

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

**Robson dos Santos Cabral**

**Práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas de  
*software* brasileiras: um estudo de caso**

**São Paulo  
2015**

Robson dos Santos Cabral

Práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas de *software* brasileiras:  
um estudo de caso

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. Mauro de Mesquita Spinola  
(Orientador)

USP – Universidade de São Paulo

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spinola (Orientador)  
USP – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. José Eduardo Zindel Deboni (Membro)  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Dr. Reginaldo Arakaki (Membro)  
USP – Universidade de São Paulo

Robson dos Santos Cabral

Práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas de *software* brasileiras:  
um estudo de caso

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.

Área de Concentração: Engenharia de *Software* .

Orientador: Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spinola

São Paulo  
Junho/2015

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

**C117p**

Cabral, Robson dos Santos

Práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas de software  
brasileiras: um estudo de caso. / Robson dos Santos Cabral. São Paulo, 2015.  
64p.

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

Orientador: Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spinola

1. Engenharia de requisitos 2. Engenharia de software 3. Pequena empresa 4.  
Brasil 5. Tese I. Spinola, Mauro de Mesquita, orient. II. IPT. Coordenadoria de  
Ensino Tecnológico III. Título

15-45

CDU 004.414.3(043)

## **DEDICATÓRIA**

Em especial para minha mãe Maria, ao meu pai Walter (em memória), ao meu padrasto Carlos Alberto (em memória), aos meus irmãos, e que sirva como bom exemplo para os meus sobrinhos.

## **AGRADECIMENTO**

Aos amigos Silvio Prestes e Daniel Guillize que compartilharam as suas experiências ao longo do mestrado, contribuindo assim com a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Dr. Mauro, pela paciência, dedicação e pelos ensinamentos.

Aos participantes dos estudos de casos, pela gentileza em colaborar com esta pesquisa.

## RESUMO

A comunidade de engenharia de *software* tem interesse crescente em melhorar o processo de *software* para as pequenas empresas. Essas empresas desenvolvem produtos significativos e para construí-los precisam de práticas de engenharia de *software* eficientes e adequadas para o seu tamanho e tipo de negócio. O uso inadequado das práticas de engenharia de requisitos tem sido apontado como um dos principais fatores para o insucesso dos projetos nesse segmento. Portanto, torna-se necessário identificar os principais problemas que dificultam a adoção de boas práticas de engenharia de requisitos nas pequenas empresas de *software* brasileiras, para entender o que precisa ser mudado e como melhorar o processo, a fim de aumentar a qualidade dos produtos e reduzir os custos de desenvolvimento de *software* nessas empresas. O objetivo deste trabalho é compreender as dificuldades e os desafios na aplicação de boas práticas de engenharia de requisitos nas pequenas empresas de *software* brasileiras. Esta pesquisa foi feita aplicando-se um estudo de caso que contém questões que foram criadas com base na literatura. Buscou-se identificar se os problemas verificados por outros autores acontecem nas pequenas empresas brasileiras de *software*, visando orientar esforços de pesquisa sobre esses problemas e gerar informações que os minimizem durante a realização das atividades do processo de engenharia de requisitos, tais como elicitação, análise e negociação, especificação, validação e gerenciamento. Por fim, foram apresentados os resultados obtidos e uma comparação entre as proposições e os dados coletados. Os resultados encontrados sugerem que os principais problemas apontados na literatura são observados em empresas brasileiras, mas o uso de boas práticas de engenharia de requisitos diminui os problemas identificados na literatura.

**Palavras-chave:** engenharia de requisitos; prática de engenharia de requisitos; pequena empresa brasileira de *software*; estudo de caso.

## **ABSTRACT**

### **Requirements engineering practices in small Brazilian software enterprises: a case study**

The software engineering community has a growing interest in improving the software process for small enterprises. These companies develop meaningful products and to build them they need efficient software engineering practices, appropriate for their size and type of business. The improper use of requirements engineering practices has been touted as one of the main factors for the failure of projects in this segment. Therefore, it is necessary to identify the main problems that hinder the adoption of good requirements engineering practices on small Brazilian software enterprises to understand what needs to be changed and how to improve the process in order to increase the quality of products and reduce software development costs in these enterprises. The objective of this study is to understand the difficulties and challenges in the application of good practices of engineering requirements on small Brazilian software enterprises. This research was made by applying a case study containing issues that were created based on the literature. It sought to identify whether the problems experienced by other authors happen in small Brazilian software enterprises in order to guide research efforts on these issues and generate information that minimize them while performing the activities of the requirements engineering practices, such as elicitation, analysis and negotiation, specification, validation and management. Finally, the results are presented as well as a comparison between the proposals and the collected data. The results suggest that the main problems cited in the literature are observed in Brazilian enterprises, but the use of good requirements engineering practices reduces the problems identified in the literature.

**Key words:** requirements engineering; requirements engineering practice; small Brazilian software enterprise; case study.



## **Lista de Figuras**

Figura 1: Requisitos Não Funcionais.....	15
Figura 2: Modelo espiral do processo de engenharia de requisitos .....	16
Figura 3: Elicitação de Requisitos .....	18
Figura 4: Análise e Negociação de Requisitos .....	20

## Lista de Quadros

Quadro 1: Sumário de problemas das práticas ER em SME's.....	34
Quadro 2: Sumário de problemas das práticas ER em SME's x Proposições .....	38
Quadro 3: Características das Empresas .....	47
Quadro 4: Gerenciamento de Projetos nas atividades de ER.....	48
Quadro 5: Características dos principais processos de ER .....	48
Quadro 6: Características do acompanhamento dos requisitos .....	49
Quadro 7: Benefícios e dificuldades encontrados ao utilizar práticas de ER .....	49
Quadro 8: Questões organizacionais .....	60
Quadro 9: Questões referentes ao gerenciamento.....	60
Quadro 10: Questões referentes às fases de ER .....	60
Quadro 11: Questões referentes ao acompanhamento dos requisitos.....	60
Quadro 12: Questões referentes à qualidade ao aplicar práticas de ER.....	61

## Lista de Abreviaturas e Siglas

APF	Análise de Ponto de Função
EA	<i>Enterprise Architect</i>
ER	Engenharia de Requisitos
MPS.BR	Melhoria de Processos do <i>Software</i> Brasileiro
SME	<i>Small and Medium Enterprises</i>
SWEBOK	<i>Software Engineering Body of Knowledge</i>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Motivação.....	10
1.2	Objetivo .....	11
1.3	Organização do Trabalho .....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	13
2.1	Engenharia de Requisitos .....	13
2.1.1	Conceitos.....	13
2.1.2	Detalhamento das Principais Fases de ER .....	17
2.2	Engenharia de Requisitos em SME .....	23
2.3	Conclusão .....	36
3	MÉTODO .....	37
3.1	Escolha das empresas e dos entrevistados .....	37
3.2	Proposições .....	37
3.3	Questões da pesquisa .....	39
3.4	A coleta dos dados .....	40
3.5	A análise dos dados .....	40
4	ESTUDO DE CASOS .....	41
4.1	Empresa A .....	41
4.2	Empresa B .....	43
4.3	Empresa C .....	45
4.4	Síntese dos dados coletados nas entrevistas .....	46
4.5	Análise das proposições.....	50
5	CONCLUSÃO .....	55
5.1	Resumo .....	55
5.2	Análise geral e contribuições .....	56
5.3	Sugestão para trabalhos futuros .....	56
	REFERÊNCIAS .....	58
	APÊNDICE A – PERGUNTAS DA PESQUISA DE CAMPO .....	60

## 1 INTRODUÇÃO

Esta seção fornece uma visão geral da pesquisa, desde a motivação que levou à sua realização, o objetivo e as delimitações do assunto tratado. Também se insere no conteúdo desta seção o método de trabalho utilizado para a sua elaboração e a definição da organização e estruturação do texto.

### 1.1 Motivação

A comunidade de engenharia de *software* tem interesse crescente em melhorar o processo de *software* para as pequenas empresas de *software*. Isso se deve ao fato de a indústria de *software*, na maioria dos países, ser composta principalmente de pequenas organizações de *software* que aumentam as suas economias nacionais. Essas organizações desenvolvem produtos significativos e, para construí-los, precisam de práticas de engenharia de *software* eficientes e adequadas para o seu tamanho e tipo de negócio (PINO et al., 2009).

Embora as organizações de *software* grandes e pequenas enfrentem desafios de engenharia de *software* semelhantes, é necessário considerar as diferenças em vários aspectos, tais como os modelos de negócio e objetivos, nichos de mercado, disponibilidades financeiras, humanas e os recursos, processos e a capacidade de gestão, além das diferenças organizacionais (OCHOA et al., 2010).

As pequenas organizações não são apenas versões reduzidas de grandes empresas. Ao contrário das grandes empresas, as pequenas empresas não tem pessoal suficiente que lhes permita executar tarefas complexas secundárias, não focadas diretamente na produção de seus produtos. Finanças apertadas também restringem muito as pequenas empresas, de modo que nem sempre podem adquirir conhecimentos necessários.

Considerando a grande percentagem de pequenas organizações de *software* em todo o mundo, são relativamente poucas as publicações que apresentam soluções de engenharia de *software* com foco especificamente em pequenas empresas de *software* (I. RICHARDSON et al., 2007).

Apesar de existirem diversos fatores que causam insucesso de projetos, o uso inadequado de práticas de engenharia de requisitos tem sido apontado como

um dos principais. No entanto, a melhoria das práticas de engenharia de requisitos requer a identificação de áreas de melhoria do processo atual (QUISPE et al., 2010).

Segundo o SWEBOK (2004), as práticas de engenharia de requisitos precisam ser adaptadas para as organizações e o contexto do projeto. Considerando tudo isso, nota-se que essas práticas, tipicamente feitas para grandes empresas, são inadequadas para pequenas empresas de *software*. Isso tem gerado estudos com a finalidade identificar áreas de melhoria nas práticas de engenharia de requisitos para pequenas empresas de *software*.

Entre esses estudos, podem ser citados Solemon et al. (2008), Quispe et al. (2010), Talbol et al. (2011), Basharat et al. (2013) e Khankaew et al. (2014) que se concentraram em investigar o estado atual das práticas de engenharia de requisitos em pequenas e médias empresas (SME) de *software* e os seus problemas na Malásia, Chile, Nova Zelândia, Paquistão e Tailândia. Os resultados mostram problemas comuns, tais como: falta de clareza e completude dos requisitos, falta de ferramentas de apoio, falta de gestão de mudanças, inadequada comunicação com o cliente, etc.

Todos os problemas mencionados acima têm um impacto negativo para o sucesso dos projetos de *softwares* realizados por pequenas empresas de *software*. Portanto, torna-se necessário identificar os principais problemas que dificultam a adoção de boas práticas de engenharia de requisitos nas pequenas empresas de *software* brasileiras, para entender o que precisa ser mudado e como melhorar o processo, a fim de aumentar a qualidade dos produtos e reduzir os custos de desenvolvimento de *software* nessas empresas.

## 1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é compreender as dificuldades e os desafios na aplicação de boas práticas de engenharia de requisitos nas pequenas empresas de *software* brasileiras.

Esta pesquisa foi feita aplicando-se um estudo de caso baseado em questões criadas com base na literatura.

Buscou-se identificar se os problemas verificados por vários autores de referência acontecem nas pequenas empresas brasileiras de *software*, visando orientar esforços de pesquisa sobre esses problemas e gerar informações que os minimizem durante a realização das atividades do processo de engenharia de

requisitos, tais como elicitación, análise e negociação, especificação, validação e gerenciamento.

### 1.3 Organização do Trabalho

O trabalho foi organizado conforme as atividades relacionadas a seguir:

**A seção 2**, Fundamentação Teórica, apresenta a pesquisa e a revisão bibliográfica, visando compreender conceitos, atividades, técnicas e papéis referentes ao processo de engenharia de requisitos. Essa seção também descreve os estudos feitos por outros autores para identificar e compreender o estado atual das práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas, bem como os principais problemas que dificultam a adoção dessas práticas por essas empresas.

**A seção 3**, Método, apresenta os critérios de escolha das empresas e dos entrevistados, mostra as proposições, as questões de pesquisa, o roteiro da coleta dos dados e o roteiro da análise dos dados coletados.

**A seção 4**, Estudo de Caso, apresenta a aplicação prática da pesquisa de campo. Essa seção apresenta também o detalhamento dos ambientes para as pesquisas de campo, os dados coletados e a análise das proposições com base nos dados coletados nas pesquisas de campo.

