



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



**UMA PESQUISA SOBRE OS FATORES DE INFLUÊNCIA NO
PROCESSO DE ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS *WEB***

Olavo Olimpio de Matos Junior

Manaus
2014



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



**UMA PESQUISA SOBRE OS FATORES DE INFLUÊNCIA NO
PROCESSO DE ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS *WEB***

Olavo Olimpio de Matos Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática, PPGI, da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientadora: Tayana Uchôa Conte

Manaus
2014

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M433u Matos Junior, Olavo Olimpio de
Uma pesquisa sobre os fatores de influência no processo de
estimativa de esforço em projetos Web / Olavo Olimpio de Matos
Junior. 2014
97 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Tayana Uchôa Conte
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Estimativa de Esforço de Aplicação Web. 2. Qualidade de
Software. 3. Análise Qualitativa. 4. Grounded Theory. 5. Revisão
Sistemática da Literatura. I. Conte, Tayana Uchôa II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título



199ª ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

Aos 19 dias do mês de março do ano de 2014, às 09:00h, na Sala de Seminários do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, situado na Av. Rodrigo Otávio, 6.200, Campus Universitário, Setor Norte, Coroado, nesta Capital, ocorreu a sessão pública de defesa de dissertação de mestrado intitulada "**Uma pesquisa sobre os fatores de influência no processo de estimativa de esforço em projetos Web**" apresentada pelo aluno **Olavo Olimpio de Matos Junior** que concluiu todos os pré-requisitos exigidos para a obtenção do título de mestre em informática, conforme estabelece o artigo 52 do regimento interno do curso. Os trabalhos foram instalados pela Profa. Tayana Uchôa Conte – UFAM, orientadora e presidente da Banca Examinadora, que foi constituída, ainda, pelo Prof. José Luiz de Souza Pio – UFAM – Membro e Prof. Rafael Prikkladnicki – PUC-RS – Membro. A Banca Examinadora tendo decidido aceitar a dissertação, passou à arguição pública do candidato. Encerrados os trabalhos, os examinadores expressaram o parecer abaixo.

A comissão considerou a dissertação:

- Aprovada
 Aprovada condicionalmente, sujeita a alterações, conforme folha de modificações, anexa,
 Reprovada, conforme folha de modificações, anexa

Proclamados os resultados, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu, Elienai Nogueira, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Informática, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os Membros da Banca Examinadora.

Profª. Tayana Uchôa Conte

Assinatura: 

Prof. José Luiz de Souza Pio

Assinatura: 

Prof. Rafael Prikkladnicki

Assinatura: 


Secretária

Manaus, 19 de março de 2014

Aos meus pais Olavo Matos e Silvana Matos

UMA PESQUISA SOBRE OS FATORES DE INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS *WEB*

Olavo Olimpio de Matos Junior

Dissertação de mestrado apresentada ao corpo docente do Instituto de Computação do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Informática.

Defesa em 19 de Março de 2014, em Manaus, Amazonas, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof^a. Tayana Uchôa Conte, D.Sc.
Orientadora

Prof. Rafael Prikladnicki, D.Sc.
Avaliador

Prof. José Luiz de Souza Pio, D.Sc.
Avaliador

Manaus
2014

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus e ao “Universo” pelo aqui e agora de poder realizar este trabalho.

Agradeço aos meus pais, Olavo Matos e Silvana Matos e minha família pelo apoio, criação e orientação na minha educação. Agradeço principalmente pelo incentivo que me deram no decorrer dessa jornada.

Agradecimentos especiais à minha orientadora Tayana Conte e minha co-orientadora Emilia Mendes, pela oportunidade, ideias, disponibilidade, confiança, amizade e contribuição para realização deste projeto. Muito obrigado de coração.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Instituto de Computação.

Agradecimento à Elienai Nogueira e aos integrantes da secretaria do PPGI, que sempre me atenderam prontamente.

Aos professores e amigos de mestrado e do PPGI cuja excelência e amizade me estimularam na busca de concluir este trabalho.

Agradeço também ao José Reginaldo Hughes e ao Rogério Nascimento que participaram da minha banca de qualificação contribuindo no direcionamento da minha pesquisa.

Agradeço em especial aos amigos do grupo de pesquisa USES que em algumas conversas me possibilitaram algumas reflexões importantes para o encaminhamento da pesquisa. Obrigado pelo tempo que passamos juntos, pela família que a gente formou. Sinto que irei sentir muita falta de vocês.

Ao Rafael Prikladnicki e ao José Luiz Pio por aceitarem participar na minha banca de mestrado, na qual qualquer crítica ou sugestões que tiverem ajudarão amadurecer e aumentar a qualidade do trabalho.

Agradecimento muito especial aos profissionais entrevistados nesta pesquisa (que por um compromisso de pesquisa não posso nomear) pela colaboração, abertura e generosidade.

À FAPEAM pelo apoio financeiro ao longo do mestrado.

Resumo da dissertação apresentada ao PPGI / UFAM como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Informática.

UMA PESQUISA SOBRE OS FATORES DE INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS *WEB*

Olavo Olimpio de Matos Junior
Março/2014

Orientadores: Tayana Uchôa Conte, D.Sc.
Emilia Mendes, D.Sc.

Programa: Pós-graduação em Informática

Linha de Pesquisa: Engenharia de *Software* e Sistemas Embarcados

Resumo: A indústria de desenvolvimento *Web* está em constante crescimento e as empresas que desenvolvem tais projetos estão enfrentando o desafio de se estimar o esforço necessário para o desenvolvimento em um período de tempo que pode ser muito curto. Este é um desafio bastante complexo, pois vários fatores podem influenciar no processo de estimativa. Sem um modelo adequado, a estimativa de projetos da *Web* é realizada com um alto grau de incerteza. Além disso, os métodos de estimativas de esforço que são aplicadas no desenvolvimento de *software* tradicional não são precisos o suficiente para o desenvolvimento de aplicações *Web*. Nesta dissertação investiga-se a influência dos fatores durante a estimativa de esforço de novos projetos *Web*, tendo por base uma pesquisa qualitativa realizada com entrevistas a profissionais que participam ativamente do processo de estimativa de esforço em projetos *Web*, verificando as inter-relações entre os fatores e os categorizando. Foi realizada também uma extensão e análise detalhada de uma revisão sistemática da literatura, verificando, descrevendo e comparando com os fatores identificados pelo estudo qualitativo. A integração de ambos os estudos nos permitiu identificar 90 fatores influentes na estimativa de esforço de projetos *Web*. Essa lista pode ser empregada por empresas e gerentes de projeto para melhoria na tomada de decisão quando se realizar a estimativa de esforço.

Palavras-chave:

Estimativa de Esforço de Aplicação *Web*; Qualidade de *Software*; Análise Qualitativa; *Grounded Theory*, Revisão Sistemática da Literatura.

Abstract of the thesis presented to PPGI / UFAM as part of the necessary requirements for achieving the title of Master in Informatics

A Research on Influencing Factors in the Effort Estimation Process of Web Projects

*Olavo Olimpio de Matos Junior
March/2014*

Advisors: *Tayana Uchôa Conte, D.Sc.
Emilia Mendes, D.Sc.*

Program: *Pós-graduação em Informática*

Research Field: *Software Engineering and Embedded Systems*

Abstract: *The Web development industry is constantly growing and companies that develop such projects are facing the challenge of estimating the necessary effort for development in a period of time that can be very short. This is a very complex challenge because there are several factors that can influence the estimation process. Without an adequate model, the estimation of Web projects can be performed with a high degree of uncertainty. Moreover, effort estimation methods that are applied in traditional software development are not precise enough for the development of Web applications. This master thesis investigates the influencing factors during the effort estimation of new Web projects. This investigation is based on a qualitative research with interviews and practitioners who have actively participated in the effort estimation process of Web projects, in which we verified the interrelationships between these factors and categorizing them. We also present an extension and detailed analysis over a systematic literature review, in which we verified, described and compared the identified factors with those from the qualitative study. The integration of both studies allowed us to identify a total of 90 influencing factors in effort estimation of Web projects. Such list can be employed by companies and project managers in the improvement of decision making when performing effort estimations.*

Keywords:

Effort estimation of Web applications; Software Quality; Qualitative Analysis; Grounded Theory; Systematic Literature Review.

Sumário

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização.....	12
1.2 Definição do problema.....	13
1.3 Objetivos da Pesquisa.....	14
1.4 Metodologia.....	15
1.5 Estrutura da Dissertação.....	16
CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS WEB	17
2.1 Aplicações Web.....	17
2.1.1 Particularidades das Aplicações Web.....	18
2.2 Métricas de <i>Software</i>	19
2.3 Estimativas de Projetos de <i>Software</i>	20
2.3.1 Conceitos de Estimativa.....	20
2.3.2 Processo de Estimativa Genérico.....	21
2.3.2.1 Requisitos de Aplicação.....	21
2.3.2.2 Tamanho Estimado.....	21
2.3.2.3 Fatores de Custo.....	21
2.3.2.4 Os Dados ou Conhecimento dos Últimos Projetos Finalizados.....	22
2.3.2.5 Estimativa de Esforço.....	22
2.3.2.6 Alocação de Recursos.....	22
2.3.2.7 Estimativa de Duração.....	22
2.3.2.8 Estimativa de Custo.....	22
2.4 Categorias de Estimativas de Esforço.....	23
2.4.1 Baseada por Especialistas.....	23
2.4.1.3 Técnicas algorítmicas.....	25
2.4.1.4 Técnicas de Inteligência Artificial.....	27
2.5 Estimativas de Projeto Web.....	31
2.6 Trabalhos relacionados à Estimativa de Esforço Web.....	32
CAPÍTULO 3 – PESQUISA QUALITATIVA SOBRE ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS WEB	34
3.1 Estudo Qualitativo.....	34
3.2 Metodologia de pesquisa.....	35
3.2.1 Coleta de Dados.....	35
3.3 Análise dos resultados.....	38
3.4 Resultados do Estudo Qualitativo.....	42

