergunta	Medida
						CI1	P28 P29	M29 M30
						CI2	P12 P13 P15 P16 P30	M12 M13 M16 M17 M31
						CI3	P31	M32
Componente Relacionamento com o Ambiente Externo			Componente Relacionamento com o Cliente/Usuário			Componente Valor/Importância Atribuído ao Projeto		
Objetivo	Pergunta	Medida	Objetivo	Pergunta	Medida	Objetivo	Pergunta	Medida
RA1	P34	M35, M36	RC1	P39	M42	VP1	P24 P26 P45	M24, M25 M27 M47
RA2	P35	M37	RC2	P40	M43	VP2	P35 P44 P46 P47	M38 M46 M48 M49
RA3	P17 P36	M18 M38	RC3	P42 P43	M44 M45	VP3	P24 P48	M24, M25 M15
RA4	P37 P38	M39, M40 M41	RC4	P44 P41	M46 M43	VP4	P48 P33	M15 M34
RA5	P1 P2 P3 P32 P33 P27	M1 M2 M3, M4 M33 M34 M28						