**A seção 5**, Conclusão, discute os resultados obtidos no estudo de caso. São apresentadas sugestões de possíveis melhorias no processo que indiquem futuras pesquisas a partir da evolução deste projeto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os conceitos relacionados às práticas de engenharia de *software*, além dos principais trabalhos da literatura que possuem atividades similares ao estudo de caso, que é a identificação dos principais fatores que afetam as práticas de engenharia de requisitos nas pequenas empresas de *software*. Os autores estudados enfatizam a dificuldade da utilização das práticas de engenharia de requisitos nas pequenas e médias empresas, o que os motivou nas suas pesquisas.

### 2.1 Engenharia de Requisitos

#### 2.1.1 Conceitos

É amplamente reconhecido dentro do setor de *software* que os projetos de engenharia de *software* são extremamente vulneráveis quando as atividades de engenharia de requisitos são mal realizadas, afirma (SWEBOK, 2004).

Segundo Sommerville (2007), pode-se considerar que o maior desafio no desenvolvimento de *software* seja do processo engenharia de requisitos. Logo, o sucesso de um sistema de *software* depende de como ele se encaixa bem às necessidades de seus usuários e ambiente, pois os requisitos de *software* compreendem estas necessidades e engenharia de requisitos é o processo pelo qual os requisitos são determinados (CHENG et al., 2007).

De acordo com Sommerville (2007), o processo de engenharia de requisitos envolve todas as atividades necessárias para criação, validação e gerenciamento dos artefatos de requisitos ao longo do ciclo de desenvolvimento de *software*.

Para Cheng et al., (2007), os artefatos de requisitos devem ser entendidos e utilizáveis por todos os interessados, que podem não estar bem informados sobre computação. Assim, as notações de requisitos e processos de engenharia de requisitos devem manter o equilíbrio entre as descrições de artefatos que são adequados para um público que não é de computação e produção de artefatos técnicos que devem ser precisos o suficiente para a equipe de projeto.



Para o SWEBOOK (2004), são características recomendáveis do processo de engenharia de requisitos:

- ✓ Ser iniciado no início de um projeto e refinado ao longo do ciclo de vida;
- ✓ Identificar os requisitos de *software* como itens de configuração e gerência usando as mesmas práticas de gerenciamento de configuração de *software*;
- ✓ Ser adaptado para a organização e o contexto do projeto.
- ✓ Preocupar-se com a forma como as atividades de elicitação, análise, especificação, validação estão configuradas para diferentes tipos de projetos e restrições.
- ✓ Incluir atividades que proporcionam a entrada no processo de requisitos, tais como *marketing* e estudos de viabilidade.

Segundo Kotonya et al., (1998) os requisitos são definidos durante as fases iniciais de um ciclo de desenvolvimento de *software* com uma especificação do que deve ser desenvolvido. São descrições de como o sistema deve se comportar, domínio da aplicação, restrições de operação, ou especificação de uma propriedade ou atributo do sistema.

Os requisitos podem ser classificados em funcionais, não funcionais e organizacionais, de forma que:

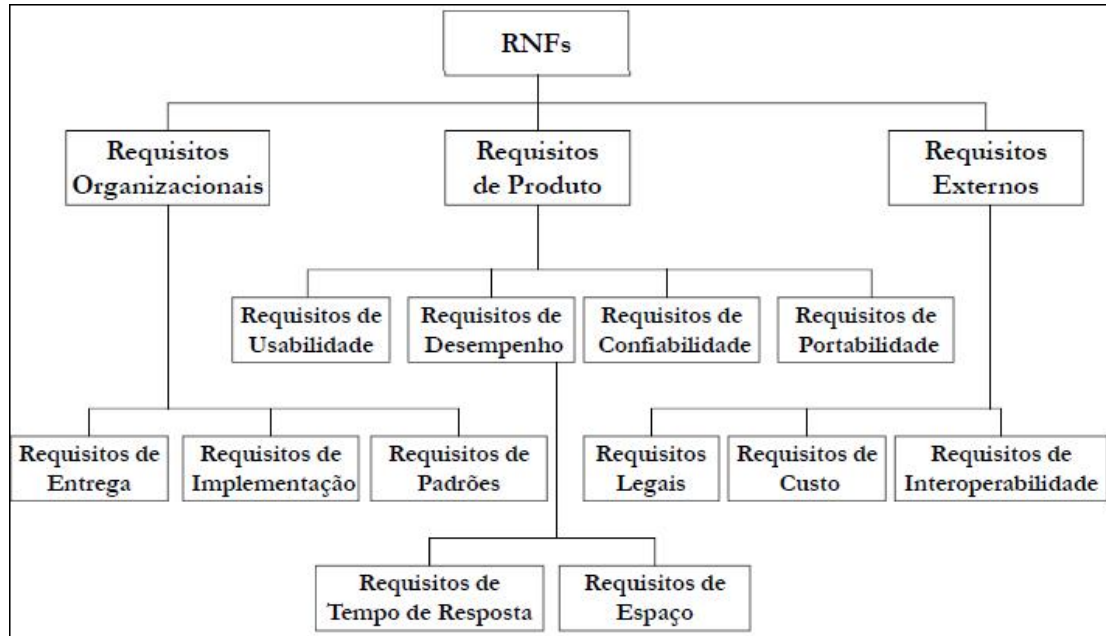
- ✓ Funcionais são as funções ou características que o sistema pretende satisfazer, as reações, as entradas e o comportamento;
- ✓ Não funcionais são as restrições relacionadas às qualidades contempladas pelo sistema.

Sommerville (2007) classifica os requisitos não funcionais da seguinte forma:

- ✓ Requisitos de produto: eficiência, confiabilidade, portabilidade e facilidade de uso;
- ✓ Requisitos organizacionais: entrega, desenvolvimento e padrões;
- ✓ Requisitos externos: interoperabilidade, éticos e legais.

A Figura 1 ilustra uma visão da classificação do requisitos não funcionais proposta por (SOMMERVILLE, 2006).

**Figura 1:** Requisitos Não Funcionais



Fonte: Sommerville (2007)

Para o SWEBOK (2004), requisitos não funcionais são os que agem para restringir a solução. São algumas vezes conhecidos como restrições ou requisitos de qualidade. Podem ser também classificados como requisitos de desempenho, manutenibilidade, segurança, confiabilidade ou um dos muitos outros tipos de requisitos de *software*.

Na NBR ISO/IEC 9126-1 (2003), os requisitos não funcionais são definidos em cinco características de qualidade de *software*: confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

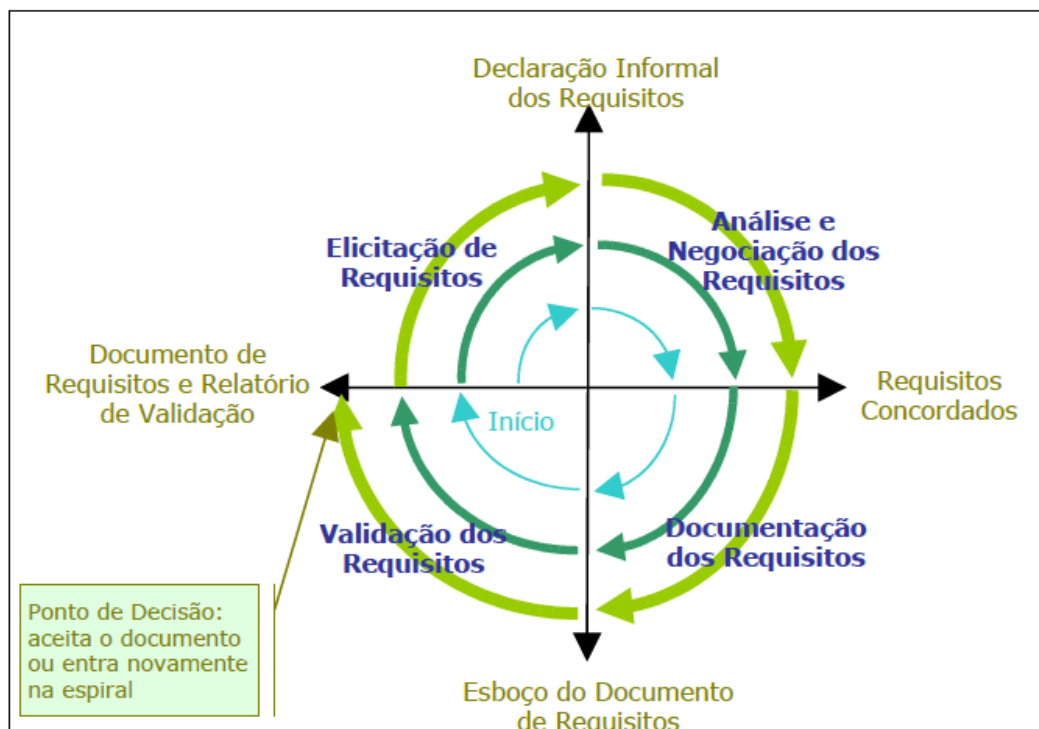
Kotonya et al., (1998) afirma que o processo engenharia de requisitos varia radicalmente de uma organização para outra, mas a maioria propõe o processo de engenharia de requisitos com as seguintes atividades:

- ✓ **Elicitação:** atividade que envolve a coleta e o entendimento dos requisitos junto aos fornecedores de requisitos;

- ✓ **Análise e negociação:** atividade de analisar os requisitos em detalhes e diferentes interessados negociam sob quais exigências os requisitos são aceitos;
- ✓ **Documentação:** atividade em que os requisitos acordados são documentados em um nível de detalhe apropriado para todos os interessados;
- ✓ **Validação:** atividade em que é realizada verificação dos requisitos quanto a consistência e completeza, antes que os requisitos sejam utilizados como base para o desenvolvimento do sistema;
- ✓ **Gerenciamento:** atividade que gerencia as mudanças, os relacionamentos e a dependência entre os artefatos de requisitos e outros artefatos produzidos durante o ciclo de desenvolvimento de *software*.

A Figura 2 ilustra uma visão geral das fases do processo de engenharia de requisitos proposto por (KOTONYA et al., 1998).

**Figura 2:** Modelo espiral do processo de engenharia de requisitos



Fonte: Kotonya et al., (1998)

Além dos principais processos propostos por Kotonya et al. (1998), Sommerville (2007) adiciona ao seu processo a fase de estudo de viabilidade. Afirma que um estudo de viabilidade é necessário para apoiar a decisão do investimento em tempo e esforço no sistema proposto.

É um estudo breve para verificar se o sistema contribui para os objetivos da organização; se o sistema pode ser desenvolvido usando os métodos atuais da organização; se está dentro do orçamento e se o sistema pode ser integrado a outros sistemas existentes na organização.

No final da atividade são feitas recomendações para continuidade ou não do desenvolvimento do sistema; pode-se propor mudança de escopo, orçamento, prazo e sugerir requisitos adicionais para o sistema.

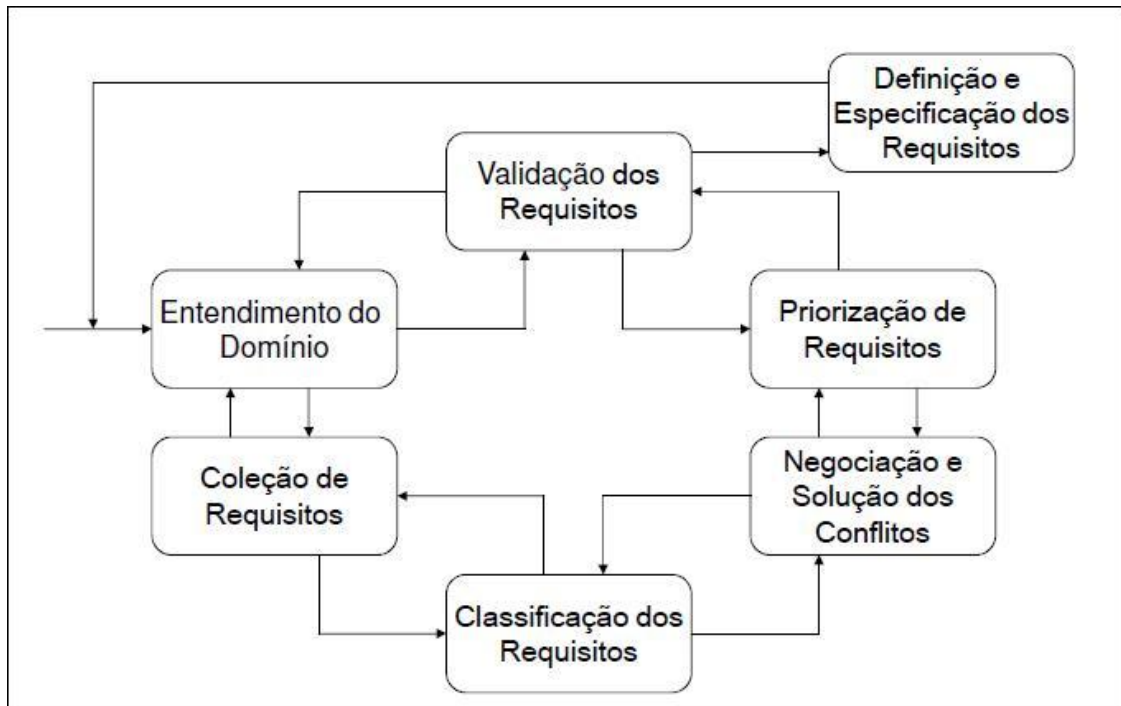
### 2.1.2 Detalhamento das Principais Fases de ER

**Elicitação de Requisitos:** De acordo com Khan et al., (2011), a elicitacão é a atividade mais crítica do ciclo de desenvolvimento do *software*. Falta de informação durante essa fase leva a estabelecer requisitos inadequados e pode transformar em um produto não desejado pelos interessados.