3.4.1 Projeto <i>Web</i>	44
3.4.2 Equipe de Desenvolvimento <i>Web</i>	46
3.4.3 Clientes	49
3.4.4 Complexidade do desenvolvimento <i>Web</i>	52
3.5 Ameaças à validade	55
3.6 Considerações Finais	55
CAPÍTULO 4 – COMPARAÇÃO E INTEGRAÇÃO ENTRE RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA E DA PESQUISA QUALITATIVA ...	57
4.1 Introdução.....	57
4.2 Metodologia de pesquisa.....	59
4.3 Analisando uma RSL sobre Estimativa de Esforço em projetos <i>Web</i>	60
4.3.1 Obtenção dos Dados.....	61
4.4 Execução da Extensão da RSL.....	67
4.5 Análise Comparativa entre os fatores da RSL e estudo qualitativo	69
4.6 Integração dos fatores encontrados	70
4.7 Considerações Finais.....	77
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	79
5.1 Epílogo	79
5.2 Principais Contribuições da dissertação	80
5.3 Dificuldades e Limitações	81
5.4 Oportunidades para trabalhos futuros	82
Referências Bibliográficas	83

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Representação gráfica da metodologia deste trabalho	15
Figura 2.1 – Processo de Estimativa de Esforço	21
Figura 2.2 – Processo de Estimativa de Esforço Baseada por Especialistas	25
Figura 2.3 – Técnica Algorítmica para Estimativa de Esforço	26
Figura 2.4 – Exemplo de uma árvore de regressão para estimativa de esforço <i>Web</i>	28
Figura 2.5 – Usando CART para estimativa de esforço	29
Figura 3.1 - Exemplo de codificação aberta.....	39
Figura 3.2 – Representação gráfica da categoria Cliente com as associações relacionadas à subcategoria [SC] que facilita na estimativa de esforço.....	40
Figura 3.3 – Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria fatores do Projeto <i>Web</i>	41
Figura 3.4 – Associações relacionadas com a experiência do empregado na categoria de Equipe Desenvolvimento <i>Web</i>	42
Figura 3.5 – Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria Equipe de Desenvolvimento <i>Web</i>	46
Figura 3.6 – Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria Cliente	50
Figura 3.7 – Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria Complexidade do desenvolvimento <i>Web</i>	53
Figura 4.1 – Etapas da metodologia de pesquisa - Código e citação.....	59
Figura 4.2 - Etapas para descrição dos fatores da RSL	62

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 - Questões utilizadas na entrevista	37
Tabela 3.2 – Conectores de Códigos adaptado de (Bandeira-de-Mello & Cunha 2006).....	39
Tabela 3.3 - Fatores que afetam a estimativa de esforço em Projetos <i>Web</i>	43
Tabela 4.1. Questões da revisão sistemática apresentada por Azhar <i>et al.</i> (2012).....	60
Tabela 4.2. Áreas de estimativa de aplicações <i>Web</i> – Baseado em Azhar <i>et al.</i> (2012).....	60
Tabela 4.3. Fatores de esforço que influem na estimativa no desenvolvimento de projetos <i>Web</i>	62
Tabela 4.4. Fatores identificados através dos artigos selecionados pela extensão da RSL.....	67
Tabela 4.5. Comparação por similaridade entre fatores de estimativa de esforço da pesquisa qualitativa com a RSL	69
Tabela 4.6. Agrupamento de fatores que influenciam na estimativa de esforço em projetos <i>Web</i> : RSL combinado com o estudo qualitativo.....	72

Neste capítulo é apresentada a contextualização deste trabalho, o problema de pesquisa identificado, os objetivos a serem atingidos, o método de pesquisa adotado e a estrutura de como se encontra organizada esta dissertação.

1.1 Contextualização

A *Web* é usada como plataforma para vários tipos de aplicações e serviços *Web*. As aplicações e serviços que oferecem funcionalidades que buscam facilitar o acesso a informação, e, principalmente, a colaboração entre os usuários é uma realidade que nós temos atualmente, e tal diversidade é provável que continue crescendo (Azhar *et al.* 2012). No entanto, essa diversidade implica em muitos desafios para aqueles que desenvolvem/propõem tais aplicações, tecnologias e serviços. Este cenário só acrescenta a situação atual em que desenvolvimento de projetos *Web* muitas vezes sofrem de cronogramas irrealistas, levando a aplicações que raramente são desenvolvidas no prazo e dentro do orçamento (Reifer, 2000).

Como a demanda por desenvolvimento de aplicações *Web* vem crescendo atualmente, essa categoria de *software* já representa um esforço considerável de desenvolvimento no contexto geral de aplicações de *software*. Um dos alicerces do gerenciamento de projetos *Web* é a estimativa de esforço, o processo pelo qual o esforço de desenvolvimento de um projeto é estimado e utilizado como base para prever os custos e alocar recursos de projeto de forma eficaz, permitindo assim que estes sejam entregues no prazo e orçamento (Humphrey, 1995).

A estimativa de esforço é um domínio complexo, onde a relação entre fatores não é determinista, e de natureza inerentemente incerta (Mendes, 2012). Estimativas realistas são fundamentais para o êxito da gestão de projetos de *software*, e na *Web* não é exceção. Tendo estimativas realistas no estágio inicial do ciclo de vida do projeto permite que os gerentes de projetos possam ajustar seus recursos de forma eficaz.

O propósito da estimativa de esforço é de prever a quantidade de esforço (pessoa/hora) necessário para desenvolver uma aplicação (e, possivelmente, também

um serviço dentro do contexto da *Web*), muitas vezes com base no conhecimento de aplicações semelhantes/serviços anteriormente desenvolvidos (Mendes, 2007).

Deste modo, faz-se necessário realizar investigações mais aprofundadas sobre a influência dos fatores durante a estimativa de esforço de novos projetos *Web*.

1.2 Definição do problema

Mendes (2007) descreve recursos como sendo quaisquer fatores, tais como, custo, esforço, qualidade, tamanho do problema, que têm uma influência sobre o resultado de um projeto. Estimativas de recursos são tradicionalmente centradas no uso de uma ou mais métricas, por exemplo, linhas de código pontos ou função, como fatores determinantes para esforço de desenvolvimento de *software*.

As empresas de desenvolvimento de projetos baseados na *Web* enfrentam o desafio de estimar o esforço de desenvolvimento exigido no período de tempo muito curto. Este problema não tem uma solução padrão ainda (Ochoa *et al.* 2003). O desenvolvimento *Web* também exige um conjunto mais amplo de habilidades, com designers gráficos estando envolvidos no processo de desenvolvimento, além de profissionais de TI (Mendes, 2007), e projetos *Web* tendem a ter um menor tempo de desenvolvimento como sendo “*software* pronto para o mercado” (Reifer, 2000).

As Estimativas de esforço que são utilizadas por muitos anos em desenvolvimento de *software* tradicional, não são muito precisas para estimativa de esforço em desenvolvimento de aplicações *Web* (Reifer, 2000), onde as características as estimativas diferem uma da outra. Faz-se necessário, portanto, uma pesquisa que identifique e apresente quais fatores podem influenciar na estimativa de esforço em projetos *Web*.

Sem um modelo adequado, a estimativa de projetos *Web* é conduzida com um elevado grau de incerteza, e o esforço estimado baseia-se, na maioria das vezes, apenas na experiência de um especialista, cujas estimativas geralmente não são formalmente documentadas (Ochoa *et al.* 2003). Este especialista conhece bem a capacidade de desenvolvimento da empresa e é capaz de interpretar a exigências do cliente com alta precisão e conseqüentemente compreende bem os fatores que influem na estimativa do projeto *Web*.

Devido a necessidade de aprofundar o entendimento sobre os fatores que influem no processo de desenvolvimento de aplicações *Web*, a questão de pesquisa que norteia este trabalho é:

Quais os fatores que influem no processo de estimativa de esforço no desenvolvimento de projetos Web?

Para responder esta questão, realizou-se um estudo qualitativo com especialistas em estimativa de esforço em projetos e uma análise comparativa com os resultados da literatura com o objetivo de aumentar o “corpo de conhecimento” em relação aos fatores que influenciam na estimativa de esforço destes projetos.

1.3 Objetivos da Pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é: Identificar os fatores que influem na estimativa de esforço do processo de desenvolvimento de novos projetos *Web*, com o propósito de criar um corpo de conhecimento sobre estimativa de esforço *Web*.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Identificar proposições fundamentadas em dados de estudos qualitativos e da literatura sobre os fatores que influem na estimativa de novos projetos *Web*;
- Identificar a influência dos fatores no esforço de desenvolvimento *Web*;
- Analisar os principais fatores e métricas de usadas na estimativa de esforço de projetos *Web*;
- Apresentar um “corpo de conhecimento” em relação aos fatores que influenciam na estimativa de esforço de projetos *Web*.

1.4 Metodologia

Este projeto de pesquisa de mestrado utilizará as seguintes etapas, conforme apresentada na Figura 1.1.

