

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo**

**Fabiana de Mello**

**Uma abordagem para seleção de requisitos baseada em riscos**

**São Paulo  
2011**

Fabiana de Mello

Uma abordagem para seleção de requisitos baseada em riscos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação.

Data da aprovação \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Edilson de Andrade Barbosa  
(Orientador)  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
do Estado de São Paulo

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Edilson de Andrade Barbosa (Orientador)  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Dr. José Pacheco de Almeida Prado (Membro)  
Centro Universitário de Lins

Prof. Dr. Marcelo Novaes Rezende (Membro)  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Fabiana de Mello

Uma abordagem para seleção de requisitos baseada em riscos

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação.

Área de Concentração: Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Edilson de Andrade Barbosa

São Paulo  
Junho/2011

Ficha Catalográfica

Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica – DAIT  
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

M527u

**Mello, Fabiana de**

Uma abordagem para seleção de requisitos baseada em riscos. / Fabiana de Mello.  
São Paulo, 2011.  
101p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) - Instituto de Pesquisas  
Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Engenharia de  
Software.

Orientador: Prof. Dr. Edilson de Andrade Barbosa

1. Priorização de requisitos 2. Engenharia de software 3. Análise de riscos 4.  
QFD (Quality Function Deployment) 5. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)  
6. Tese I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.  
Coordenadoria de Ensino Tecnológico II. Título

11-46

CDU 004.414.3(043)

## DEDICATÓRIA

*À minhas filhas Gabriela e Isabela, que enchem minha vida de alegria.*

*Ao meu esposo Edson, por compartilhar comigo sua vida.*

*Aos meus pais, que me deram a vida.*

*A meus irmãos Fabio e Fabíola, por me ajudarem a me tornar quem eu sou hoje.*

Não importa  
que eu tenha uma opinião diferente  
da do outro,  
mas sim  
que o outro o correto  
por si próprio encontre  
se eu para isso com algo contribuir.

**Rudolf Steiner**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Orientador Prof. Dr. Edilson de Andrade Barbosa, pela atenção a este trabalho e o incentivo a sua conclusão, mesmo quando isto parecia não ser possível. Por sua dedicação a profissão, fonte de inspiração e motivação a seus alunos.

Ao Prof. Dr. Mário Yoshikazu Miyake e Profa. Dra. Edit Grassiani de Campos, que buscam incentivar a vivência do mestrado em seus alunos.

Aos participantes da banca examinadora, Prof. Dr. José Pacheco Almeida Prado e Prof. Dr. Marcelo Novaes de Rezende, pelas sugestões e críticas sempre de maneira construtiva, proporcionando a evolução deste trabalho.

A minha família pelo incentivo a conclusão deste trabalho e por compreender e aceitar minha ausência durante o tempo que dediquei a ele.

Aos colegas de trabalho que aceitaram participar comigo da experiência em aplicar as propostas aqui descritas. Sem eles, o resultado final não seria possível.

## RESUMO

Esta dissertação propõe uma triagem dos requisitos prioritários e conhecidos pela equipe de desenvolvimento, de forma que seja possível concentrar tempo na análise dos requisitos com maior nível de incerteza. Destaca-se a apresentação de FMEA, como um método capaz de auxiliar a identificação de riscos e priorizá-los. Além de FMEA, foi apresentado QFD como uma técnica que possibilita o relacionamento dos requisitos funcionais ou técnicos as necessidades de negócio identificadas pelo cliente. O método proposto é composto de 5 fases que a partir da triagem e análise do nível de importância e risco de cada risco, propõe uma lista final de requisitos priorizados. A fim de verificar a viabilidade de aplicação do método proposto, foram selecionados dois projetos de complexidade distinta, aos quais o método foi aplicado. Por fim, foi apresentado o resultado obtido e uma comparação entre a priorização original e a aplicação do método proposto.

**Palavras Chaves:** Priorização de Requisitos; Identificação de Riscos; QFD; FMEA

## **ABSTRACT**

### **An approach to selection of risk-based requirements**

This thesis proposes a triage priority requirements and known by the development team, so you can focus your time on analysis of requirements with a higher level of uncertainty. Noteworthy was the presentation of FMEA as a method to help identify risks and prioritize them. In addition to FMEA, QFD was presented as a technique that allows the relationship of the functional requirements and technical business needs identified by the client. The proposed method consists of five stages from separating and analyzing the level of risk and importance of each risk, we propose a final list of prioritized requirements. In order to verify the feasibility of applying the proposed method, we selected two different designs of complexity to which the method was applied. Finally, we present the results obtained and a comparison between the original prioritization and implementation of the proposed method.

**Key words:** Prioritization of Requirements; Identification of Risks; QFD; FMEA



## Lista de ilustrações

Figura 1: Relacionamento entre tipos de requisitos .....	23
Figura 2: Priorização orientada a benefícios .....	27
Figura 3: Proposta de Árvore de risco para requisitos de sistemas .....	39
Figura 4: Proposta de aplicação de QFD em projeto de desenvolvimento de software .....	43
<b>Figura 5: Visão Geral dos Processos .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 6: Etapa1: Classificação dos Requisitos de Negócio com base no método PG. ....</b>	<b>51</b>
Figura 7: Representação gráfica da relação entre requisitos e características.....	52
Figura 8: Representação gráfica da relação entre requisitos e características.....	55
Figura 9: Representação gráfica do método tradicional e método gráfico para priorização de riscos utilizando FMEA. Fonte: ROOS; ROSA (2008).....	59
Figura 10: Representação gráfica do método baseado na teoria de Grey para priorização de riscos utilizando FMEA. Fonte: ROOS; ROSA (2008).....	60
Figura 11: Representação gráfica da terceira etapa – Avaliação de riscos .....	61
Figura 12: Representação gráfica da quarta etapa – Classificação dos requisitos, segundo importância e risco. ....	63

## Lista de tabelas

Tabela 1: Exemplo matriz de priorização orientada a negócios .....	26
Tabela 2: Categorias de valor definidas pela empresa TBI.....	28
Tabela 3: Exemplo de aplicação da comparação em pares.....	30
Tabela 4: Tabela com escala para comparações em pares.....	30
Tabela 5: Tabela com resultado da normalização e determinação das prioridades. ....	31
Tabela 6: Resultado do cálculo de $\lambda_{max}$ .....	31
Tabela 7: Índice Randômico de Consistência para matrizes recíprocas de ordem n.....	32
Tabela 8: Exemplo de matriz de priorização proposta por Wiegiers .....	35
Tabela 9: Símbolos na árvore de riscos.....	38
Tabela 10: Exemplo tabela utilizada no processo FMEA. ....	40
Tabela 11: Exemplo tabela para classificação dos requisitos. ....	50
Tabela 12: Exemplo tabela requisitos do cliente a partir de dados obtidos na etapa 1.....	52
Tabela 13: Exemplo da tabela de requisitos de clientes, incluindo peso relativo.....	53
Tabela 14: Exemplo da matriz de relações. ....	54
Tabela 15: Matriz – grau de intensidade das relações.....	54
Tabela 16: Matriz de Correlações.....	55
Tabela 17: Definição do modo de falha por característica .....	56
Tabela 18: Nível de severidade do efeito causado pela falha .....	57
Tabela 19: Grau de ocorrência de uma falha .....	58
Tabela 20: Grau de detecção para falhas ou defeitos.....	58
Tabela 21: Quadro comparativo entre métodos de priorização utilizados em FMEA.....	60
Tabela 22: exemplo aplicação da adaptação da fórmula de Wiegiers (1999) para cálculo da prioridade.....	62
Tabela 23: Requisitos de negócio – Projeto 1.....	66
Tabela 24: Riscos identificados pela equipe – Projeto 1.....	67
Tabela 25: Valores atribuídos à probabilidade e ao impacto.....	67

Tabela 26: Definição de importância dos requisitos de negócio .....	68
Tabela 27: Definição de importância dos requisitos de negócio .....	69
Tabela 28: Cálculo da importância dos requisitos funcionais.....	69
Tabela 29: Identificação de riscos por requisito funcional.....	72
Tabela 30: Cálculo de peso relativo para riscos relacionados aos requisitos de negócio.....	73
Tabela 31: Proposta Wieggers – Projeto 1.....	74
Tabela 32: Lista final de requisitos – Projeto 1.....	74
Tabela 33: Requisitos de negócio – Projeto 2.....	76
Tabela 34: Riscos identificados pela equipe – Projeto 2.....	79
Tabela 35: Resultado classificação de requisitos etapa 1.....	79
Tabela 36: Avaliação das características – Projeto 2.....	81
Tabela 37: Matriz de intensidade RF15 – Filtrar Clientes.....	83
Tabela 38: Avaliação dos modos de falha – Projeto 2. ....	83
Tabela 39: Atribuição de RPN sobre os requisitos de negócio – Projeto 2. ....	84
Tabela 40: Priorização segundo Wieggers.....	86
Tabela 41: Lista Final de Requisitos – Projeto 2 .....	87

## Lista de abreviaturas e siglas

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
CI	Índice de Consistência
CMA	Consultoria, Métodos, Assessoria e Mercantil S/A
DDP	<i>Defect Detection and Prevention</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
FR	Requisitos Funcionais
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
JPL	<i>Jet Propulsion Laboratory</i>
NFR	Requisitos Não Funcionais
PG	<i>Planning Game</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
RC	Relação de Consistência
RI	Índice Randômico
RPM	Métodos para Priorização de Requisitos
RPN	<i>Risk Priority Number</i>
RUP	<i>Rational Unified Process</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
TBI	<i>Technology Builders Incorporated</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
USP	Universidade de São Paulo
VOP	<i>Value-Oriented Prioritization</i>
XP	<i>Extreme Programming</i>

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	Descrição Geral do Cenário da Pesquisa .....	15
1.2	Motivação .....	16
1.3	Objetivo .....	18
1.4	Justificativa.....	18
1.5	Metodologia.....	18
1.6	Organização do Trabalho.....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>21</b>
2.1	Introdução .....	21
2.2	Conceitos .....	21
2.2.1	Requisitos.....	21
2.2.2	Riscos.....	23
2.3	Priorização de requisitos .....	24
2.3.1	Métodos para priorização de requisitos .....	25
2.3.2	Orientação a Benefícios .....	26
2.3.3	Processo de Análise Hierárquica (AHP) .....	29
2.3.4	Jogo do planejamento .....	32
2.3.5	Priorização considerando riscos .....	33
2.4	Análise de riscos associada a requisitos.....	36
2.4.1	Árvore de falhas .....	36
2.4.2	Análise dos modos de falha e seus efeitos .....	39
2.4.3	Desdobramento da função de qualidade .....	41
2.4.4	Detecção e prevenção de defeitos.....	43
2.5	Conclusão .....	44
<b>3</b>	<b>DEFINIÇÃO DO MÉTODO E MODO DE APLICAÇÃO</b> .....	<b>47</b>
3.1	Introdução .....	47
3.2	Visão geral .....	47
3.3	Etapa 1: classifica requisitos de negócio - aplicação do jogo do planejamento.....	48
3.4	Etapa 2: Avalia características técnicas - QFD .....	51
3.5	Etapa 3: avalia riscos associados a características - FMEA.....	55
3.6	Etapa 4: adaptação do método proposto por Wiegers.....	61
3.7	Etapa 5: lista final de requisitos.....	63
3.8	Conclusão .....	63
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO</b> .....	<b>65</b>
4.1	Introdução .....	65

4.2	Experimentação - Projeto 1.....	65
4.2.1	Situação atual.....	66
4.2.2	Etapa 1 – Triagem dos requisitos – Projeto 1 .....	67
4.2.1	Etapa 2 – Avaliação das características – Projeto 1 .....	68
4.2.2	Etapa 3 – Avaliação de riscos – Projeto 1.....	71
4.2.3	Etapa 4 – Aplicação do método proposto por Wiegers – Projeto 1.....	73
4.2.4	Etapa 5 – Lista final de requisitos .....	74
4.3	Experimentação - Projeto 2.....	75
4.3.1	Situação Atual .....	76
4.3.2	Etapa 1 – Triagem dos requisitos.....	79
4.3.3	Etapa 2 – Avaliação das características .....	81
4.3.4	Etapa 3 – Avaliação de riscos .....	83
4.3.5	Etapa 4 – Aplicação do método proposto por Wiegers .....	86
4.3.6	Etapa 5 – Lista final de requisitos .....	86
4.4	Conclusão .....	88
<b>5</b>	<b>AValiação DE RESULTADOS .....</b>	<b>89</b>
5.1	Introdução .....	89
5.2	Projeto 1 .....	89
5.3	Projeto 2 .....	91
5.4	Considerações sobre a aplicação do método .....	92
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
6.1	Introdução .....	96
6.2	Resumo .....	96
6.3	Análise geral e contribuições .....	97
6.4	Sugestões para futuras pesquisas .....	98
	REFERÊNCIAS .....	100

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Descrição Geral do Cenário da Pesquisa

A pressão por apresentação de bons resultados na execução de projetos é grande (ALENCAR; SCHMITZ, 2006), tornando a análise e a mitigação de riscos em projetos de desenvolvimento de sistemas ainda mais importantes. Bons resultados para uma empresa de tecnologia estão relacionados não só a entregar um produto com qualidade, mas também a obter resultados financeiros sustentáveis.

A recente crise econômica vem gerando escassez de recursos financeiros e tornou prioritário o compromisso menor custo *versus* maior benefício durante a priorização dos requisitos a serem desenvolvidos em um projeto, muitas vezes em detrimento de variáveis relacionadas a ganhos operacionais e qualidade. A tolerância à exposição de risco também diminuiu e varia de acordo com o segmento de negócio da empresa. Para pequenas empresas a priorização e seleção de requisitos não almeja somente o sucesso de um projeto, mas sua sobrevivência (AZAR; SMITH; CORDES, 2007).

A análise do que realmente é necessário ser desenvolvido ainda é subjetiva, e, em muitos casos, são desenvolvidos requisitos que não são utilizados após a implantação do projeto, gerando custo e esforço desnecessários para a empresa. Segundo Glinz (2008), entre os problemas na especificação está o desenvolvimento de sistemas com mais funcionalidades do que realmente necessário.

Considerando a missão operacional da empresa, o desenvolvimento do sistema se inicia com a hipótese de que o projeto, de alguma forma, gerará melhorias operacionais. Já sob o ponto de vista econômico busca-se maximizar o retorno do investimento (SULLIVAN; CHALASANI; JHA, 1997).

Fogelström, Gorschek e Svahnberg (2009) ressaltam a importância da análise dos riscos técnico e de negócio, associados à decisão sobre o investimento no desenvolvimento de requisitos de software:

- Risco técnico – incertezas relacionadas à conclusão do desenvolvimento do requisito, tais como complexidade técnica, esforço e tempo necessário para implementação;

- Risco de negócio – Normalmente associado aos riscos competitivos, de mercado ou operacionais.

A identificação de riscos pode ser apoiada por técnicas como a Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (*Failure Mode and Effects Analysis - FMEA*) (MCDERMOTT; MIKULAK; BEAUREGARD, 2008), Análise da Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis - FTA*) (HOODAT; RASHIDI, 2009), Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment - QFD*) (LIU, 2000), Detecção e Prevenção de Defeitos (*Defect Detection and Prevention - DDP*) (FEATHER *et al.*, 2008).

Métodos para priorização de requisitos, como Processo de Análise Hierárquica, apresentam critérios quantificáveis, porém o tempo consumido para sua aplicação e a complexidade do método podem tornar inviável a sua aplicação. Karlsson *et al.* (2004) e Ahl (2005) propõem a combinação deste método ao Jogo do Planejamento buscando diminuir o tempo consumido na priorização dos requisitos. Esta proposta foi baseada em experimentos que comparam tais métodos. Porém, estes experimentos foram aplicados em pequenas listas de requisitos sem efetuar a análise em um caso real, o que pode gerar diferentes resultados.

Wieggers (1999) propõe um modelo de priorização de requisitos em que custo, risco e benefício/prejuízo para o negócio são considerados, a partir da atribuição de valores relativos em uma escala ordinal de 1 a 9. Em seu artigo o autor não sugere os critérios para atribuição de tais valores, o que torna o resultado subjetivo. Para resolver o problema da utilização de critérios subjetivos para a priorização de requisitos, uma possibilidade seria utilizar métodos existentes definindo, porém, critérios quantificáveis para priorização.

## 1.2 Motivação

Após alguns anos de experiência em desenvolvimento de sistemas para o mercado financeiro, foi possível observar que um percentual muito alto de projetos não são concluídos com qualidade, prazo e custo previstos inicialmente. Analisando alguns projetos foi possível observar alguns fatores que podem ter contribuído para o fracasso do resultado final, entre eles:

- Requisitos não utilizados: alguns requisitos são desenvolvidos, porém não são utilizados após a implantação do sistema. Será que realmente estes requisitos deveriam ter sido implementados?



- Requisitos desenvolvidos, porém em desacordo com o que foi solicitado: funcionalidades desenvolvidas porém quando apresentadas ao usuário final estão em desacordo com o que o foi solicitado. Será que todos os envolvidos entenderam qual era a expectativa do usuário final e realmente desenvolveram o que foi solicitado?
- Busca da perfeição e completude na versão 0: muitas equipes de projeto planejam a entrega total do sistema em uma única versão. Será que a priorização e entrega de requisitos essenciais não ajudaria a ratificar o que realmente é necessário para conclusão do sistema em uma versão  $n$ ?
- Orçamento insuficiente para desenvolvimento de todos os requisitos: em muitos projetos não é possível desenvolver todos os requisitos desejados por questões orçamentárias. Será que os requisitos selecionados são realmente os essenciais? Validam a arquitetura do sistema? Tornam possível a sua evolução?
- Análise de riscos do projeto: os métodos para cálculo do fator de risco de projetos normalmente não incentivam a identificação de riscos associados aos requisitos. Desta forma, os envolvidos no projeto não tem claro quais são os riscos associados a cada requisito e sua importância no desenvolvimento do projeto. Será que o cálculo do risco associado ao requisito não poderia apoiar a seleção, do que realmente deve ser desenvolvido, com o objetivo de aumentar a probabilidade de sucesso de um projeto?

Buscando respostas para as questões acima, seria possível a aplicação de métodos de priorização de requisitos a fim de garantir que serão desenvolvidos aqueles que realmente são necessários e, que de alguma forma, agregam valor ao sistema. Alguns métodos como Processo de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* - AHP) (SAATY, 1980 *apud* AHL, 2005), Jogo do Planejamento (*Planning Game* - PG) (AHL, 2005 *apud* BECK, K., 2001), Orientação a Benefícios (BERANDER; ANDREWS, 2006) buscam selecionar os requisitos sob pontos de vista diferentes, tais como importância, funcionamento do sistema e benefício para o negócio.

Os métodos para priorização de requisitos apresentam diferenças quanto à aplicação, considerando os seguintes critérios: tempo consumido para priorização dos requisitos, custo do processo de priorização, facilidade na aplicação do método, confiabilidade e precisão com relação aos requisitos selecionados. Seus critérios de seleção são, em grande parte, subjetivos, pois não são quantificáveis e dependem da interpretação dos envolvidos no projeto.

### 1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver um método que possibilite diminuir a subjetividade na priorização de requisitos, selecionando os requisitos que potencializem a probabilidade de sucesso do projeto de desenvolvimento de um sistema, a partir da utilização de PG e do método proposto por Wiegers (1999), com técnica para identificação de riscos associados aos requisitos nas fases iniciais de um projeto de desenvolvimento de sistemas, baseada em QFD e FMEA.

### 1.4 Justificativa

O diferencial deste trabalho está na combinação entre um método para priorização de requisitos, já utilizado em engenharia de software, e um critério para identificação e análise quantitativa dos riscos, quando ainda não há muita informação ou detalhamento sobre o que deve ser desenvolvido.

A quantificação dos riscos, permitirá não só sua aplicação como critério para priorização do que deve ser desenvolvido, mas também a elaboração de um plano de mitigação e contingência, logo no início do projeto.

### 1.5 Metodologia

A presente pesquisa foi iniciada com o levantamento de bibliografias relacionadas a métodos de priorização de requisitos. A partir deste levantamento bibliográfico, o método PG foi detalhado. O detalhamento se deu por meio da apresentação do método, resultados obtidos por outros pesquisadores com sua aplicação e as suas vantagens ou desvantagens.

O próximo passo foi o levantamento das bibliografias relacionadas a QFD e FMEA, com o objetivo de identificar, analisar e quantificar os riscos associados aos requisitos de um projeto de desenvolvimento de sistemas, tornando possível

determinar quanto um requisito contribui de forma positiva ou negativa para a finalização do projeto com sucesso.

Após a conclusão da revisão bibliográfica, definiu-se a forma de integração entre o método de priorização PG, o método proposto por Wieggers (1999) e as técnicas FMEA e QFD, com o objetivo de aplicação em um caso real. A partir da utilização de PG como primeiro passo, foi eliminada a necessidade de avaliação dos fatores de riscos de todos os requisitos, diminuindo o tempo necessário para priorização desses requisitos, pois foram avaliados somente aqueles em que há incerteza com relação à estimativa, mas que geram valor para o negócio. O método de Wieggers (1999) apresenta uma matriz a partir da qual os requisitos são relacionados e classificados pelo seu fator de risco e benefício para o negócio. Ambos os critérios podem ser calculados sem subjetividade a partir das técnicas QFD e FMEA. Com QFD, espera-se obter a medida de importância de cada requisito e, com FMEA, o fator de risco.

Em seguida, foi selecionado um projeto de desenvolvimento de sistema real para aplicação do método proposto. O projeto já possuía uma lista de requisitos priorizados utilizando a experiência dos envolvidos.

Aplicou-se o método de priorização PG para classificação dos requisitos do projeto, selecionado em três grupos de prioridade: aqueles sem os quais o sistema não faz sentido, aqueles que podem trazer valor significativo para o negócio e aqueles considerados desejáveis, segundo a experiência dos envolvidos no projeto (AHL, 2005).

Após o agrupamento dos requisitos, utilizando PG, identificou-se os riscos associados aos requisitos classificados como os que podem trazer valor significativo para o negócio. Por meio da utilização de QFD e FMEA, determinou-se o fator de risco para cada requisito, após o qual aplicou-se o método proposto por Wieggers (1999), atribuindo o custo e o benefício esperado com o desenvolvimento de cada um. A partir destas informações, definiu-se a prioridade para seu desenvolvimento.

Por último, foi apresentada a comparação entre a lista de requisitos priorizados, com a aplicação do método, e a lista de requisitos priorizados, considerando apenas a experiência dos envolvidos com base nos fatores determinados. Nesta comparação observou-se, que os requisitos que potencializam

a probabilidade de sucesso no desenvolvimento do projeto foram selecionados a partir do método proposto. Como critério de comparação foram utilizados os fatores de risco do projeto em ambas as listas de requisitos priorizados.