Cheng et al., (2007), afirma que a elicitacão compreende as atividades que possibilitam a compreensão de metas, objetivos e motivações para a construção de um sistema de *software* proposto. Também se caracteriza como a etapa inicial do processo de engenharia de requisitos, cuja finalidade é esclarecer o conhecimento relevante acerca do problema.

Em geral pressupõe uma interaçãõ direta com os interessados para que seja realizada a identificacão e a coleta dos requisitos. Essa atividade requer uma cuidadosa análise da organizacão, do domínio da aplicacão e dos processos organizacionais. Esta fase também é conhecida como aquisicão ou descoberta de requisitos (KOTONYA et al., 1998). A Figura 3 ilustra uma visãõ geral da fase de elicitacão de requisitos proposta por (KOTONYA et al., 1998).

**Figura 3:** Elicitação de Requisitos



Fonte: Kotonya et al., (1998)

De acordo com SWEBOK (2004), é essencial identificar e avaliar todas as fontes de requisitos. Uma vez que as fontes de requisitos foram identificadas, pode-se começar a capturar informação. Existem algumas técnicas para a eliciação de requisitos, sendo que as principais são: entrevistas, cenários, protótipos, reuniões, observação, histórias de usuário, etc.

Existem outras técnicas para apoiar a eliciação de requisitos, que vão desde a análise de produtos dos concorrentes à avaliação do domínio da aplicação, ou bancos de dados. Para atender as atividades dessa fase propõem-se utilizar as técnicas a seguir:

- ✓ Segundo Sommerville (2007) a eliciação por meio de entrevista pode ser entrevistas formais e informais com os envolvidos no sistema. As entrevistas fazem parte da maioria dos processos de engenharia de requisitos. E podem ser de dois tipos: (1) entrevistas fechadas, nas quais os envolvidos respondem a um conjunto de perguntas predefinidas; (2) entrevistas abertas, nas quais não existe um roteiro predefinido. São

explorados vários assuntos com os envolvidos no sistema e, assim, desenvolve-se uma compreensão maior de suas necessidades.

- ✓ A elicitación por cenários, para Sommerville (2007), é considerada mais fácil para as pessoas relatarem exemplos da vida real do que abstrair descrições. Elas podem compreender e criticar um cenário de como interagiram com um sistema de *software*. É possível usar as informações obtidas nessa discussão para elaborar os requisitos reais do sistema.
- ✓ De acordo com Kotonya et al., (1998), a elicitación por ponto de vista organiza o processo de elicitación e os próprios requisitos usando pontos de vista. A análise orientada a ponto de vista tem como ponto forte reconhecer diversas perspectivas e favorecer a descoberta de conflitos nos requisitos propostos por diferentes envolvidos. Existem três tipos genéricos de pontos de vista: (1) pontos de vista de interação, que representam pessoas ou outros sistemas que interagem diretamente com o sistema; (2) pontos de vista indiretos, que representam os envolvidos que não usam o sistema diretamente, mas influenciam os requisitos; e (3) pontos de vista de domínio, que representam características e restrições de domínio que influenciam os requisitos de sistema.
- ✓ Para Sommerville (2007), a elicitación por etnografia é uma técnica de observação que pode ser usada para compreender os requisitos sociais e organizacionais. Um analista se insere no ambiente de trabalho onde o sistema será usado, observa o trabalho do dia a dia e anota as tarefas reais nas quais os participantes estão envolvidos. O valor da etnografia está na ajuda que presta aos analistas para descobrir os requisitos implícitos de sistema que refletem os processos reais, e não os formais, como os quais as pessoas estão envolvidas.

**Análise e Negociação de Requisitos:** Kotonya et al., (1998), afirma que durante esta atividade os requisitos são coletados, checados, discutidos, priorizados e negociados para melhor compreensão. Envolve também resolver os conflitos entre os requisitos e atender as necessidades das partes interessadas. Os modelos de negociação geralmente identificam as principais necessidades dos envolvidos, para

assegurar que os requisitos mais críticos sejam atendidos o quanto antes. Segundo Khan et al., (2011), o conflito entre os requisitos pode gerar falhas do sistema e causar atraso no tempo de projeto.

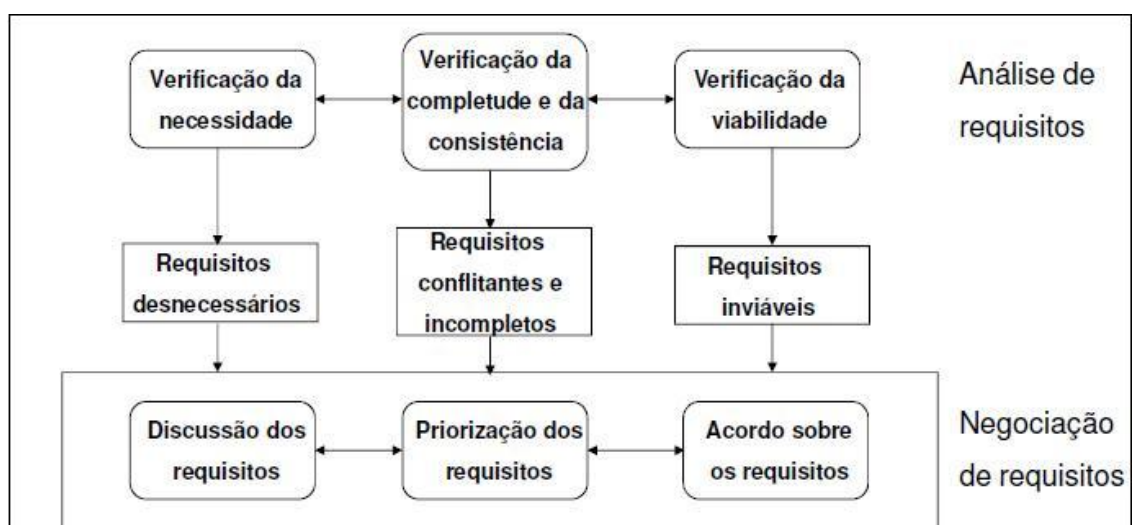
Tem como as principais atividades a verificação da importância, da consistência e completude e da viabilidade dos requisitos. Essas tarefas são feitas por meio de técnicas como prototipação, *checklist*, matriz de rastreabilidade e reuniões entre os envolvidos.

Para Kotonya et al., (1998), as principais atividades da fase de análise e negociação de requisitos são:

- ✓ Verificação da importância dos requisitos, que tem a finalidade de analisar a real necessidade dos requisitos capturados, se eles estão de acordo com os objetivos da organização;
- ✓ Verificação da consistência e completude dos requisitos, que checa os requisitos para garantir que eles não estejam contraditórios e garante que nenhum serviço ou limitação tenha sido esquecido.

A Figura 4 ilustra uma visão geral da fase de análise e negociação de requisitos proposta por (KOTONYA et al., 1998).

**Figura 4:** Análise e Negociação de Requisitos



Fonte: Kotonya et al., (1998)

A análise de requisitos também inclui técnicas tais como a análise de risco e análise de impacto, que ajudam a entender melhor as necessidades, as suas relações e suas possíveis consequências (CHENG et al., 2007).

Para atender as atividades desta fase, Kotonya et al., (1998) propõe utilizar as técnicas a seguir:

- ✓ Lista de verificação – que corresponde à lista de questões predefinidas que auxilia na avaliação de cada requisito. Uma lista de verificação contém critérios predefinidos sobre o que se procura e minimiza as chances de que requisitos importantes deixem de ser checados. Gera-se um relatório das inconsistências encontradas, as quais devem ser resolvidas por meio de negociação ou uma nova elicitação.
- ✓ Matriz de rastreabilidade – é utilizada para mapear a interação entre os requisitos e identificar conflitos entre eles. Essas matrizes geralmente são construídas por meio de tabelas e identificadores em suas linhas e colunas para cada requisito. Esta matriz pode ser utilizada durante todo o ciclo de desenvolvimento do *software*, mapeando os requisitos aos demais artefatos do projeto.
- ✓ Prototipação – os protótipos criados na elicitação, podem ser ajustados na fase de análise e negociação, possibilitando um melhor entendimento dos requisitos. Os protótipos também contribuem para um maior envolvimento entre os envolvidos durante as atividades de engenharia de requisitos.
- ✓ Reunião – é considerada a melhor maneira de negociação e resolução de conflitos entre requisitos. As reuniões são conduzidas de três maneiras: (1) explicação dos problemas dos requisitos; (2) resolução dos conflitos por meio de ações corretivas; e (3) discussão para resolução dos problemas seguindo as prioridades estabelecidas.

**Validação de Requisitos:** Tem como objetivo detectar problemas no documento de requisitos antes que se torne base para o desenvolvimento do *software* (KOTONYA et al., 1998).



Segundo Cheng et al., (2007), a validação é tipicamente uma avaliação subjetiva da especificação em relação a requisitos em situação irregular. Como tal, a validação geralmente requer que os interessados estejam diretamente envolvidos na revisão dos artefatos. A investigação nesta área se concentra em melhorar a informação prestada aos interessados para avaliação, incluindo animações e simulações.

De acordo com Sommerville (2007), durante o processo são realizadas verificações dos requisitos quanto à validade, consistência, completeza, facilidade de verificação, facilidade de compreensão, rastreabilidade e adaptabilidade. Técnicas como revisões, prototipação e geração de caso teste podem ser usadas para validação dos requisitos.

Uma série de técnicas de validação de requisitos pode ser usada em conjunto ou individualmente, Sommerville (2007) propõem utilizar as técnicas a seguir:

- ✓ Revisões de requisitos – para que os requisitos sejam analisados sistematicamente por uma equipe de revisores.
- ✓ Prototipação – nesta abordagem de validação, um modelo executável do sistema é apresentado para os clientes e usuários finais. Eles podem experimentar o modelo para verificar se atende às necessidades reais.
- ✓ Geração de caso de testes – os requisitos devem ser testáveis, se um teste for difícil ou impossível de ser projetado, significa geralmente que o desenvolvimento dos requisitos será difícil e deve ser reconsiderado.

**Gerenciamento de Requisitos:** Kotonya et al., (1998), afirma que esta é a atividade de gerenciamento de mudança dos requisitos, pois os requisitos evoluem durante o ciclo de desenvolvimento de *software* e os interessados vão melhorando o seu entendimento e a suas reais necessidades.

De acordo com Khan et al., (2011) esta fase é um processo contínuo e a decisão é tomada com base na situação atual do projeto. As práticas de gestão de requisitos dependem da experiência do gerente de projetos e decisões importantes pertencem aos gerentes de projeto.

Para Kotonya et al., (1998), uma visão geral das atividades necessárias no gerenciamento de requisitos são:

- ✓ Identificação dos requisitos de maneira única para que possa ser feita referência cruzada entre os requisitos e possa ser usada nas avaliações de rastreabilidade;
- ✓ Gerenciamento de mudanças para tratar o conjunto de atividades que avaliam o impacto e o custo das mudanças;
- ✓ Políticas de rastreabilidade para definir os relacionamentos entre os requisitos e os demais artefatos do projeto, que devem ser registrados, bem como, esses registros devem ser mantidos; e
- ✓ Apoio de ferramenta CASE que varia desde sistemas especializados de gerenciamento de requisitos a planilhas e sistemas de banco de dados.

De acordo com Sommerville (2007), a rastreabilidade é a propriedade de uma especificação de requisitos que reflete a facilidade de encontrar os requisitos relacionados. Existem três tipos de informações de rastreabilidade que podem ser mantidos:

- ✓ Rastreabilidade da origem, que liga os requisitos aos interessados que propuseram os requisitos e os motivos desses requisitos;
- ✓ Rastreabilidade de requisitos, que liga os requisitos dependentes dentro do documento de requisitos; e
- ✓ Rastreabilidade de projeto, que liga os requisitos aos módulos dos projetos, nos quais esses requisitos são desenvolvidos.