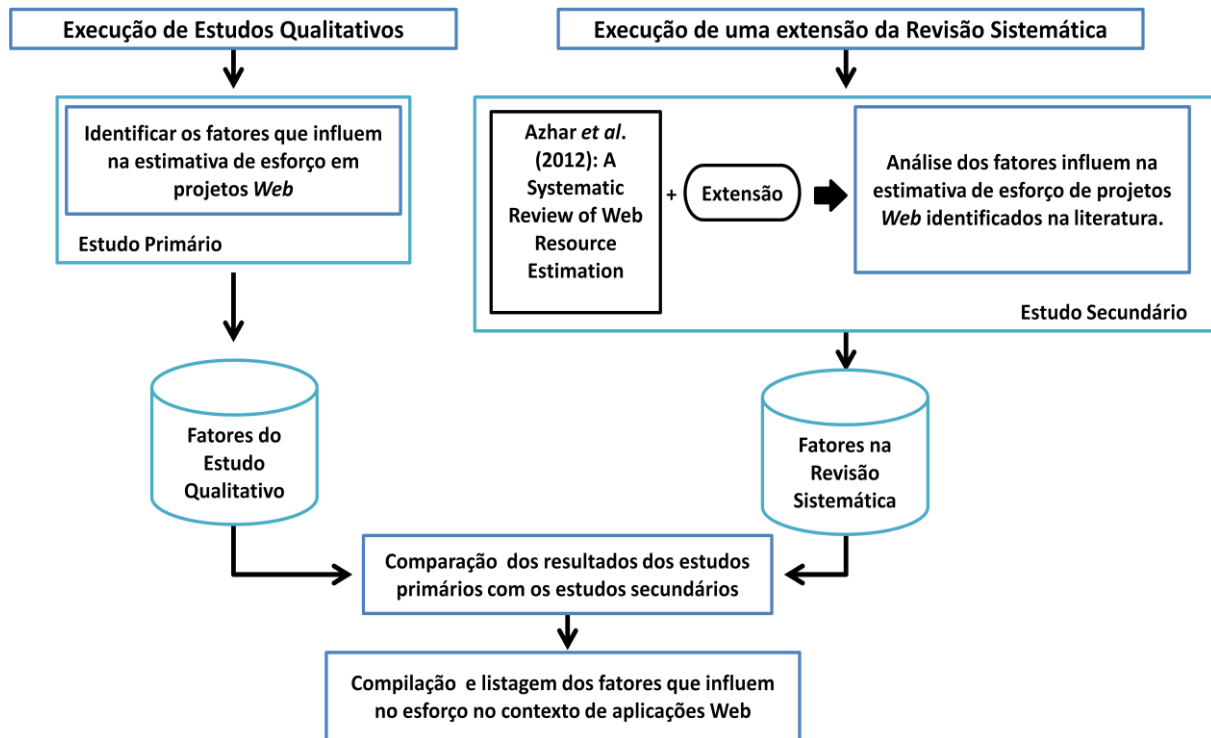


Figura 1.1– Representação gráfica da metodologia deste trabalho

1. Estudo Primário – Com o propósito de identificar e compreender os fatores que influenciam no esforço necessário para o desenvolvimento de novas aplicações *Web*:

1.1. Realizar um Estudo Qualitativo – coleta qualitativa através de entrevistas semi-estruturadas, na qual será feita a validação em reuniões entre os pesquisadores envolvidos;

1.2. Identificar fatores e sua influência no desenvolvimento de aplicações *Web* – Análise qualitativa utilizando procedimentos de *Grounded Theory* (GT) (Strauss & Corbin 1998), gerando uma teoria substantiva baseada nos dados.

1.3. Listar fatores identificados pela Análise Qualitativa;

2. Estudo Secundário – Tem como finalidade de encontrar evidências na literatura sobre os fatores considerados na estimativa de esforço de aplicações *Web*:

- 2.1. Analisar os resultados da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de Azhar *et al.*(2012) – extraíndo os dados relevantes para a pesquisa;
- 2.2. Realizar uma extensão da RSL de Azhar *et al.*(2012) extraíndo e analisando os dados da literatura atual.
- 2.3. Listar fatores identificados pela Análise e Extensão da RLS;

3. Comparação dos resultados – Comparação dos fatores considerados na estimativa de esforço de aplicações *Web* identificados nos estudos qualitativos com os fatores identificados na literatura para verificar as proposições baseadas nos dados.

4. Compilar e listar os fatores que influem no esforço - no contexto de estimativa de esforço em projetos *Web*

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação de mestrado está organizada em outros quatro capítulos, além deste primeiro capítulo que apresentou a motivação e o contexto no qual está inserida esta pesquisa. A organização do texto deste trabalho segue a estrutura abaixo:

Capítulo 2 – Estimativa de esforço em projetos *Web* - apresenta a base teórica em relação à estimativa de esforço de projetos *Web*, apresentando conceitos sobre o contexto da pesquisa.

Capítulo 3 – Pesquisa Qualitativa sobre estimativa de esforço em projetos *Web* - apresenta a descrição da pesquisa qualitativa sobre estimativa de esforço em projetos *Web*, identificando quais são os fatores que afetam estimativas de esforço para novos projetos e como eles estão inter-relacionados.

Capítulo 4 – Comparação e Integração entre os resultados da Revisão Sistemática da Literatura e da Pesquisa Qualitativa - este capítulo apresenta todos os conceitos relacionados a cada um dos fatores que influenciam na estimativa de esforço em projetos *Web*. É apresentada a extensão de uma revisão sistemática, a comparação com o estudo qualitativo e a integração dos fatores.

Capítulo 5 – Conclusão e Perspectivas Futuras: Descrevem as conclusões e contribuições do trabalho, além de indicar a continuação da pesquisa através trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS WEB

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica em relação à estimativa de esforço de projetos Web, apresentando conceitos com o objetivo de fundamentar o conhecimento no decorrer da pesquisa.

2.1 Aplicações Web

O uso comercial da Internet tem crescido exponencialmente nos últimos anos. Neste tempo a Internet evoluiu de um simples meio de comunicação (correio, arquivos, salas de bate-papo, etc.) para um veículo de distribuição de informação e mais recentemente para um canal de comércio eletrônico (*e-commerce*). *Web sites*, que antes simplesmente distribuía informações para visitantes, tornaram-se sistemas interativos e altamente funcionais que permitem a interação de muitos tipos de usuários com muitos tipos de negócio.

Como a demanda por desenvolvimento de aplicações *Web* vem crescendo atualmente, essa categoria de *software* já representa um esforço considerável de desenvolvimento no contexto geral de aplicações de *software*. Esse crescimento pode ser observado não só do ponto de vista da quantidade de aplicações, mas também no que diz respeito à complexidade, criticidade e, conseqüentemente, aos riscos para o negócio de diversas organizações fortemente apoiadas por aplicações *Web* (Conte, 2009). Adicionalmente, a exploração de conceitos de ubiquidade e facilidade de acesso a informações e serviços proporcionados pela *Web* vêm permitindo o uso cada vez mais intenso dessas aplicações na sociedade como um todo (Kappel *et al.* 2006), apoiando as relações de negócio entre empresas e indivíduos em atividades do dia-a-dia relacionadas ao trabalho ou lazer.

Inicialmente é importante definir o que são aplicações *Web* no contexto deste trabalho. Não há um consenso da comunidade científica em torno de uma definição em comum. Apesar da ampla presença do *browser* na grande maioria das aplicações *Web*, existem aplicações que utilizam a infraestrutura da *Web*, mas não utilizam o *browser* como componente principal para apresentação e exploração da informação

disponibilizada pela aplicação, tais como aplicações *Web* envolvendo *workflow* científico e características de ubiquidade computacional. Para não excluir este tipo de aplicação, no contexto deste trabalho, adotou-se como conceito de aplicação *Web* a definição adaptada de (Kappel *et al.* 2006):

“Uma aplicação Web é um sistema de software baseado em tecnologias e padrões do World Wide Web Consortium (W3C) que provê recursos específicos de Web, como conteúdo e serviços, através de um cliente Web”.

A posição proeminente das aplicações *Web*, adicionada às características próprias deste tipo de *software* motivou o surgimento da Engenharia de Aplicações *Web* (*Web Engineering*), que visa aplicar os princípios de engenharia para desenvolver aplicações *Web* de qualidade (Pressman 2000).

2.1.1 Particularidades das Aplicações Web

Algumas características fazem da *Web* uma plataforma bem particular. Em primeiro lugar, aplicações *Web* possuem uma forte predominância de aspectos visuais, sendo em muitos casos um dos componentes mais importantes do sistema, principalmente se o objetivo estiver relacionado às estratégias de marketing ou institucionais (Drach, 2005). De acordo com Drach (2005), este fato explica em parte porque os requisitos tornam-se muito variáveis neste ambiente, uma vez que mudanças nas interfaces do usuário são frequentes; tais mudanças geralmente requerem algum esforço, cuja intensidade dependerá da natureza da mudança e da forma como o sistema foi implementado.

Além de questões como volatilidade de requisitos, componentização e outros, as aplicações *Web* diferem daquelas convencionais pela existência de um processo de *authoring*, que corresponde às atividades de desenho, criação e publicação de conteúdos estáticos e componentes multimídia que compõem um *Web site*, tais como páginas HTML, folhas de estilo, imagens, animações e scripts para a camada de apresentação. Tal processo, que pode demandar uma quantidade considerável do esforço total do projeto, não é contabilizado pelo método de contagem tradicional.

Um *Web site* pode fornecer acesso a múltiplas aplicações *Web*. Os tipos de função de negócio que são fornecidos podem variar consideravelmente, desde uma coleção de

páginas HTML estáticas até aplicações online complexas. Outra particularidade é que no mundo Internet a escala de tempo para entrega de novos sistemas foi encurtada de alguns anos para alguns meses, o que tem levado a uma necessidade de integração muito maior e mais ágil entre profissionais das áreas de marketing/publicidade, negócios e sistemas, e ao surgimento de novas práticas como o *Extreme Programming* – XP (Beck, 1999).

Softwares baseados em *Web* levantam novas questões econômicas. Empresas que operam através da *Web* dependem dos clientes usando, e mais importante, retornando aos seus sites. E diferentemente de vendedores de *software*, se uma nova empresa lança um site competitivo de maior qualidade, os clientes irão quase que imediatamente migrar seus negócios para o novo site. Portanto, a qualidade do produto tem sido um aspecto importante neste ambiente (Drach, 2005).

2.2 Métricas de Software

Segundo Fenton e Pfleeger (1996), medição é o processo de atribuir números ou símbolos aos atributos das entidades do mundo real, de acordo com um conjunto de regras claramente definidas. Portanto, uma medição captura informações de atributos de entidades, que são abstrações de objetos ou eventos do mundo real. Para tanto é necessário distinguir as entidades segundo certas propriedades que as identificam. As propriedades ou características são expressas por números ou símbolos que nos permitem estabelecer comparações e obter conclusões a respeito das mesmas.

Para Drach (2005), as métricas de *software* são definidas como atributos quantitativos de medidas de vários aspectos de um projetos ou produto de *software*, agindo como ferramenta gerencial, de estimativas, de metas e de apoio à decisão. Em geral, a aplicação de métricas é muito importante porque favorece três atividades básicas:

- entendimento do que está ocorrendo durante o processo de desenvolvimento ou manutenção, o que permite estabelecer parâmetros de controle para futuros comportamentos;
- controle do andamento de projetos com base em metas pré-estabelecidas ou dados históricos, permitindo a rápida atuação no sentido de corrigir eventuais desvios;

- melhoria dos processos e produtos como, por exemplo, o aumento da quantidade ou tipo de revisões de projeto baseada nas medidas de qualidade da especificação.