## 1.6 Organização do Trabalho

No capítulo 2, onde apresentamos uma revisão bibliográfica relevante à proposta, serão avaliados alguns métodos para priorização de requisitos, tais como, AHP, PG, orientação a benefícios e a priorização considerando riscos, de acordo com a proposta de Weigers (1999). O capítulo apresenta trabalhos acadêmicos atuais e algumas comparações entre os métodos para priorização existentes, apresentadas por diversos autores. Este capítulo também contém a revisão bibliográfica de técnicas para identificação e análise de riscos associados a requisitos, incluindo FMEA e QFD.

O capítulo 3, que aborda a definição do método e modo de aplicação, descreve a forma de priorização dos requisitos, a partir da integração dos métodos PG e priorização considerando riscos, proposta por Weigers (1999), aos métodos para identificação e quantificação de riscos FMEA e QFD.

No capítulo 4, a aplicação do método é detalhado, considerando o projeto de desenvolvimento de sistemas selecionado.

No capítulo 5, sobre a avaliação de resultados, é apresentada a comparação entre os resultados obtidos com a aplicação do método proposto e a priorização de requisitos, considerando apenas a experiência dos envolvidos no projeto. Como resultado, espera-se observar, com a aplicação do método, a seleção de requisitos que aumentem a probabilidade de sucesso do projeto.

No capítulo 6, apresentamos as considerações finais sobre o estudo e são avaliadas as contribuições, as limitações, além da possibilidade de trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Introdução

Este capítulo apresenta um levantamento bibliográfico de conceitos relacionados à priorização de requisitos, bem como os métodos empregados para execução deste processo. Também é apresentada a análise de riscos associada a requisitos.

### 2.2 Conceitos

Com objetivo de contextualizar a priorização de requisitos em Engenharia de Software, serão conceituados os termos Requisitos, Riscos e sua aplicação.

#### 2.2.1 Requisitos

Muitas definições para requisitos são utilizadas em engenharia de software, Leffingwell (2003) sugere a utilização da definição de Dorfman e Thayer (LEFFINGWELL, 2003 *apud* DORFMAN; THAYER, 1990):

1. Uma capacidade do sistema necessária ao usuário para resolver um problema, para atingir um objetivo;
2. Uma capacidade do sistema para satisfazer um contrato, padrão, ou outra documentação formal imposta.

Ainda segundo a *Unified Modeling Language* (UML), um requisito é uma característica, propriedade ou comportamento desejado para um sistema (RUMBAUGH; JACOBSON; BOOCH, 2004).

O gerenciamento de requisitos é uma forma sistemática de identificar, organizar e documentar os requisitos de um sistema, além de estabelecer e manter a concordância entre o cliente e a equipe de projeto (LEFFINGWELL, 2003).

Considerando o ciclo de vida de um projeto, os requisitos são todos identificados no início do projeto no modelo cascata. No modelo espiral, os requisitos com maior risco são detalhados no início do projeto e é aplicada uma abordagem incremental para o desenvolvimento, havendo uma única implantação ao final. No modelo iterativo há uma combinação entre o modelo cascata e incremental. Neste

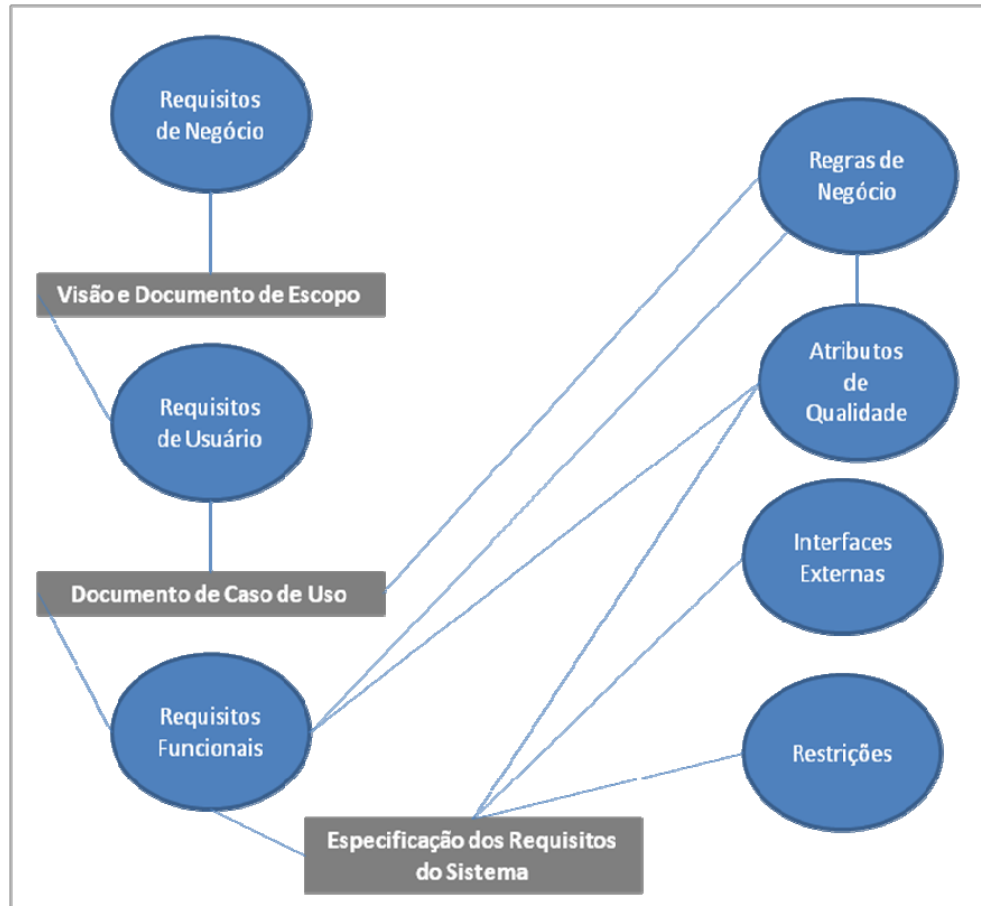
modelo o projeto é dividido em entregas parciais e há um refinamento sucessivo dos requisitos (LEFFINGWELL, 2003).

Em uma pesquisa realizada por Davis (LEFFINGWELL, 2003 *apud* DAVIS, 1993), os custos de correção de um requisito aumentam desde a sua identificação até o final de sua implementação, ou seja, o custo de correção de um requisito já implantado é muito maior do que durante a fase de identificação.

Segundo Wiegers (2003), os requisitos podem ser classificados em três níveis: negócio, usuário e funcionais. Além disso, o sistema inclui também requisitos não funcionais:

- Requisitos de negócio: representam os objetivos da organização ou expectativas do cliente, sendo possível obter uma visão geral do escopo do sistema através deles;
- Requisitos de usuário: descrevem os objetivos e tarefas dos usuários com o sistema e podem ser representados por casos de uso;
- Requisitos de funcionais: especificam a funcionalidade do software que habilita o usuário a desempenhar tarefas que satisfaçam os requisitos dos negócios.
- Requisitos não funcionais: definem características como portabilidade, eficiência e usabilidade.

A figura 1 apresenta o relacionamento entre os tipos de requisitos proposta por Wiegers (2003).



**Figura 1:** Relacionamento entre tipos de requisitos  
 Fonte: WIEGERS (2003)

### 2.2.2 Riscos

Segundo Alencar (2006), risco é a probabilidade de algum incidente se realize e possa prejudicar, total ou parcialmente, o sucesso de um projeto. O fator de risco se caracteriza como um evento.

Pressman (2009) define risco como um problema em potencial, que pode ou não acontecer.

Para minimizar as consequências de um fator de risco, pode-se aplicar um plano de contenção e/ou contingência, sendo o primeiro composto de ações para reduzir a probabilidade de o fator de risco ocorrer, enquanto o segundo procura minimizar os impactos causados pela ocorrência de um fator de risco (ALENCAR, 2006).

O gerenciamento de riscos do projeto inclui processos que tratam da identificação, da análise, das respostas, do monitoramento e controle e do

planejamento de riscos com objetivo de aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos (PMI, 2004). Ainda segundo Pressman (2009), o gerenciamento de risco é iniciado durante a atividade de planejamento do projeto e retornada durante todo o ciclo de vida do projeto.

Pressman (2009) propõe a seguinte classificação de riscos:

- Risco de pessoas: problemas relacionados a ação ou falha humana;
- Risco de produto: associados ao conteúdo, funções, restrições ou desempenho do sistema;
- Risco de processo: ligados às ações e tarefas do modelo de processo escolhido pela equipe.

Os riscos são avaliados por meio da definição de sua probabilidade de ocorrência e do impacto que pode ser gerado, caso ocorra. Nem sempre é possível a elaboração de planos de contingência e de mitigação para todos os riscos identificados, por esta razão é necessária a priorização dos riscos potenciais.

### 2.3 Priorização de requisitos

A priorização de requisitos implica determinar quais requisitos são mais importantes. A definição do que é importante pode variar de acordo com o contexto em que se pretende desenvolver o projeto. A comunidade de engenharia de requisitos tem várias propostas para definir o que o termo *importante* significa. Consequentemente a priorização de requisitos pode ser apoiada por métodos que utilizam diferentes pontos de vista (DANEVA; HERRMANN, 2008), porém todos com o mesmo objetivo: garantir o sucesso no desenvolvimento do projeto, tanto do ponto de vista de engenharia (todos os requisitos desenvolvidos foram implantados com sucesso), quanto do ponto de vista do negócio (geração de benefícios com a implantação dos requisitos selecionados).

Os critérios típicos para priorização de requisitos são: o benefício para o negócio, o impacto caso não seja implementado, a urgência, a volatilidade, o risco, o custo de implementação e o impacto para o sistema. Estes critérios podem ser estimados em valores absolutos ou relativos. A utilização de valores relativos implica a utilização de critérios de comparação, que são definidos de acordo com o método



empregado. Quando riscos e prioridades são quantificados em valores absolutos, uma lista de requisitos já priorizados pode ser facilmente atualizada com novos requisitos, sem que seja necessário compará-los novamente a fim de determinar a nova priorização (HERRMANN; PAECH, 2009). Adicionalmente, a análise de investimento sobre os requisitos, a serem desenvolvidos, pode ser considerada, com o objetivo de alocar, de forma eficiente, os recursos financeiros do projeto, do ponto de vista do cliente, enquanto organização (SOBREIRO *et al.*, 2007).

A priorização de requisitos e a estimativa de riscos são difíceis de definir nas fases iniciais de um projeto, principalmente em função da incerteza e da falta de informação disponíveis. Acrescidos a estes fatores estão as diferentes perspectivas dos envolvidos no projeto e as dependências entre requisitos (HERRMANN; PAECH, 2009).

### 2.3.1 Métodos para priorização de requisitos

A priorização de requisitos é necessária quando, durante o processo de levantamento, forem identificados mais requisitos do que se pode implementar de uma única vez (KARLSSON *et al.*, 2004), seja por restrições de prazo ou custo. Os métodos apresentados a seguir tem como objetivo selecionar os requisitos a serem implementados em um projeto, porém a decisão do que deve ou não ser desenvolvido tem impactos também em gerenciamento e testes (HERRMANN; DANEVA, 2008)

Outra questão é a quantidade e diversidade dos requisitos a serem priorizados. Para projetos com centenas de requisitos detalhados, torna-se necessário definir um nível de abstração que permita a priorização, como por exemplo, a necessidade do cliente, caso de uso e funcionalidade (WIEGERS, 1999). Também é necessário levar em conta a dependência entre os requisitos. A definição deste nível de abstração é importante para que a comparação entre os critérios definidos para priorização seja válida, uma vez que comparar caso de uso à necessidade de cliente pode gerar resultados distorcidos.

Herrmann e Daneva (2008) afirmam que os métodos para priorização de requisitos (RPM) não especificam critérios para priorização e não oferecem suporte para estimativa de custo ou benefício, eles apenas gerenciam o processo de

determinar as prioridades. Em sua pesquisa, Hermmann (2008) analisou alguns métodos, entre eles: PG, AHP, *Top 10 Requirements* e Análise Custo Benefício.

### 2.3.2 Orientação a Benefícios

A priorização baseada em benefícios, conhecida como *Value Oriented Priorization* (VOP), avalia requisitos de acordo com o seu impacto para o negócio (AZAR; SMITH; CORDES, 2007).

A figura 2, ilustra um método apresentado por Azar, Smith e Cordes (2007). O método considera três níveis de requisitos de software: negócios, usuários e funcionais, e sugere que a relação entre estes níveis pode garantir a rastreabilidade com os requisitos essenciais para o negócio. O objetivo final do método é, a partir da definição dos requisitos essenciais para o negócio e o risco associado a estes requisitos, gerar uma lista quantificada e ordenada do que deve ser considerado para a evolução de uma aplicação, um protótipo ou uma especificação de requisitos detalhada.

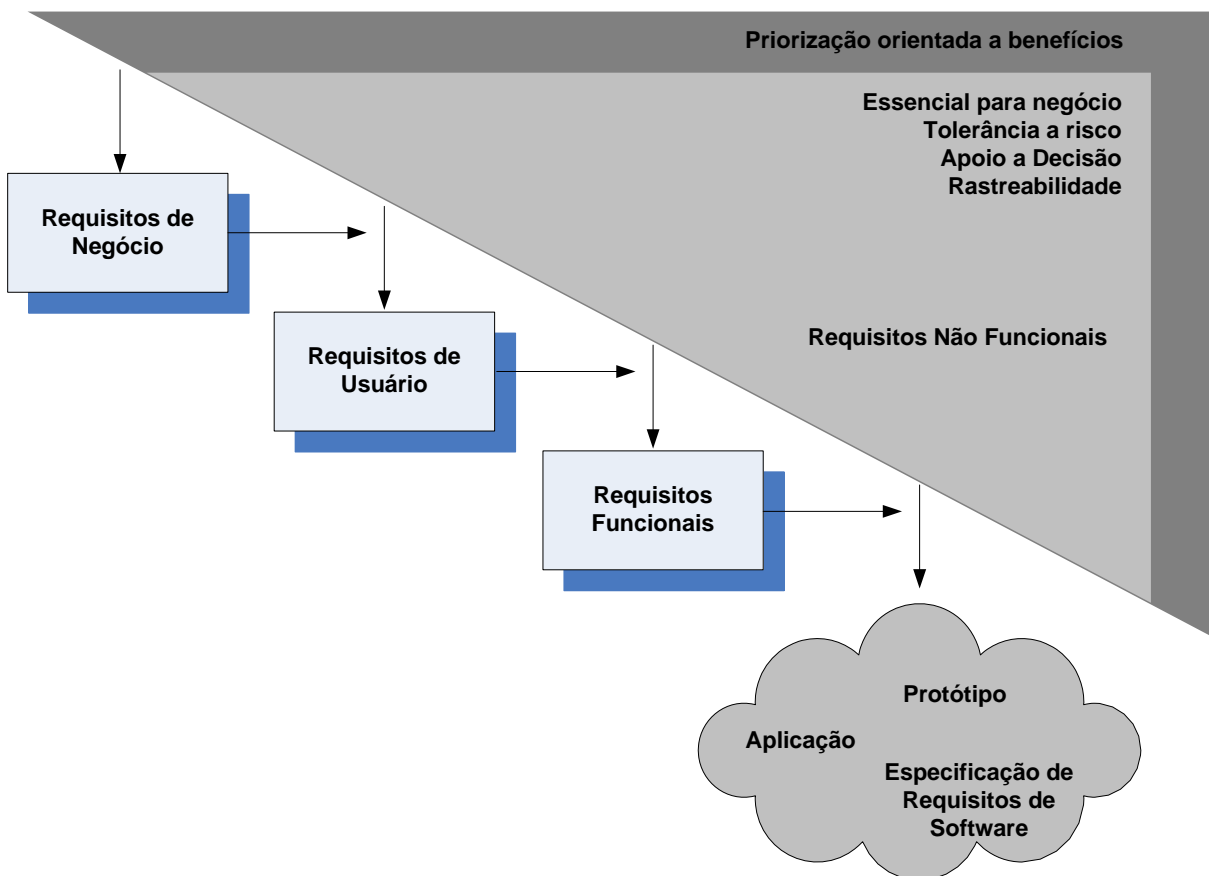
O primeiro passo para aplicação do método é a definição das categorias que expressam o valor do requisito para o negócio e riscos associados ao requisito, bem como seus respectivos pesos. Depois, para cada categoria, os envolvidos no projeto definem um valor de 1 a 10, sendo 10 o mais crítico. Os valores para riscos são expressos em escala negativa. Em seguida, é calculada a pontuação de cada requisito, sendo:  $\sum$  (peso \* valor atribuído a categoria). A partir da pontuação os requisitos são classificados. A tabela 1 ilustra este processo.

**Tabela 1:** Exemplo matriz de priorização orientada a negócios

Requisito	Valores Essenciais para Negócio				Pontuação
	Vendas (7)	Marketing (6)	Estratégia (10)	Retenção de Clientes (7)	
R1	5	4	9	2	243
R2	7	8	5	8	235

Requisito	Riscos			Pontuação Final
	Técnico (-8)	Negócio (-5)	Pontuação	
R1	8	5	-89	154
R2	3	9	-69	166

Fonte: AZAR; SMITH e CORDES (2007)



**Figura 2:** Priorização orientada a benefícios  
Fonte: AZAR; SMITH e CORDES (2007)

Azar, Smith e Cordes (2007), em seu artigo, descrevem a aplicação do método pela empresa *Technology Builders Incorporated* (TBI). A empresa buscava minimizar o impasse gerado nas discussões entre os seus funcionários e os clientes, durante a priorização dos requisitos que deveriam fazer parte de novas versões do software *CaliberRM*.

A tabela 2, apresenta as categorias de valor selecionadas pela empresa.

**Tabela 2:** Categorias de valor definidas pela empresa TBI

Valor	Peso	Definição
Vendas	4	Potencial para geração de novas vendas
Satisfação do Cliente	6	Valor para os clientes existentes, tais como, renovação de contratos, novas compras, recomendação para outros clientes
Marketing	4	Em alinhamento com estratégias de marketing
Estratégia	7	Em alinhamento com objetivos estratégicos da organização
Integridade	10	Integridade de dados ou negócio

Fonte: AZAR; SMITH e CORDES (2007)

A empresa aplicou o método para priorização dos requisitos que seriam entregues em sua próxima versão. A lista priorizada, a partir do método, foi validada pelos envolvidos no projeto, que realizaram alguns ajustes. Para gerar a lista final, foram avaliados os custos e os riscos dos principais requisitos. A empresa apontou os seguintes benefícios na utilização deste método:

- Redução no tempo de discussão sobre requisitos;
- Entendimento e aceitação dos envolvidos no projeto quanto ao valor do requisito para estratégia do negócio;
- Um processo documentado para decisões relacionadas a requisitos;

A empresa também aprendeu a:

- Minimizar o número de envolvidos na priorização dos requisitos essenciais;
- Dedicar tempo para definir um conjunto correto de requisitos essenciais;

- Considerar risco, custo e precedência quando analisa requisitos individuais.

O processo não considera dependência entre os requisitos, o que inviabiliza sua utilização no desenvolvimento de novos projetos, o que é melhor indicado para implementação de melhorias. Também não propõe categorias de valor e seus pesos, dependendo da experiência dos envolvidos no processo em determinar estes critérios. Para avaliação dos riscos também não foi mencionada a técnica utilizada.

### 2.3.3 Processo de Análise Hierárquica (AHP)

É um método que envolve a comparação entre todos os pares possíveis de requisitos, a fim de determinar, entre dois, qual é o prioritário. Se existirem  $n$  requisitos para priorização, o número total de comparações será  $n(n-1)/2$ . Em função de seu rigor, esta técnica consome muito tempo, porém é tolerante a falhas, inclui validação de consistência e é baseada em uma escala de razão (KARLSSON *et al.*, 2004). Com relação às escalas numéricas, a mais simples e limitada é a escala nominal que permite somente a identificação de categorias, como por exemplo, sexo e estado civil. A escala ordinal, possibilita a diferenciação entre as categorias, como as utilizadas em escalas sociais e medidas de opinião. A escala intervalar permite o posicionamento de valores em categorias com intervalos determinados, preserva a ordem como na escala ordinal e as diferenças entre as categorias, por exemplo, temperaturas. A escala de razão permite a comparação de valores em termos absolutos, além de possuir um ponto zero. Alguns exemplos são: distâncias, idades, peso, preços (KARLSSON; HÖST; REGNELL, 2006).

O método AHP envolve quatro passos (SAATY, 1980 *apud* KARLSSON; RYAN, 1997):

- Passo 1: os requisitos devem ser distribuídos em uma matriz  $n \times n$ , como mostra a tabela 3.
- Passo 2: os requisitos são comparados em pares, a tabela 4 apresenta o critério para comparação. A diagonal principal deve ser preenchida com 1. Considerando as linhas como índice  $i$  e as colunas índice  $j$ , o elemento  $w_{ij} = 1/w_{ji}$ , a aplicação desta fórmula reduz o número de comparações.

**Tabela 3:** Exemplo de aplicação da comparação em pares.

	Req1	Req2	Req3	Req4
Req1	1	1/3	2	4
Req2	3	1	5	3
Req3	1/2	1/5	1	1/3
Req4	1/4	1/3	3	1

Fonte: KARLSSON; RYAN (1997)

- Passo 3: normalizar as comparações. Calcular a soma de cada coluna e dividir os elementos de cada coluna por este valor. Com o novo valor para cada elemento, somar o valor de cada linha e, então, dividir a soma de cada linha pelo número de elementos da linha (Tabela 5).

**Tabela 4:** Tabela com escala para comparações em pares.

Escala para comparação em pares		
Grau de Importância	Definição	Explicação
1	Igual Importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade sobre outra
5	Forte Importância ou importância essencial	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre outra
7	Importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência que favorece uma das atividades sobre a outra é clara e inquestionável
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Usado para classificar valores intermediários entre as variáveis descritas anteriormente
Valores recíprocos: Se uma atividade <i>i</i> tem algum dos valores acima quando comparada com uma atividade <i>j</i> , então <i>j</i> tem o valor recíproco quando comparado a <i>i</i> .		

Fonte: KARLSSON; RYAN (1997)

**Tabela 5:** Tabela com resultado da normalização e determinação das prioridades.

	Req1	Req2	Req3	Req4	Soma	Valor Normalizado	Prioridade
Req1	0,21	0,18	0,18	0,48	1,05	0,26	2
Req2	0,63	0,54	0,45	0,36	1,98	0,50	1
Req3	0,11	0,11	0,09	0,04	0,34	0,09	4
Req4	0,05	0,18	0,27	0,12	0,62	0,16	3

Fonte: KARLSSON; RYAN (1997)

- Passo 4: calcular o índice de consistência (CI). Esse índice é calculado a partir da fórmula:  $(\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ .  $\lambda_{\max}$  é calculado a partir da média da multiplicação dos elementos da matriz de comparação pelo valor normalizado, este cálculo é demonstrado na tabela 6. O resultado de  $\lambda_{\max}$  é  $(4,66 + 4,40 + 4,29 + 4,13) / 4 = 4,37$ . A partir daí tem-se que o  $CI = (4,37 - 4) / (4 - 1) = 0,12$ . Esse índice se propõe a apresentar uma medida de coerência entre o valor escalar ( $\lambda_{\max}$ ) e o tamanho da matriz de comparação ( $n$ ) ( $\lambda_{\max} = n$ ). O valor escalar representa um valor único para a matriz de valores.