## 2.2 Engenharia de Requisitos em SME

Os estudos de Pino et al., (2010) mostram que as empresas de *software* de pequeno porte são muito importantes para o crescimento econômico de muitos países e constituem a maioria das organizações de *software* ao redor do mundo.

Na Europa, 85% das empresas no setor de tecnologia da informação são de pequeno porte. Tais empresas representam 93% de todas as empresas na Europa e

56% de todas nos EUA, gerando 66% do total de empregos. Na América Latina, 75% das empresas de *software* são de pequeno porte.

De acordo com Sulayman et al., (2012) atualmente, pequenas e médias empresas de desenvolvimento de *software* representam uma grande porcentagem em relação ao número total, de acordo com uma pesquisa recente 99,2% das empresas de *software* do mundo são pequenas e médias empresas.

Para Pino et al., (2010), essas empresas trabalham com produtos significativos, para os quais são necessárias boas práticas de engenharia de *software*. Essas práticas também devem ser adaptadas ao seu tamanho e tipo de negócio em particular.

Isso significa ter em mente que essas empresas geralmente são extremamente reativas e flexíveis; normalmente têm uma estrutura plana e um estilo de gestão que incentiva o empreendedorismo e a inovação; seus recursos financeiros e humanos são limitados e os seus processos são leves.

Os estudos de Liu et al., (2010), confirmam que as práticas de engenharia de requisitos têm ganhado crescente atenção no setor de *software*, pois são esperados sistemas de *software* para fornecer funções e qualidades altamente centradas no usuário. Assim, é importante entender quais situações práticas de engenharia de requisitos existentes não estão funcionando bem.

Para Tahir et al., (2010), a fase de engenharia de requisitos tem sido considerada como uma das fases mais importantes no processo de desenvolvimento de *software*. Práticas inadequadas podem levar a erros mais caros nas demais fases do processo de desenvolvimento de *software*.

Embora existam muitos métodos e técnicas que têm sido propostos na literatura, a maioria não tem sido amplamente praticada nas empresas de *software*. Para ser capaz de corrigir essa situação, a avaliação da prática atual é crucial.

Solemon et al. (2008) apresentaram os resultados de uma pesquisa exploratória de problemas de engenharia requisitos, identificados por 63 pequenas e médias empresas de *software* da Malásia.

Foi criado um questionário que teve três partes. A primeira parte continha pergunta sobre a empresa e a segunda parte teve questões sobre o perfil do

entrevistado e experiências do projeto. A terceira parte teve duas subpartes. A primeira subparte tratou do projeto e os problemas de engenharia de requisitos identificados pela organização. A outra subparte tratou dos deveres das práticas de engenharia da organização. Foram obtidas os seguintes resultados:

- ✓ Características das organizações: 82,6% realizam atividades nacionais e internacionais de desenvolvimento e 17,4% realizam atividades somente nacionais ou internacionais de desenvolvimento; 31,7% das empresas têm entre 5 e 19 empregados e 68,3% têm mais de 19 empregados; 38,1% empresas têm entre 5 e 19 equipes de TI e 61,9% não tem equipes de TI; 19% das empresas são certificadas em vários níveis de CMMI e 81% não são certificadas em CMMI; e 6,3% dessas empresas estão no processo de obtenção do CMMI nível 2 ou nível 3.
- ✓ Perfil do entrevistado: Gerentes de Projeto: (36,5%); Analistas de Negócios: 6 (9,5%); Engenheiros de *Software*: 8 (12,7%); Consultores: 9 (14,3%).
- ✓ As experiências dos participantes nas práticas de engenharia de requisitos são: entre 1 e 5 anos (42,9%) e entre 5 e 10 anos (34,9%).
- ✓ De todos os entrevistados 76,2% concordam que o processo de engenharia de requisitos é importante.
- ✓ Tempo de projeto e processo de *software* que eles têm usado nos últimos 5 anos. As respostas foram: 51,7% dos projetos levam menos de 1 ano; 30% dos projetos estão usando, ou usam o modelo *Waterfall*; 21,7% dos entrevistados não têm certeza, ou não tem ideia da metodologia usada em seus projetos; 5% dos projetos levaram mais de dois anos para serem concluídos e esses projetos estão usando, ou usaram métodos ágeis, prototipagem e *Rational Unified Process* (RUP).
- ✓ Os principais problemas de requisitos com base na empresa são: falta de experiência do cliente, comunicação com o cliente, falta de comunicação e treinamento do desenvolvedor, habilidades inadequadas, falta de definição de responsabilidades, mudanças constantes na equipe, e alocação de recursos. A porcentagem foi 71,4% por falta de experiência do cliente e problema de comunicação do usuário; 54% por falta de comunicação com

desenvolvedor; e todos os outros problemas baseados em requisitos organizacionais são indicados por quase metade dos entrevistados. A análise mostra que, dos 54% que indicaram falta de comunicação com o desenvolvedor, nove empresas são certificadas CMMI, três empresas são certificadas com a norma ISO/IEC 15504 e as demais empresas não têm qualquer tipo de certificação.

- ✓ Os problemas baseados no processo de engenharia de requisitos incluem a complexidade de implantação do processo, indefinição do processo, os requisitos estabelecidos pelos clientes não são necessidades reais, a má compreensão do usuário e requisitos incompletos, inconsistentes, ambíguos, sem rastreabilidade. Os resultados indicam que 70% dos entrevistados têm problemas com requisitos inconsistentes, requisitos incompletos, requisitos ambíguos, e má compreensão do usuário.

Quispe et al. (2010) realizaram um estudo que tinha como objetivo obter diagnósticos gerais sobre a situação das práticas de engenharia de requisitos nas pequenas e médias empresas de *software* do Chile. O maior objetivo era identificar as áreas comuns de melhora e colocar os esforços de pesquisa sobre estas questões.

O experimento foi realizado em 24 empresas, todas localizadas em Santiago do Chile. Os entrevistados foram os gerentes de projeto, pois eles costumam ter a mais completa visão dos projetos. A coleta de informações foi realizada por meio de uma pesquisa respondida por gerentes de projetos das pequenas e médias empresas.

A pesquisa foi feita usando um questionário composto por 48 itens. Os gerentes de projetos também participaram de um grupo, que teve como objetivo identificar os problemas comuns que afetam o processo de desenvolvimento de *software* realizado por pequenas e médias empresas de *software*. Os resultados do estudo indicaram:

- ✓ Identificação do problema: a visão e o escopo do projeto são geralmente mal definidos; o cliente sabe mais ou menos o que ele quer, mas não sabe qual é o problema que ele quer resolver.

- ✓ Aumento do escopo: os clientes assinam a documentação de requisitos e em breve começam a pedir mudanças; o escopo do projeto cresce se as mudanças de requisitos são aceitas; quando o projeto cresce, o tempo e os recursos disponíveis não crescem na mesma proporção.
- ✓ Gerenciamento de Requisitos: na mudança de requisitos alguns requisitos são perdidos, portanto, o cliente e os desenvolvedores não sabem a situação dos requisitos alterados; as empresas de *software* de pequeno porte gerenciam os requisitos para atender apenas um propósito provisório. Essas empresas não seguem o que já existe na literatura de práticas de engenharia de requisitos; durante o processo de desenvolvimento de *software*, há requisitos que são perdidos no caminho.
- ✓ Especificação de Requisitos: as empresas não utilizam formatos padrão para documentar requisitos; os que existem das práticas de engenharia de requisitos não são utilizados.
- ✓ Validação de Requisitos: os membros da equipe de desenvolvimento tendem a resolver problemas de ambiguidade e informações incompletas de requisitos sem contato com os clientes.
- ✓ Práticas de engenharia de requisitos: a implantação de práticas de gestão de requisitos traz burocracia para o projeto; as práticas devem ser aplicadas apenas quando o projeto é grande; o bom conhecimento do nicho de mercado indica que não é necessário realizar as práticas.

Os estudos realizados por Talbol et al. (2011) na Nova Zelândia tiveram o objetivo de determinar os principais fatores que afetam as práticas de engenharia de requisitos, particularmente dentro das pequenas e médias empresas que constituem a maioria das organizações de desenvolvimento de *software* na Nova Zelândia. Um objetivo adicional foi descobrir como estas empresas medem a maturidade de processos formais e informais. Quatro perguntas da pesquisa foram colocadas:

a) As medidas de capacidade desenvolvida no exterior podem ser usadas para avaliar as empresas da Nova Zelândia?

b) As práticas de engenharia de requisitos na Nova Zelândia diferiram significativamente dos resultados apresentados entre 2000 e 2005?

c) Quais são os problemas atuais das práticas de engenharia de requisitos na Nova Zelândia?

d) As “boas práticas” desenvolvidas internacionalmente são relevantes para pequenas e médias empresas de desenvolvimento de *software* da Nova Zelândia?

Foi utilizado um questionário para atingir o maior número de participantes possível e foram apresentados somente os resultados da pesquisa. O número de perguntas foi limitado em 18 e foram baseadas em estudos anteriores na Nova Zelândia.

No que diz respeito à primeira pergunta, "o que mede a capacidade desenvolvida no exterior pode ser usado para avaliar a eficácia das empresas da Nova Zelândia?", foram recebidas respostas insuficientes para permitir o teste de medidas formais de capacidade. Além disso, os resultados das medidas informais foram inconclusivos.

A segunda pergunta foi “as práticas de engenharia de requisitos na Nova Zelândia diferiram significativamente dos resultados apresentados em 2000 e 2005?”, para responder a pergunta de que as práticas de engenharia de requisitos diferiram desde os estudos anteriores, seria necessária uma amostra representativa dos perfis das empresas envolvidas nas pesquisas anteriores na Nova Zelândia.

A terceira pergunta foi "os problemas enfrentados na prática de engenharia de requisitos nas empresas de desenvolvimento de *software* Nova Zelândia são os mesmos enfrentados pelas empresas estrangeiras similares?".

Esta pergunta foi confirmada pela comparação entre os resultados dos estudos no exterior e as respostas desta pesquisa com os três principais problemas que os entrevistados identificaram:

- ✓ Aumento do escopo e mudanças de requisitos;
- ✓ Tempo de aceite do cliente, custo e esforço gasto em requisitos; e
- ✓ Qualidade de especificação (concisão, clareza, completude).

A pergunta final foi: as "melhores práticas internacionais são relevantes para a prática de engenharia de requisitos das pequenas e médias empresas de *software* da Nova Zelândia?". Os resultados relativos a esta pergunta foram inconclusivos, por falta de entrevistas significativas.

Os resultados conclusivos foram possíveis somente para a pergunta em que os problemas enfrentados por empresas da Nova Zelândia são praticamente os mesmos que os enfrentados por empresas estrangeiras de tamanho similar. A primeira e a quarta pergunta não foram respondidas por que as empresas não estavam dispostas a serem entrevistadas.

Para testar completamente a pergunta de que as práticas de engenharia de requisitos na Nova Zelândia mudaram significativamente desde os estudos anteriores, seria necessária uma amostra representativa dos perfis das empresas envolvidas nas pesquisas anteriores na Nova Zelândia.

Basharat et al. (2013) realizou um estudo para examinar as práticas de engenharia de requisitos em 15 empresas de *software* do Paquistão.

O estudo identificou que nas SME's as principais atividades são estudo de viabilidade, análise de requisitos e definição de prioridades, mas geralmente ignoram as atividades como análise, verificação e validação de requisitos. Isto leva a especificações que não contém as necessidades reais dos clientes e causam alterações futuras nas especificações de requisitos e retrabalho nas demais fases do ciclo de desenvolvimento de *software*.

No entanto, no Paquistão, constatou-se que o processo de engenharia de requisitos está ficando mais maduro com o passar do tempo e as partes interessadas dando ênfase nas práticas de engenharia de requisitos.

A pesquisa foi realizada por meio de um questionário que foi enviado a mais de 20 empresas por e-mail e foram obtidas 15 respostas. Constatou-se que na maior parte das empresas os gerentes de projetos são responsáveis por coletar os requisitos: 13 (86,67%) recolhem requisitos e também estão envolvidos no processo de engenharia de requisitos, 7 (46,67%) do pessoal técnico e 4 (26,67%) da equipe de desenvolvimento.



Para o desenvolvimento de *software*, diferentes ferramentas, técnicas e metodologias estão sendo usadas no setor de *software* em todo o mundo, da mesma forma no Paquistão. Em uma pergunta, qual a metodologia de desenvolvimento que você usa? A maioria das empresas está usando várias metodologias: 26,67% *Waterfall*, 6,67% *Rational Unified Process*, 6,67% Programação Estruturada, 80% Métodos Ágeis, 20% *Test Driven Development* e 13.33% Outros.