Para Pressman (2006), as métricas possuem alguns objetivos principais como:

- Fornecer indicação da qualidade do sistema *Web* de um ponto de vista técnico;
- Fornecer diretrizes para estimativa de esforço;
- Fornecer apoio e indicação para análise do negócio.

Métricas de *software*, portanto, são padrões quantitativos de medidas de vários aspectos de um projeto ou produto de *software*, e constituem-se em uma poderosa ferramenta gerencial, contribuindo para a elaboração de estimativas de prazo e custo mais precisas e para o estabelecimento de metas plausíveis, facilitando assim o processo de tomada de decisões e a posterior obtenção de medidas de esforço e qualidade.

2.3 Estimativas de Projetos de Software

De acordo com Khatibi (2012), estimar o custo de um projeto de *software* em termos de esforço é uma das atividades mais importantes no gerenciamento de projetos de *software*. Isso ocorre porque um planejamento rigoroso, monitoramento e controle do projeto não são viáveis se as estimativas do custo no desenvolvimento de *software* são altamente imprecisas.

2.3.1 Conceitos de Estimativa

Estimar, em Engenharia de *Software*, consiste em determinar (prever) prazo, recursos e esforço necessários para desenvolver um projeto de *software* (PRESSMAN, 2005 *apud* ASCARI *et al.*, 2011).

Abreu (2011) divide a estimativa de projetos de *software* em três tipos:

- **Estimativa de Tamanho** - Grandeza física medida através dos requisitos, análise e projeto ou código do *software* com base nas suas funções e complexidade do problema.
- **Estimativa de Esforço**
Trabalho necessário para desenvolvimento do projeto obtido a partir da estimativa de tamanho.

- **Estimativa de Prazo**

Tempo necessário para desenvolvimento do projeto obtido a partir da estimativa de esforço e quantidade de recursos envolvidos no projeto.

2.3.2 Processo de Estimativa Genérico

Mendes (2007) explica o processo geral de estimativas de projetos de *software* em oito etapas. A Figura 2.1, apresenta uma visão geral de um processo de estimativa de esforço que compreende não apenas entradas e saídas dos processos, mas também entradas e saídas relacionadas. Cada um desses processos será detalhado a seguir:

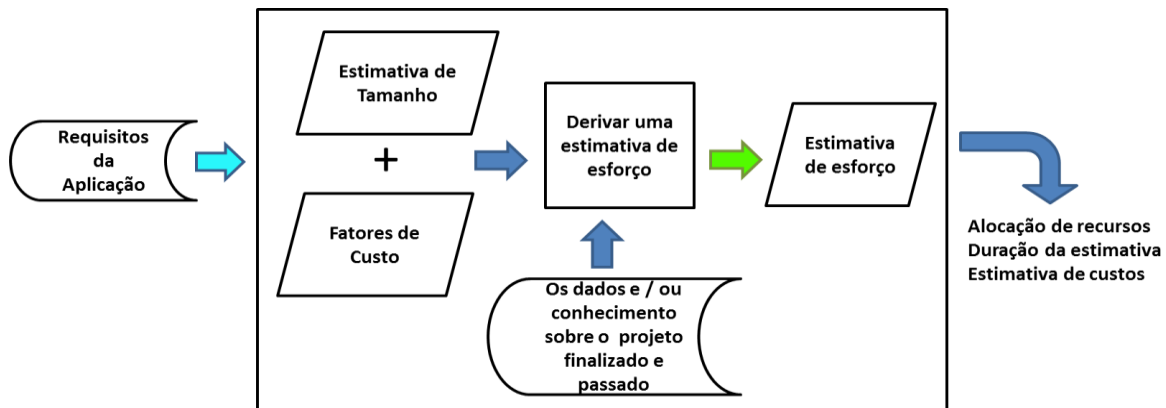


Figura 2.1 – Processo de Estimativa de Esforço - Fonte: Mendes (2007).

2.3.2.1 Requisitos de Aplicação

Representa qualquer conjunto de requisitos funcionais e não funcionais, que foram obtidos a partir de levantamento reuniões com os clientes. Eles podem ser detalhados em linguagem natural ou alguma outra notação, como os casos de uso UML.

2.3.2.2 Tamanho Estimado

Representa uma estimativa quanto à dimensão do "problema" a ser resolvido. Exemplos: uma estimativa do número de novas páginas da *Web* e uma série de funções / características (por exemplo, carrinho de compras) a ser oferecido pelo novo aplicativo *Web*.

2.3.2.3 Fatores de Custo

Representam fatores que não estão relacionados com o tamanho, mas que se acredita estar associado com o esforço no sentido de que eles têm um efeito sobre o

montante total do esforço necessário para desenvolver um aplicativo da *Web*. Alguns exemplos possíveis são:

- Número total de membros da equipe que participará do desenvolvimento do projeto.
- Número médio dos desenvolvedores que possuem anos de experiência com as ferramentas de desenvolvimento.
- Experiência prévia do gerente de projeto gerenciando um projeto semelhante.
- Natureza do cliente que solicitou o projeto (por exemplo, mal-humorado, não mal-humorado).

2.3.2.4 Os Dados ou Conhecimento dos Últimos Projetos Finalizados

Representa um ou ambos dos seguintes itens:

- Dados concretos sobre os últimos projetos concluídos realizados pela empresa.
- Conhecimento especializado de gerentes e desenvolvedores de projetos anteriores que são um pouco semelhante ao esforço que precisa ser estimado.

2.3.2.5 Estimativa de Esforço

O esforço total estimado (geralmente medido em horas por pessoa) que é necessário para completar o projeto e entregá-lo.

2.3.2.6 Alocação de Recursos

Representa o processo de decisão sobre os recursos (por exemplo, desenvolvedores, testadores, ferramentas) que precisam ser alocados para o projeto como um resultado do esforço que foi estimado. Isso também precisa levar em conta outros projetos existentes que são atualmente geridos (carteira de projetos).

2.3.2.7 Estimativa de Duração

Representa a estimativa da duração de quando o projeto será concluído. Isso também precisa levar em conta outros projetos existentes sendo atualmente geridos (projeto portfólio).

2.3.2.8 Estimativa de Custo

O custo estimado do projeto que é baseado no esforço estimado, acrescidos dos custos de contingência e de lucros.

Segundo Mendes (2007) também cita três fatores que afetam o processo de determinação de uma estimativa de esforço que são:

1. Fatores de tamanho e custo estimado são usados como entrada para o processo.
2. Dados e conhecimento do esforço real em projetos passadas são usados por gerentes de projetos e desenvolvedores, a fim de identificar quaisquer semelhanças entre aplicativos desenvolvidos para prevê o novo projeto.
3. O resultado deste processo é uma estimativa de esforço, que é então utilizado para alocar recursos, e para estimar a sua duração e custos.

2.4 Categorias de Estimativas de Esforço

As técnicas de estimativa tem sido proposta há mais de 30 anos. (SHEPPERD, 2001 *apud* MENDES, 2007). Mendes (2007) divide as categorias de estima em três tipos: estimativa baseada por especialistas, técnicas algorítmicas e técnicas de inteligência artificial. A seguir serão explicadas essas categorias.

2.4.1 Baseada por Especialistas

Estimativa de esforço baseada por especialistas é o processo de estimativa baseada na experiência no desenvolvimento ou gestão de projetos anteriores semelhantes. A realização de estimativas de esforço precisas é diretamente proporcional à competência e experiência dos indivíduos envolvidos (por exemplo, gerente de projeto, desenvolvedor) envolvidos no projeto.

As estimativas podem ser sugeridas por um gerente de projeto, ou por um grupo de pessoas que englobam gerentes de projetos e desenvolvedores, geralmente por meio de uma sessão de *brainstorming*.

Mendes (2007) sugere que no contexto de desenvolvimento *Web*, as estimativas de esforço numa base de especialistas sejam obtidas usando um dos seguintes mecanismos:

2.4.1.1 Estimativa Bottom-up

Levam em conta todas as partes do nível mais baixo de um aplicativo e as tarefas funcionais necessárias para desenvolver esta aplicação. Cada tarefa atribuída com

estimativas de esforço é repetidamente combinada em estimativas de nível superior até que finalmente obtém uma estimativa que é considerada como a soma de todas as partes de estimativa de nível inferior.

2.4.1.2 Estimativa Top-down

Levam em conta todas as partes do nível mais alto de um aplicativo, inicialmente é sugerida uma estimativa total para as tarefas relativas ao conjunto total.

Vliet, 2000 *apud* Mendes, 2007 fala que há três tipos de estimativas diferentes baseadas por especialistas: uma estimativa otimista (**o**), uma estimativa realista (**r**), e uma estimativa pessimista (**p**). Com base numa distribuição beta, o esforço **E** estimado é então calculada como (Equação 1):

Equação 1

$$E = (o + 4r + p)/6$$

Mendes (2007) mostra um modelo (Figura 2.2) de representação de como é feita a estimativa de esforço baseada em especialistas. Cada passo será explicado a seguir:

- **Passo 1)** Um especialista/ grupo de desenvolvedores implicitamente olham o tamanho e custo estimado relacionadas com um novo projeto para o qual esforço necessita de ser estimado.
- **Passo 2)** Com base nos dados obtidos no passo 1 eles que recuperam os dados / conhecimento em projetos anteriores para os quais é conhecida esforço real.
- **Etapa 3)** Com base nos dados de Passos 1 e 2, eles subjetivamente estimam o esforço para o novo projeto.

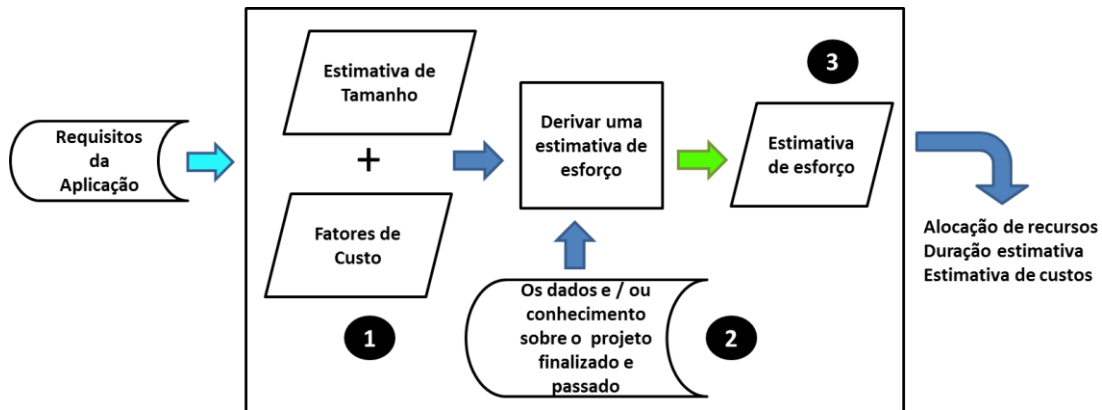


Figura 2.2 – Processo de Estimativa de Esforço Baseada por Especialistas. Fonte: Mendes (2007).