**Tabela 6:** Resultado do cálculo de  $\lambda_{\max}$ .

Req1	Req2	Req3	Req4	Soma	=(soma/valor normalizado)
0,26	0,17	0,17	0,62	1,22	4,66
0,79	0,50	0,43	0,47	2,18	4,40
0,13	0,10	0,09	0,05	0,37	4,29
0,07	0,17	0,26	0,16	0,64	4,13

Fonte: KARLSSON; RYAN (1997)

- Passo 5: calcular a relação de consistência (RC). Onde  $RC = CI / RI$ , sendo RI um índice randômico de inconsistência. Tem-se que para

uma matriz de ordem 4, o RI é 0,9, conforme demonstra a tabela 7. Desta forma, tem-se que  $RC = 0,12 / 0,9 = 0,14$ . Um RC aceitável é de 0,1. Isto significa que o exemplo não tem um índice aceitável, o que implica revisar os valores atribuídos a cada requisito. A relação de consistência é a comparação entre o índice de consistência calculado para a matriz e o índice randômico de consistência. A diferença entre estes valores deve ser inferior ou igual a 10% para ser considerada aceitável.

**Tabela 7:** Índice Randômico de Consistência para matrizes recíprocas de ordem n.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: KARLSSON; RYAN (1997)

Baseado no exemplo de aplicação do método é possível verificar que a inclusão de novos requisitos à lista de priorização é bastante complexa, pois implica realizar novamente todos os cálculos. A possibilidade de se calcular o índice de consistência traz segurança aos envolvidos no processo, porém o tempo consumido pode não trazer uma boa relação custo x benefício.

#### 2.3.4 Jogo do planejamento

É utilizado para planejamento e decisão do que deve ser desenvolvido em um projeto onde se aplicam métodos ágeis (*Extreme Programming - XP*). Os requisitos, histórias escritas em cartões, são priorizados a partir do agrupamento em 3 diferentes grupos: (1) aqueles sem os quais o sistema não tem função, (2) aqueles que não são essenciais, mas geram valor para o negócio e (3) os que são desejáveis. Os requisitos podem estar associados a apenas um dos três grupos. Enquanto isso, os desenvolvedores estimam o tempo para implementar cada requisito e os ordenam pelo risco, em três grupos: (1) aqueles estimados precisamente, (2) aqueles estimados razoavelmente bem e (3) os que não puderam ser estimados. Com base nas estimativas de tempo, os clientes podem ordenar os cartões e calcular a data de conclusão do projeto. A partir deste exercício priorizam os requisitos que devem ser planejados para a próxima versão do software.



Os requisitos em cada grupo de importância são classificados em uma escala ordinal, ou seja, não é considerada a importância de cada requisito (KARLSSON *et al.*, 2004). Por exemplo, considerando que o grupo (1), aqueles sem os quais o sistema não tem função, tenha 15 requisitos, os requisitos são ordenados de 1 a 15, porém sem nenhum critério de importância. O cálculo da data de conclusão do projeto, dá-se a partir da ordenação dos requisitos e da estimativa de tempo para desenvolvimento.

Em seu experimento Karlsson *et al.* (2004) investigou a diferença no tempo consumido, a precisão e a facilidade de uso das seguintes técnicas de priorização: PG e AHP, concluindo que PG é superior a AHP nos três critérios, exceto por não ser baseada em uma escala de razão. Uma possibilidade seria a utilização de AHP somente para os requisitos em que, na técnica Jogo do Planejamento, foram classificados no grupo (2) aqueles que não são essenciais, mas geram valor para o negócio. Isto implicaria utilizar primeiro o Jogo do Planejamento, dividindo os requisitos nos três grupos, sendo que os requisitos pertencentes ao primeiro grupo certamente serão priorizados, já os que pertencem ao terceiro grupo poderiam ser priorizados na versão seguinte do software. Desta forma, AHP poderia ser utilizada nos requisitos mais difíceis de estimar segundo a técnica PG.

#### 2.3.5 Priorização considerando riscos

Segundo Herrmann e Paech (2009) eventos de risco podem afetar benefício e custo. Berander (2004, *apud* HERRMANN; PAECH, 2009) propõe a utilização de riscos como critérios para priorização. Mayer, Rifaut and Dubois (2005, *apud* HERRMANN; PAECH, 2009) propõem integrar engenharia de requisitos e análise de riscos com objetivo de focar o que é crítico.

Segundo Herrmann e Paech (2009), a dependência entre requisitos durante a estimativa de riscos pode ser considerada utilizando os princípios de sistema de referência e/ou pacotes. O sistema de referência seria o conjunto total de requisitos que se pretende desenvolver. Pacote é o um sub-conjunto do sistema de referência, considerando requisitos já agrupados, a partir de um dado critério, como por exemplo, funcionalidades que possuem alguma dependência.

Pacotes são aplicados como uma maneira eficiente de reduzir a complexidade, o tempo necessário e o esforço para priorização.

Os dois conceitos, sistema de referência e/ou pacotes, podem facilmente ser inseridos em qualquer método de priorização de requisitos, segundo Herrmann e Paech (2009). Um grupo de requisitos poderia ser tratado como um requisito, já considerando suas dependências, porém, normalmente, este conceito não é aplicado. Usualmente, os métodos de priorização aceitam como entrada os requisitos em um nível qualquer de granularidade e atribuem uma prioridade fixa para cada requisito, sem definir um sistema de referência.

Wiegiers (1999) sugere um método para priorização, composto pelos passos descritos abaixo. O método de Wiegiers (1999) considera valores relativos para impacto e risco, uma vez que é atribuído um valor em uma escala de 1 a 9 e não o fator real de risco ou o valor real do impacto. Caso o requisito não seja implementado, o impacto poderia ser medido em números financeiros, por exemplo.

1. Listar todos os requisitos;
2. Estimar os benefícios relativos para o cliente ou o negócio: valores de 1 a 9, sendo 9 o valor máximo. Os benefícios indicam alinhamento com o negócio. Esta estimativa deve ser realizada pelo cliente;
3. Estimar os impactos relativos para o cliente ou o negócio, caso o requisito não seja implementado: valores de 1 a 9, sendo que 9 indica um alto impacto para o negócio. Requisitos com baixo benefício e baixo impacto adicionam custo, mas pouco valor ao projeto (na tabela 8, foi determinado peso 1 para impacto);
4. Somar a estimativa de benefício e impacto relativos: na tabela 8, o peso para o benefício foi alterado para 2, sendo o total ((Benefício \* 2) + Impacto);
5. Estimar o custo relativo para a implementação do requisito: novamente utilizando a escala de 1 a 9, sendo 9 maior custo. Esta estimativa é realizada pelos desenvolvedores;
6. Estimar o risco relativo, associado a cada requisito: escala de 1 a 9;
7. Calcular a prioridade para cada requisito, sendo:  $\text{valor\%} / (\text{custo\%} * \text{peso/custo (peso 1)} + \text{risco\%} * \text{peso/risco (peso 0,5)})$ , onde:

a. Valor%: representa o % atribuído ao requisito quando comparado ao valor total. O valor de cada requisito é calculado a partir da soma de benefício e impacto, considerando seus pesos. Na tabela 8, o cálculo de Valor % para Req 1 seria:  $(5 * 2) + (3 * 1) = 13$ , sendo a somatória deste valor 154, então Valor % é  $13/154 = 8,4\%$ .

b. Custo%: representa o % de cada requisito sobre o custo total.

c. Risco %: representa o % de cada requisito sobre o risco total.

8. Classificar a lista de requisitos em ordem descendente de prioridade.

**Tabela 8:** Exemplo de matriz de priorização proposta por Wieggers

Requisito	Benefício	Impacto	Total	Valor%	Custo	Custo %	Risco	Risco %	Prioridade
Req 1	5	3	13	8,4%	2	4,8%	1	3,0%	1,345
Req 2	9	7	25	16,2%	5	11,9%	3	9,1%	0,987
Req 3	5	5	15	9,7%	3	7,1%	2	6,1%	0,957
Req 4	2	1	5	3,2%	1	2,4%	1	3,0%	0,833
Req 5	4	9	17	11,0%	4	9,5%	4	12,1%	0,708
Req 6	4	3	11	7,1%	3	7,1%	2	6,1%	0,702
Req 7	6	2	14	9,1%	4	9,5%	3	9,1%	0,646
Req 8	9	8	26	16,9%	7	16,7%	8	24,2%	0,586
Req 9	3	4	10	6,5%	4	9,5%	2	6,1%	0,517
Req 10	7	4	18	11,7%	9	21,4%	7	21,2%	0,365
<b>Totais</b>	<b>54</b>	<b>46</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>	

Fonte: WIEGERS (1999).

Em seu artigo Wieggers (1999) não detalha os critérios para definição dos valores relativos para benefício, impacto, custo e risco. Os pesos também são definidos pelos envolvidos no processo de priorização. A falta de definição para estes critérios pode levar a diferentes interpretações, tornando o modelo impreciso. Além disso, a ausência de um estudo de caso, aplicando o método proposto, também torna difícil a verificação de sua eficiência.

## 2.4 Análise de riscos associada a requisitos

Segundo Alencar e Schmitz (2006), um risco é a probabilidade de que um incidente venha a ocorrer. Um fator de risco é qualquer evento que possa prejudicar as chances de sucesso de um projeto. Avaliação de risco envolve identificação do risco, análise e priorização (HOODAT; RASHIDI, 2009).

Os métodos para identificação de riscos, possibilitam a identificação dos requisitos que podem impactar negativamente o projeto de desenvolvimento de um sistema.

### 2.4.1 Árvore de falhas

O propósito principal da classificação de riscos é utilizar um ponto de vista para um grupo de fatores, que ajudará o gerente do projeto a identificar o que contribui para maximizar o risco (HOODAT; RASHIDI, 2009). Segundo Pandian (2007, *apud* HOODAT; RASHIDI, 2009), a classificação de riscos é uma maneira econômica de analisá-los e suas causas, atribuindo-lhes grupos ou classes.

Classificação de riscos em requisitos de software, segundo Hoodat e Rashidi (2009):

- Falta de análise para alteração do requisito;
- Falta de relatório para requisito
- Ambiguidade;
- Inadequação;
- Requisitos inválidos;
- Alteração de escopo do requisito
- Pouca definição do requisito
- Alteração do requisito
- Requisito impossível

Árvore para análise do risco é um modelo gráfico de várias combinações de risco que resultam na possível ocorrência de um evento indesejado, mas pré-

definido. Para analisar uma árvore de risco é necessário especificar um estado indesejado do sistema. Este estado pode ser uma falha no sistema ou subsistema. Então, uma lista é elaborada com todos os caminhos possíveis de ocorrência destes eventos. Cada caminho possível é examinado independentemente da possibilidade de ocorrer (LIMNIOS, 2007, *apud* HOODAT; RASHIDI, 2009).

Na tabela 9, Hoodat e Rashidi (2009) apresentam os símbolos para construção de uma árvore de riscos. Na figura, 4 é apresentada uma proposta de estruturação de árvore de riscos para requisitos de sistemas. Se os eventos básicos “Falta de relatório para requisito” e “Requisito não claro” ocorrerem, o requisito é considerado ambíguo. “Requisito Ambíguo” é um evento intermediário e caso ocorra, o requisito é considerado “Impossível”.

O cálculo de probabilidade na árvore de falha dá-se a partir dos eventos básicos para o topo da árvore. A probabilidade é calculada a partir do produto dos eventos de entrada, sendo:  $P(S) = P(A) \cdot P(B)$ , sendo S um elemento intermediário e A e B, eventos básicos ou intermediários, relacionados a S por um operador E. Quando a relação ocorre por meio de um operador OU, o cálculo de probabilidade ocorre através da seguinte fórmula:  $P(S) = 1 - (1 - P(A)) \cdot (1 - P(B))$ .

Abaixo, as relações de probabilidade para a árvore proposta na figura 4:

$P(A) = P(a_1) \cdot P(a_2)$ , onde A representa o evento intermediário “Requisito ambíguo”,  $a_1$  o evento básico “Falta relatório para requisito” e  $a_2$  o evento básico “Não claro”.

$P(C) = 1 - (1 - P(a_3)) \cdot (1 - P(A))$ , onde C representa o evento intermediário “Requisito impossível”,  $a_3$  o evento básico “Inválido”.

$P(B) = 1 - (1 - P(a_6)) \cdot (1 - P(a_7))$ , onde B representa o evento intermediário “Alteração de requisito” e os eventos  $a_6$  e  $a_7$  “Criação de nova propriedade” e “Criação de nova metodologia” respectivamente.






$P(L_1) = 1 - (1 - P(a_4)) \cdot (1 - P(a_5))$ , onde  $L_1$  representa um operador OU e  $a_4$  e  $a_5$  “Requisito inadequado” e “Definição ruim” respectivamente.

$P(L_2) = 1 - (1 - P(B)) \cdot (1 - P(a_8))$ , onde  $L_2$  representa um operador OU e  $a_8$  o evento básico “Alteração de escopo do requisito”.

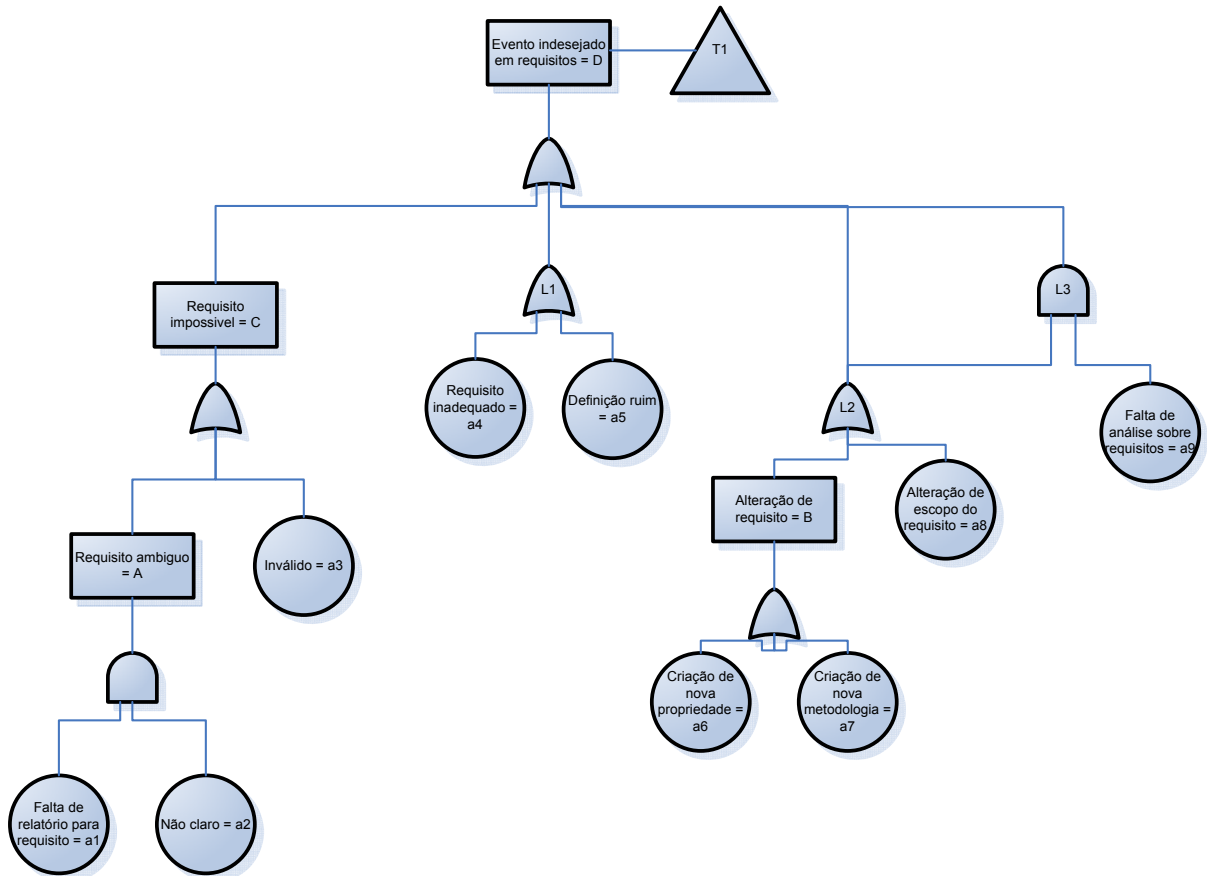
$P(L_3) = P(L_2) \cdot P(a_9)$ , onde  $L_3$  representa um operador E e  $a_9$  o evento básico “Falta de análise sobre requisito”.

$P(D) = 1 - (1-P(C)) \cdot (1-P(L_1)) \cdot (1-P(L_3))$ , onde D representa o evento intermediário “Evento indesejado em requisitos”, resultado da relação entre o evento intermediário C e dos operadores  $L_1$  e  $L_3$ , através de um operador OU.

**Tabela 9:** Símbolos na árvore de riscos.

Símbolo Gráfico	Descrição
	A saída é gerada quando ao menos uma das entradas existe.
	A saída é gerada quando todas as entradas existem.
	Evento intermediário: representa uma falha resultado da interação com outras falhas que são desenvolvidas através de entradas lógicas (E/OU)
	Evento básico elementar: representa a falha básica do sistema ou equipamento e não requer outras falhas ou defeitos adicionais
	Transferência, conexão: indica que a árvore continua em outra folha, são identificados através de números ou letras.

Fonte: HOODAT; RASHIDI (2009).



**Figura 3:** Proposta de Árvore de risco para requisitos de sistemas  
Fonte: HOODAT; RASHIDI (2009).

#### 2.4.2 Análise dos modos de falha e seus efeitos

O objetivo do processo *análise dos modos de falha e seus efeitos* (FMEA) é encontrar todas as possibilidades de falha de um processo ou produto. O modo como um produto ou um serviço pode falhar é chamado de modo de falha. Cada modo de falha tem efeitos potenciais e cada efeito potencial tem um risco associado. O processo FMEA é um caminho para identificar falhas, efeitos e riscos associados a um processo ou a um produto com objetivo de reduzi-lo ou eliminá-lo (MCDERMOTT; MIKULAK; BEAUREGARD, 2008).

O risco de falha e seus efeitos são determinados através de três fatores:

- Severidade: consequência da ocorrência da falha;
- Ocorrência: a probabilidade ou frequência de ocorrência da falha;
- Detecção: a probabilidade de detecção da falha antes do impacto do efeito se realizar.

A multiplicação dos três fatores, severidade, ocorrência e detecção resulta em um número de prioridade de risco (*Risk Priority Number* - RPN) que apoiará a priorização da prevenção das falhas.

McDermott, Mikulak e Beauregard (2008) apresentam os dez passos para aplicação do FMEA. A tabela 10 ilustra um exemplo.

**Tabela 10:** Exemplo tabela utilizada no processo FMEA.

Processo FMEA									
Componente ou Função	Falha	Efeito	Severidade	Causa	Ocorrência	Controles Prevenção	Controles Detecção	Detecção	RPN

		Resultado Ações				
Ação Recomendada	Responsável e Data Alvo	Ação Executada	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN

Fonte: MCDERMOTT; MIKULAK; BEAUREGARD (2008).

1. Revisar o processo ou produto: este passo busca garantir que todos os envolvidos conheçam o processo ou produto detalhadamente;
2. Identificação de modos de falha potenciais: a partir da revisão do processo, os envolvidos buscam identificar os modos de falha potenciais e agrupá-los em categorias;



3. Listar efeitos potenciais para cada modo de falha: os envolvidos buscam identificar os efeitos para cada modo de falha;
4. a 6. Determinar severidade, ocorrência e detecção: são definidos os valores de 1 a 10 para severidade, ocorrência e detecção de cada efeito, sendo 10 o mais provável;
7. Calcular RPN para cada modo de falha: RPN é calculado através da multiplicação dos valores definidos para severidade, ocorrência e detecção;
8. Priorizar os modos de falha para ação: os envolvidos decidem os modos de falha sobre os quais serão identificadas as ações para redução de RPN;
9. Identificar ações para reduzir ou eliminar o modos de falha de maior risco;
10. Calcular RPN resultante, caso o modo de falha tenha sido reduzido.

O processo FMEA poderia ser utilizado para identificação das falhas e efeitos relacionados a requisitos de sistema, tornando a definição do fator de risco menos subjetiva e favorecendo a priorização adequada de requisitos sob o ponto de vista da análise riscos.

#### 2.4.3 Desdobramento da função de qualidade

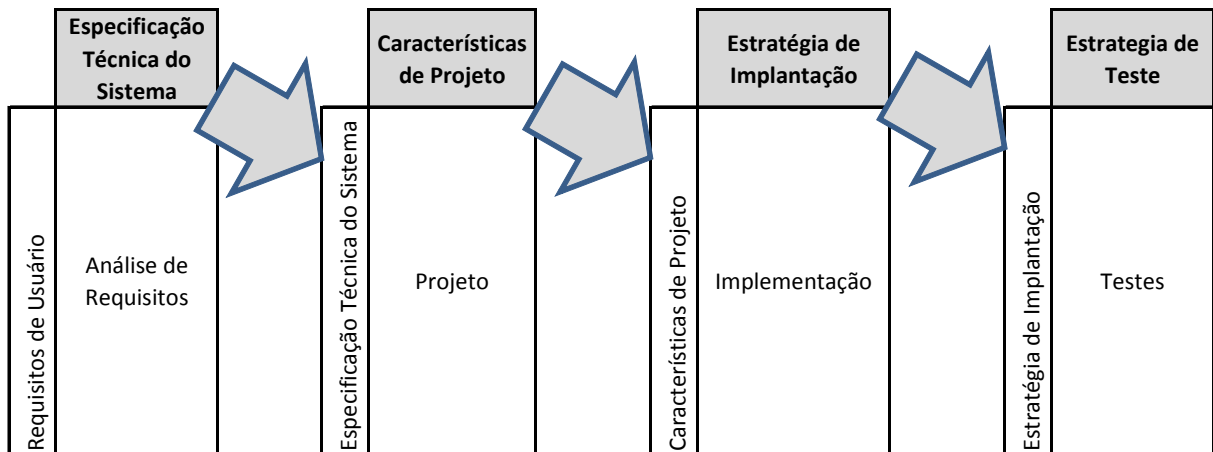
Em seu artigo, Sonda, Ribeiro e Echeveste (2009) apresentam um estudo de caso aplicando desdobramento da função de qualidade (QFD) aplicada a software. QFD é uma ferramenta multifuncional que permite às organizações priorizarem as demandas dos consumidores, além de desenvolverem respostas inovadoras para suas necessidades, confiáveis e de custo efetivo. Além disso, QFD permite o direcionamento para implementação envolvendo todos os departamentos da empresa (KING, 1987 *apud* SONDA; RIBEIRO; ECHEVESTE, 2009).