O tempo gasto com processo de engenharia de requisitos no ciclo de desenvolvimento de *software*: 9 (64,29%) dos entrevistados disseram que em média levam 25% a 50% do tempo de desenvolvimento de *software*; 3 (21,43%) disseram que é preciso até 25% do tempo de desenvolvimento, ao passo que um entrevistado concorda que 50% - 70% e um concordou que é necessário acima de 70% para o tempo de desenvolvimento para o processo de RE no desenvolvimento de *software*.

Sobre a questão de quem analisa os requisitos. Em 13 (92,86%) empresas o gerente de projeto; em 6 (42,86%) das empresas é a equipe de desenvolvimento que participa da análise; 3 (21,43%) o cliente participa e em 1 (7%) o engenheiro de requisitos faz este trabalho.

Para uma pergunta aberta, qual a abordagem que você usa para resolver o conflito durante o processo de engenharia de requisitos? Diferentes respostas foram recebidas. A maioria das empresas afirmou que utilizam o diálogo com os clientes. Alguns afirmaram que utilizam casos de testes, casos de uso e prototipagem para a resolução de conflitos.

As principais limitações identificadas para utilização de boas práticas de engenharia de requisitos no Paquistão foram as seguintes:

- ✓ Falta de entendimento do cliente sobre o escopo do projeto;
- ✓ Falta de entendimento do cliente sobre requisitos funcionais e não funcionais;
- ✓ Ocultação de informação por parte do cliente;
- ✓ Disponibilidade de pessoas;
- ✓ Cronograma de projeto apertado;

- ✓ Falta de tempo para entendimento do negócio e especificação de requisitos;
- ✓ Percepção negativa de técnicas formais;
- ✓ Mudança de requisitos;
- ✓ Falta de conhecimento em engenharia de *software* do responsável por descreve os requisitos; e
- ✓ Falta de comunicação entre as partes interessadas.

Para melhorar as práticas atuais de engenharia de requisitos no Paquistão Basharat et al. (2013) recomenda os seguintes passos:

- ✓ Melhorar o gerenciamento de projetos;
- ✓ Estudar o domínio do projeto antes de realizar novas atividades;
- ✓ As partes interessadas devem ser responsáveis pelos requisitos;
- ✓ Prever as prováveis mudanças e exigências;
- ✓ Realizar as atividades de análise e validação de requisitos;
- ✓ Utilizar ferramentas de gerenciamento de requisitos;
- ✓ Utilizar a técnica de *checklist* para análise de requisitos;
- ✓ Priorizar requisitos;
- ✓ Melhorar a comunicação entre as partes interessadas; e
- ✓ Desenvolver compreensão e maturidade no ambiente organizacional.

Khankaew et al. (2014) realizou um estudo para investigar o estado atual de problemas e práticas de engenharia de requisitos nas SME's de *software* na Tailândia. O principal objetivo do estudo foi determinar áreas para melhorar o processo de engenharia de requisitos.

Os dados foram coletados por meio de entrevistas estruturadas em onze SME's de *software*. Os resultados mostram que as empresas de *software* na Tailândia encontram problemas comuns, tais como clareza, exatidão, integridade, gestão de mudanças, e comunicação com o cliente.

O resultado também mostra as necessidades de desenvolvimento nas pequenas e médias empresas, como melhoria do processo de *software*, conhecimento em engenharia de requisitos, ferramentas de gerenciamento de requisitos, treinamento e transferência de conhecimento.

Um conjunto de entrevistas foi preparado e o guia de perguntas foi organizado em três partes principais:

- ✓ Perguntas sobre as características das empresas, como tamanho, ramo de negócio e processo de desenvolvimento utilizado.
- ✓ Questões relacionadas às práticas de engenharia de requisitos em projetos de desenvolvimento de *software*. Esta parte enumera 30 práticas de engenharia de requisitos que estão agrupadas em quatro processos principais: levantamento, análise e negociação, validação e gerenciamento.
- ✓ Uma lista de perguntas abertas, que são voltados para os problemas dos requisitos nas pequenas e médias empresas, ferramentas de gerenciamento de requisitos e necessidades de desenvolvimento.

Foram entrevistados engenheiro de *software*, gerente de TI, analistas de sistemas, gerentes de projetos, engenheiro de testes, diretor de operações da equipe líder programação de rede, programador sênior, programador e arquiteto de sistema.

Para as questões das características das empresas, o modelo *Waterfall* é usado por nove empresas, cinco usam uma mistura de Métodos Ágeis e *Waterfall* e duas empresas usam prototipagem. Os entrevistados foram questionados sobre a maturidade do processo e apenas três empresas médias têm CMMI (Modelo Integrado de Maturidade e Capacidade) nível 2 e nível 3.

Essas empresas também foram certificadas com a ISO 9001, ISO 20000, e ISO 20001. Outro entrevistado esclareceu que sua empresa tentou obter a certificação ISO e CMMI, no entanto, o problema foi o pequeno número de funcionários disponíveis para desenvolvimento.

A segunda parte das questões concentrou-se nos processo de engenharia de requisitos, como elicitação, análise e negociação, validação e gerenciamento. Além

disso, ferramentas de gerenciamento de requisitos e necessidades de melhoria no processo também foram identificadas a partir de participantes.

A atividade mais importante para pequenas e médias empresas na elicitação de requisitos é a prototipagem com 100%, porém essas empresas praticam outras atividades, como criação de cenários e estudo de viabilidade. As pontuações mais baixas para um processo de elicitação foram o uso do negócios como base e reutilização de requisitos, ambos com 75%.

As três práticas mais citadas por essas empresas na atividade de análise e negociação de requisitos foram classificar requisitos por meio multidimensional com 92%, *checklist* para análise de requisitos com 83% e priorização de requisitos com 83%.

As principais atividades citadas nas práticas de validação de requisitos foram *checklist* e prototipagem com 100% citados pelas empresas pesquisadas.

Das práticas de gerenciamento de requisitos, a rastreabilidade é realizada por 50% das empresas e a ferramenta mais utilizada no gerenciamento de requisitos é o *Microsoft Excel* para 50% das empresas.

O estudo de Khankaew et al. (2014) identificou os problemas mais importantes enfrentados pelas pequenas e médias empresas na Tailândia em utilizar as práticas de engenharia de requisitos, são eles:

- ✓ Mudança de requisitos;
- ✓ Inconsistência ou incompletude de requisitos;
- ✓ Falta de envolvimento do usuário;
- ✓ Falta de comunicação com o cliente;
- ✓ Escopo inadequado;
- ✓ Ferramentas de suporte inadequadas;
- ✓ Falta de conhecimento da equipe de desenvolvimento;
- ✓ Documentos de requisitos pobres;
- ✓ Limite de tempo insuficiente;
- ✓ Cultura Organizacional;

- ✓ Gerenciamento de requisitos inadequado; e
- ✓ Falta de cooperação dos clientes.

A análise dos trabalhos comprovou que os estudos de Solemon et al. (2008), Quispe et al. (2010), Talbol et al. (2011), Basharat et al. (2013) e Khankaew et al. (2014) identificaram os principais problemas enfrentados pelas pequenas e médias empresas ao aplicar práticas de engenharia de requisitos nos seus ciclos de desenvolvimento de *software*, conforme descrito no sumário do Quadro 1.

**Quadro 1:** Sumário de problemas das práticas ER em SME's

<b>Problemas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências</b>
Mudança de requisitos	As principais causas da volatilidade dos requisitos são os regulamentos do governo, a falta de conhecimento técnico dos clientes, a falta de experiência da equipe de desenvolvimento, a mudança de tecnologia, a falta de comunicação entre clientes e equipe do projeto.	Khankaew et al. (2014) Basharat et al. (2013) Talbol et al. (2011) Quispe et al. (2010)
Inconsistência ou incompletude de requisitos	A principal causa de requisitos inconsistentes ou incompletos é a falta de formação e experiência da equipe de desenvolvimento para reunir os requisitos e descrevê-los com consistência, completeza e clareza.	Khankaew et al. (2014) Solemon et al. (2008)
Falta de envolvimento dos interessados	É difícil extrair os requisitos dos interessados na fase inicial, porque eles não podem explicar o que querem ou o que o sistema deve fazer.	Khankaew et al. (2014)
Comunicação com os interessados inadequada	A maioria dos interessados não tem conhecimento sobre a análise do sistema.	Khankaew et al. (2014) Basharat et al. (2013) Quispe et al. (2010) Solemon et al. (2008)
Escopo inadequado	Escopo de projeto é geralmente mal definido e clientes sabem mais ou menos o que querem e não sabem quais problemas que querem resolver.	Khankaew et al. (2014) Basharat et al. (2013) Talbol et al. (2011) Quispe et al. (2010)
Ferramentas de suporte inadequadas	Por falta de recursos financeiros, as empresas não utilizam as ferramentas disponíveis no mercado para apoio às atividades de ER.	Khankaew et al. (2014)

<b>Problemas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências</b>
Conhecimento insuficiente da equipe de desenvolvimento	Equipe de desenvolvimento tem pouca experiência ou conhecimento insuficiente para realizar as atividades de ER.	Khankaew et al. (2014) Basharat et al. (2013) Solemon et al. (2008)
Questões dos interessados	Nem todos os interessados no projeto e que são parte importante para definição dos requisitos são identificados no início do projeto.	Khankaew et al. (2014)
Documentos de requisitos pobres	As empresas não utilizam formatos disponíveis pela literatura em suas práticas de ER.	Khankaew et al. (2014) Talbol et al. (2011) Quispe et al. (2010)
Cronograma	Cronograma apertado e tempo insuficiente para as atividades de ER.	Khankaew et al. (2014) Basharat et al. (2013) Talbol et al. (2011)
Cultura Organizacional	Dificuldade de implantação do processo de ER por falta de cultura das empresas com os processos de engenharia de <i>software</i> em geral.	Khankaew et al. (2014)
Gerenciamento de requisitos inadequado	Os requisitos não são identificados de maneira única, não são rastreados e não existe uma gestão de mudanças.	Khankaew et al. (2014)
Falta de entendimento do cliente sobre requisitos funcionais e não funcionais	Os clientes não têm conhecimento em computação e experiência suficiente para entender os requisitos.	Basharat et al. (2013) Solemon et al. (2008)
Ocultação de informação por parte do cliente	Os clientes geralmente sabem pouco sobre o que realmente querem e ainda menos sobre o problema que querem resolver.	Basharat et al. (2013)
Disponibilidade de pessoas	As pequenas empresas não têm disponibilidade de recursos humanos para as atividades de ER.	Basharat et al. (2013)
Falta de tempo para entendimento do negócio e a especificação de requisitos	O tempo determinado para as atividades de ER geralmente é insuficiente para entendimento do processo de negócio do cliente e para especificação dos requisitos.	Basharat et al. (2013)
Percepção negativa de técnicas formais	A implantação de práticas ER traz burocracia para o projeto.	Basharat et al. (2013) Quispe et al. (2010) Solemon et al. (2008)

Fonte: Autor

### 2.3 Conclusão

Esta seção apresentou os principais conceitos das práticas de engenharia de requisitos, as motivações e dificuldade da aplicação dessas práticas em pequenas empresas de *software*. Nesta seção também foram descritos os principais trabalhos da literatura referentes à aplicação de boas práticas de engenharia de requisitos em pequenas e médias empresas de *software*, com exemplos dos problemas encontrados e recomendações dos seus autores. O Quadro 1 finaliza essa seção resumando os principais problemas encontrados pelos autores nos seus estudos.

### 3 MÉTODO

Esta seção apresenta o método de pesquisa utilizado. São apresentados os critérios e as justificativas para escolha das empresas participantes do estudo de caso, bem como o perfil dos entrevistados. A seção também apresenta as proposições e as questões da pesquisa definidas com base na literatura.

#### 3.1 Escolha das empresas e dos entrevistados

As empresas que participaram desta pesquisa atendem às características de serem pequenas empresas, brasileiras, do segmento de desenvolvimento de *software* e estarem implementando melhorias em seus processos de desenvolvimento de *software*.

O perfil dos entrevistados é de gestores e analistas que planejam e realizam as atividades de engenharia de requisitos dentro dessas empresas e tenham aplicado essas práticas em, no mínimo, um projeto completo.

Espera-se que aplicando as práticas de engenharia de requisitos em no mínimo um projeto completo, os entrevistados já tenham precisado contornar problemas relacionados ao uso dessas práticas em pequenas empresas de *software*.

Os participantes deste estudo concordaram em colaborar com a pesquisa sob a condição de sigilo de identidade da empresa a que pertencem. Em vista disso, as empresas serão identificadas por Empresa A, Empresa B e Empresa C.