2.4.1.3 Técnicas algorítmicas

Segundo Mendes (2007) as técnicas algorítmicas tentam construir modelos que representam precisamente a relação entre esforço e uma ou mais características do projeto através do uso de modelos algorítmicos. A relação entre o tamanho e esforço é muitas vezes traduzidos para uma equação mostrado pela Equação 1. A seguir, onde **a** e **b** são constantes, **S** é o tamanho estimado de uma aplicação, e **E** é o esforço estimado necessário para desenvolver uma aplicação de tamanho **S**.

Equação 2

$$E = a S^b$$

$$\left\{ \begin{array}{l} b < 1, \quad \text{projetos de maior dimensão que usam menos esforço} \\ b = 1, \quad \text{a relação é linear} \\ b > 1, \text{projetos de maior dimensão utilizam mais esforço} \end{array} \right\}$$

No entanto, o valor pode ser ajustado tendo em conta fatores de custo através da Equação 2.

Equação 2

$$E = aS^b \text{ Custos}$$

Existem modelos algorítmicos exatos e populares, dentre eles, o COCOMO que foi o primeiro modelo construtivo de custo proposto por Boehm em 1981. O COCOMO foi destinado a ser um modelo algorítmico genérico que poderia ser aplicado por qualquer organização para estimar o esforço em três estágios diferentes do ciclo de vida do

desenvolvimento de projetos de *software*:

- No início do ciclo de vida do desenvolvimento, quando os requisitos não foram ainda totalmente especificados (COCOMO *Basic*);
- Depois do detalhamento dos requisitos forem especificados (COCOMO *Intermediate*);
- Quando o *design* do aplicativo for finalizado (COCOMO *Advanced*);

Mendes (2007) mostra um modelo (Figura 2.3) de representação de como é feita a estimativa de esforço por modelos de algoritmos. Cada passo será explicado a seguir:

- **Passo 1)** Os dados anteriores são utilizados para gerar um modelo algorítmico.
- **Passo 2)** Um modelo algorítmico é construído a partir dos dados anteriores obtidos no Passo 1.
- **Passo 3)** O modelo criado no passo 2, em seguida, recebe como entrada, os valores para o tamanho estimado e fatores de custo em relação ao novo projeto para o qual o esforço é para ser estimado.
- **Passo 4)** O modelo gera um esforço estimado.

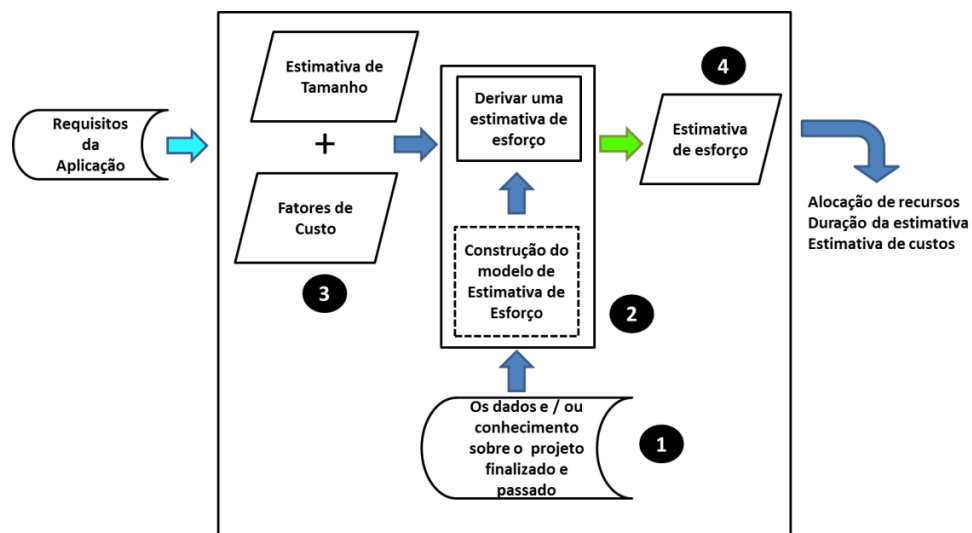


Figura 2.3 – Técnica Algorítmica para Estimativa de Esforço - Fonte: Mendes (2007).

2.4.1.4 Técnicas de Inteligência Artificial

Nos últimos 20 anos as técnicas de inteligência artificial têm sido usadas como um complemento ou como uma alternativa para as duas categorias anteriores (estimativa de esforço baseada por especialista e por técnicas algorítmicas).

Segundo Mendes (2007), essas técnicas de inteligência artificial possuem quatro subcategorias bastante difundidas para estimativa de esforço em projetos de *software* que são Lógica Fuzzy, Classificação e Árvore de Regressão (CART), Redes Neurais e Raciocínio baseado em casos (CBR).

2.4.1.5 Lógica Fuzzy

Segundo Zadeh (1965) *apud* Ascari et al. (2011), a utilização de conjuntos *fuzzy* para lidar com conceitos inexatos foi inicialmente proposta por Zadeh em 1965, motivado pelo fato de que muitas classes de objetos existentes no mundo físico não apresentam critérios de pertinência definidos com precisão.

Na teoria dos conjuntos *fuzzy* é feita uma generalização da função característica, originando uma função de pertinência, que determina com que grau um objeto x pertence a um conjunto A no universo em questão (FONTE, 2004 *apud* ASCARI et al., 2011).

O raciocínio *fuzzy* corresponde a uma metodologia de inferência que utiliza conceitos e ferramentas da lógica *fuzzy* para chegar a uma conclusão partindo-se de uma dada premissa. Desta forma, de posse de um conjunto de regras de proposições e conclusões, combinadas por operadores *fuzzy*, pode-se inferir um conjunto *fuzzy*, do qual é possível extrair um valor numérico que representa o resultado final da análise.

Portanto, a lógica *fuzzy* é utilizada para ajudar na estimativa de desenvolvimento de projeto de *software* tendo como base os requisitos do sistema, que representam as funcionalidades requeridas ou definidas pelo usuário.

2.4.1.6 Classificação e Árvore de Regressão (CART)

Segundo Mendes (2007) Árvore de regressão usa variáveis independentes (preditoras) para construir árvores binárias, em que cada nó folha representa tanto uma categoria à qual pertence uma estimativa ou um valor para uma estimativa.

Sempre que são preditoras categóricas (por exemplo, Sim / Não) a árvore CART é

chamado de árvore de classificação e sempre que são preditoras numéricas a árvore CART é chamado de árvore de regressão.

Na Figura 2.4 mostra um exemplo de uma árvore de regressão onde as variáveis independentes são: NWP (Novas Páginas da *Web*), NIM (Novas Imagens) e NFN (Novas Funcionalidades/Funções). Utilizando a árvore de regressão da figura 4 para supor um novo projeto que possuirá NWP = 25, NIM = 15 e NFN = 3, logo o esforço necessário será de 45 horas por pessoa ao realizar o caminhar na árvore da sua raiz até as folhas.

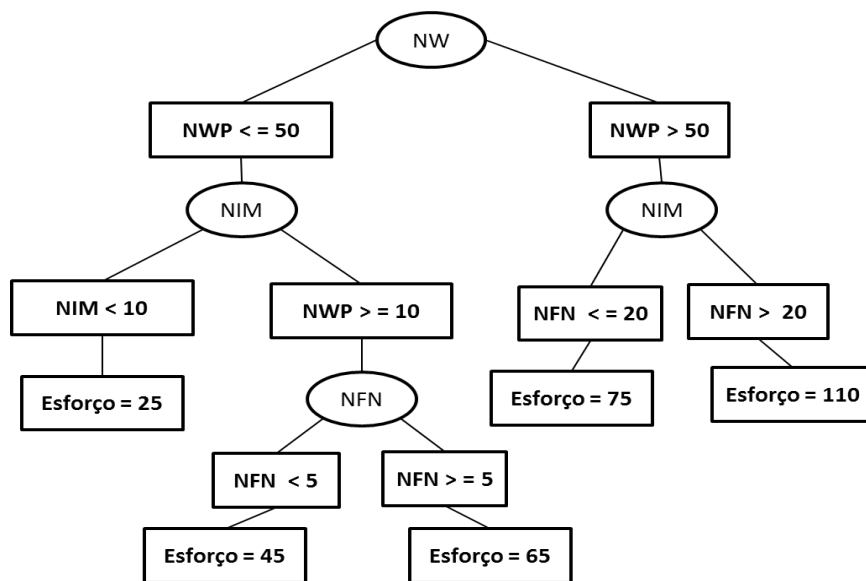


Figura 2.4 – Exemplo de uma árvore de regressão para estimativa de esforço *Web* - Fonte: Mendes (2007).

Mendes (2007) mostra um modelo (Figura 2.5) de representação de como é feita a estimativa de esforço utilizando CART. Cada passo será explicado a seguir:

- **Passo 1)** dados anteriores é utilizado para gerar um modelo CART.
- **Passo 2)** Um modelo CART é construído com base nos dados passados obtidos na Etapa 1.
- **Passo 3)** O modelo criado na passo 2, em seguida, recebe, como entrada, valores / categorias para o tamanho estimado e fatores de custo em relação ao novo projeto para que o esforço é para ser estimado.
- **Passo 4)** O modelo gera um valor / categoria esforço estimado.