As etapas que compõe o desdobramento da qualidade variam de acordo com a aplicação. Em seu estudo de caso Sonda, Ribeiro e Echeveste (2009) consideraram as seguintes etapas:

- i. Pesquisa de mercado: por se tratar do lançamento de um novo produto, optou-se por uma pesquisa de mercado, a fim de obter a definição dos itens de qualidade do ponto de vista do cliente;
- ii. Matriz da qualidade: como resultado da pesquisa a matriz de qualidade foi elaborada, acrescentando, para cada item de qualidade, os critérios para sua mensuração;
- iii. Matriz das partes: contém todos os módulos que constituem o software, relacionando estes itens com a matriz de qualidade, ou seja, para cada módulo existe uma ou mais característica de qualidade a ser atendida;
- iv. Matriz das características das partes: relaciona as características das partes e as características de qualidade;
- v. Matriz do processo: relaciona os processos para produção do software e a prestação de serviços da empresa;
- vi. Matriz dos parâmetros do processo: relaciona os parâmetros para controle dos processos definidos na matriz de processos;
- vii. Matriz dos recursos: relaciona os recursos humanos e de infraestrutura à matriz de processos;
- viii. Matriz dos custos: avalia os custos dos processos existentes na matriz de processos;
- ix. Plano de melhorias: permite fazer a transição necessária para o desenvolvimento de um produto com qualidade superior. O planejamento é efetuado a partir do resultados das matrizes anteriores.

Sonda, Ribeiro e Echeveste (2009) concluíram, em seu estudo de caso, que a aplicação de QFD contribuiu para a definição e a priorização de indicadores que possibilitam o controle do processo de desenvolvimento do software.

Liu (2000) propõe um modelo para aplicação de QFD em projetos de software, conforme figura 4. Com a aplicação de QFD procura-se obter um relacionamento claro entre as necessidades do cliente e as características técnicas do software a ser desenvolvido.



**Figura 4:** Proposta de aplicação de QFD em projeto de desenvolvimento de software  
Fonte: LIU (2000)

QFD pode apoiar a identificação dos riscos uma vez que detalha as necessidades do projeto de desenvolvimento de software sob o ponto de vista de quem demanda, além de possibilitar a rastreabilidade entre tais necessidades e as características técnicas do projeto.

#### 2.4.4 Detecção e prevenção de defeitos

Em seu artigo Feather *et al.* (2008), apresentam uma visão geral do método de detecção e prevenção de defeitos (DDP). O método foi criado por Steven Cornford em 1998, com objetivo de possibilitar a prevenção de defeitos em hardware. Desde então, o método tem sido aprimorado e sua aplicação estendida para software.

Feather *et al.* (2008) apresentam a aplicação do método por *Jet Propulsion Laboratory* (JPL), Califórnia. JPL tem utilizado DDP como apoio à tomada de decisão no início do ciclo de vida do projeto.

Para tomada de decisão são seguidos os seguintes passos:

1. Definição da importância relativa ou tamanho de cada requisito em uma escala de 0 a 100. Todos os requisitos são considerados (os funcionais e os não funcionais);

2. Definição dos riscos do projeto e sua probabilidade de ocorrência. Os riscos considerados, são todos aqueles que de alguma forma possam impedir a conclusão dos requisitos identificados;
3. Definição das ações e custo de mitigação dos riscos identificados. Usualmente é considerado o custo financeiro, porém também poderiam ser consideradas outras variáveis, como por exemplo, prazo.

Os três conceitos (requisitos, riscos e mitigação) se relacionam da seguinte forma:

- Qual o fator de redução da importância do requisito considerando o risco associado a sua implementação?
- Qual o fator de redução do risco, considerando as ações de mitigação identificadas?

Com base nestas informações, a equipe de desenvolvimento identifica quais ações de mitigação devem ser selecionadas. Feather *et al.* (2008) destacam a importância da viabilidade orçamentária para a execução de tais ações.

Com a aplicação do método identificou-se uma melhor compreensão dos requisitos, uma vez que a definição da importância relativa implica o entendimento do que realmente é esperado pelo cliente. A definição da importância também possibilita ao cliente uma percepção do que realmente é relevante e deve ser desenvolvido. A definição das ações de mitigação e os custos envolvidos permitem uma revisão antecipada do custo necessário para conclusão do projeto. Por fim, o benefício mais comum com a aplicação do método está na identificação antecipada dos fatores que podem impedir o sucesso do projeto (FEATHER *et al.*, 2008).

DDP pode apoiar a identificação dos riscos, porém a definição de ações de mitigação e os custos envolvidos podem tornar inviável sua aplicação em um processo de priorização de requisitos, em função do tempo e dos recursos necessários para execução do método.

## 2.5 Conclusão

Os métodos de priorização apresentados têm em comum o objetivo final de estabelecer uma lista de requisitos que viabilizem a execução de um projeto de

desenvolvimento de sistema, apesar de aplicarem pontos de vista diferentes para o mesmo processo. Os métodos apresentados focam o gerenciamento do processo de priorização.

A priorização dos requisitos no início do projeto, considerando a falta de informações completas, ainda é uma atividade complexa e por vezes negligenciada pelas empresas, uma vez que o custo para priorização dos requisitos, considerando o tempo necessário para análise, podem tornar-se inviáveis.

A relação entre a análise dos riscos e a priorização de requisitos pode aumentar a probabilidade de sucesso no desenvolvimento de um sistema.

Considerando os métodos apresentados, o menos subjetivo é o método AHP, porém a complexidade da aplicação pode inviabilizar seu uso, além disso, apenas o critério importância é utilizado para priorização, quando na prática, outros critérios como custo, risco e benefício são essenciais do ponto de vista de maximizar os resultados com o desenvolvimento do sistema. Com relação à simplicidade, PG pode ser considerado o melhor método, já que o tempo consumido para o relacionamento dos requisitos às três categorias o torna um método interessante, porém seria necessário complementar o método com critérios que possibilitassem uma ordenação prioritária dentro de cada categoria, principalmente para os requisitos considerados não essenciais, mas com valor para o negócio. O método proposto por Wiegers (1999), considera categorias importantes do ponto de vista de priorização, como benefício, custo e risco, porém não define os critérios para atribuição de valor a cada categoria, o que o torna bastante subjetivo, uma vez que depende da interpretação e experiência dos envolvidos em determinar uma escala de valores razoáveis.

Quanto a análise de riscos relacionados aos requisitos, a árvore de falha é um instrumento completo, porém complexo para aplicação na fase inicial do projeto, quando ainda não se tem um detalhamento razoável sobre os requisitos. O método FMEA pode auxiliar na definição dos riscos prioritários e sua combinação com os métodos de priorização apresentados poderia tornar os RPM menos subjetivos. QFD pode possibilitar o detalhamento e relacionamento entre as necessidades do cliente e os requisitos técnicos, e se combinada aos RPM pode tornar a priorização mais efetiva do ponto de vista do cliente. A aplicação de DDP no início do projeto é

complexa, uma vez que exige conhecimento detalhado de todos os requisitos, considerando a necessidade de definição das ações de mitigação e custos, envolvidos para a redução do fator dos riscos.

### 3 DEFINIÇÃO DO MÉTODO E MODO DE APLICAÇÃO

#### 3.1 Introdução

Este capítulo apresenta a definição do método proposto e seu modo de aplicação. A modelagem do método foi desenvolvida utilizando a notação *Business Process Modeling Notation* (BPMN).

#### 3.2 Visão geral

O método proposto por este trabalho tem como objetivo priorizar os requisitos de negócio de um projeto, de forma a maximizar sua probabilidade de sucesso. No contexto deste trabalho utiliza-se o conceito requisito de negócio proposto por Wiegers (2003) como sendo requisitos que correspondem aos objetivos de negócio que devem ser satisfeitos pelo sistema, normalmente descritos através de um documento de visão ou escopo. O método propõe a priorização com base em requisitos de negócio e está baseado na integração de Jogo do planejamento, QFD, FMEA e priorização de requisitos proposta por Wiegers (1999). Desta forma, espera-se manter uma comunicação clara entre a equipe de desenvolvimento e a equipe de negócio ou cliente.

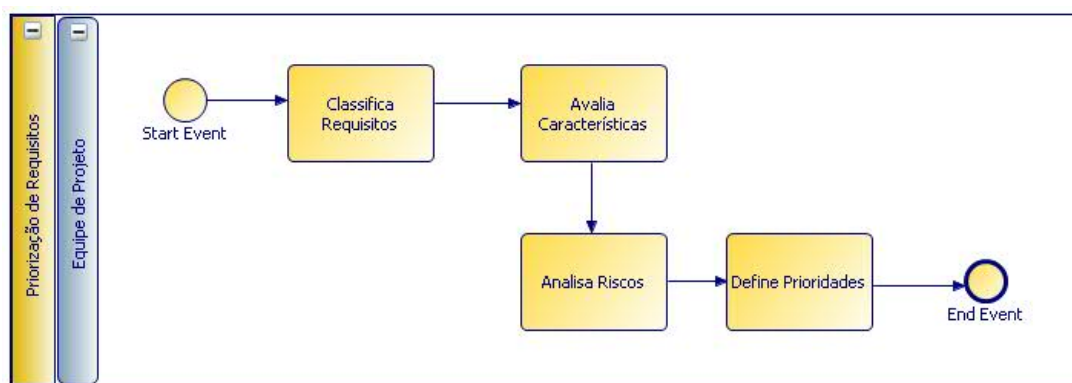
O Jogo do planejamento foi selecionado como ponto de partida, por possibilitar a triagem de forma rápida e objetiva dos requisitos prioritários. A partir daí, a integração de QFD e FMEA, métodos já utilizados e com eficiência comprovada em engenharia de produção, possibilitará a identificação de características, definidas no contexto deste trabalho como requisitos funcionais e não funcionais, e riscos associados para finalmente priorizá-los aplicando a técnica proposta por Wiegers (1999), sem que a rastreabilidade com os requisitos do negócio seja perdida, mantendo assim a comunicação e a identificação clara pelo cliente dos requisitos priorizados e a razão. A aplicação de QFD também possibilitará a identificação das dependências entre requisitos.

A integração de tais métodos busca garantir que avaliação de riscos seja empregada aos requisitos mais críticos e com maior relevância para o desenvolvimento do projeto e que os demais requisitos possam ser priorizados de

forma coerente e com o menor nível de subjetividade possível, favorecendo o resultado final.

A figura 5 apresenta de forma gráfica os grupos de processos que compõem o método proposto, conforme segue:

1. Classifica requisitos de negócio;
2. Avalia características técnicas;
3. Avalia riscos associados a características;
4. Define requisitos de negócio prioritários.



**Figura 5:** Visão Geral dos Processos

A partir da definição dos requisitos prioritários, o método possibilita a definição de pacotes de entrega que maximizem o resultado do projeto.

### 3.3 Etapa 1: classifica requisitos de negócio - aplicação do jogo do planejamento

A partir de uma lista de requisitos pré-estabelecida inicia-se o processo de priorização. Originalmente o modelo proposto por BECK (2004) em PG é dividido em quatro fases, descritas abaixo, e os participantes são: equipe de negócio – formada pelas pessoas que poderão tomar a decisão sobre o que o sistema deve fazer; equipe de desenvolvimento – responsável por implementar o sistema.

1. Ordenação dos requisitos por valor: a equipe de negócio classifica os requisitos em 3 categorias: 1) requisitos sem os quais o sistema não



- tem função; 2) requisitos menos essenciais, porém com grande valor para o negócio; 3) requisitos desejáveis;
2. Orientação dos requisitos por risco: a equipe de desenvolvimento ordena os requisitos, de acordo com os seguintes critérios: 1) requisitos que podem ser estimados precisamente; 2) requisitos que podem ser estimados razoavelmente bem; 3) requisitos que ainda não podem ser estimados;
  3. Definição da velocidade: A equipe de desenvolvimento define quanto pode ser desenvolvido utilizando calendário mensal;
  4. Definição do escopo: a equipe de negócio define o conjunto de requisitos que devem ser implementados na próxima versão do sistema, com base na estimativa de tempo para desenvolvimento do requisito, definida pela equipe de desenvolvimento.

Considerando os passos descritos acima, PG prioriza requisitos com base em estimativa pré-realizada pela equipe de desenvolvimento, além disto, é necessária a definição de uma medida de tempo ideal para o desenvolvimento dos requisitos.

Para o método proposto, não serão considerados todos os fatores sugeridos por BECK (2004), pois a priorização dos requisitos, que farão parte do escopo de desenvolvimento de um novo projeto, pode ser aplicada antes mesmo de se ter o detalhamento necessário para estimativa de tempo e prazo.

Quanto aos papéis dos envolvidos na priorização dos requisitos, a participação das equipes de negócio e desenvolvimento é importante para que os requisitos sejam avaliados sob ambos os pontos de vista. A equipe de negócio envolvida deve ter autonomia para tomada de decisão, é importante a participação do patrocinador do projeto ou quem seja autorizado por ele.

A etapa 1 do processo “Classifica Requisitos” (figura 5), a partir da lista de requisitos, a equipe de negócio classifica os requisitos em:

- 3 - Essenciais para negócio;
- 2 - Importantes para negócio;
- 1 - Desejáveis para negócio.

A mesma lista deve ser avaliada pela equipe de desenvolvimento e categorizada em:

- 3 - Possível estimar de forma precisa;
- 2 - Possível estimar razoavelmente bem;
- 1 - Não é possível estimar.

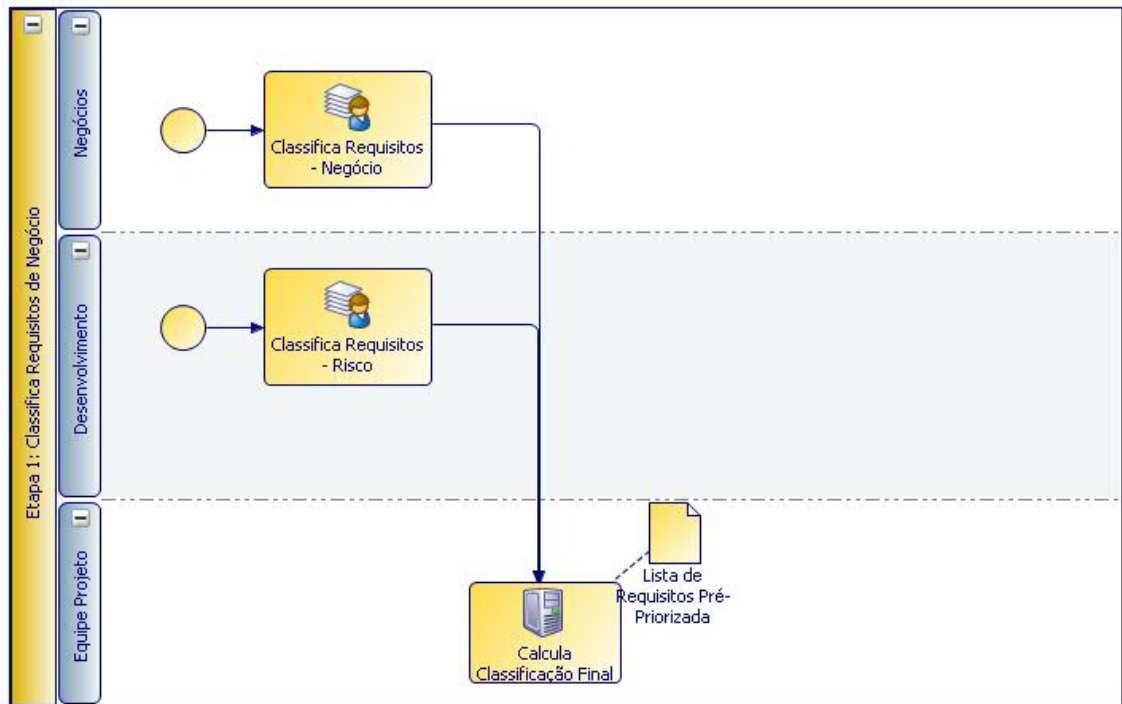
A classificação final deve ser obtida através da multiplicação da classificação negócio pela classificação desenvolvimento, conforme apresenta a tabela 11.

Tabela 11: Exemplo tabela para classificação dos requisitos.

ID	Descrição Requisito	Classificação Negócio (A)	Classificação Desenvolvimento (B)	Classificação Final (A*B)
1	Requisito 1	3	3	9
2	Requisito 2	3	2	6
3	Requisito 3	1	3	3
4	Requisito 4	2	3	6
5	Requisito 5	1	1	1

Os requisitos com classificação final 9 devem ser considerados prioritários, sem necessidade de análise de risco, uma vez que são essenciais para o negócio e podem ser estimados de maneira precisa.

Os requisitos com classificação final 1 serão considerados como menos prioritários. Os requisitos com classificação entre 3 e 6 serão avaliados na próxima etapa de priorização.



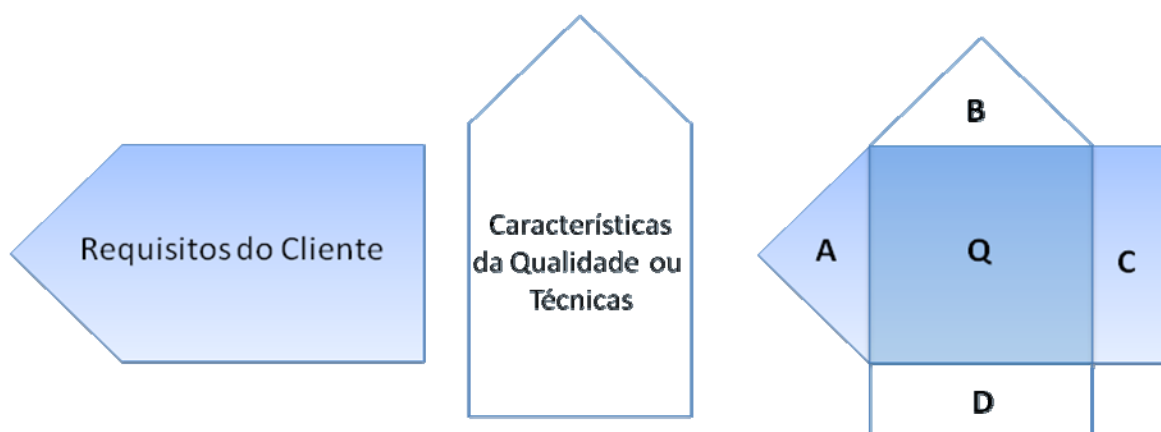
**Figura 6:** Etapa1: Classificação dos Requisitos de Negócio com base no método PG.

### 3.4 Etapa 2: Avalia características técnicas - QFD

A aplicação de QFD pressupõe uma lista de necessidades ou requisitos que um cliente espera obter com o desenvolvimento de um produto. Em QFD esta lista é gerada por meio de pesquisa com cliente. Nesta etapa, o método se baseará nos requisitos com importância geral entre 1,5 e 3 na etapa 1, considerando que os requisitos com importância geral acima de 3 já estão priorizados e abaixo de 1,5 serão considerados como menos prioritários.

Existem várias abordagens e adaptações de QFD, porém todas se baseiam na matriz da qualidade, também conhecida como Casa da Qualidade, que aplicada, transforma as exigências do cliente em características de qualidade ou técnicas (CHENG, 1995).

A figura 7 apresenta a estrutura básica da Casa da Qualidade, onde as partes A e C representam os requisitos do cliente e as partes B e D as características do produto. A intersecção entre as características e as necessidades é representada pela parte Q.



**Figura 7:** Representação gráfica da relação entre requisitos e características  
 Fonte: PEIXOTO (1998)

Nesta proposta, a tabela de requisitos do cliente será preenchida de acordo com os dados obtidos na etapa 1, conforme exemplo apresentado na tabela 12. A importância para o cliente será representada pela Classificação Negócio e a importância interna será representada pela Classificação Desenvolvimento. A partir destas informações, a importância geral será mensurada. Segundo a proposta de AKAO, este cálculo é realizado por meio de análise qualitativa. A fim de minimizar a subjetividade do método, propõe-se que a importância geral seja medida por meio da média aritmética entre a importância do cliente e a importância interna.

**Tabela 12: Exemplo tabela requisitos do cliente a partir de dados obtidos na etapa 1.**

ID	Descrição Requisito	Importância Cliente (Peso 3)	Importância Interna (Peso 2)	Importância Geral (Cliente+Interna)/2
2	Requisito 2	3	2	2,5
3	Requisito 3	1	3	2
4	Requisito 4	2	3	2,5

A tabela de requisitos do cliente proposta pela Casa da Qualidade (AKAO, 1996) inclui a Importância Futura, ou seja, a estimativa dada pela empresa da importância do cliente quando o produto for lançado no mercado. Este critério não será observado neste trabalho, uma vez que o desenvolvimento de software se

baseia nos requisitos priorizados e as alterações pressupõem uma nova análise dos requisitos a serem implementados.

O passo seguinte, seguindo a Casa da Qualidade, seria a pesquisa de qualidade de produtos concorrentes. A partir da percepção do clientes do produto, comparado com seus concorrentes, define-se o plano de qualidade, que representa a visão estratégica da empresa sobre o produto. Com estes dados disponíveis é calculado o índice de melhoria, a partir da fórmula: (plano qualidade/avaliação competitiva). O índice de melhoria é utilizado para o cálculo do peso absoluto de cada requisito.

A proposta de QFD apresentada por AKAO (1996) propõe a avaliação do produto em comparação com a concorrência, sob o ponto de vista das características, porém para este trabalho, com o objetivo de diminuir a complexidade, este critério não será considerado.

Para este trabalho, o peso absoluto de cada requisito será representado pela sua importância geral. O peso relativo é a expressão do peso absoluto em número percentual.

**Tabela 13: Exemplo da tabela de requisitos de clientes, incluindo peso relativo.**

ID	Descrição Requisito	Importância Cliente	Importância Interna	Importância Geral (Cliente+Interna)/2	Peso Relativo (Importância Geral/ $\Sigma$ Importância Geral)
2	Requisito 2	3	2	2,5	35,7
3	Requisito 3	1	3	2	28,6
4	Requisito 4	2	3	2,5	35,7

Concluída a tabela de requisitos de cliente, inicia-se a elaboração da tabela de características da qualidade ou técnica, necessárias para o desenvolvimento do produto. Estas características são relacionadas aos requisitos, resultando na matriz de relações, como mostra a tabela 14. O grau de intensidade da relação entre os requisitos de cliente e as características é definida como forte, moderada ou fraca (tabela 15). Neste trabalho as características serão representadas pelos requisitos funcionais ou não funcionais, relacionados aos requisitos de negócio identificados.