#### 3.2 Proposições

O Quadro 1 detalha quais os principais problemas na aplicação de práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas de *software* identificados na literatura, por meio de pesquisas correlatas de outros autores. Este detalhamento serviu de base para a definição das proposições utilizadas no trabalho de campo.

O sumário do relacionamento entre problemas das práticas ER em SME's e as proposições da pesquisa está descrito no Quadro 2.



**Quadro 2:** Sumário de problemas das práticas ER em SME's x Proposições

<b>Problemas</b>	<b>Proposições</b>
Mudança de requisitos	A gestão de mudanças não é realizada de forma sistemática.
Inconsistência ou incompletude de requisitos	Os requisitos não são declarados como uma sentença completa, ou a terminologia usada não está consistente com os outros requisitos.
Falta de envolvimento dos interessados	Os interessados no projeto têm pouco ou nenhum conhecimento em computação.
Comunicação com os interessados inadequada	Os artefatos de requisitos são feitos para o desenvolvimento do <i>software</i> , dificultando o entendimento dos clientes.
Escopo inadequado	A definição do que está dentro e fora das fronteiras do sistema não é acordada com o cliente.
Ferramentas de suporte inadequadas	As ferramentas de apoio ao processo de ER não são utilizadas nos projetos.
Conhecimento insuficiente da equipe de desenvolvimento	A equipe de projeto não tem experiência necessária para realização das atividades referentes a ER.
Questões dos interessados	Nem todos os interessados no projeto são identificados no início do projeto.
Documentos de requisitos pobres	Os artefatos disponíveis pelas boas práticas de ER não são utilizados.
Cronograma	O tempo disponível para realização do processo de ER não é suficiente.
Cultura Organizacional	As organizações não tem a cultura de utilizar os processos de engenharia de <i>software</i> e, por consequência, de engenharia de requisitos.
Gerenciamento de requisitos inadequado	O gerenciamento de requisitos não é realizado conforme determinam as boas práticas de ER.
Falta de entendimento do cliente sobre requisitos funcionais e não funcionais	Os interessados não têm conhecimento suficiente para entender classificações de requisitos como requisitos funcionais e não funcionais.
Ocultação de informação por parte do cliente	Os interessados geralmente ocultam requisitos por não saberem o que realmente querem e qual problema desejam resolver.
Disponibilidade de pessoas	As pequenas empresas não têm disponibilidade de recursos humanos para fazer as atividades de ER.

Problemas	Proposições
Falta de tempo para entendimento do negócio e a especificação de requisitos	O tempo para entendimento do processo de negócio e especificação de requisitos é insuficiente.
Percepção negativa de técnicas formais	As técnicas formais são vistas como burocráticas para a realização das práticas de ER.

Fonte: Autor

### 3.3 Questões da pesquisa

As entrevistas desta pesquisa seguirão as questões apresentadas no Apêndice A deste documento. As questões da pesquisa foram criadas com base na literatura, preparadas e organizadas em cinco grupos:

- ✓ As questões organizacionais buscam identificar o segmento de mercado da empresa, o número de funcionários, os segmentos de mercado dos seus clientes, o modelo de referência utilizado e as informações recebidas inicialmente para início do processo de ER.
- ✓ As questões de gerenciamento de requisitos buscam identificar as atividades de ER praticadas durante o ciclo de desenvolvimento de *software*, o tempo gasto com cada uma e os responsáveis por realizar essas atividades.
- ✓ As questões relativas a processos de ER buscam identificar as ferramentas utilizadas no apoio ao processo, as técnicas e artefatos que são gerados ao realizar atividades de elicitação, análise e negociação, validação e gerenciamento de requisitos.
- ✓ As questões relativas ao acompanhamento dos requisitos durante todo o ciclo de desenvolvimento de *software* buscam identificar como os requisitos são rastreados e como as mudanças dos requisitos são gerenciadas.
- ✓ As questões sobre benefícios e desafios encontrados ao utilizar boas práticas de ER buscam identificar a consistência dos artefatos disponibilizados para os clientes em relação aos processos; os benefícios

ao utilizar boas práticas de ER, as dificuldades ao utilizar boas práticas ER e como foram contornadas essas dificuldades.

### 3.4 A coleta dos dados

As empresas participantes da pesquisa foram selecionadas a partir de um grupo de empresas que desenvolvem programas de melhoria de processo baseados no modelo MPS.BR da Softex e os contatos de agendamento da pesquisa de campo foram feitos por e-mail.

No início das entrevistas, os participantes foram informados de que a pesquisa seria feita por meio de um questionário e que seria necessário observar as ferramentas e artefatos utilizados durante as atividades de ER.

As entrevistas foram todas feitas por meio de reuniões com os responsáveis por realizar as atividades de ER, levaram em média uma hora e trinta minutos e as informações foram anotadas em uma planilha.

### 3.5 A análise dos dados

Para análise dos dados coletados foram feitos sumários dos dados das três empresas, em seguida foram feitas comparações entre os dados obtidos e por fim foi realizada a análise crítica das proposições.

## 4 ESTUDO DE CASOS

Esta seção tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do trabalho de campo. O estudo de caso foi realizado em três empresas de desenvolvimento de *software*. Descrevem-se essas empresas, os participantes do estudo, as informações capturadas por meio das entrevistas e se faz a análise das proposições.

### 4.1 Empresa A

A empresa A é uma empresa de desenvolvimento de *software* de pequeno porte. Possui aproximadamente 35 funcionários entre analistas, arquitetos e desenvolvedores, a maioria com nível superior completo e certificações nas tecnologias atuais do mercado. A principal área de atuação localiza-se no município de São Paulo e 99% dos seus projetos são desenvolvidos para uma empresa de grande porte do ramo financeiro.

A entrevista teve duração de aproximadamente uma hora e vinte minutos. O representante da empresa na pesquisa foi o gerente de projetos com experiência de mais três anos na função e está na empresa há mais de um ano e meio. Ele exerce os papéis de arquiteto ou desenvolvedor em determinados projetos caso seja necessário.

Para melhoria dos seus processos, a empresa A está em processo implantação do MPS.BR nível de maturidade F – Gerenciado que é composto pelo nível de maturidade G – Parcialmente Gerenciado (Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos) acrescido dos processos de Aquisição, Gerência de Configuração, Garantia da Qualidade, Gerência de Portfólio de Projeto e Medição.

Para todos os projetos são realizadas estimativas utilizando Análise de Ponto de Função – APF, os principais diagramas e especificações de análise do projeto são armazenadas no *Enterprise Architect* – EA, exemplo: diagrama e especificação de caso de uso, diagrama e especificação de atividades, etc. Em alguns casos o *MS Visio* também é utilizado como ferramenta case, bem como o documento de definição de requisitos em um *template* do *MS Word* é utilizado para enviar as informações de análise para o cliente.

O *Apache Subversion* – SVN é utilizado como ferramenta de controle de versão dos artefatos dos projetos da empresa.

A elicitación de requisitos é realizada principalmente por meio de reuniões e análise do sistema legado. São criados protótipos navegáveis e estáticos para melhor entendimento das funcionalidades. O requisitos são categorizados basicamente por requisitos funcionais, não funcionais e requisitos inversos que são os requisitos que não serão feitos e estão fora do escopo.

Para manter a rastreabilidade dos requisitos durante o ciclo de desenvolvimento de *software* é utilizada a matriz de rastreabilidade entre os requisitos de negócio e requisitos do produto que são os resultados da análise do projeto, exemplo: casos de testes, casos de uso, etc.

Existe um processo formal de gerenciamento de mudança que é feito por meio de avaliação de impacto para verificar alteração de escopo, aumento do prazo e impacto no esforço. Depois da análise técnica, é submetido para área comercial para negociação e passa pela aprovação do cliente.

Foi declarado pelo entrevistado e observado pelo entrevistador que os artefatos que são gerados e enviados para o cliente são tipicamente: mapa de navegação (similar o diagrama de máquina de estado), plano de validação (contém os casos de testes e definição de massa de dados), protótipo, diagrama de classe de negócio, diagrama e especificação de casos de uso, diagrama sequência e modelo de processo de negócio que é gerado por meio de diagrama de atividades, IDFO ou diagrama de contexto.

O principal problema encontrado pela empresa A antes de utilizar um processo formal de engenharia de requisitos era o retrabalho causado por falta de definição correta do requisitos e baixa qualidade dos projetos.

Foi citado também que a mudança constante dos clientes envolvidos no projeto, o baixo conhecimento dos clientes sobre o produto que está sendo desenvolvido e falta de definição de escopo dos projetos são as principais dificuldades enfrentadas ao realizar as atividades de engenharia de requisitos.

## 4.2 Empresa B

A empresa B também é uma pequena empresa de desenvolvimento de *software*. Possui 8 funcionários que atuam na empresa entre analistas, arquitetos e desenvolvedores, a maioria com nível superior completo, um cursando mestrado e um doutor. Os demais funcionários ficam alocados nos clientes.

A principal área de atuação localiza-se no município de São Paulo e seus projetos são desenvolvidos para empresas dos ramos financeiro, telecomunicação, suprimentos de informática, defensivos agrícolas, varejo e hospitalar.

A entrevista teve duração de aproximadamente uma hora e quarenta minutos. O representante da empresa na pesquisa foi o analista de negócios com experiência de mais cinco anos e que está na empresa por dois anos e meio. Essa pessoa exerce também o papel de gerente de projetos em determinados projetos caso seja necessário.

Atualmente a empresa B possui um conjunto de práticas maduras para condução e entrega da solução com garantia e controle de qualidade: Mapeamento e otimização de processos utilizando modelagem de processo de negócio, *Workshop* de requisitos para levantamento e definição da solução e a configuração da metodologia adotada de acordo com as características do projeto.

Possuem uma metodologia organizada com as fases: Análise, Projeto e Programação Orientados a Objetos. Adota técnicas e melhores práticas para levantamento de requisitos de negócio, usuário e sistema (requisitos funcionais e não funcionais).

Utilizam o processo RUP para atendimento as principais áreas de processo e exigências dos modelos de maturidade: CMMI e MPS.Br, utilização das melhores práticas do XP (*Extreme Programming*) aplicadas em conjunto com SCRUM para desenvolvimento de projetos ágeis, Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), Desenvolvimento Orientado a Testes e Aspectos Comportamentais (TDD/BDD) e Padrões de Projeto (*Gang of Four, Core JEE e Enterprise Patterns*).

Para inicio do processo de engenharia de requisitos, é recebido do cliente uma proposta técnica e é realizada uma reunião sobre o escopo do projeto.

Por meio do gerenciamento de projeto é realizado o planejamento das atividades de engenharia de requisitos. O gerente de produtos e o gerente de projetos são os responsáveis por elicitar, analisar, negociar e gerenciar os requisitos.

Geralmente as atividades de engenharia de requisitos levam entre 10% e 30% de esforço com as atividades de todo ciclo de desenvolvimento de *software*.

O *Enterprise Architect* – EA e o *MS Excel* são as ferramentas utilizadas como apoio ao processo de engenharia de requisitos.

A elicitação de requisitos é realizada principalmente por meio de reuniões. São criados protótipos para análise dos requisitos. A validação dos requisitos é realizada por outro membro da equipe que tenha conhecimento nas práticas de engenharia de requisitos, mas que não está envolvido no projeto.

Foi declarado pelo entrevistado e observado pelo entrevistador que os artefatos que são gerados pelo processo são tipicamente: plano de validação (contém os casos de testes), protótipo, diagrama de classe conceitual, diagrama e especificação de casos de uso, matriz de rastreabilidade, diagrama de estado, modelo entidade relacionamento lógico e dicionário de dados.

O rastreamento dos requisitos durante o ciclo de desenvolvimento do *software* é realizado por meio de matriz de rastreabilidade entre casos de uso e o rastreamento entre caso de uso e os demais artefatos do projeto.

O gerenciamento de mudança é iniciado por meio de solicitação formal e pode acontecer pelo amadurecimento do conhecimento por parte do cliente, ou por um melhor entendimento da equipe de projeto. É realizada uma nova análise do impacto e dos custos, após a aprovação das partes envolvidas essas mudanças entram novamente no processo.

Os artefatos que serão disponibilizados para os clientes geralmente são acordados antes do início do projeto, mas tipicamente são disponibilizados os casos de testes e as evidências dos testes.

Ao aplicar as práticas de engenharia de requisitos foi notada a diminuição do retrabalho e a melhoria na qualidade dos produtos entregue aos clientes.