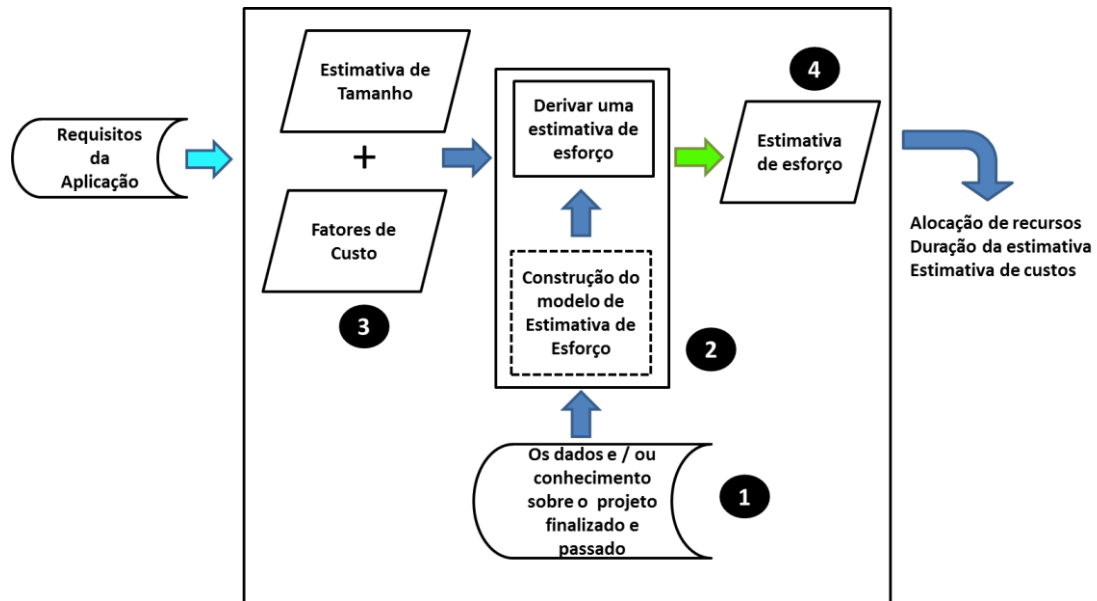


Figura 2.5 – Usando CART para estimativa de esforço - Fonte: Mendes (2007).

2.4.1.7 Redes Neurais

Segundo Borsoi et al.(2012), o uso de redes neurais decorre de elas empregarem técnicas de aproximação de funções por regressão não linear, aproximando-se da forma como um especialista realiza estimativas.

Isso deve-se ao fato de que os fatores como o prazo não tem aumento linear proporcional ao número de requisitos de entrada. As redes neurais utilizam como entrada os requisitos do sistema a ser desenvolvido e o tempo padrão para implementar cada tipo de requisito. Esse tempo é definido pelas redes treinadas.

Borsoi et al. (2012) afirmam que o treinamento está baseado em padrões de tempo informados por especialistas.

As entradas para as redes utilizam uma tabela de fatores definidores de prazo (Quadro 1). Os fatores que correspondem a esses agrupamentos e as respectivas quantidades associadas estão em Borsoi et al (2012).

Quadro 1 - Funcionalidades do sistema (agrupamento de requisitos)

Grupos	Fatores definidores de prazo – Quantidade
Manutenção de dados	1. Simples (inclusão, exclusão, alteração, consulta simples em banco de dados): a) até 5 campos; b) 6 a 15 campos; c) + de 15 campos.
	2. Complexa (com validação, referências cruzadas, campos calculados, buscas inclusive com filtros): a) até 5 campos; b) 6 a 15 campos; c) + de 15 campos.
Geração de relatórios	1. Simples (listagem de cadastros): a) 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.
	2. Complexo (campos calculados, <i>joins</i> , <i>unions</i> , <i>subselects</i> , filtros, agrupamentos, ordenação, referência cruzada, gráficos): a) 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.
	3. Com geração de arquivos externos para exportação de dados: a) 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.
Interação com periféricos	1. Acesso a sistemas externos (validação em banco de dados de outro sistema, interface/protocolo de comunicação): 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.
	2. Interação com dispositivos como leitores de biometria, código de barras, obtenção de dados de dispositivos (sensores): 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.
	3. Envio de comandos para periféricos (sensores, atuadores): 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.
Processamento (transações)	1. Validação de acesso (<i>login</i>)
	2. Cálculos com ou sem consulta a banco de dados, conversão de dados: a) 1 cálculo; b) 2 a 5 cálculos; c) + de 5 cálculos
	3. Cálculos para atender a legislação: Conversão de dados: a) 1 cálculo; b) 2 a 5 cálculos; c) + de 5 cálculos.
	4. Processamento interno complexo, lógico e matemático extensivo: a) 1 processamento; b) 2 a 5 processamentos; c) + de 5 processamentos.
	5. Segurança como SSL ou código para criptografia.
	6. Requisitos não funcionais relevantes: restrições de desempenho, restrições de memória, portabilidade, confiabilidade das operações realizadas, integração com sistemas existentes: a) 1 requisito; b) 2 a 4 requisitos; c) 5 a 8 requisitos; d) + de 8 requisitos.
	7. Bancos de dados distintos com peculiaridades em sentenças SQL para cada banco: a) 1 tabela; b) 2 a 5 tabelas; c) + de 5 tabelas.

Fonte: Borsoi et al., (2012) apud Borsoi et al. (2010)

2.4.1.8 Raciocínio baseado em casos (CBR).

Segundo Mendes (2007), CBR usa a suposição de que "problemas semelhantes provê soluções semelhantes. Ele fornece estimativas, comparando as características do projeto atual a ser estimado, contra uma biblioteca de informações históricas de projetos concluídos com esforço conhecido (caso base).

Mendes (2007) propõe uma sequência de passos utilizando o CBR, a fim de obter uma estimativa de esforço, os grupos de processos são iguais ao CART da Figura 2.5. A seguir será descrito os passos para realização da estimativa:

- **Passo 1)** Os *drivers* estimados de tamanho e custo relativos a um novo projeto p são usados como entrada para recuperar projetos semelhantes a partir do base caso, por que é conhecido o esforço real.

- **Passo 2)** Utilizando os dados do passo 1 uma ferramenta CBR adequada recupera projetos semelhantes para projetar p, e classifica esses projetos similares em ordem crescente de semelhança, ou seja, de "mais semelhante" para "menos semelhante".
- **Passo 3)** Uma ferramenta adequada CBR calcula esforço estimado para o projeto p.

A sequência de passos descritos são semelhantes aos empregados na obtenção do esforço estimado usando estimativas baseadas por especialistas. Ambos requerem que as características de um novo projeto deve ser conhecidas, a fim de recuperar projetos anteriores finalizados semelhantes. Uma vez que informações do esforço de projetos semelhantes são recuperadas, o esforço do novo projeto poderá ser estimado.

2.5 Estimativas de Projeto Web

As estimativas de esforço e custo de *software* são realizadas utilizando técnicas adequadas e/ou bases históricas de projetos já finalizados que servem como parâmetros de planejamento. Estas estimativas consideram principalmente fatores como escopo, produtos de trabalho e tarefas previstas para o projeto associados à produtividade (SOFTEX 2012).

Estimativas de esforço precisas são fundamentais para o sucesso da gestão de projetos de *software*, e a *Web* não é exceção. Com estimativas realistas em um estágio inicial do ciclo de vida do projeto, permite que os gerentes de projeto e organizações de desenvolvimento para possam utilizar seus recursos de forma eficaz (Mendes *et al.* 2006). Para este fim, a estimativa é uma parte necessária de um processo eficaz, quer seja de autoria, design, testes, ou de desenvolvimento *Web* como um todo.

Um processo de estimativa envolve:

- A identificação de medidas, por exemplo, número de novas páginas *Web*, o número de novas imagens, que se acredita que influenciam o esforço necessário para desenvolver uma nova aplicação *Web*.
- A formulação de teorias sobre a relação entre as medidas selecionadas e o esforço, por exemplo, número de novas páginas *Web* estática, o maior esforço no desenvolvimento de uma nova aplicação.
- A coleta de dados históricos, por exemplo, tamanho e esforço reais, sobre

projetos *Web* anteriores ou fases de desenvolvimento.

- A utilização de dados históricos para elaborar modelos de estimativa de esforço para usar na previsão de esforço para novos projetos *Web*.
- A avaliação do grau de eficácia dos modelos de estimativa de esforço, isto é, a avaliação de sua precisão da previsão.

Segundo Longstreet (2013), estimativas são um dos pontos-chaves da gerência de projetos de desenvolvimento de *software* e sua obtenção enfrenta vários obstáculos, como objetivos conflitantes (custo, prazo, qualidade e escopo), exigência de estimativas em estágios iniciais do projeto, surgimento de novos processos de produção de *software*, falta de requisitos bem definidos e, sobretudo, falta de habilidade em se precisar o tamanho de sistemas.

2.6 Trabalhos relacionados à Estimativa de Esforço Web

De acordo com Mendes (2006), um dos requisitos para o gerenciamento de projetos eficaz é a estimativa de esforço, onde o esforço para desenvolver uma nova aplicação é prevista e utilizada para alocar recursos de forma adequada, permitindo assim que projetos sejam entregues dentro do prazo e orçamento. Como preditores, geralmente são medidas pelo tamanho do problema e outros fatores que têm um impacto sobre o resultado de um projeto (Mendes *et al.* 2006).

Como a indústria de desenvolvimento *Web* está em constante crescimento (Azhar *et al.* 2012), é importante compreender o fenômeno da estimativa de esforço de tais aplicações, dada a sua importância para a gestão de projetos *Web*. Além disso, tal entendimento também pode ajudar as empresas *Web* em suas decisões de gerenciamento de projetos.

Para entender a estimativa de esforço de aplicações *Web*, estudos anteriores (Mendes e Counsell (2000), Mendes e Kitchenham (2004), Reifer (2000), Ruhe *et al.* (2003)) desenvolveram modelos que utilizam como entrada fatores como o tamanho de uma aplicação e os custos, ferramentas, experiência do colaborador, tamanho da equipe, e fornecem uma estimativa de esforço como saída. As diferenças entre estes estudos são o número e tipo de medidas de tamanho utilizadas, a escolha do contexto de custos e, ocasionalmente, as técnicas empregadas para construir os modelos de estimativa de

esforço.

Mendes e Counsell (2000) foram os primeiros a investigar esse campo através da construção de um modelo que usava técnicas de aprendizagem de máquina com dados de projetos de estudantes com base na *Web*, e medidas de tamanho coletados após o ciclo de vida do projeto. Mendes e Counsell (2000), Mendes e Kitchenham (2004) entre outros, também realizaram uma série de estudos consecutivos onde modelos foram construídos por meio de regressão multivariada e técnicas de aprendizagem de máquina, através de informações de projetos industriais voltados para aplicações *Web*.