**Tabela 14:** Exemplo da matriz de relações.

ID	Descrição Requisito	Característica 1	Característica 2	Característica 3	Característica 4	Característica 4	Característica 5	Característica 6	Característica 7	Característica 8
2	Requisito 2	⊙	⊙	○	△					○
3	Requisito 3			⊙		△			⊙	
4	Requisito 4		⊙				○	△		

**Tabela 15:** Matriz – grau de intensidade das relações.

⊙	Forte	9
○	Moderada	3
△	Fraca	1

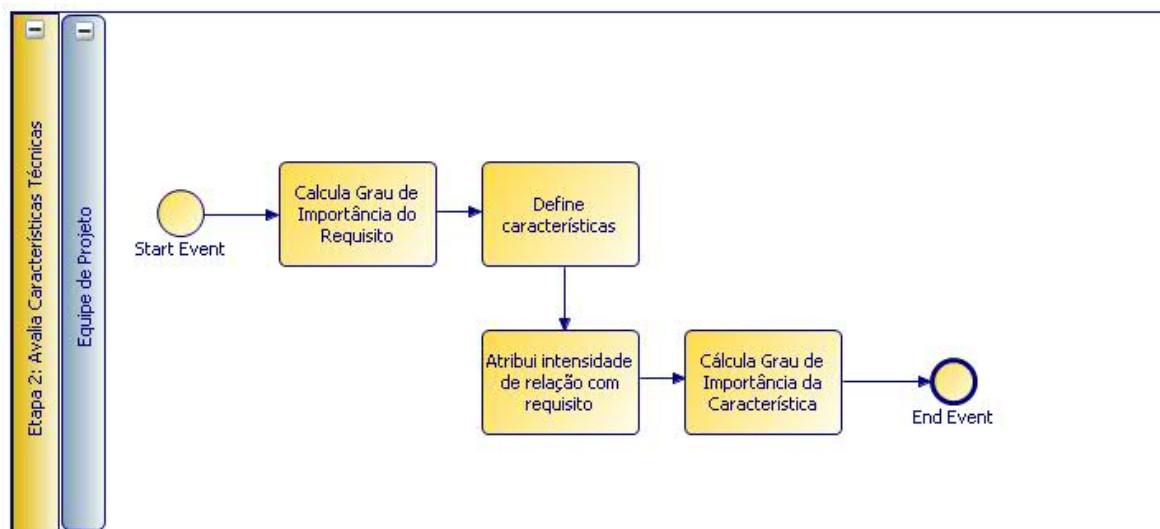
A partir da relação estabelecida entre requisitos e características, estabelece-se o grau de importância de cada característica, calculada a partir da seguinte fórmula:  $\sum$  (grau intensidade da relação \* peso relativo). Com o cálculo do grau de importância de cada característica, é possível obter o percentual de cada uma delas sobre o grau de importância total. Este resultado será utilizado como referência para a seleção dos requisitos, que devem ser analisados na próxima fase do método proposto.

O seguinte passo para conclusão da Casa da Qualidade é a construção do telhado, ou seja, a definição das correlações entre características, que devem ser avaliadas duas a duas. A tabela 16 apresenta as correlações possíveis. Uma correlação é considerada positiva quando uma característica está relacionada a outra, de forma a reforçar e potencializar a viabilidade da solução proposta através de tais características. Já a correlação negativa, indica que há conflitos que precisam ser solucionados. A matriz de correlações não apresenta resultados numéricos, porém pretende apoiar os envolvidos no projeto a identificar rapidamente os pontos de atenção com relação às características. Neste trabalho, o telhado da casa não será considerado, pois as informações geradas a partir desta análise não serão utilizadas no processo de priorização.

**Tabela 16:** Matriz de Correlações

++	Positiva Forte
+	Positiva Fraca
	Inexistente
-	Negativa Fraca
--	Negativa Forte

Com a conclusão da casa da qualidade é possível determinar as características prioritárias através do grau de importância da característica. A partir deste valor, as características devem ser classificadas em ordem decrescente. Os requisitos de maior importância devem ser considerados na próxima etapa.

**Figura 8:** Representação gráfica da relação entre requisitos e características

### 3.5 Etapa 3: avalia riscos associados a características - FMEA

A partir da definição de características técnicas prioritárias, o método propõe a avaliação dos riscos associados utilizando FMEA, a partir do qual é possível determinar o fator de risco dos requisitos de negócio, associados a tais características.

Serão avaliados os modos de falha para as características técnicas consideradas prioritárias. A equipe envolvida no projeto deve determinar um

percentual de características para avaliação, incluindo as que possuem maior peso no percentual de risco total.

Este trabalho utilizará como base os dez passos para FMEA propostos por McDermott, Mikulak e Beauregard (2008) e apresentados no capítulo 2.

O primeiro passo sugere a revisão do processo ou produto, este passo não será considerado pelo método proposto, uma vez que a análise detalhada dos requisitos já foi efetuada nas etapas 1 e 2.

O seguinte passo é a identificação de modos de falha potenciais, que devem ser agrupados em categorias, com objetivo de facilitar a execução dos próximos passos de FMEA (MCDERMOTT; MIKULAK; BEAUREGARD, 2008). Neste método, os modos de falha devem ser identificados e relacionados às características técnicas, conforme exemplo na tabela 17.

A identificação dos modos de falha deve ocorrer em reuniões com os envolvidos no projeto. O maior número possível de participantes pode favorecer a avaliação dos riscos associados às características, considerando seu nível de experiência em projetos semelhantes. No contexto deste trabalho, não será considerada a utilização de base histórica para aplicação do FMEA.

**Tabela 17:** Definição do modo de falha por característica

<b>Descrição Requisito</b>	<b>Característica</b>	<b>Modo de Falha</b>
Requisito 2	<b>característica 1</b>	modo de falha 1
Requisito 2	<b>característica 1</b>	modo de falha 2
Requisito 2	<b>característica 2</b>	modo de falha 3
Requisito 2	<b>característica 3</b>	modo de falha 4
Requisito 2	<b>característica 4</b>	modo de falha 5
Requisito 2	<b>característica 9</b>	modo de falha 6
Requisito 2	<b>característica 9</b>	modo de falha 7
Requisito 3	<b>característica 3</b>	modo de falha 8
Requisito 3	<b>característica 5</b>	modo de falha 9
Requisito 3	<b>característica 8</b>	modo de falha 10
Requisito 4	<b>característica 2</b>	modo de falha 11
Requisito 4	<b>característica 6</b>	modo de falha 12
Requisito 4	<b>característica 7</b>	modo de falha 13



O terceiro passo proposto é a identificação dos efeitos relacionados a cada modo de falha. O grupo responsável pela execução deste passo, deve pensar na seguinte questão: se a falha ocorrer, quais serão as consequências? A identificação dos efeitos auxiliará a execução dos próximos passos.

Os próximos três passos definem o grau de severidade, ocorrência e detecção de cada falha. Todos os participantes devem definir um grau de acordo com sua experiência, e a média de todos os participantes determinará o valor final para cada item.

O quarto passo é a definição do nível de severidade do efeito causado pela falha. A tabela 18 apresenta a adaptação dos critérios propostos por Villacourt (1992).

**Tabela 18:** Nível de severidade do efeito causado pela falha

Grau	Severidade
1-2	A falha é de natureza menor, de tal forma que o usuário provavelmente não perceberá.
3-5	A falha irá gerar um impacto pequeno e/ou rápido ao usuário. Falha em parte do sistema ou performance.
6-7	A falha irá gerar descontentamento ao usuário. Falha em parte do sistema ou performance.
8-9	A falha irá gerar um alto grau de descontentamento ao usuário e o sistema estará indisponível.
10	Falha grave, irá gerar maior descontentamento ao usuário em função de sistema indisponível ou não conformidade com órgãos regulatórios.

Fonte: Adaptado de VILLACOURT (1992)

O passo seguinte é a definição do grau de ocorrência para a cada falha. A definição ideal seria uma base histórica de falhas, porém consideraremos a estimativa do time envolvido no projeto. A tabela 19 apresenta a adaptação dos critérios propostos por Villacourt (1992).

**Tabela 19:** Grau de ocorrência de uma falha

Valor	Descrição
1	Probabilidade de ocorrência improvável durante o intervalo de tempo de funcionamento do sistema.
2-3	Probabilidade remota de ocorrência durante o intervalo de tempo de funcionamento do sistema (Exemplo: uma vez a cada dois meses).
4-6	Probabilidade de ocorrência ocasional durante o intervalo de tempo de funcionamento do sistema (Exemplo: uma vez por mês).
7-9	Probabilidade moderada de ocorrência durante o intervalo de tempo de funcionamento do sistema (Exemplo: uma vez a cada duas semanas).
10	Probabilidade alta de ocorrência durante o intervalo de tempo de funcionamento do sistema (Exemplo: uma vez por semana).

Fonte: Adaptado de VILLACOURT (1992)

O sexto passo proposto por McDermott, Mikulak e Beauregard (2008) é a definição do grau de detecção para as falhas ou efeitos. Este índice mostra se existem controles disponíveis que tornem possível detectar a falha ou seu efeito. Antes de definir o índice é importante listar todos os controles disponíveis para cada falha. A tabela 20 apresenta uma adaptação dos critérios propostos por Villacourt (1992).

**Tabela 20:** Grau de detecção para falhas ou defeitos

Valor	Descrição
1-2	Probabilidade muito elevada que a falha seja detectada.
3-4	Alta probabilidade de que a falha seja detectada.
5-7	Probabilidade moderada de que a falha seja detectada.
8-9	Baixa probabilidade de que a falha seja detectada.
10	Probabilidade muito baixa ou zero de que a falha seja detectada.

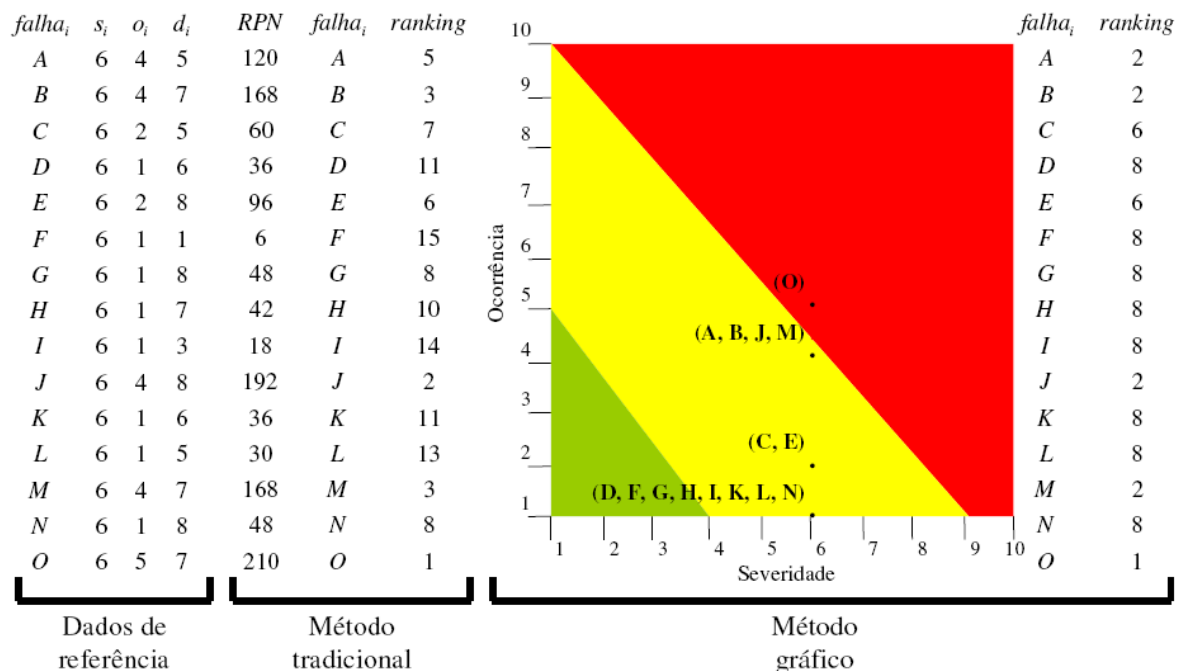
Fonte: Adaptado de VILLACOURT (1992)

O sétimo passo é o cálculo do grau de prioridade do risco, medido através da fórmula - severidade x ocorrência x detecção - que nunca excede 1.000 e deve ser calculado para todas as possíveis falhas identificadas.

O oitavo passo é a priorização dos modos de falha através do grau de prioridade do risco. Para cada característica técnica, pode haver um ou mais modos de falha, e o grau de prioridade do risco deve ser somado para que a priorização leve em conta as características e não somente os modos de falha individualmente.

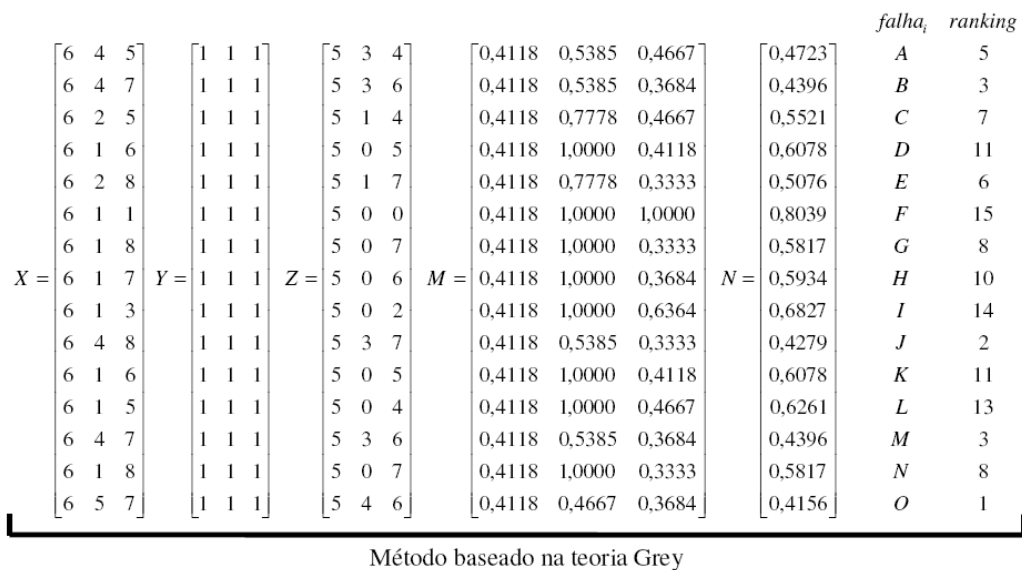
Roos e Rosa (2008) elaboraram um estudo comparativo sobre três métodos de priorização utilizados em FMEA.

- Método tradicional (figura 9): priorização através do grau de prioridade do risco, sendo o maior número o prioritário;
- Método gráfico (figura 9): proposto por Paul Palady, utiliza um gráfico onde o eixo vertical corresponde ao índice de ocorrência de um modo de falha, e o eixo horizontal corresponde ao índice de severidade. Nesse gráfico são definidas três áreas de prioridade: alta, média e baixa. O autor sugere que seja desconsiderado o índice de detecção, em uma abordagem proativa, reduzindo o esforço em identificar os controles para detecção dos modos de falha.



**Figura 9:** Representação gráfica do método tradicional e método gráfico para priorização de riscos utilizando FMEA. Fonte: ROOS; ROSA (2008)

- Método baseado na teoria Grey (figura 10): neste método, a priorização é feita através de uma mensuração para verificar a relação entre séries qualitativas e quantitativas discretas.



**Figura 10:** Representação gráfica do método baseado na teoria de Grey para priorização de riscos utilizando FMEA. Fonte: ROOS; ROSA (2008)

A tabela 21 apresenta o resultado das comparações efetuadas entre os três métodos de priorização. Em sua análise, Roos e Rosa (2008) concluíram que o método tradicional é o ideal quando se busca simplicidade.

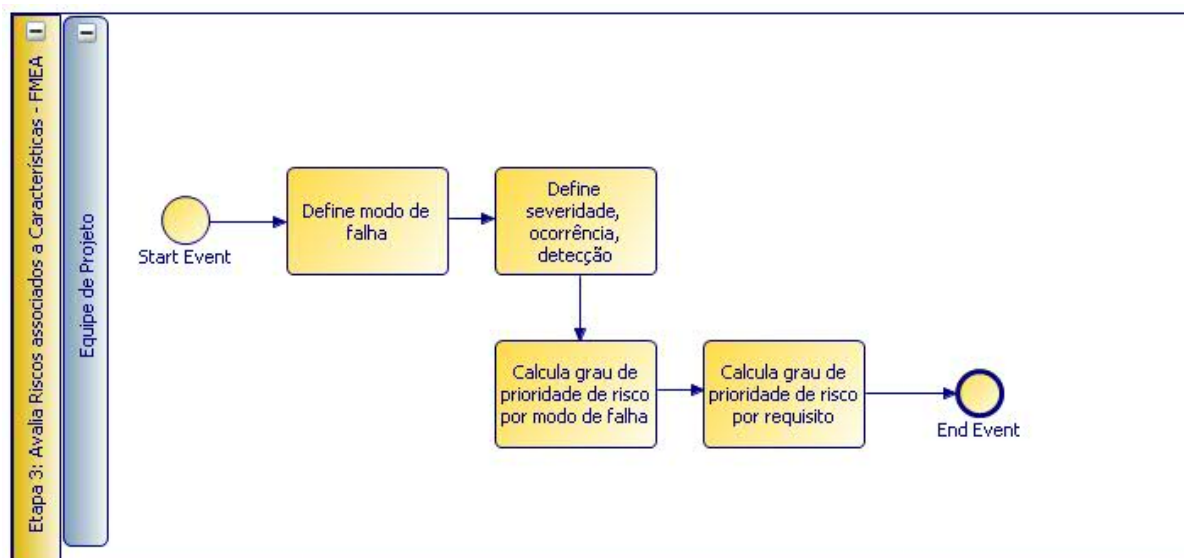
**Tabela 21:** Quadro comparativo entre métodos de priorização utilizados em FMEA.

<b>Critério Avaliação</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Gráfico</b>	<b>Grey</b>
Característica dos métodos de priorização	utilização de uma equação	utilização de um gráfico de áreas	utilização de equações
Complexidade dos métodos de priorização	Baixa	Media	Alta
Confiabilidade dos métodos de priorização	Media	Baixa	Alta
Execução dos métodos de priorização	não requer a utilização de software	é facilitada quando há utilização de software	é facilitada quando há utilização de software
Resultados possíveis (utilizando escalas de referência de 1 à 10)	(120) onde 1 é o menor valor e 1000 é o maior valor	(3) alta, média e baixa prioridade	(∞) todos números reais entre 0 e 1
Possibilidade de atribuição de pesos diferentes para s, o e d	não	não	sim
Possibilidade de atribuição de peso ao identificador de risco	não	não	sim

Fonte: ROOS; ROSA (2008)

Segundo McDermott, Mikulak e Beauregard (2008) ainda restariam 2 passos para concluir a aplicação de FMEA, que seriam: a definição de ações para redução ou eliminação de modos de falha com alto risco e o cálculo resultante do grau de prioridade de risco, após a execução de tais ações. Para este trabalho, não serão considerados estes passos, uma vez que será aplicado na fase de priorização dos requisitos, e, neste momento, as ações mitigadoras para os riscos ainda não são executadas.

A lista final resultante desta etapa deve considerar o resultado final do grau de prioridade de risco para cada requisito, calculado através da soma do grau de prioridade. O fator de risco final deve ser calculado seguindo a proposta de Wiegiers (1999), por meio da fórmula  $100 * \text{grau de prioridade de risco} / \sum \text{grau de prioridade de risco}$ .



**Figura 11:** Representação gráfica da terceira etapa – Avaliação de riscos

### 3.6 Etapa 4: adaptação do método proposto por Wiegiers

Wiegiers (1999) propõe 8 passos em seu modelo de priorização de requisitos. O primeiro passo seria listar todos os requisitos, o segundo, definir o benefício relativo, o terceiro, seria a estimativa do impacto para o cliente, no caso de o

requisito não ser priorizado. O quarto passo deve ser o cálculo do benefício e impacto total.

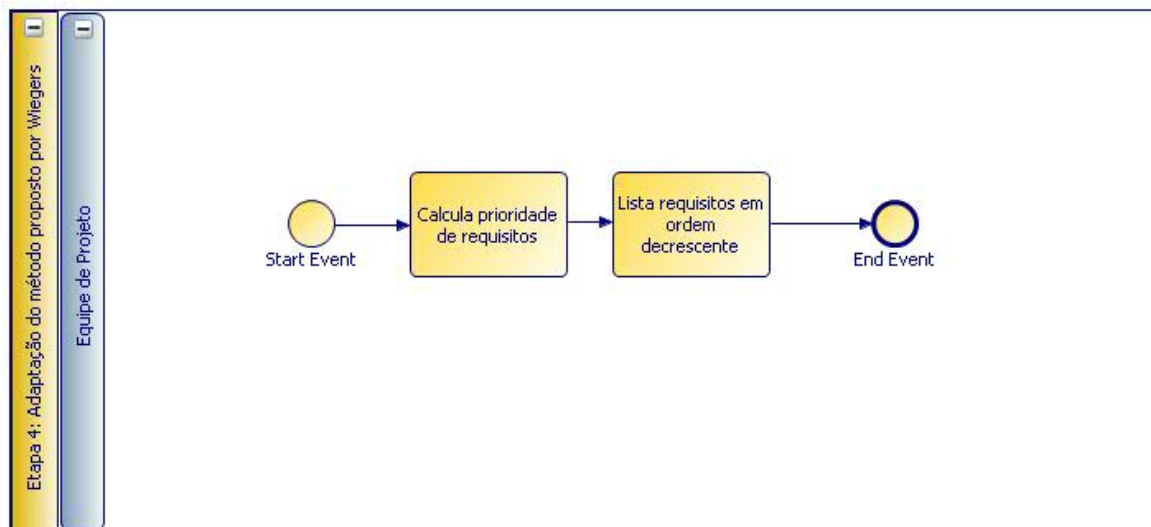
Os passos de 1 a 4, propostos por Wieggers, já foram executados nas etapas de 1 a 3 do método proposto por este trabalho. O quinto passo é a determinação de um custo relativo para a implementação de cada requisito. Para este trabalho, esta variável não será considerada, pois Wieggers (1999) não define um método para quantificação do custo, tornando sua definição subjetiva. O sexto passo é a definição do fator de risco associado a cada requisito. Este valor foi determinado na etapa 3 deste trabalho.

Considerando o modelo de Wieggers (1999), serão empregados apenas os passos 7 e 8, sendo 7 o cálculo da prioridade definida como  $\text{valor\%} / (\text{custo\%} * \text{pesocusto (peso 1)} + \text{risco\%} * \text{pesorisco (peso 0,5)})$ . A fórmula será adaptada desprezando a variável custo:  $\text{valor\%} / (\text{risco\%} * \text{pesorisco (peso 0,5)})$ . O oitavo passo é a ordenação decrescente da lista (tabela 22).

**Tabela 22:** exemplo aplicação da adaptação da fórmula de Wieggers (1999) para cálculo da prioridade.

Requisitos	Importância %	Risco %	Prioridade (Importância%/ (Risco% * 0,5))
Req 4	35,70	27	2,644444444
Req 3	28,60	30	1,906666667
Req 2	35,70	43	1,660465116

Aplicando o cálculo proposto por Wieggers (1999), é possível associar a importância definida para o requisito utilizando QFD e o fator de risco calculado através de FMEA, priorizando os requisitos com maior importância e menor risco.