Os principais problemas encontrados pela empresa B são que o cliente geralmente não sabe os detalhes do realmente que quer, os detalhes informados

pelo cliente são vagos e para contornar essas dificuldades é utilizada a experiência do profissional de quem está capturando os requisitos e é realizado um estudo de mercado para ver o que já existe.

### 4.3 Empresa C

A empresa C também é uma empresa de desenvolvimento de *software*, de pequeno porte. Essa empresa possui exatamente 8 funcionários que atuam na empresa com mais de um papel durante o ciclo de desenvolvimento de um projetos, por exemplo: analista, arquiteto, desenvolvedores, testadores e gerentes de projeto.

A principal área de atuação localiza-se no município de São Paulo e seus projetos são desenvolvidos para empresas dos ramos financeiro e ambiental.

A entrevista teve duração de aproximadamente uma hora e trinta minutos. O representante da empresa na pesquisa foi o seu proprietário, esta pessoa exerce o papel de gerente de projetos em determinados projetos caso seja necessário.

A empresa C está em processo de avaliação do MPS.BR para se certificar no nível de maturidade G – Parcialmente Gerenciado e tem implementadas as áreas de Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos.

O processo de engenharia de requisitos é iniciado quando o cliente envia por e-mail a descrição inicial dos requisitos. O entendimento e detalhamento dos requisitos é realizado por meio de conferência, quando esses detalhes são mais simples de serem entendidos o entendimento é feito por e-mail.

Foi declarado pelo entrevistado e observado pelo entrevistador que os principais artefatos gerados pela etapa de engenharia de requisitos são tipicamente: relatório de estudo de viabilidade, protótipo, mapa de navegação, plano de validação, ata de reunião mensal, matriz de rastreabilidade, proposta técnica e comercial sem o preço do projeto, termo de aceite e matriz de risco.

O responsável pela atividades de ER é o Analista de Requisitos. Essas atividades levam aproximadamente 12% de todo o ciclo de desenvolvimento devido o conhecimento e experiência do responsável pelas atividades da fase de ER.



São utilizadas para apoio nas atividades de ER as ferramentas *MS Excel*, *MS Word*, *MS PowerPoint* e *RedMien* para acompanhamento dos requisitos.

A elicitação de requisitos é feita por meio de reunião e aplicando estudo de viabilidade. Para atividade de análise e negociação é realizada prova de conceito e negociação com o cliente em reunião. A validação dos requisitos é realizada pela equipe técnica.

A rastreabilidade dos requisitos é realizada por meio de matriz de rastreabilidade criado no *MS Excel*. O gerenciamento de mudança é feito em planilha no *MS Excel* e contém basicamente o que tem como foi acordado anteriormente e como vai ficar.

Os artefatos disponibilizados para os cliente dependem do que foi acordado no início do projeto e tipicamente são o termo de aceite e a proposta técnica contendo cronograma, APF e lista de requisitos identificados de maneira única e caracterizados como requisitos funcionais e não funcionais.

Foi identificada a necessidade de aplicação de práticas de ER devido ao crescimento do número de projetos e da equipe de projeto, busca por melhora de controle e comunicação entre os membros da equipe e a busca da diminuição dos erros e melhora na qualidade do produto entregue aos clientes.

Foi citado que o cliente não passa os requisitos com todas as informações necessárias por não saber o que será alterado ou por não ter acesso a informação. O contorno dessas dificuldades é feito por meio de reuniões, busca de detalhes dos requisitos no código fonte, assumindo o risco e iniciando o projeto sabendo que terá mudança ao longo do projeto.

Foi dito que algumas atividades de ER tornam o processo burocrático quando o projeto é pequeno, exemplo: a criação da matriz de rastreabilidade em projetos que tenham poucos requisitos faz com que se perca mais tempo com essa atividade do que com as outras atividades do ciclo de desenvolvimento.

#### 4.4 Síntese dos dados coletados nas entrevistas

As perguntas das entrevistas foram divididas em cinco partes principais: organizacionais, gerenciamento de projetos nas atividades de ER, dos principais

processo de ER, acompanhamento dos requisitos durante todo o ciclo de desenvolvimento de *software* e benefícios e desafios encontrados ao utilizar boas práticas de ER.

O estudo entrevistou o proprietário de uma empresa, gerente de projetos e analista de negócios, esses entrevistados desempenham mais de um papel dentro das empresas. Os dados coletados referentes às características das empresas estão resumidos no Quadro 3.

**Quadro 3:** Características das Empresas

<b>Empresa</b>	<b>Quantidade de Funcionários</b>	<b>Ramo de atividade dos clientes</b>	<b>Processo de Desenvolvimento</b>
A	35	Financeiro	Em implantação do MPS.BR nível de maturidade F – Gerenciado
B	8 funcionários e os demais alocados no cliente	Financeiro, Telecomunicação, Suprimentos de Informática, Defensivos agrícolas, Varejo e Hospitalar.	Metodologia organizada com as fases: Análise, Projeto e Programação Orientados a Objetos baseado no RUP, Métodos Ágeis, CMMI e MPS.Br.
C	8	Financeiro e Ambiental.	MPS.BR no nível de maturidade G – Parcialmente

Fonte: Autor

Os dados coletados referentes ao gerenciamento de projeto nas atividades de ER estão resumidos no Quadro 4.

**Quadro 4:** Gerenciamento de Projetos nas atividades de ER

<b>Empresa</b>	<b>Planejamento ER</b>	<b>Tempo gasto com ER</b>	<b>Responsável por ER</b>
A	Por meio do Gerenciamento de Projeto	Não soube estimar	Gerente de Projetos
B	Por meio do Gerenciamento do Projeto	Entre 10% e 30%	Analista de Negócios/ Gerente de Projetos
C	Por meio do Gerenciamento do Projeto	Aproximadamente 12%	Analista de Requisitos

Fonte: Autor

Os dados coletados referentes aos principais processos de ER: elicitação, análise e negociação, validação e gerenciamento estão resumidos no Quadro 5.

**Quadro 5:** Características dos principais processos de ER

<b>Empresa</b>	<b>Ferramentas de apoio</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Artefatos gerados</b>
A	<i>Enterprise Architect e MS Visio</i>	Reunião, prototipagem e matriz de rastreabilidade.	Caso de uso, lista de requisitos funcionais, não funcionais e os que não serão feitos.
B	<i>Enterprise Architect e MS Excel</i>	Reunião, prototipagem, matriz de rastreabilidade e validação em pares.	Caso de uso, caso de testes, diagrama de classe conceitual e diagrama de máquina de estado.
C	<i>MS Excel, MS Word, MS PowerPoint e RedMien.</i>	Estudo de viabilidade, reunião, prototipagem prova de conceito, matriz de rastreabilidade e a validação realizada pela equipe técnica.	Termos de Aceite e Proposta técnica contendo cronograma, APF e lista de requisitos.

Fonte: Autor

Os dados coletados referentes ao acompanhamento dos requisitos durante todo o ciclo de desenvolvimento de *software* estão resumidos no Quadro 6.

**Quadro 6:** Características do acompanhamento dos requisitos

<b>Empresa</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Artefatos gerados</b>
A	Os requisitos são gerados com item de configuração e gerenciamento de mudança.	Matriz de rastreabilidade e termo de aceite
B	Gerenciamento de mudança	Matriz de rastreabilidade e aditivo de contrato
C	Gerenciamento de mudança	Matriz de Rastreabilidade e relatório de avaliação de impacto.

Fonte: Autor

Os dados coletados referentes aos benefícios e desafios encontrados ao utilizar boas práticas de ER estão resumidos no Quadro 7.

**Quadro 7:** Benefícios e dificuldades encontrados ao utilizar práticas de ER

<b>Empresa</b>	<b>Benefícios</b>	<b>Dificuldades</b>
A	Em projetos grandes diminui o retrabalho e melhora a qualidade do produto.	Mudança constante do cliente responsável pelo projeto e pouco entendimento do cliente naquilo que realmente quer.
B	Diminuição do retrabalho, melhora a qualidade do produto e maior clareza para definição da arquitetura.	O cliente geralmente não sabe os detalhes do que realmente quer.
C	Melhora a comunicação entre os envolvidos no projeto, melhora o controle, diminuição dos erros e melhora a qualidade final do produto.	O cliente não passa a informação correta por não saber, algumas atividades de ER tornam o processo burocrático quando o projeto é pequeno.

Fonte: Autor

#### 4.5 Análise das proposições

**Proposição 1 – A gestão de mudanças não é realizada de forma sistemática**

Nas três empresas participantes da pesquisa de campo foram observadas que as atividades de gestão de mudança são realizadas, essas empresas possuem a atividade de gestão de mudança dentro dos seus processos de engenharia de requisitos. Proposição rejeitada.

**Proposição 2 – Os requisitos não são declarados como uma sentença completa, ou a terminologia usada não está consistente com os outros requisitos.**

Nas três empresas participantes da pesquisa de campo foram observados que os requisitos são declarados como uma sentença completa e a terminologia usada é consistente com os outros requisitos, seguindo o que pede o modelo de referência MPS.BR que é utilizado pelas três empresas. Proposição rejeitada.

**Proposição 3 – Os interessados no projeto têm pouco ou nenhum conhecimento em computação.**

Foi declarado pelos participantes da pesquisa de campo das três empresas que os interessados no projeto têm pouco ou nenhum conhecimento em computação. As empresas buscam minimizar o impacto disso por meio da documentação de requisitos – criando assim um canal explícito de comunicação com os interessados – e da gestão de desses requisitos. Proposição confirmada.

**Proposição 4 – Os artefatos de requisitos são feitos para o desenvolvimento do *software*, dificultando o entendimento dos clientes.**

Ao realizar a pesquisa de campo nas três empresas comprovou-se que os artefatos de engenharia de requisitos disponibilizados aos clientes são os mesmos

utilizados pela equipe de projeto. Foram constatadas dificuldades para a validação e a aprovação dos requisitos por parte dos clientes. Proposição confirmada.

**Proposição 5 – A definição do que está dentro e fora das fronteiras do sistema não é acordada com o cliente.**

Foi confirmado pela pesquisa de campo nas três empresas que a definição do que está dentro e fora das fronteiras do sistema por vezes não é acordada com o cliente, deixando brechas de entendimento do escopo que são resolvidos só durante o desenvolvimento. Proposição confirmada.

**Proposição 6 – As ferramentas de apoio ao processo de ER não são utilizadas nos projetos.**

Na pesquisa de campo foi observado que duas das empresas utilizam o *Enterprise Architect – EA* como ferramenta para criação e manutenção dos artefatos de engenharia de requisitos ao longo do ciclo de desenvolvimento de *software*, na outra empresa são utilizadas planilhas para controle dos requisitos durante o ciclo de desenvolvimento de *software*. Proposição parcialmente confirmada.

**Proposição 7 – A equipe de projeto não tem experiência necessária para realização das atividades referentes a ER.**

Os participantes das pesquisas de campo nas três empresas declaram que os responsáveis por realizarem as atividades referentes a engenharia de requisitos são suficientemente experientes para essa atividade e geralmente exercem mais de um papel durante o ciclo de desenvolvimento do *software*. Proposição não confirmada.

**Proposição 8 – Nem todos os interessados no projeto são identificados no início do projeto.**

A pesquisa de campo nas três empresas comprovou que os interessados no projeto são identificados no início dos projetos seguindo o que pede o modelo de referência MPS.BR que é utilizado pelas três empresas. Proposição não confirmada.

**Proposição 9 – Os artefatos disponíveis pelas boas práticas de ER não são utilizados.**

Nas três empresas participantes da pesquisa de campo foram observados que são utilizados artefatos disponibilizados por boas práticas de engenharia de requisitos. Todas as empresas tem com base o modelo de referência MPS.BR que em seu nível de maturidade mais baixo tem as práticas de engenharia de requisitos como obrigatórias. Proposição não confirmada.

**Proposição 10 – O tempo disponível para realização do processo de ER não é suficiente.**

Nas três empresas participantes da pesquisa de campo o tempo disponível para as atividades de engenharia de requisitos é considerado suficiente e é controlado por meio do gerenciamento do projeto. Proposição não confirmada.

**Proposição 11 – As organizações não tem a cultura de utilizar os processos de engenharia de *software* e por consequência engenharia de requisitos.**

As três empresas participantes da pesquisa de campo estão em processo de implantação do modelo de referência de MPS.BR. Possuem uma ainda iniciante cultura de utilizar boas práticas de engenharia de *software* e por consequência boas práticas de engenharia de requisitos. Proposição parcialmente rejeitada.

**Proposição 12 – O gerenciamento de requisitos não é realizado conforme determinam as boas práticas de ER.**

O gerenciamento de requisitos é realizado em todos os participantes da pesquisa de campo, comprovado pela utilização do modelo de referência MPS.BR que em seu nível de maturidade mais baixo torna o gerenciamento de requisitos como obrigatório. Proposição não confirmada.