Outros pesquisadores também investigaram estimativa de esforço para projetos *Web*, e alguns exemplos são os seguintes: Reifer (2000) propôs uma extensão do modelo COCOMO, e uma métrica única coletada após ciclo de vida do projeto. Esta métrica foi usada mais tarde por Ruhe *et al.* (2003), que ampliou como uma técnica de estimativa híbrida em engenharia de *software* para projetos da *Web*, usando um conjunto pequeno de dados de projetos industriais, misturando opiniões de especialistas e regressão multivariada. Mais tarde, Baresi *et al.* (2002), e Mangia *et al.* (2003) investigaram modelos de estimativa de esforço e as medidas de tamanho para projetos *Web* baseado em um método específico de desenvolvimento *Web*, denominado de W2000. Finalmente, Costagliola *et al.* (2006) comparou dois tipos de medidas baseadas no tamanho para estimativa de esforço *Web*.

Mendes (2007) descrever o uso de uma abordagem probabilística para estimar esforço *Web* por meio de uma Rede Bayesiana. Uma rede Bayesiana é um modelo que incorpora o conhecimento existente de um domínio complexo de uma forma que suporta o raciocínio com a incerteza. Por fim, uma recente revisão sistemática da literatura sobre estimativa de esforço em projetos *Web* (Azharet *al.*2012), investigou quais os preditores que são considerados mais relevantes para estimar esforço em projetos *Web* e mostrou que não há estudos anteriores utilizando pesquisa qualitativa para a compreensão do fenômeno estimativa de esforço para projetos *Web*.

CAPÍTULO 3 – PESQUISA QUALITATIVA SOBRE ESTIMATIVA DE ESFORÇO EM PROJETOS WEB

Neste capítulo é apresentada uma pesquisa qualitativa sobre estimativa de esforço em projetos Web, buscando identificar quais são os principais fatores que afetam estimativas de esforço para novos projetos e como eles estão inter-relacionados. A análise dos dados foi baseada em procedimentos de Grounded Theory para a identificação e combinação dos fatores em categorias, visando melhorar a compreensão de estimativa de esforço Web.

3.1 Estudo Qualitativo

Estudos qualitativos permitem uma compreensão mais abrangente de todo o fenômeno em estudo, o que é necessário para analisar questões complexas da engenharia de *software*(Seaman, 1999). Além da possibilidade de responder questões que envolvem variáveis difíceis de quantificar e auxiliar a responder o porquê de questões já abordadas nas pesquisas quantitativas, os métodos qualitativos possuem a vantagem de obrigar o pesquisador a se aprofundar na complexidade do problema ao invés de abstraí-lo. Desta forma, é possível ter resultados mais ricos e informativos (Seaman, 2008).

Conforme a RSL de Azhar *et al.*(2012), mostrou que vários tipos de estudos já haviam sido executados na área de estimativa de esforço *Web* identificando preditores que influem na estimativa. No entanto, ainda não havia sido executado nenhum estudo qualitativo.

Sendo a identificação de fatores, que são considerados durante a estimativa de esforço de novas aplicações *Web* um desafio bastante complexo, devido a multiplicidade de fatores que influem no processo, foi realizada uma pesquisa qualitativa cujos resultados foram publicados em Matos *et al.* (2013). Neste capítulo, é apresentado um conjunto de fatores identificados com base na própria opinião de profissionais experientes que estão envolvidos diretamente na estimativa de esforço de tais projetos.

3.2 Metodologia de pesquisa

Foi utilizada uma metodologia de pesquisa qualitativa com o objetivo de melhor compreender os fatores que contribuem para a estimativa de esforço. Os dados utilizados para a pesquisa foram coletados por meio de entrevistas semi-estruturadas com seis profissionais de diferentes empresas de desenvolvimento *Web* em Manaus. O objeto central desta pesquisa qualitativa foi o relato dos entrevistados. Além disso, foram empregados procedimentos de *Grounded Theory* (GT) (Strauss & Corbin 1998) ao analisar os dados.

As subseções seguintes apresentam detalhes das atividades relacionadas com a coleta e análise dos dados.

3.2.1 Coleta de Dados

Participaram desta pesquisa seis profissionais que trabalham em seis empresas de desenvolvimento *Web* diferentes. Três dos profissionais possuem em média 10 anos de experiência desenvolvimento de aplicações *Web* cada um, outros dois possuem 6 anos e um possui 4 anos de experiência. Todos os entrevistados participam ou participaram ativamente da estimativa de esforço de novos projetos *Web* em suas empresas.

Foram realizadas entrevistas como meio de obter conhecimento tácito dos profissionais relacionados à forma de como eles procedem para estimar o esforço para novos projetos, com foco sobre os fatores que consideram importantes para determinar estimativas, como esses fatores estão inter-relacionados, e sempre que possível, se um fator tem influência positiva ou influência negativa sobre uma estimativa.

Os seguintes passos foram realizados para esta pesquisa:

- Definição dos objetivos e seleção das técnicas a serem utilizadas como parte desta pesquisa;
- Seleção de profissionais que possuem experiência em estimativas de esforço para projetos da *Web*;
- Realização de entrevistas com profissionais utilizando perguntas semi-estruturadas e abertas. Todas as entrevistas foram gravadas;
- Após cada entrevista, foram realizadas as seguintes atividades:
 - Transcrição do conteúdo das entrevistas gravadas;

- Codificação dos dados a partir da transcrição das entrevistas, que compreende: (a) a identificação de códigos relevantes no contexto da estimativa de esforço *Web*, (b) a análise das relações entre os códigos, e (c) a identificação de categorias para grupo de códigos encontrados;
- Análise dos dados, onde foram identificadas as categorias de fatores que podem influenciar na estimativa de esforço de projetos da *Web*;
- Síntese de categorias em uma lista de fatores que afetam a estimativa de esforço, os detalhes de cada categoria a partir dos dados recolhidos, a seleção de trechos de entrevistas (citações) para cada categoria;
- Interpretação dos dados - análise de cada fator de influência;

Para as entrevistas, o tempo variou de 27 a 105 minutos. Esta diferença de duração pode estar relacionada com as características individuais de cada participante, por exemplo, levando mais tempo para responder às perguntas ou sendo mais detalhista nas respostas. A fim de atender às necessidades éticas, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo I), onde estava descrito o propósito do estudo e termos sobre a confidencialidade das informações fornecidas pelos participantes.

Utilizou-se de perguntas semi-estruturadas e abertas para possibilitar uma investigação detalhada sobre o contexto dos entrevistados. Durante as entrevistas, os profissionais referiram-se ao que julgaram mais relevante em termos de suas experiências com estimativa de esforço de projetos *Web*. Anteriormente às entrevistas, cada participante foi convidado, através de um email, a participar da pesquisa e informado que seria realizada uma entrevista gravada apenas para a pesquisa.

A Tabela 3.1 mostra as perguntas utilizadas nas entrevistas. Tais questões também poderiam levar a mais perguntas complementares (ver Apêndice A), dependendo respostas dos entrevistados, cabendo ao pesquisador que conduziu a entrevista a incentivar os participantes a falar livremente ao responder às perguntas.

Tabela 3.1 - Questões utilizadas na entrevista

Questões
<ul style="list-style-type: none">• Como você faz para estimar o esforço em projetos de <i>softwareWeb</i>?• Quais os principais fatores que são considerados durante a estimativa de esforço do projeto <i>Web</i>?• Quais os passos utilizados durante o processo de estimativa de esforço? Quais informações você obtém e utiliza a cada passo do processo de estimativa? Como as informações são usadas por você?• Quais as informações/dados que você sempre pede/pergunta do cliente para que entenda os requisitos da aplicação <i>Web</i>?• Durante a elicitação dos requisitos, você também obtém do cliente informações que representam restrições/riscos do projeto que afetam na estimativa?• Como você usa esses riscos para estimar o esforço?• Há fatores relacionados às pessoas envolvidas no projeto que são considerados importantes durante a estimativa de esforço? Quais são esses fatores?• Há fatores relacionados aos clientes envolvidos no projeto que são considerados importantes durante a estimativa de esforço? Quais são esses fatores?• Há fatores relacionados à sua empresa ou negócio da empresa que são considerados importantes durante a estimativa de esforço? Quais são esses fatores?• Há fatores relacionados à outros projetos da sua empresa, que são considerados importantes durante a estimativa de esforço e que podem tal estimativa? Quais são esses fatores?

Para cada entrevista, foi feita a sua transcrição completa. Através das transcrições das entrevistas, tornou-se possível analisar a fundo as opiniões dos especialistas em estimativa de esforço. Deve ser ressaltado que todos os dados observados sobre os fatores de estimativa considerados pelos entrevistados são exclusivamente derivados das entrevistas. Participantes não foram caracterizados nas transcrições de entrevistas, a fim de preservar suas identidades.

Na próxima subseção, será apresentada a análise qualitativa, baseada em procedimentos de GT.

3.3 Análise dos resultados

A análise qualitativa realizada nesta pesquisa é baseada em procedimentos do método *Grounded Theory* (GT) (ou Teoria Fundamentada em Dados), que utiliza um conjunto de coleta sistemática de dados e procedimentos de análise para gerar, preparar e validar teorias substantivas sobre fenômenos essencialmente sociais, ou em grandes processos sociais (Glaser & Strauss 1967).

Embora o propósito do método *Grounded Theory* seja a construção de teorias substantivas, o seu uso não precisa necessariamente ficar restrito apenas a pesquisadores que têm esse objetivo de pesquisa. De acordo com Strauss e Corbin (1998), o pesquisador pode utilizar apenas alguns de seus procedimentos para cumprir as metas de uma pesquisa.

Grounded Theory se baseia na ideia de codificação, que é o processo de análise de dados (Strauss e Corbin 1998). Durante a codificação, são identificados conceitos (ou códigos) e categorias. Um conceito é um fenômeno de interesse para o pesquisador, que abstrai um evento, um objeto, uma ação ou interação que tem um significado para a pesquisa (Strauss & Corbin 1998). Categorias são agrupamentos de conceitos unidos em um maior grau de abstração.