**Figura 12:** Representação gráfica da quarta etapa – Classificação dos requisitos, segundo importância e risco.

### 3.7 Etapa 5: lista final de requisitos

A quinta e última etapa do método proposto por este trabalho consiste na elaboração da lista final de requisitos, composta por requisitos identificados como prioritários na etapa 1; a lista de requisitos em ordem decrescente obtida na etapa 4; a lista de requisitos de clientes não relacionados às características avaliadas na etapa 4 e avaliados na etapa 2, em ordem decrescente; e a lista de requisitos considerados não prioritários na etapa 1.

Os requisitos obtidos na etapa 1, prioritários e não prioritários, serão listados sequencialmente, uma vez que o método não propõe o cálculo do valor de prioridade para cada requisito obtido nesta lista.

Todos os requisitos fazem parte da lista final, o método não propõe a exclusão de qualquer requisito, mas somente sua priorização.

### 3.8 Conclusão

A partir da análise dos métodos PG, QFD, FMEA e Wiegers (1999), foi possível sua combinação de maneira a obter uma forma de priorizar requisitos de maneira menos subjetiva, disponibilizando informações que facilitem a escolha e a definição das versões de sistema que contenham requisitos que otimizem o resultado para o solicitante e minimizem o risco ou a possibilidade de insucesso do projeto, do ponto de vista da equipe de desenvolvimento.

Nem todos os critérios sugeridos pelos autores dos métodos, que originaram esta proposta, foram utilizados, com objetivo de tornar a proposta viável quando observado o tempo de aplicação, a complexidade e a relação de tais critérios com a priorização de requisitos, considerando, inclusive, a fase em que o método proposto é aplicado no ciclo de vida de um projeto. Também foi priorizado o ponto de vista da análise de risco sobre as demais variáveis propostas por cada autor.



## 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

### 4.1 Introdução

Com objetivo de verificar os resultados obtidos com a aplicação do método proposto em projetos de tamanho, complexidade e em fases de desenvolvimento diferentes, foram selecionados dois projetos de desenvolvimento de sistemas, executados por uma empresa do setor de tecnologia, especializada em prestação de serviços de tecnologia para o mercado financeiro. Este capítulo apresenta tais projetos, a situação em que se encontravam quando da aplicação do método e documenta passo a passo sua aplicação.

### 4.2 Experimentação - Projeto 1

O primeiro projeto, em que o método proposto foi aplicado, tem por objetivo desenvolver uma aplicação para o gerenciamento de projetos no ambiente corporativo, permitindo a atualização, o acompanhamento e a administração de todos os projetos de desenvolvimento de sistemas da empresa, através de uma única ferramenta, a ser acessada via portal WEB. O aplicativo também deve ser compatível com o modelo de seguimento e acompanhamento de projetos implementado pela matriz na Europa. A aplicação será utilizada de forma tática até a implantação do conjunto de ferramentas *Rational*, parte de um projeto de implementação de uma nova metodologia para desenvolvimento de sistemas, baseada em RUP, com prazo estimado de implementação de 2 anos. Este conjunto de ferramentas inclui funcionalidades para gestão de portfólio, que substituirá o aplicativo desenvolvido.

A equipe envolvida no projeto é composta por cinco recursos, sendo um gerente e 4 analistas funcionais. A codificação do sistema foi executada por uma equipe externa, especializada em desenvolvimento na plataforma Java. O projeto tem restrições orçamentárias, tanto para o desenvolvimento, quanto para a implementação e distribuição na rede da empresa. O custo total estimado para o desenvolvimento do sistemas foi de aproximadamente R\$ 100.000,00.

Um grande desafio para implantação do sistema está relacionado à gestão de mudança, uma vez que o número total de usuários diretos é de aproximadamente 1.200 pessoas. Sem implementação desta ferramenta, é necessário o

preenchimento de planilhas Excel para acompanhamento e controle dos mais de 1.500 projetos de desenvolvimento de sistemas que são executados de forma concorrente pela empresa. Atualmente há uma equipe dedicada em consolidar tais planilhas e gerar material para acompanhamento dos projetos pela alta direção da empresa.

#### 4.2.1 Situação atual

Os requisitos de negócio identificados, inicialmente, pelo cliente e documentados pela equipe funcional foram listados na tabela abaixo. Este projeto aplica metodologia de desenvolvimento baseada em RUP (*Rational Unified Process*), e foi um dos projetos piloto na implementação das ferramentas *Rational* na empresa em que está sendo executado. A priorização dos requisitos não considerou nenhuma técnica ou método, senão a experiência e necessidade do cliente com relação a disponibilidade dos requisitos em ambiente produtivo.

**Tabela 23:** Requisitos de negócio – Projeto 1.

Requisitos	Descrição	Prioridade
RN1	Atualização de andamento de projetos online via web	2
RN2	Relatórios sobre projetos em .xls	7
RN3	Importação de dados de planilhas	1
RN4	Controle de acessos de usuários	5
RN5	Consistência de informação inserida pelo usuário a partir de regras de atualização de projetos	3
RN6	Não permitir acesso externo	8
RN7	Bloquear a atualização de projetos, quando necessário.	6
RN8	Permitir a definição de regras para atualização dos projetos	4

A partir dos requisitos de negócio, foram identificados requisitos funcionais, e a estimativa inicial de esforço para o desenvolvimento foi de aproximadamente 2.000 horas, considerando todas as fases para implementação do sistema.

Os riscos identificados pela equipe de tecnologia foram listados na tabela 24. A equipe de tecnologia não envolveu o cliente na identificação e análise de tais riscos e por esta razão os riscos apresentavam característica bastante técnica e não estavam diretamente relacionados aos requisitos de negócio identificados, dificultando a mensuração do impacto relacionado ao negócio.

**Tabela 24:** Riscos identificados pela equipe – Projeto 1.

Risco	Probabilidade	Impacto	Fator Risco		Ajuste Mediana
Demora na implantação do projeto devido a aquisições de hardware	média	médio	4	18%	8%
Questões de segurança de informação/acesso ao sistema	alta	alto	9	41%	41%
Durante o desenvolvimento do sistema o recurso alocado pode precisar ser substituído ou alterado	baixa	alto	3	14%	5%
Não disponibilizarmos a tempo o ambiente de desenvolvimento	média	alto	6	27%	18%
				100%	<b>72%</b>

Os riscos não possuíam um fator de risco associado, desta forma, foram atribuídos os valores à probabilidade e ao impacto, listados na tabela 25, possibilitando o cálculo do fator de risco do projeto.

**Tabela 25:** Valores atribuídos à probabilidade e ao impacto.

<i>Probabilidade/Impacto</i>	<i>Valor</i>
Alta (o)	3
Média (o)	2
Baixa (o)	1

Analisando a documentação do projeto, não foi possível observar um relacionamento claro entre os riscos identificados, os requisitos de negócio priorizados e requisitos funcionais.

O prazo, inicialmente determinado para o desenvolvimento do sistema, foi de 5 meses. Porém o projeto já apresentava desvio de aproximadamente 2 meses quando o método foi aplicado. Os entregáveis já estavam em fase de testes quando o método foi aplicado.

#### 4.2.2 Etapa 1 – Triagem dos requisitos – Projeto 1

A partir dos requisitos de negócio já identificados, foi realizada uma reunião para a apresentação do método e a definição da Importância Cliente e Risco Tecnologia, descritos no capítulo 3. Desta reunião participaram, tanto o cliente, quanto a equipe de desenvolvimento envolvida no projeto. O resultado foi tabulado e

apresentado na tabela 26, sendo “Importância Cliente” definida pelo cliente e revisada por tecnologia, “Risco Tecnologia” definido pela equipe do projeto e revisada pelo cliente. O resultado foi obtido através da fórmula: “Importância Cliente” \* “Risco Tecnologia”. A “Importância Geral” foi medida considerando a média entre a visão cliente e tecnologia.

**Tabela 26:** Definição de importância dos requisitos de negócio

ID	Priorização Atual	Importância Cliente	Risco Tecnologia	Resultado	Importância Geral	Peso Relativo
RN01	2	3	2	6	3	17%
RN02	7	2	2	4	2	11%
RN03	1	3	2	6	3	17%
RN04	5	2	1	2	1	6%
RN05	3	3	2	6	3	17%
RN06	8	1	1	1	0,5	3%
RN07	6	2	2	4	2	11%
RN08	4	3	2	6	3	17%

#### 4.2.1 Etapa 2 – Avaliação das características – Projeto 1

A partir dos requisitos de negócio priorizados, foram estabelecidas as relações entre os requisitos de negócio e os requisitos funcionais já documentados pela equipe. Para cada relação, foi atribuída uma importância, a fim de estabelecer o nível de importância de cada característica. Foram identificados requisitos funcionais que não apresentavam relação com os requisitos de negócio que por esta razão, foram desprezados. Isto demonstrou que haviam mais funcionalidades sendo implementadas do que a necessidade do cliente.

Participaram deste processo, tanto o cliente quanto, a equipe de desenvolvimento, havendo consenso entre todos sobre o nível importância identificado.

A tabela 27 apresenta o exemplo de relacionamento para o requisito funcional 8 - Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de projetos. O grau de importância expresso na coluna “Grau de Importância RF8” representa a importância relacionada ao Requisito Funcional correspondente, sendo 3 o maior grau de intensidade. O grau de importância final é calculado com base no peso relativo de cada requisito de negócio. O grau de importância é considerado zero quando não há

relacionamento entre o requisito de negócio e o requisito funcional que está sendo avaliado.

**Tabela 27:** Definição de importância dos requisitos de negócio

ID	Requisito Negócio	Peso Relativo	Grau de Importância RF8
RN01	Atualização de andamento de projetos online via web	17%	3
RN02	Relatórios sobre projetos em .xls	11%	0
RN03	Importação dados de planilhas	17%	3
RN04	Controle de acessos de usuários	6%	0
RN05	Consistência de informação inserida pelo usuário a partir de regras de atualização de projetos	17%	3
RN06	Não permitir acesso externo	3%	0
RN07	Bloquear a atualização de projetos quando necessário.	11%	2
RN08	Permitir a definição de regras para atualização dos projetos	17%	3
Importância do Requisito Funcional			2,29

A tabela abaixo apresenta o resultado obtido nesta etapa do método. A importância foi calculada através da medição do grau de importância do relacionamento entre o requisito funcional e o requisito de negócio. Também foram considerados requisitos não funcionais que apresentavam relacionamento direto com os requisitos de negócio.

**Tabela 28:** Cálculo da importância dos requisitos funcionais

ID	Descrição	Importância	Peso
RF8	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de projetos	2,29	7%
RF9	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de tarefas	2,29	7%
RF10	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de riscos	2,29	7%
RF3	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de empresas	1,54	5%
RF4	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de planos	1,54	5%

**Tabela 28 (Continuação):** Cálculo da importância dos requisitos funcionais

ID	Descrição	Importância	Peso
RF5	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de programas	1,54	5%
RF6	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de eixo	1,54	5%
RF7	Permitir o cadastro, exclusão, alteração e atualização de sub-eixo	1,54	5%
RF22	Verificar se todos os campos obrigatórios foram preenchidos	1,37	4%
RF1	Controlar o acesso de usuários	1,09	4%
RF2	Controlar diferentes níveis de acesso de acordo com o perfil do usuário	0,97	3%
RF14	Manter <i>log</i> das alterações executadas	0,86	3%
RF15	Possuir rastreabilidade de alterações de dados	0,86	3%
RF11	Permitir a definição de datas aos administradores para desativar e ativar o sistema	0,51	2%
RF12	Exportar relatórios em formatos - <i>.PDF, .XLS, .TXT, .TIF e .RTF</i>	0,51	1%
RF18	Permitir a ordenação de qualquer coluna em todas as telas de visualização de projetos, tarefas e riscos etc..	0,51	1%
RF20	Gerar relatórios de modelos variados	0,51	1%
RF25	Importar todos os dados da base Access	0,51	0%
RF27	Permitir a definição de um responsável como responsável por cada projeto	0,51	0%
RF30	Deverá exigir um usuário e senha para bloquear o sistema	0,51	0%
RF31	Deverá permitir a seleção de somente 1 item das listas: Visão Geral Atual, Visão dos Riscos de Orçamento Atual, Visão de Riscos de Recursos Atual	0,51	0%
RF32	Possuir os seguintes itens na lista Visão Geral Atual: 1-Verde; 2-Amarillo; 3-Rojo; 4-Sin Valor; 5-Stand-by; 6-Cancelado; 7-Finalizado	0,51	0%
RF33	Possuir os seguintes itens na lista Visão dos Riscos de Orçamento Atual e Visão de Riscos de Recursos Atual: 1-Verde; 2-Amarillo; 3-Rojo; 4-Sin Valor	0,51	0%
RF34	Exibir o campo “% de Avanço Realizado” somente quando atingir 100% em “% de Avanço Previsto”.	0,51	0%
RF35	Sempre replicará quando não houver a Data Inicio Replanejada, o conteúdo do atributo Data de Inicio Planejada	0,51	2%
RF36	Sempre replicará quando não houver a Data Fim Replanejada, o conteúdo do atributo Data de Fim Planejada	0,51	0%
RF37	Sempre replicará quando não houver a Data de Inicio Planejada, o conteúdo do atributo Data Inicio Replanejada	0,51	0%

**Tabela 28 (Continuação):** Cálculo da importância dos requisitos funcionais

ID	Descrição	Importância	Peso
RF38	Sempre replicará quando não houver a Data de Fim Planejada, o conteúdo do atributo Data Fim Replanejada	0,51	0%
RF39	Deverá possuir itens pré-determinados na lista tipo de risco	0,51	0%
RF40	Deverá possuir os seguintes itens na lista Probabilidade de Ocorrência: 1-Baja; 2-Media; 3-Alta; 4-Ha Ocurrido	0,51	0%
RF41	Deverá possuir os seguintes itens na lista Impacto: 1-Baja; 2-Media; 3-Alta	0,51	0%
RF42	Possuir os seguintes itens na lista Equipe Responsável pelo Risco: "Arquitectura"; "Infraestructura"; "Operaciones"; "Laboratorio"; "Negocio"; "Servicios-Integracion"; "Otros"; "Proveedor"; "Regulador"	0,51	0%
RF43	Controlar e exigir na atualização de tarefas o preenchimento de "Status"	0,34	0%
RNF1	Suportar três idiomas: português, espanhol e inglês	0,34	0%
RNF2	A tela de acesso deve conter 3 logotipos selecionáveis	0,34	0%

#### 4.2.2 Etapa 3 – Avaliação de riscos – Projeto 1

Para os requisitos funcionais, com alto nível de importância, foram avaliados os riscos na etapa 3. Foram selecionados todos os requisitos com importância superior a 1, o que representou, aproximadamente 55% do total de características, a partir do peso relativo. Com este percentual espera-se avaliar os riscos mais críticos com objetivo de garantir o sucesso do projeto.

A equipe elencou riscos associados à implementação de cada requisito priorizado na etapa anterior. Sob este ponto de vista, a equipe não encontrou riscos associados aos requisitos de 3 a 7, em função da baixa complexidade de implementação. A tabela abaixo apresenta o resultado obtido na avaliação dos riscos. Para este projeto não foram avaliados os riscos associados ao negócio, entretanto, o cliente participou da avaliação de severidade, ocorrência e detecção dos modos de falha listados.

**Tabela 29:** Identificação de riscos por requisito funcional

ID	Modo de Falha	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN	RPN Caract.
RF8	Complexidade no entendimento	9	10	3	270	810
	Complexidade na validação	9	10	6	540	
RF9	Complexidade no entendimento	7	10	3	210	210
RF10	Complexidade no entendimento	7	10	3	210	210
RF3						
RF4						
RF5						
RF6						
RF7						
RF22	Complexidade no entendimento	7	10	5	350	350
RF1	Linguagem de programação PHP na integração com sistema de validação de acesso corporativo	9	10	2	180	180
RF2	Linguagem de programação PHP na integração com sistema de validação de acesso corporativo	9	10	5	450	450

A partir da identificação de riscos por requisito funcional, foi calculado o risco associado aos requisitos de negócio relacionados, sendo possível a definição de peso relativo ao risco para cada um deles. Os valores atribuídos a severidade, ocorrência e detecção representam sua probabilidade, sendo 10 o mais provável. O valor para RPN é calculado a partir da multiplicação destes valores. O RPN de cada característica é representado através da soma do RPN de cada risco associado.

A tabela abaixo apresenta o RPN calculado para cada requisito de negócio e seu peso relativo, sendo o RPN do requisito a soma do RPN de cada característica ou requisito funcional associado. O peso relativo é calculado a partir do percentual em relação ao RPN do Requisito e a soma total de RPN de todos os requisitos.



**Tabela 30:** Cálculo de peso relativo para riscos relacionados aos requisitos de negócio

Requisito Negócio	Requisito Funcional	RPN Característica	RPN Requisito	Peso Relativo
RN01	RF8	810	2210	0,213527
	RF9	210		
	RF10	210		
	RF22	350		
	RF1	180		
	RF2	450		
RN02	RF1	180	630	0,06087
	RF2	450		
RN03	RF8	810	1860	0,17971
	RF9	210		
	RF10	210		
	RF1	180		
	RF2	450		
RN05	RF8	810	1580	0,152657
	RF9	210		
	RF10	210		
	RF22	350		
RN07	RF8	810	1860	0,17971
	RF9	210		
	RF10	210		
	RF1	180		
	RF2	450		
RN08	RF8	810	2210	0,213527
	RF9	210		
	RF10	210		
	RF22	350		
	RF1	180		
	RF2	450		

#### 4.2.3 Etapa 4 – Aplicação do método proposto por Wiegiers – Projeto 1

Após a execução da triagem dos requisitos (etapa 1) e do cálculo do risco associado a cada requisito de negócio (etapa 3), os dados foram tabulados, seguindo a proposta de Wiegiers, porém com menor subjetividade, pois foram aplicadas técnicas para o cálculo das variáveis consideradas neste modelo. A

importância exibida na tabela abaixo representa o mesmo valor obtido na etapa 1 e o risco, o peso relativo calculado a partir do RPN de cada requisito de negócio calculado na etapa 3. Com estas informações, foi possível estabelecer o nível de prioridade de cada requisito. Os requisitos com menor risco e maior importância têm maior prioridade, com objetividade de manter maior peso para visão do cliente relacionada ao benefício com a implementação do requisito. O resultado foi apresentado na tabela 31.

**Tabela 31:** Proposta Wieggers – Projeto 1

Requisito Negócio	Importância	Risco	Prioridade (Importância%/ (Risco% * 0,5))
RN01	0,171428571	0,2135266	1,605688429
RN02	0,114285714	0,0608696	3,755102041
RN03	0,171428571	0,1797101	1,907834101
RN05	0,171428571	0,1526570	2,245931284
RN07	0,114285714	0,1797101	1,271889401
RN08	0,171428571	0,2135266	1,605688429

#### 4.2.4 Etapa 5 – Lista final de requisitos

A lista final de requisitos foi calculada considerando os requisitos identificados como prioritários durante a etapa 4, em que foram avaliados os riscos versus importância. Na sequência, foram incluídos os requisitos menos prioritários identificados ainda na triagem realizada na etapa 1. Se na triagem houvessem requisitos classificados como imprescindíveis, estes seriam considerados os mais prioritários, porém para este projeto isto não ocorreu.

**Tabela 32:** Lista final de requisitos – Projeto 1.

Requisito Negócio	Prioridade	Prioridade Original
RN02	3,8	7
RN05	2,2	3
RN03	1,9	1
RN01	1,6	2
RN08	1,6	4
RN07	1,3	6
RN04	1,0	5
RN06	0,5	8

A avaliação entre a diferença encontrada na prioridade original e a prioridade definida através do método proposto, será apresentada no capítulo 5.

### 4.3 Experimentação - Projeto 2

O segundo projeto, em que o método proposto foi aplicado, tem por objetivo implementar novas funcionalidades a um sistema já implantado possibilitando, à área de negócio de um grande banco, ser mais competitiva no seguimento de mercado em que atua.

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessária a contratação de um fornecedor externo, proprietário da aplicação em que as novas funcionalidades devem ser implementadas.

Este projeto apresenta como principal desafio a implementação de funcionalidades relacionadas a novas formas de comunicação entre a empresa e seus clientes, como redes sociais, envio de alertas por email ou SMS, e toda a infraestrutura necessária para viabilizar tais transações, de forma a estreitar seu relacionamento com os clientes finais. A equipe de desenvolvimento envolvida com o projeto não tem experiência anterior com a nova tecnologia necessária para implementação das funcionalidades. O custo estimado para o projeto impacta em aproximadamente 40% o volume financeiro anual disponível para desenvolvimento de novos projetos, o que aumenta a pressão por resultados e retorno do investimento.

Apesar da criticidade do projeto, não foi estabelecida a utilização de uma metodologia formal para seu desenvolvimento, porém a base para documentação foi a experiência da equipe na utilização de UML.

Um grande desafio para a equipe de projeto é garantir uma performance adequada para as novas funcionalidades, considerando o possível impacto em mais de 15 milhões de clientes do banco.

Algumas vantagens que se espera obter com a implementação da solução proposta são:

- ✓ Conceito Web 2.0, que permite flexibilidade para o cliente personalizar a tela do *Homebroker*, conforme sua preferência;

- ✓ Plataforma permite desenvolvimento ágil de novas funcionalidades com menor dependência da CMA;
- ✓ Aumento de performance de 4 para 60 ordens por segundo.

#### 4.3.1 Situação Atual

Os requisitos de negócio identificados inicialmente pelo cliente e listados na tabela abaixo, foram priorizados em uma ordem de 1 a 7 já considerando a implementação em 7 pacotes de entregas, sendo 1 o maior nível de prioridade. Alguns requisitos foram eliminados antes do início do desenvolvimento do projeto.