**Proposição 13 – Os interessados não têm conhecimento suficiente para entender classificações de requisitos como requisitos funcionais e não funcionais.**

Foi declarado pelos três participantes das pesquisas de campo que os interessados não têm conhecimento suficiente para entender a classificação dos requisitos como funcionais e não funcionais, porém as empresas conseguem minimizar em certa medida os efeitos do não conhecimento dos clientes na classificação dos requisitos e não prejudicar o andamento dos projetos. Proposição confirmada.

**Proposição 14 – Os interessados geralmente ocultam requisitos por não saberem o que realmente querem e qual problema desejam resolver.**

Todos os participantes da pesquisa de campo declaram que os interessados ocultam requisitos por não saberem o que realmente querem e qual problema desejam resolver, entretanto os responsáveis por realizar atividades de ER minimizam esse problema utilizando a sua experiência no negócio das empresas e das diversas técnicas de captura de requisitos. Proposição confirmada.

**Proposição 15 – As pequenas empresas não têm disponibilidade de recursos humanos para fazer as atividades de ER.**

Em todos os participantes da pesquisa de campo existem recursos humanos disponíveis para realizar as atividades de engenharia de requisitos, porém esses recursos exercem mais de um papel durante o ciclo de desenvolvimento do *software*. Proposição não confirmada.

**Proposição 16 – O tempo para entendimento do processo de negócio e especificação de requisitos é insuficiente.**

Foi declarado por dois participantes da pesquisa de campo que o principal cliente direciona o produto que será desenvolvido para a empresa que já tenha conhecimento no negócio, para facilitar o entendimento e o desenvolvimento. Não foi possível avaliar esta Proposição.



**Proposição 17 – As técnicas formais são vistas como burocráticas para a realização das práticas de ER.**

Todos os participantes da pesquisa de campo utilizam técnicas formais para realização das práticas de engenharia de requisitos e elas compõem a iniciante cultura de melhoria de processos dessas empresas. Proposição não confirmada.

## 5 CONCLUSÃO

Esta seção apresenta um sumário e as contribuições desta dissertação. Também são registradas sugestões para trabalhos futuros.

### 5.1 Resumo

A engenharia de requisitos ainda é processo por vezes negligenciado por equipes de projeto e organizações responsáveis por desenvolvimento de *software*, porém é um fator decisivo para o sucesso no desenvolvimento de projeto de *software*.

A motivação para o desenvolvimento desta dissertação é compreender as dificuldades e desafios na aplicação de boas práticas de engenharia de requisitos nas pequenas empresas de *software* brasileiras, para entender o que precisa ser mudado e como melhorar o processo, a fim de aumentar a qualidade dos produtos e reduzir os custos de desenvolvimento de *software* nessas empresas.

Na tentativa de encontrar essas dificuldades e desafios, esta dissertação buscou apresentar conceitos e técnicas, utilizadas em engenharia de requisitos. Buscou-se também analisar e identificar os problemas encontrados por pequenas empresas de *software* ao utilizar práticas de engenharia de requisitos em seus ciclos de desenvolvimento de *software*.

Foi possível verificar problemas comuns, tais como: falta clareza e completude dos requisitos, falta de ferramentas de apoio, falta de gestão de mudanças, comunicação com o cliente inadequada, etc. Esta dissertação propõe a realização de estudo de caso para comparar se aos problemas identificados na literatura são os mesmo enfrentados pelas pequenas empresas de desenvolvimento de *software* brasileiras.

O método proposto para realização do estudo de caso foi composto por três fases:

- ✓ Empresas e participantes da pesquisa – definição dos critérios das empresas e participantes da pesquisa de campo;

- ✓ Proposições – criação das proposições com base nos problemas encontrados na literatura;
- ✓ Questões de pesquisa – criação do questionário com base nas proposições e posteriormente foi aplicado na pesquisa de campo.

A fim de verificar a viabilidade de aplicação do método proposto, foram selecionadas três empresas com características semelhantes, às quais o método foi aplicado. Os dados coletados foram comparados e analisados com as proposições de pesquisa. Também foram comparados os dados entre as três empresas.

## 5.2 Análise geral e contribuições

Os resultados deste estudo foram focados no estado atual das práticas de engenharia de requisitos em pequenas empresas de *software* brasileiras. As pesquisas de campo foram realizadas em três pequenas empresas que estão se preparando para serem certificadas pelo modelo de referência MPS.BR. Logo, este trabalho conclui que a aplicação de boas práticas de engenharia de requisitos diminui consideravelmente os problemas identificados na literatura.

É possível constatar também que a experiência do responsável pelas atividades de engenharia de requisitos, bem como o conhecimento detalhado do cliente sobre o negócio a que o projeto se relaciona, contam como fator positivo para minimizar os problemas enfrentados na aplicação das boas práticas.

Pode-se verificar que a aplicação das boas práticas diminui o retrabalho e a perda de requisitos durante o ciclo de desenvolvimento de *software*. Também faz com que as atividades de engenharia de requisitos se tornem burocráticas e longas para projetos com poucos requisitos, fazendo com que se perca mais tempo com estas atividades do que com as demais atividades do projeto.

## 5.3 Sugestão para trabalhos futuros

Esta pesquisa limitou-se ao estudo de três casos e as empresas participantes utilizam práticas de engenharia de requisitos com base no modelo de referência MPS.BR. Assim, espera-se que essa dissertação seja a motivação para novas

pesquisas primeiramente para um número maior de participantes da pesquisa e que tenham com base outros modelos como referência.

Na literatura, as boas práticas de engenharia de *software* em geral e por consequência boas práticas de engenharia de requisitos indicam que os processos devem ser adaptados para atender às necessidades das organizações e aos contextos dos projetos. Logo, uma pesquisa interessante seria como adaptar um processo de engenharia de requisitos para pequenas empresas de *software*, considerando os diversos e diferentes tipos de projetos que essas empresas podem desenvolver.

Outra sugestão é realizar uma análise mais aprofundada sobre como as práticas de engenharia de requisitos são realizadas por meio dos processos de desenvolvimento ágeis, para verificar o potencial em reduzir problemas como a falta de envolvimento e a comunicação entre equipe de projeto e clientes.

Além disso, as empresas participantes deste trabalho estão preocupadas com as necessidades de melhoria em seus processos de desenvolvimento *software* e na passagem de conhecimento de engenharia de requisitos. Portanto, é interessante conduzir um estudo para identificar as melhorias nas práticas de engenharia de requisitos utilizadas por essas empresas.

## REFERÊNCIAS

BASHARAT, I., FATIMA, M., NISA, R., HASHIM, R., & KHANUM, A. (2013, October). **Requirements engineering practices in small and medium software companies: An empirical study**. In Science and Information Conference (SAI), 2013 (pp. 218-222). IEEE.

CHENG, B. H., ATLEE, J. M. (2007, May). **Research directions in requirements engineering**. In 2007 Future of Software Engineering (pp. 285-303). IEEE Computer Society.

KHAN, K., KUMAR, P. V. V., AHMAD, A., RIAZ, T., ANWER, W., SULEMAN, M., CHAITANYA, A. V. K. (2011, August). **Requirement development life cycle: The industry practices**. In Software Engineering Research, Management and Applications (SERA), 2011 9th International Conference on (pp. 12-16). IEEE.

KHANKAEW, S., RIDDLE, S. (2014, August). **A review of practice and problems in requirements engineering in small and medium software enterprises in Thailand**. In Empirical Requirements Engineering (EmpiRE), 2014 IEEE Fourth International Workshop on (pp. 1-8). IEEE.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements engineering: processes and techniques**. s.l.: John Wiley & Sons, 1998.

LIU, L., LI, T., PENG, F. (2010, September). **Why requirements engineering fails: A survey report from china**. In Requirements Engineering Conference (RE), 2010 18th IEEE International (pp. 317-322). IEEE.

NBR ISO/IEC 9126-1, **Engenharia de Software – Qualidade de Produto**. Parte 1: Modelo de qualidade, 2003.

OCHOA, S. F., QUISPE, A., VERGARA, A., PINO, J. a. (2010). **Improving requirements engineering processes in very small software enterprises through the use of a collaborative application**. The 2010 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, (1), 116–121. doi:10.1109/CSCWD.2010.5471992.

PINO, F. J., GARCIA, F., PIATTINI, M. (2009). **Key processes to start software process improvement in small companies**. Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing - SAC '09, 509. i:10.1145/1529282.1529389.

PINO, F. J., GARCIA, F., PIATTINI, M. (2010). **Assessment methodology for software process improvement in small organizations**. Information and Software Technology, 52(10), 1044-1061.

QUISPE, A., MARQUES, M., SILVESTRE, L., OCHOA, S. F., ROBBES, R. (2010). **Requirements Engineering Practices in Very Small Software Enterprises: A Diagnostic Study**. 2010 XXIX International Conference of the Chilean Computer Science Society, 81–87. doi:10.1109/SCCC.2010.35

RICHARDSON, I., VON WANGENHEIM, C. G. “**Why Are Small Software Organizations Different?**”. IEEE Software, Vol. 24, No 1, pp. 18 – 22, Jan./Feb. 2007.

SOLEMON, B., SAHIBUDDIN, S., GHANI, A. (2008) **Requirements Engineering Problems in 63 Software Companies in Malaysia**. 2008 Requirements Engineering Problems in 63 Software Companies in Malaysia Badariah Solemon, 0-5. 978-1-4244-2328-6/08/\$25.00 © 2008 IEEE

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8ª. ed. Português. São Paulo, Brasil: Addison Wesley, 2007.78-157p.

SWEBOK: **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**. Los Alamitos, EUA: IEE Computer Society, 2004. Disponível em: <<http://www.computer.org/portal/web/swebok/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

SULAYMAN, M., URQUHART, C., MENDES, E., SEIDEL, S. (2012). **Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study**. Information and Software Technology, 54(5), 479-500.

TAHIR, A., AHMAD, R. (2010, December). **Requirement engineering practices-an empirical study**. In Computational Intelligence and Software Engineering (CiSE), 2010 International Conference on (pp. 1-5). IEEE.

TALBOT, A., CONNOR, A. (2011). **Requirements Engineering Current Practice and Capability in Small and Medium Software Development Enterprises in New Zealand**. 2011 Ninth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications, 17–25. doi:10.1109/SERA.2011.39

## APÊNDICE A – PERGUNTAS DA PESQUISA DE CAMPO

**Quadro 8:** Questões organizacionais

Nº	Questões
1	Quantos funcionários tem na sua empresa?
2	Quais os ramos das atividades dos seus clientes?
3	A sua empresa tem um processo de desenvolvimento de <i>software</i> ?
4	Em caso positivo, é baseado em qual modelo de referência?
5	Quais artefatos são insumos para iniciar o processo de ER?
6	Esses insumos são suficientes para iniciar o processo de ER?

Fonte: Autor

**Quadro 9:** Questões referentes ao gerenciamento

Nº	Questões
1	É feito o planejamento das atividades de ER?
2	Quanto tempo de projeto é dedicado especificamente para as atividades de ER?
3	Quem são os responsáveis por realizar atividades de ER?

Fonte: Autor

**Quadro 10:** Questões referentes às fases de ER

Nº	Questões
1	São utilizadas ferramentas de apoio ao processo de ER? Em caso positivo, quais ferramentas são utilizadas?
2	São utilizadas técnicas para elicitação de requisitos? Em caso positivo, quais técnicas são utilizadas?
3	São feitas atividades de análise e negociação de requisitos? Em caso positivo, como são feitas?
4	É feita a validação dos requisitos? Em caso positivo, como é feita?
5	Quais artefatos são gerados pelo processo de ER?
6	Quanto tempo de experiência têm os responsáveis por realizar as atividades de ER?

Fonte: Autor

**Quadro 11:** Questões referentes ao acompanhamento dos requisitos

Nº	Questões
1	Os requisitos são rastreados durante o ciclo de desenvolvimento de <i>software</i> ?
2	Em caso de mudança dos requisitos, como é feito o acompanhamento dessas mudanças?

Fonte: Autor

**Quadro 12:** Questões referentes à qualidade ao aplicar práticas de ER

Nº	Questões
1	Os artefatos de requisitos disponibilizados para os clientes são os mesmos disponibilizados para a equipe de projeto?
2	Quais os resultados ao aplicar práticas de ER para sua equipe, sua empresa e para os clientes?
3	Durante a realização das atividades de ER foram encontradas dificuldades? Em caso positivo, quais foram as dificuldades?
4	Como essas dificuldades foram contornadas?
5	Como é a participação e o entendimento do clientes durante a fase de ER?

Fonte: Autor