**Tabela 33:** Requisitos de negócio – Projeto 2.

Requisitos	Descrição	Prioridade
RN01	Pacote de serviços	4
RN02	Escolha do pacote de serviços	4
RN03	Simulador de pacotes	4
RN04	Carência do pacote de serviço	4
RN05	Personalização do menu	4
RN06	Compra pontual de relatórios	4
RN07	Visualização do pacote pelo cliente	4
RN08	Disponibilizar o aplicativo CMA Series 4 <i>Mobile</i>	1
RN09	<i>Mobile Broker</i>	6
RN10	Disponibilizar o aplicativo AE Móvel <i>Broker</i>	Eliminado
RN11	Disponibilizar o aplicativo CMA Series 2	4
RN12	Disponibilizar o aplicativo AE <i>Broadcast</i> Investidor Pessoal	Eliminado
RN13	Reformulação visual do <i>site</i>	4
RN14	Envio de e-mail para os clientes	6
RN15	Envio de mensagens via SMS para os clientes	6
RN16	Avisos via <i>site</i>	6
RN17	Acesso <i>Twitter</i>	Eliminado
RN18	<i>Blog</i>	6
RN19	Gestão de conteúdo	3
RN20	Consulta saldo conta corrente	6
RN21	Algoritmo	6
RN22	Negociar opções sem liquidez	7
RN23	Envio de estratégia ao cliente	6

**Tabela 33 (Continuação):** Requisitos de negócio – Projeto 2.

Requisitos	Descrição	Prioridade
RN24	Alteração na ordem enviada	Eliminado
RN25	Ferramenta gráfica	1
RN26	Atalho ao <i>Internet Banking – Homebroker + Login</i>	6
RN27	Transferências de ações recebidas	7
RN28	<i>Videochat</i>	6
RN29	Simulador de investimento	7
RN30	Ferramenta Administrativa para cálculo de perdas e lucros – avaliação de receita	Eliminado
RN32	Valorização da Carteira	5
RN33	Apuração de resultado	Eliminado
RN34	Alerta via SMS	6
RN35	Enquete	6
RN36	BM&F – OMS	2
RN37	BM&F no <i>site</i>	4
RN38	Reestruturar o cadastro de clientes via <i>Internet Banking</i>	6
RN39	Tesouro Direto	6
RN40	Recomendações de auditoria	4
RN41	Otimização do menu do <i>Homebroker</i> para a Visão de Atendimento	7
RN42	Melhorias OPA	7
RN43	Limite operacional	7
RN44	Liquidação de termo	7
RN45	Automação do processo de abertura	4
RN46	Listar opções de venda	7
RN47	Subscrição de ações	7
RN48	Conta margem	5
RN49	<i>Chat</i> de atendimento	3

O desenvolvimento dos requisitos de negócio identificados foi, inicialmente, estimado pela equipe em 70.330 horas de desenvolvimento, distribuídas em 29 meses de projeto. O custo final estimado do projeto foi de aproximadamente R\$ 12MM. Após 6 meses de execução, foi solicitada, à equipe, a priorização de requisitos que pudessem ser desenvolvidos com redução do orçamento inicialmente aprovado, e, neste contexto, o método proposto foi aplicado. Fazia parte do escopo do projeto a implementação de pequenas melhorias e aquisição de infra-estrutura para suportar aumento de volume de transações. Estes foram os requisitos implementados nos 6 meses iniciais.

A equipe de desenvolvimento do projeto não priorizou a identificação de riscos e apenas os que foram listados na tabela 34 haviam sido documentados antes da aplicação do método proposto. Estes riscos não refletiam a realidade do projeto, e não eram reconhecidos pelo cliente. A equipe de projeto não envolveu o cliente na validação e identificação destes riscos. Também não foi identificado plano de mitigação ou contingência mesmo para o requisito com probabilidade e impacto altos.

**Tabela 34:** Riscos identificados pela equipe – Projeto 2.

Risco	Probabilidade	Impacto	Fator Risco		Ajuste Mediana
Falta de conhecimento do fornecedor contratado para desenvolvimento do <i>chat</i> de atendimento	Média	Médio	4	31%	14%
Indisponibilidade do cliente para validação e revisão do detalhamento dos requisitos funcionais	Alta	Alto	9	69%	69%
				100%	<b>83%</b>

Para determinar o fator de risco, foram atribuídos os mesmos valores considerados no primeiro projeto para probabilidade e impacto, pois o projeto não apresentava um fator de risco calculado.

#### 4.3.2 Etapa 1 – Triagem dos requisitos

A aplicação do passo 1 do método proposto envolveu a revisão da prioridade dos requisitos pelo cliente e pela equipe de desenvolvimento. O tempo consumido, entre a apresentação do passo 1 e a aplicação da técnica, foi de aproximadamente 1 hora. O resultado pode ser observado na tabela 35.

**Tabela 35:** Resultado classificação de requisitos etapa 1.

ID	Requisito Negócio	Prioridade Cliente Original	Importância			Peso Relativo
			Cliente	Interna	Geral	
RN01	Pacote de serviços	4	3	2	3	4%
RN02	Escolha do pacote de serviços	4	3	2	3	4%
RN03	Simulador de pacotes	4	3	2	3	4%
RN04	Carência do pacote de serviço	4	3	2	3	4%
RN05	Personalização do menu	4	3	2	3	4%
RN06	Compra pontual de relatórios	4	3	2	3	4%
RN07	Visualização do pacote pelo cliente	4	3	2	3	4%
RN08	Disponibilizar o aplicativo CMA Series 4 Mobile	1	2	3	3	4%
RN09	<i>Mobile Broker</i>	6	1	2	1	1%
RN11	Disponibilizar o aplicativo CMA Series 2	4	3	2	3	4%

**Tabela 35 (Continuação):** Resultado classificação de requisitos etapa 1.

ID	Requisito Negócio	Prioridade Cliente Original	Importância			Peso Relativo
RN13	Reformulação visual do <i>site</i>	4	2	3	3	4%
RN14	Envio de E-mail para os clientes	6	1	3	1,5	2%
RN15	Envio de mensagens via SMS para os clientes	6	1	3	1,5	2%
RN16	Avisos via <i>site</i>	6	1	3	1,5	2%
RN18	<i>Blog</i>	6	1	2	1	1%
RN19	Gestão de conteúdo	3	2	3	3	4%
RN20	Consulta saldo conta corrente	6	1	2	1	1%
RN21	Algoritmo	6	2	1	1	1%
RN22	Negociar opções sem liquidez	7	1	2	1	1%
RN23	Envio de estratégia ao cliente	6	2	1	1	1%
RN25	Ferramenta gráfica	1	2	3	3	4%
RN26	Atalho ao <i>Internet Banking – Homebroker + Login</i>	6	1	2	1	1%
RN27	Transferências de ações recebidas	7	1	2	1	1%
RN28	<i>Videochat</i>	6	1	2	1	1%
RN29	Simulador de investimento	7	1	1	0,5	1%
RN32	Valorização da carteira	5	2	1	1	1%
RN34	Alerta via SMS	6	1	2	1	1%
RN35	Enquete	6	1	2	1	1%
RN36	BM&F – OMS	2	2	3	3	4%
RN37	BM&F no <i>site</i>	4	2	3	3	4%
RN38	Reestruturar o cadastro de clientes via <i>Internet Banking</i>	6	2	3	3	4%
RN39	Tesouro direto	6	1	2	1	1%
RN40	Recomendações de auditoria	4	1	3	1,5	2%
RN41	Otimização do menu do <i>Homebroker</i> para a Visão de Atendimento	7	1	3	1,5	2%
RN42	Melhorias OPA	7	2	2	2	3%
RN43	Limite operacional	7	2	2	2	3%
RN44	Liquidação de termo	7	1	2	1	1%
RN45	Automação do processo de abertura	4	1	3	1,5	2%
RN46	Listar opções de venda	7	1	2	1	1%
RN47	Subscrição de ações	7	1	2	1	1%



**Tabela 35 (Continuação):** Resultado classificação de requisitos etapa 1.

ID	Requisito Negócio	Prioridade Cliente Original	Importância			Peso Relativo
RN48	Conta margem	5	2	1	1	1%
RN49	Chat de atendimento	3	2	2	2	3%

#### 4.3.3 Etapa 2 – Avaliação das características

Após a triagem dos requisitos, foram selecionados aqueles em que a importância geral fosse classificada entre 1,5 e 6. Diferente do primeiro projeto em que o método foi aplicado, a equipe considerou inviável a avaliação das características para todos os requisitos de negócio.

Para os requisitos de negócio, foram identificados os requisitos funcionais relacionados identificando o grau de intensidade dos relacionamentos, conforme apresentado na tabela 15 – Matriz de intensidade.

Nesta etapa, foram despendidos aproximadamente 40 minutos. Os relacionamentos foram atribuídos pela equipe de tecnologia envolvida no projeto e o resultado foi apresentado na tabela 36. Durante esta etapa, alguns requisitos funcionais foram eliminados, pois se repetiam para requisitos de negócio diferentes, como por exemplo, Filtrar Clientes. Antes desta avaliação, tanto a equipe de desenvolvimento do projeto, quanto o cliente não haviam identificado a relação de dependência entre os requisitos de negócio e funcionais.

**Tabela 36:** Avaliação das características – Projeto 2.

ID	Descrição	Importância	Peso
RF15	Filtrar os clientes	2,09	0,114407
RF04	Cadastrar Serviços	1,39	0,076271
RF03	Cadastrar Canais de Acesso	0,89	0,048729
RF06	Cliente Escolhe Pacote de Serviços	0,70	0,038136
RF07	Cliente Troca Pacote de Serviços	0,70	0,038136
RF01	Cadastrar Taxas de Corretagem	0,58	0,03178
RF02	Taxas de Corretagem – SINACOR	0,58	0,03178
RF05	Cadastrar Pacote de Serviços	0,58	0,03178
RF08	Simulador de Pacotes	0,58	0,03178
RF57	Opção de <i>Chat</i>	0,58	0,03178
RF10	Comprar relatórios	0,50	0,027542
RF67	Melhorias OPA	0,50	0,027542
RF09	Personalização do menu	0,46	0,025424

**Tabela 36 (Continuação):** Avaliação das características – Projeto 2.

ID	Descrição	Importância	Peso
RF13	Cadastrar texto do corpo do email	0,46	0,025424
RF14	Aceite de recebimento de Email pelo cliente	0,46	0,025424
RF18	Cadastrar mensagem SMS no portal	0,46	0,025424
RF19	Aceite de recebimento de mensagens SMS pelo cliente	0,46	0,025424
RF22	Enviar aviso via <i>site</i>	0,46	0,025424
RF41	Opção de acesso a ferramenta gráfica	0,46	0,025424
RF42	Exibir a ferramenta gráfica	0,46	0,025424
RF65	Otimizar o menu do <i>Homebroker</i> para a Visão de Atendimento	0,46	0,025424
RF27	Cadastrar conteúdo	0,39	0,021186
RF61	<i>Pop-up</i> do curso básico da BOVESPA	0,39	0,021186
RF62	Menu esclarecimentos	0,39	0,021186
RF63	Rodapé da página deslogada	0,39	0,021186
RF64	Trocar o PDF Regras e Parâmetros de Atuação	0,39	0,021186
RF16	Gravar arquivo para envio de email	0,35	0,019068
RF17	Enviar email ao cliente	0,35	0,019068
RF21	Enviar mensagem SMS	0,35	0,019068
RF58	Reestruturar o Cadastro de clientes via <i>Internet Banking</i>	0,35	0,019068
RF68	Relatório de limite operacional	0,35	0,019068
RF71	Abertura automática	0,35	0,019068
RF43	Disponibilizar no <i>Internet Banking</i> , um atalho para o <i>Homebroker</i>	0,12	0,006356
RF44	Alterar a forma de <i>login</i> ao <i>site</i> pelo cliente	0,12	0,006356
RF11	Habilitar o serviço de <i>Mobile Broker</i>	0,04	0,002119
RF12	Acesso ao <i>Mobile Broker</i>	0,04	0,002119
RF23	Habilitar o <i>link</i> do <i>Twitter</i>	0,04	0,002119
RF54	Extrato de movimentação do mês	0,04	0,002119

A tabela 37 apresenta o relacionamento entre os requisitos de negócio e o requisito funcional considerado mais importante. Antes da análise e aplicação da etapa 2 do método proposto a equipe não tinha clareza quanto aos relacionamentos e dependências entre as funcionalidades, com esta análise foram eliminados requisitos funcionais que haviam sido considerados de forma incorreta. Foi considerado 9 o relacionamento de maior intensidade entre requisito de negócio e funcional. Os requisitos de negócio não listados na tabela não apresentam relação com o RF15 – Filtrar Clientes. A importância do requisito foi calculada através da soma de Peso Relativo \* Importância.

**Tabela 37:** Matriz de intensidade RF15 – Filtrar Clientes

ID	Requisito Negócio	RF15 - Filtrar Clientes
RN02	Escolha do Pacote de Serviços	9
RN14	Envio de E-mail para os clientes	9
RN15	Envio de mensagens via SMS para os clientes	9
RN16	Avisos via Site	9
RN41	Otimização do Menu do Homebroker para a Visão de Atendimento Santander Ações.	9
RN49	Chat de Atendimento	9

#### 4.3.4 Etapa 3 – Avaliação de riscos

Foram selecionadas 48% das características definidas como mais importantes na etapa 2 para avaliação de riscos, a partir do peso relativo. Os riscos foram observados pelo cliente e pela equipe de negócio, e a avaliação levou em conta os modos de falha que poderiam ser identificados após a implementação do requisito, impactando a operação do banco e seus clientes, diferente do ponto de vista observado no projeto 1, em que foram avaliadas as falhas durante a implementação. Os resultados são apresentados na tabela 38.

**Tabela 38:** Avaliação dos modos de falha – Projeto 2.

ID	Modo de Falha	Severidade	Ocorrência	Deteção	RPN	RPN Característica
RF15	Performance inadequada	7	7	2	98	98
RF04	Parametrização incorreta	8	2	9	144	144
RF03	Parametrização incorreta	8	2	9	144	144
RF06	Parametrização incorreta	4	2	9	72	84
	Mudanças na estrutura do aplicativo SINACOR	6	2	1	12	
RF07	Parametrização incorreta	4	2	9	72	84
	Mudanças na estrutura do aplicativo SINACOR	6	2	1	12	
RF01	Mudanças na estrutura do aplicativo SINACOR	8	2	1	16	16
RF02	Mudanças na estrutura do aplicativo SINACOR	8	2	1	16	16

**Tabela 38 (Continuação):** Avaliação dos modos de falha – Projeto 2.

ID	Modo de Falha	Severidade	Ocorrência	Deteção	RPN	RPN Característica
RF05	Parametrização incorreta	4	2	9	72	84
	Mudanças na estrutura do aplicativo SINACOR	6	2	1	12	
RF08	Parametrização incorreta	2	2	4	16	16
RF57	Falha de conexão entre site/banco/ call Center	10	10	1	100	700
	Indisponibilidade de atendentes	10	10	6	600	

Após a avaliação do modo de falha de cada característica, foi efetuada a avaliação do impacto sobre os requisitos de negócio relacionados e o resultado apresentado na tabela 39. Tanto a equipe de desenvolvimento quanto o cliente, concluíram que o resultado final da classificação de risco foi adequada a realidade do projeto. A identificação dos riscos na fase inicial do projeto pode resultar em um plano de mitigação e contingência adequados, minimizando os impactos decorrentes da falta de visibilidade e acompanhamento destes fatores.

**Tabela 39:** Atribuição de RPN sobre os requisitos de negócio – Projeto 2.

Requisito Negócio	Requisito Funcional	RPN Característica	RPN Requisito	Peso Relativo
RN01	RF04	144	588	0,0822608
	RF03	144		
	RF06	84		
	RF07	84		
	RF01	16		
	RF02	16		
	RF05	84		
	RF08	16		
RN02	RF15	98	686	0,0959709
	RF04	144		
	RF03	144		
	RF06	84		
	RF07	84		
	RF01	16		
	RF02	16		
	RF05	84		
RF08	16			

**Tabela 39 (Continuação):** Atribuição de RPN sobre os requisitos de negócio – Projeto 2.

Requisito Negócio	Requisito Funcional	RPN Característica	RPN Requisito	Peso Relativo
RN03	RF04	144	588	0,0822608
	RF03	144		
	RF06	84		
	RF07	84		
	RF01	16		
	RF02	16		
	RF05	84		
	RF08	16		
RN04	RF04	144	472	0,0660325
	RF03	144		
	RF06	84		
	RF07	84		
	RF08	16		
RN05	RF04	144	456	0,0637941
	RF03	144		
	RF06	84		
	RF07	84		
RN07	RF04	144	472	0,0660325
	RF03	144		
	RF06	84		
	RF07	84		
	RF08	16		
RN08	RF03	144	144	0,0201455
RN11	RF03	144	844	0,1180750
	RF57	700		
RN14	RF15	98	242	0,0338556
	RF04	144		
RN15	RF15	98	242	0,0338556
	RF04	144		
RN16	RF15	98	242	0,0338556
	RF04	144		
RN19	RF57	700	700	0,0979295
RN36	RF04	144	144	0,0201455
RN37	RF04	144	144	0,0201455
RN41	RF15	98	242	0,0338556
	RF03	144		
RN49	RF15	98	942	0,1317851
	RF04	144		
	RF57	700		

#### 4.3.5 Etapa 4 – Aplicação do método proposto por Wieggers

Com o resultado das etapas de 1 a 3 foi possível priorizar os requisitos, seguindo a proposta de Wieggers. O resultado foi apresentado na tabela 40. Quanto menor o risco e maior a importância, maior será considerada a prioridade calculada nesta etapa, considerando um maior retorno ao cliente com a implementação dos riscos de menor risco. A subjetividade foi reduzida através da aplicação da Casa da Qualidade na etapa 2 para determinação da importância e de FMEA na etapa 3 para identificação dos riscos associados aos requisitos funcionais relacionados.

**Tabela 40:** Priorização segundo Wieggers

Requisito Negócio	Importância	Risco	Prioridade (Importância%/ (Risco% * 0,5))
RN08	0,04	0,02	3,84301075
RN36	0,04	0,02	3,84301075
RN37	0,04	0,02	3,84301075
RN05	0,04	0,06	1,21358234
RN04	0,04	0,07	1,17244396
RN07	0,04	0,07	1,17244396
RN14	0,02	0,03	1,14337510
RN15	0,02	0,03	1,14337510
RN16	0,02	0,03	1,14337510
RN41	0,02	0,03	1,14337510
RN01	0,04	0,08	0,94114549
RN03	0,04	0,08	0,94114549
RN02	0,04	0,096	0,80669613
RN19	0,04	0,098	0,79056221
RN11	0,04	0,12	0,65567956
RN49	0,03	0,13	0,39164441

#### 4.3.6 Etapa 5 – Lista final de requisitos

Com o resultado das etapas anteriores foi possível a elaboração da lista final de requisitos priorizados, conforme apresentado na tabela 41.

Na etapa 1 não foram identificados requisitos que pudessem ser considerados imprescindíveis, desta forma foram priorizados os requisitos com maior importância calculada na etapa 4, seguidos dos requisitos considerados importantes na etapa 1 através de seu peso relativo.

Tabela 41: Lista Final de Requisitos – Projeto 2

ID	Descrição	Prioridade Final	Prioridade Original
RN37	BM&F no <i>site</i>	3,84	4
RN36	BM&F – OMS	3,84	2
RN08	Disponibilizar o aplicativo CMA Series 4 <i>Mobile</i>	3,84	1
RN05	Personalização do menu	1,21	4
RN07	Visualização do pacote pelo cliente	1,17	4
RN04	Carência do Pacote de Serviço	1,17	4
RN41	Otimização do Menu do <i>Homebroker</i> para a Visão de Atendimento	1,14	7
RN16	Avisos via <i>site</i>	1,14	6
RN15	Envio de mensagens via SMS para os clientes	1,14	6
RN14	Envio de E-mail para os clientes	1,14	6
RN03	Simulador de Pacotes	0,94	4
RN01	Pacote de Serviços	0,94	4
RN02	Escolha do Pacote de Serviços	0,81	4
RN19	Gestão de Conteúdo	0,79	3
RN11	Disponibilizar o aplicativo CMA <i>Series 2</i>	0,66	4
RN49	Chat de Atendimento	0,39	3
RN38	Reestruturar o cadastro de clientes via Internet Banking	0,04	6
RN25	Ferramenta gráfica	0,04	1
RN13	Reformulação visual do <i>site</i>	0,04	4
RN06	Compra pontual de Relatórios	0,04	4
RN43	Limite operacional	0,03	7
RN42	Melhorias OPA	0,03	7
RN45	Automação do processo de abertura	0,02	4
RN40	Recomendações de auditoria	0,02	4
RN48	Conta Margem	0,01	5
RN47	Subscrição de Ações	0,01	7
RN46	Listar Opções de Venda	0,01	7
RN44	Liquidação de Termo	0,01	7
RN39	Tesouro Direto	0,01	6
RN35	Enquete	0,01	6
RN34	Alerta via SMS	0,01	6
RN32	Valorização da carteira	0,01	5
RN28	Videochat	0,01	6
RN27	Transferências de ações (recebidas)	0,01	7
RN26	Atalho ao <i>Internet Banking – Homebroker + login</i>	0,01	6
RN23	Envio de estratégia ao cliente	0,01	6
RN22	Negociar Opções sem Liquidez	0,01	7
RN21	Algoritmo	0,01	6
RN20	Consulta Saldo Conta Corrente	0,01	6
RN18	Blog	0,01	6

**Tabela 41 (Continuação):** Lista Final de Requisitos – Projeto 2

ID	Descrição	Prioridade Final	Prioridade Original
RN09	<i>Mobile Broker</i>	0,01	6
RN29	Simulador de Investimento	0,01	7

#### 4.4 Conclusão

Os projetos apresentados foram selecionados em função de suas características, quantidade de requisitos, custo, prazo e, conhecimento técnico serem distintos.

Ambos os projetos, apesar de utilizarem uma metodologia para desenvolvimento de sistemas definida pela empresa de desenvolvimento de sistemas, apresentaram deficiências com relação à rastreabilidade dos requisitos, identificação e gerenciamento de riscos. A aplicação do método mostrou que é possível, em tempo de priorização de requisitos, a identificação de pontos de falha, de forma antecipada, aumentando as chances de sucesso no desenvolvimento do projeto, além de possibilitar um plano de mitigação e contingência antecipada para os riscos que não possam ser evitados.

Durante a execução dos dois experimentos foi possível observar que o tempo consumido e o grau de dificuldade para aplicação do método foram favoráveis, no primeiro projeto foram necessárias apenas 2 horas para execução de todas as etapas do método proposto. Também foi possível verificar que o cliente, ou solicitante do projeto, pode participar de todas as etapas de forma ativa, sem que fosse necessário conhecimento técnico com relação à implementação dos requisitos, o que facilita a comunicação e consenso em relação ao que deve ou não ser priorizado.

A aplicação do método pressupõe que os requisitos funcionais já estivessem identificados, caso fosse necessária, ainda, a identificação de tais requisitos, o tempo para aplicação certamente teria sido superior.



## 5 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

### 5.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo a avaliação dos resultados obtidos com a aplicação do método, apresentada no capítulo anterior. Também serão apresentadas as considerações quanto à percepção dos envolvidos nos projetos selecionados e os resultados.

### 5.2 Experimentação – Projeto 1

Foi possível observar que os requisitos de negócio identificados não explicitavam todos os objetivos do projeto apresentados pela equipe, o que por si só poderia levar ao fracasso do projeto. A documentação sobre a necessidade de negócio e os benefícios esperados não era suficiente para que a priorização fosse realizada, tornando ainda mais importante a participação do cliente em todas as etapas da aplicação do método. Com relação à priorização, realizada na etapa 1, houve consenso entre a equipe de desenvolvimento e o cliente no que diz respeito à importância, ou seja, a equipe de desenvolvimento também participou da definição de importância de cada requisito e não somente da definição do risco de tecnologia. A equipe de tecnologia não identificou requisitos de negócio em que fosse possível realizar a estimativa com precisão.

Durante a execução da etapa 2, a equipe identificou requisitos funcionais, já documentados pela equipe, que não estavam relacionados aos requisitos de negócio identificados pelo cliente. Tais requisitos não foram avaliados quanto à importância, já que não deveriam fazer parte do escopo do projeto. Isto demonstrou a eficiência da aplicação da casa da qualidade, não apenas para a definição da importância de cada característica, mas também para a identificação dos relacionamentos e dependências entre requisitos de negócio e requisitos funcionais, e para manutenção da rastreabilidade de tais informações. A equipe não encontrou dificuldades em executar esta etapa do método. O solicitante do projeto também atua na área de tecnologia e encontrou facilidade com os termos e técnicas propostas. Houve uma tendência da equipe de desenvolvimento em minimizar a importância apresentada pelo cliente para alguns requisitos de negócio.

Na etapa 3, a equipe de projeto identificou os riscos associados aos requisitos funcionais, do ponto de vista da implementação. Para alguns requisitos, a equipe de projeto não conseguiu identificar riscos associados, em função da baixa complexidade. Foi perceptível a falta de familiaridade da equipe com a disciplina de gestão de riscos. Também foi possível observar que os riscos identificados para o projeto e já documentados pela equipe não foram mencionados quando executada a avaliação por requisito, ou seja, os riscos identificados inicialmente antes da aplicação do método não foram considerados pela equipe após o detalhamento. Ao revisar a matriz de riscos original a equipe concluiu que parte dos riscos inicialmente identificados estavam incoerentes com os requisitos funcionais e/ou de negócio.

As etapas 4 e 5 não exigiram o envolvimento da equipe de projeto, pois foi necessária somente a tabulação dos resultados obtidos nas etapas anteriores. A lista final de requisitos priorizados demonstrou que o último requisito priorizado inicialmente pela equipe, deveria ser o primeiro requisito implementado, porém há dependências que foram consideradas no resultado final, o que levaria outros requisitos a uma maior prioridade.

O tempo total de envolvimento da equipe no projeto foi de aproximadamente 2 horas, desde a execução da etapa 1 até a obtenção da lista final de requisitos priorizados. Este tempo foi considerado aceitável pela equipe envolvida, uma vez que não geraria um custo adicional para implementação. O tempo necessário para tabulação dos dados nas etapas 4 e 5, não foi considerado.

A equipe do projeto entendeu ser necessária uma capacitação relacionada a identificação de riscos, seu controle e planejamento, de forma a tornar a aplicação do método mais eficaz em outros projetos. A falta de experiência nesta disciplina, pode interferir de forma negativa no resultado final.

Por se tratar de um projeto com poucos requisitos, a avaliação de riscos seria possível para todos os requisitos funcionais.

Durante a execução das etapas do método, a equipe não foi direcionada. Todas as instruções foram entregues e interpretadas pelos envolvidos. Foi possível verificar a necessidade de estabelecer critérios relacionados a identificação dos riscos.

### 5.3 Projeto 2

Durante a aplicação do método, na execução da etapa 1, foi possível observar que alguns requisitos originalmente priorizados para uma primeira fase do projeto, não eram prioritários do ponto de vista do cliente, tão pouco de tecnologia. O cliente não estava satisfeito com a proposta de implementação e o plano de entregas divulgado.

Com relação à equipe de tecnologia, observou-se que não havia uma estimativa precisa para nenhum dos requisitos de negócio do projeto, mesmo após a execução de um levantamento detalhado do escopo e da elaboração de um documento de visão, o que potencializava os riscos de execução do projeto no prazo e custo estimados. Durante a triagem dos requisitos, não foi possível a identificação de requisitos imprescindíveis, em função desta incerteza.

O projeto já possuía uma lista de requisitos funcionais relacionados aos requisitos de negócio, porém com a aplicação da casa da qualidade, foi possível observar que havia requisitos funcionais duplicados, como por exemplo, “filtrar clientes”, que se relacionavam com vários requisitos de negócio. Este requisitos haviam sido inclusive orçados incorretamente, gerando custo adicional para o projeto. Com a documentação de projeto existente, a equipe não conseguia identificar as dependências entre os requisitos funcionais e os impactos da implementação com os requisitos de negócio. A partir da aplicação da casa da qualidade, foi possível identificar tais dependências. A quantidade de requisitos desta projeto é bem superior ao que foi possível observar no primeiro experimento, tornando inviável a aplicação desta etapa para todos os requisitos, sem que houvesse um impacto no prazo do projeto em andamento.

A observação do risco sobre o requisito funcional, possibilitou à equipe a identificação de riscos anteriormente não documentados e que após a priorização dos requisitos podem ter seus planos de mitigação e contingência identificados e, então, implementados. A equipe envolvida no projeto não priorizou a variável risco na execução do projeto, porém após a aplicação do método identificou possibilidade de, através da gestão do risco, favorecer a execução do projeto e aumentar sua probabilidade de sucesso. Diferente do que ocorreu no primeiro experimento, a equipe de desenvolvimento identificou riscos relacionados aos requisitos funcionais

após a sua implementação, esta visão do risco, favoreceu a comunicação com o cliente, possibilitando seu envolvimento também nesta etapa.

A lista final de requisitos apresentou várias diferenças com relação à priorização original, porém a equipe considerou que é possível a implementação considerando a priorização sugerida pelo método. Tais diferenças foram aceitas pela equipe de tecnologia, que em parceria com o cliente, entenderam viável e aplicável o resultado da nova priorização. Além disso, a aplicação do método favoreceu o entendimento de todos os envolvidos com relação ao escopo do que deve ser implementado e a razão pelas quais a priorização de cada requisito foi estabelecida.

O tempo total para aplicação do método foi de aproximadamente 3 horas, desde a etapa 1 até a obtenção da lista final de requisitos. Este tempo foi considerado aceitável, principalmente em função do volume de requisitos e complexidade do projeto.

#### 5.4 Considerações sobre a aplicação do método

Com relação à aplicação do método, pode-se observar:

- A sequência para aplicação das etapas e a continuidade para a etapa seguinte exige a elaboração de planilhas para o cálculo dos resultados, caso contrário, os dados resultantes da etapa anterior e necessários para execução da etapa seguinte não ficam claros e pode gerar dificuldade no entendimento;
- Necessidade de definição de pesos para importância cliente e interna, medidas na etapa 1, de forma a garantir que a importância do cliente tenha maior relevância durante o processo. Este peso poderia ser definido pela equipe antes da aplicação do método, observando a característica de cada projeto. Uma base histórica também seria importante para calibragem desta informação;
- A aplicação da casa da qualidade permitiu a identificação de requisitos funcionais que não estavam diretamente relacionados aos requisitos de negócio e, desta forma, poderiam ser desprezados. Isto também poderia indicar que os requisitos de negócio não foram devidamente identificados ou documentados;

- O tempo despendido na aplicação da etapa 4 permitiria a avaliação de risco para todas as características e não apenas para as prioritárias, considerando que tais riscos podem ser acompanhados nas etapas seguintes do ciclo de vida do projeto, gerando resultados não somente na fase de priorização dos requisitos, mas durante todo o ciclo de vida do projeto;
- Seria importante a definição de critério para identificação e análise de riscos. Nos experimentos realizados, as equipes abordaram risco de pontos de vista diferentes, no primeiro caso, riscos de implementação, no segundo caso, riscos na ocorrência de falhas dos requisitos quando implementados;
- A escala para definição de severidade, ocorrência e detecção, na etapa 4 poderia ser revista a fim de facilitar a atribuição de valores pelos envolvidos;
- A escala definida na etapa 1 deve ser revista, pois os números em ordem decrescente confundiram os participantes;
- O método não propõe a avaliação de dependências entre os requisitos de negócio durante a priorização, o que pode gerar um resultado inviável, do ponto de vista de implementação, se por exemplo, um requisito prioritário depender de outro menos prioritário;
- Seria necessário estabelecer um critério para seleção das características mais prioritárias na etapa 2 e que devem ser avaliadas na etapa 3, caso não seja possível a análise de risco para todos os requisitos. Para os dois experimentos, foram selecionadas aproximadamente 50% das características mais relevantes, porém não houve uma análise prévia, com objetivo de confirmar se este é o melhor percentual a ser aplicado;
- É necessário eleger um mediador ou coordenador para condução da aplicação do método, com objetivo de garantir a integração entre a equipe envolvida e a integração entre os dados obtidos nas diferentes etapas;

- Não é necessário conhecimento do negócio ou tecnologia envolvida com o projeto para condução da aplicação do método, porém é importante que o coordenador ou mediador possua conhecimento prévio sobre as entradas e saídas de cada etapa;
- A aplicação do método se mostra mais eficiente em projetos com entregas parciais, pois garante que sejam priorizados requisitos com resultados para negócio logo no início do projeto. Porém, é possível observar que a análise dos riscos e aplicação na priorização dos riscos favorece a aplicação de planos de mitigação logo no início da implementação, mesmo para projetos com apenas uma entrega ao final da implementação, podem maximizar a probabilidade de sucesso;
- Após a conclusão da etapa final, foi realizada uma avaliação com a equipe envolvida no projeto, a fim de determinar a viabilidade do resultado final. Seria importante a inclusão como uma etapa formal do método, de tal forma, a garantir sua execução e registro;

## 5.5 Conclusão

Do ponto de vista de aplicação, o resultado obtido foi considerado satisfatório. Um dos objetivos com a proposta era que o tempo consumido e a complexidade fossem aceitáveis e isto foi alcançado, considerando o retorno dos envolvidos.

Durante a execução das etapas do método foi possível identificar a percepção dos participantes e estes resultados foram apresentados neste capítulo, desta forma, não foi necessária a aplicação de questionário ou pesquisa.

Várias melhorias foram identificadas, a fim de tornar o método mais preciso e fácil de ser aplicado, vale destacar que uma base histórica de riscos, identificados na aplicação da etapa 3, pode facilitar projetos futuros.

Também foi importante observar que a falta de conhecimento sobre análise e gestão de riscos, pode inviabilizar a aplicação do método proposto. Já as etapas 1 e 2, favorecem o detalhamento de requisitos mal detalhados anteriormente.

O risco em função da falta de conhecimento com relação a tecnologia ou o contexto em que o projeto é desenvolvido não diminuiu com a aplicação do método,

porém permite a equipe envolvida a execução de ações preventivas no sentido de mitigá-los.

O método pode ser aplicado em projetos de diferente complexidade, seu uso em projetos menos complexos não é inviabilizado, uma vez que a gestão de riscos e a definição da seqüência para o implementação de requisitos deve ser considerada em projetos de qualquer natureza.

## 6 CONCLUSÃO

### 6.1 Introdução

Neste capítulo será apresentado um resumo e as contribuições desta dissertação. Também serão registradas sugestões para trabalhos futuros.

### 6.2 Resumo

A priorização de requisitos ainda é um processo por vezes negligenciado pela equipe de desenvolvimento de sistemas, porém é um fator decisivo quanto à possibilidade de sucesso na implementação de um projeto.

Uma das motivações para o desenvolvimento desta dissertação é o resultado na implementação de projetos com requisitos que não são importantes para o cliente ou que tão pouco foram solicitados, gerando custo e risco que poderiam ser evitados.

Na tentativa de encontrar uma possibilidade para minimizar este risco, esta dissertação buscou apresentar conceitos e técnicas, utilizadas em engenharia de software e produção, para priorização de requisitos, além de análise e identificação de riscos, objetivando maximizar a probabilidade de sucesso com a implementação dos requisitos selecionados.

Como apresentado, foi possível verificar que as técnicas mais precisas de priorização têm aplicação inviável em projetos com muitos requisitos, em função do tempo exigido e da complexidade para execução. Esta dissertação propõe uma triagem dos requisitos prioritários e conhecidos pela equipe de desenvolvimento, de forma que seja possível concentrar tempo na análise dos requisitos com maior nível de incerteza. Destaca-se a apresentação de FMEA, como um método capaz de auxiliar a identificação de riscos e priorizá-los. Além de FMEA, foi apresentado QFD como uma técnica que possibilita o relacionamento dos requisitos funcionais ou técnicos as necessidades de negócio identificadas pelo cliente.

O método proposto é composto de 5 fases:

- 1 – Triagem dos requisitos: Identificação da importância dos requisitos de negócio;



2 – Avaliação de características utilizando QFD: A partir dos requisitos de negócio, relacionar os requisitos funcionais necessários para sua implementação e identificar a partir das dependências a importância de cada requisito funcional;

3 – Avaliação de riscos com base em FMEA: Para os requisitos funcionais importantes, identificar os riscos relacionados e calcular o fator que define sua prioridade;

4 – Aplicação da proposta de Wiegers: Considerando os valores obtidos nas etapas 1 e 3, calcular a prioridade dos requisitos de negócio selecionados,

5 – Geração da lista final de requisitos priorizados: Obter a lista final de requisitos a partir dos requisitos considerados prioritários na etapa 1 e o resultado da priorização realizada na etapa 4, os requisitos não prioritários identificados na etapa 1 estarão no final desta lista.

A fim de verificar a viabilidade de aplicação do método proposto, foram selecionados dois projetos de complexidade distinta, aos quais o método foi aplicado. As listas de requisitos priorizados foram analisadas e comparadas com a priorização original. Também foi considerada a percepção da equipe envolvida com os projetos quanto ao resultado final obtido com a aplicação do método.

### 6.3 Análise geral e contribuições

Este trabalho demonstrou que é possível a combinação entre técnicas de engenharia de software e técnicas já utilizadas e validadas por outras áreas da engenharia, de forma a obter resultados confiáveis. A aplicação de uma técnica para identificação dos riscos em tempo de priorização de requisitos demonstrou que é possível orientar o desenvolvimento de um projeto, de forma a minimizar os riscos, maximizando a probabilidade de sucesso do projeto. Além disto, as informações utilizadas para priorização dos requisitos podem evoluir e contribuir de forma positiva com as fases seguintes do planejamento, da execução e do controle do projeto.

Outra contribuição foi apresentar uma forma de relacionar os requisitos funcionais aos requisitos de negócio e calcular seu grau de importância, trazendo mais precisão ao processo e possibilitando uma comunicação mais eficiente com o

cliente, além de sua participação ativa no processo de priorização dos requisitos de negócio.

Foi possível constatar que a experiência dos envolvidos no projeto, bem como o conhecimento detalhado do cliente sobre o negócio a que o projeto se relaciona, beneficia o processo de priorização, contudo a estratégia apresentada pode ser aplicada, independente da experiência da equipe, com resultados menos subjetivos.

Pode-se ainda considerar uma contribuição desta dissertação a integração entre uma técnica de priorização não formal como PG e técnicas como QFD e FMEA, aplicadas já há décadas em engenharia de produção e que podem trazer benefícios para a engenharia de software.

É possível verificar que a aplicação do método proposto, possibilita aos envolvidos no projeto uma compreensão comum sobre as decisões tomadas quanto a priorização dos requisitos, suas razões e as implicações no desenvolvimento do projeto.

#### 6.4 Sugestões para futuras pesquisas

- Desenvolvimento de ferramenta de apoio: foi possível verificar que a tabulação dos dados e a necessidade de busca de valores determinados em etapas anteriores seria facilitada pelo desenvolvimento de uma ferramenta;
- Dependência entre requisitos de negócio: avaliar a dependência entre os requisitos de negócio e o impacto na priorização de requisitos realizada;
- Base histórica de riscos: modelar uma base histórica de riscos, com objetivo de facilitar e enriquecer a aplicação de FMEA;
- Experimentação em projetos diversos: aplicação do método proposto em projetos de desenvolvimento diversos, comparando o resultado, de acordo com a experiência das equipes envolvidas;
- Acompanhamento do ciclo de vida de um projeto: revisão da priorização durante o ciclo de vida do projeto, com objetivo de comprovar que a

priorização realizada no início aumentou, realmente, a probabilidade de sucesso do projeto.

## REFERÊNCIAS

AHL, V. **An experimental comparison of five prioritization methods**. Suécia, 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado) – School of Engineering, Bleking Institute of Technology.

AKAO, Y. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte, 1996. Fundação Christiano Ottoni.

ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A. **Análise de risco em gerência de projetos**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. 172p.

AZAR, J.; SMITH, R. K., CORDES, D. Value-Oriented Requirements Prioritization in a Small Development Organization. **IEEE Software**, January/February, 2007, vol. 24, no. 1, pp. 32-37.

BECK, K; ANDRES, C. **Extreme programming explained: Embrace Change**. 2ª. Edição, Addison-Wesley, USA, 2004, 157p.

BERANDER P.; ANDREWS, A. **Requirements Prioritization, Engineering and Managing Software Requirements**. Springer, 2006, pp. 69-94.

BOEHM, B. W.; SULLIVAN, K. J. Software Economics: A Roadmap. In: Internacional Conference on Software Engineering, 2000. **Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering**. Limerick, Ireland, 2000, pp. 319-343.

CHENG, L. C. et al. QFD: Planejamento da qualidade. Belo Horizonte, 1995. Fundação Christiano Ottoni.

COSTA, H. R. **Uma abordagem econômica baseada em riscos para avaliação de uma carteira de projetos de software**. Rio de Janeiro, 2005. 102 f. Dissertação de Mestrado – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

DANEVA, M.; HERRMANN, A. Requirements Prioritization Based on Benefit and Cost Prediction: A Method Classification Framework. In: 34th Euromicro Conference Software Engineering and Advanced Applications, 2008. **Proceedings Software Engineering and Advanced Applications**. Euromicro Conference, 2008, pp. 240-247.

FEATHER, M. S. *et al.*. A Broad, Quantitative Model for Making Early Requirements Decisions. **IEEE Software**, March/April, 2008, vol. 25, no. 2, pp. 49-56.

FOGELSTRÖM, N.D.; GORSCHKEK, T.; SVAHNBERG M. Investigating Impact of Business Risk on Requirements Selection Decisions. In: 35th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, 2009. **Proceedings Software Engineering and Advanced Applications**. Euromicro Conference, 2009, pp. 217-223.

GLINZ, M. A Risk-Based, Value-Oriented Approach to Quality Requirements. **IEEE Software**, March/April, 2008, vol. 25, no. 2, pp. 34-41.

HERRMANN, A.; PAECH, B. Practical challenges of requirements prioritization based on risk estimation. **Empirical Software Engineering**. Springer Netherlands, US, 2009, v. 14, number 6, pp. 644-684.

HERRMANN, A.; DANEVA, M. Requirements Prioritization Based on Benefit and Cost Prediction: An Agenda for Future Research. In: 16th IEEE International Requirements

Engineering Conference, 2008, Barcelona, Espanha. **Proceedings...** Requirements Engineering, IEEE International Conference, 2008, pp. 125-134.

HOODAT, H., RASHIDI, H. **Classification and Analysis of Risks in Software Engineering**. World Academy of Science, Engineering and Technology, 56, 2009. pp. 446-452.

KARLSSON, L. *et al.*. Requirements Prioritisation: An Experiment on Exhaustive Pair-Wise Comparisons versus Planning Game. In: 8th Conference on Empirical Assessment in Software Engineering, 2004, Edinburgh, UK, pp. 145-154.

KARLSSON, L. *et al.*. Pair-wise comparisons versus planning game partitioning--experiments on requirements prioritisation techniques. **Empirical Software Engineering**, Hingham, USA, p. 3-33, fev. 2007.

KARLSSON, L.; HÖST, M.; REGNELL, B. Evaluating the Practical Use of Different Measurement Scales in Requirements Prioritisation. In: International Symposium on Empirical Software Engineering. **Proceedings...** ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering, Rio de Janeiro, Brasil, 2006, pp. 326-335.

KARLSSON, J.; RYAN, K. A Cost-Value Approach for Prioritizing Requirements. **IEEE Software**, Set/Out, 1997, vol. 14, no. 5, pp. 67-74.

LEFFINGWELL, D.; WIDRIG, D. **Managing software requirements: a use case approach**. 2a. ed., Boston, USA: Addison Wesley, 2003. 544p.

LIU, X. F. Software quality function deployment, **IEEE Potentials**, vol. 19, no. 5, Dez-2000 / Jan-2001, pp. 14-16.

MCDERMOTT, R. E.; MIKULAK, R. J.; BEAUREGARD, M. R. **The Basics of FMEA**. 2. ed. New York, USA: CRC Press, 2008. 91p.

PEIXOTO, M. O. C. **Uma proposta de aplicação da metodologia desdobramento da função qualidade (QFD) que sintetiza as versões QFD-estendido e QFD das quatro ênfases**. São Carlos, 1998. 148f. Dissertação de Mestrado – USP, São Carlos, 1998.

PRESSMAN, R. S.; LOWE, D. **Engenharia WEB**. 1a. ed., Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009. 410 p.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, PMI. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamentos de Projetos: Guia PMBOK**. Terceira Edição. Local Pennsylvania: Four Campus Boulevard, 2004. 388p.

ROOS, C.; ROSA, L. C. **Ferramenta FMEA: estudo comparativo entre três métodos de priorização**. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13 Out., 2008, Rio de Janeiro, RJ. Anais... São Paulo: ABEPRO, 2008.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. **The unified modeling language reference manual**. 2a. ed., Boston, USA: Addison Wesley, 2004. 705p.

SCHNEIDER, D. **Quantitative Risk-Based Decision Making**. Seminar: Winter Term 2008 / 2009. Software Technology Group, Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering, Germany, 2009, pp. 215-262.

SOBREIRO, V. A. *et al.* **Métodos para avaliações econômicas sob condições de risco.** Revista Ciência Administração v. 13, n. 2., Fortaleza, 2007, pp. 208-222.

SONDA, F. A.; RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E. A aplicação do QFD no desenvolvimento de software: Um estudo de caso. Disponível em: [http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/123\\_qfd\\_software.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/123_qfd_software.pdf). Acesso em: 04.Jan.2010.

SULLIVAN, K., J.; CHALASANI, P.; JHA, S. **Software Design Decisions as Real Options.** Technical Report 97 – 14. Department of Computer Science, University of Virginia, Charlottesville, VA, 1997, pp. 215-262.

STOLF, W. A. **Quantificação do risco de crédito: um estudo de caso utilizando o modelo Creditrisk+.** Piracicaba, 2008. 111f. Dissertação de Mestrado – ESALQ/USP, Piracicaba, 2008.

VILLACOURT, M. **Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Guide for Continuous Improvement for the Semiconductor Equipment Industry.** In: INTERNATIONAL SEMATECH TECHNOLOGY TRANSFER, 30 Sept., 1992, Texas, EUA, 25 p.

WIEGERS, K. **First Things First: Prioritizing Requirements.** Software Development, vol. 7, no. 9, 1999. Disponível em: <http://www.processimpact.com/pubs.shtml#requirements>. Acesso em: 02 Nov. 2009.

WIEGERS, K. **Software Requirements.** 2a. ed., Canada: H. B. Fenn and Company Ltda, 2003. 544p.