O processo de codificação envolve três fases: codificação aberta, axial e seletiva. Na codificação aberta tem-se a quebra, a análise, a comparação, a conceituação e a categorização dos dados. Os códigos criados podem ser classificados como:

- codificação de primeira ordem, na qual está diretamente associada às citações (referido como codificação *in vivo*);
- os códigos abstratos ou teóricos, associados a outros códigos, não necessariamente estão ligados a alguma citação. Também na codificação aberta, são criadas as categorias para agrupar os códigos e reduzir o número de unidades do investigador irá trabalhar.

Após a identificação de categorias conceituais pela codificação aberta, a codificação axial examina as relações entre as categorias. As relações entre os códigos (conectores segundo Glaser (1992)) podem ser definidos pelo próprio pesquisador. De acordo com Strauss e Corbin (1998), essas relações formam o que os autores chamam de um paradigma: as condições causais, novas condições, consequências e estratégias de ação / interações.

A Tabela 3.2, adaptada de (Bandeira-de-Mello & Cunha 2006), apresenta uma sugestão de conectores, com base na linha proposta por Strauss e Corbin (1998).

Tabela 3.2 – Conectores de Códigos adaptado de (Bandeira-de-Mello & Cunha 2006).

Rótulo	Descrição das Relações
<i>Is a</i>	O código-origem é um tipo, ou forma, do código-destino. É definido por um padrão de variação dimensional ao longo das propriedades da categoria (código-destino)
<i>Is property of</i>	O código-origem é propriedade da categoria (código-destino)
<i>Is cause of</i>	O código-origem (condição causal) causa a ocorrência do código-destino
<i>Is part of</i>	O código-origem é uma parte que compõe juntamente com outras partes o código-destino
<i>Is associated with</i>	O código-origem está associado com o código-destino

Por fim, a codificação seletiva refina todo o processo identificando a categoria central da teoria, com a qual todas as outras estão relacionadas. A categoria central (*core category*) deve ser capaz de integrar todas as outras categorias e expressar a essência do processo social que ocorre entre os envolvidos. Esta categoria central pode ser uma categoria existente, ou uma nova categoria pode ser criada.

Para análise, foi realizada a transcrição de cada entrevista, e logo após foi iniciado o processo de codificação. Embora a análise dos dados contidos dentro da transcrição da entrevista, códigos associados com citações dos entrevistados foram criados, conforme ilustrado na Figura 3.1. Os códigos relacionados com citações em cada transcrição de entrevista foram revisados com outros três pesquisadores, que verificaram esses códigos e categorias, a fim de auditar o processo de codificação. Isso foi feito, a fim de mitigar o viés eventualmente causado pela participação de um único pesquisador no processo de codificação.

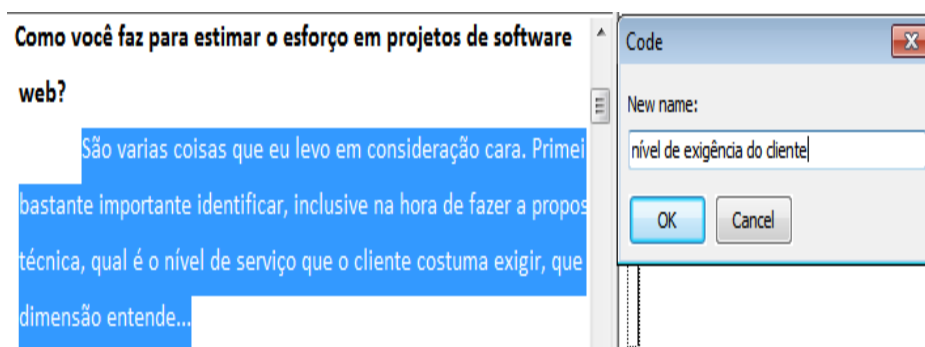


Figura 3.1 - Exemplo de codificação aberta - Código e citação

Depois de realizar a codificação aberta, iniciou-se a fase de codificação axial, onde criou-se os relacionamentos entre os códigos. Foram identificados quatro grupos principais de fatores que afetam a estimativa de esforço *Web*: **Projeto Web**, **Complexidade do desenvolvimento para a Web**, **Equipe de desenvolvimento Web** e **Clientes**. Estes grupos de fatores são as categorias. Cada um representa diferentes dimensões que têm impacto na estimativa de esforço *Web*.

A Figura 3.2 mostra parte da categoria de cliente e suas subcategorias. As subcategorias são identificadas pelo rótulo [SC] seguido do seu nome. Por exemplo, a Figura 3.2 mostra a subcategoria de influência positiva, que contém os códigos de fatores positivos da categoria Cliente que foram apontados pelos entrevistados.

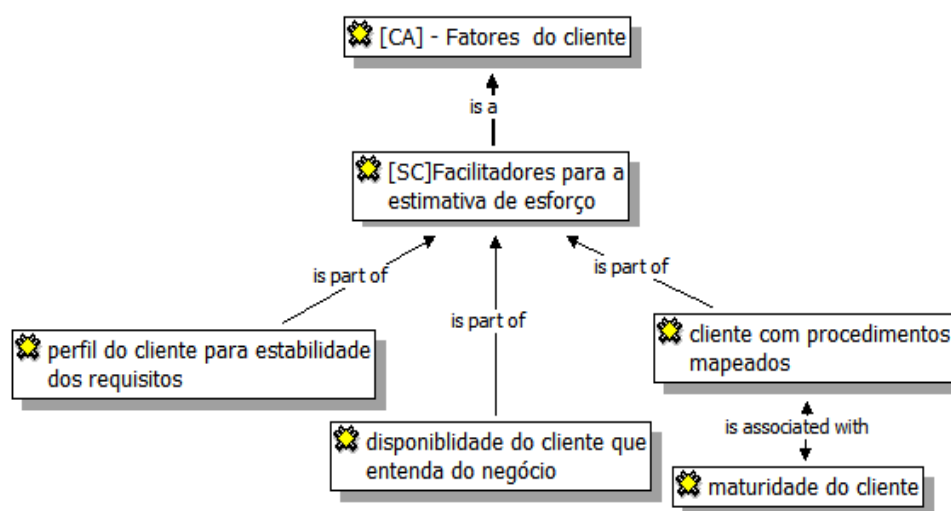


Figura 3.2 - Representação gráfica da categoria Cliente com as associações relacionadas à subcategoria [SC] que facilita na estimativa de esforço

A Figura 3.3 mostra as relações entre os códigos da categoria com os fatores do Projeto *Web*. Esta categoria mostra os códigos derivados de comentários dos especialistas sobre os fatores que afetam a estimativa de esforço de um projeto *Web*. Eles indicam os aspectos da aplicação *Web* que, de acordo com os especialistas, têm de ser considerados, tais como requisitos não-funcionais, a integração com os sistemas existentes, o grau de inovação da aplicação e fatores técnicos da aplicação (por exemplo: regras de validação, acesso a tabelas do banco de dados).

Apresenta também os diferentes códigos relacionados à usabilidade: “otimização do processo para o usuário”, “nível de personalização”, “qualidade visual da tela”. Estes foram os aspectos citados pelos especialistas como partes do nível de usabilidade

esperado que afeta a estimativa de esforço em uma aplicação *Web*.

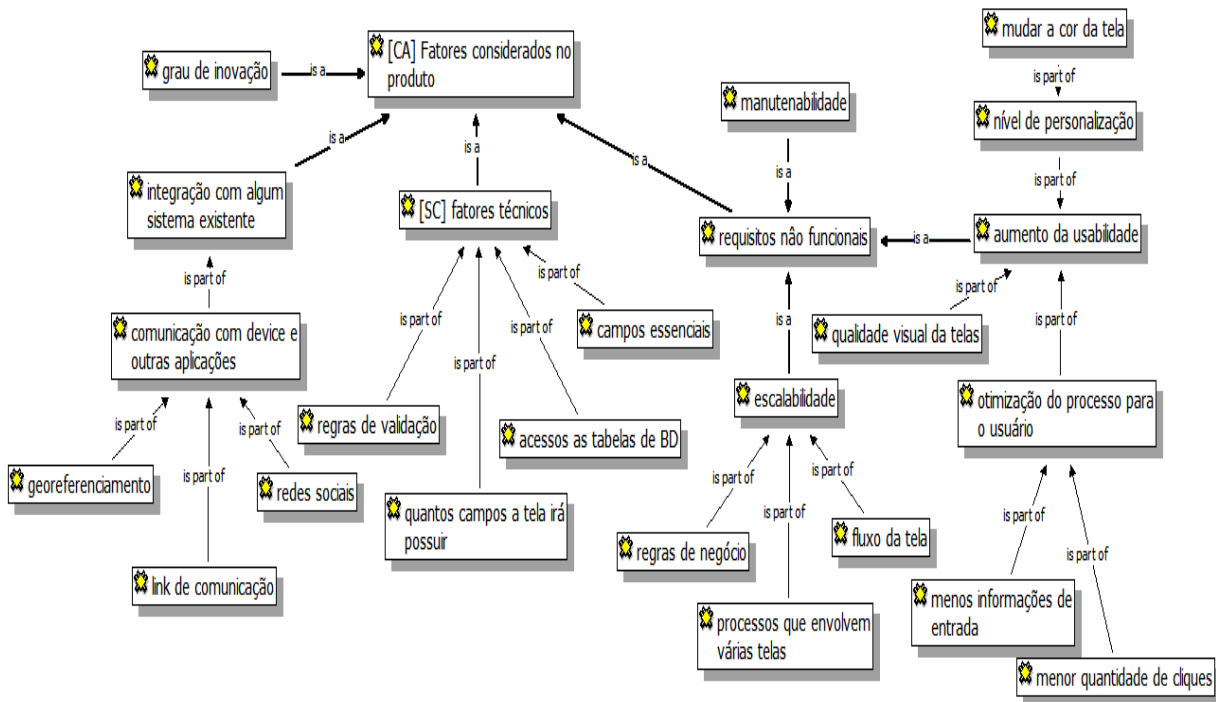


Figura 3.3 - Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria fatores do Projeto *Web*

A Figura 3.4 apresenta parte da categoria Equipe de Desenvolvimento *Web*, os códigos relacionados com a "experiência do desenvolvedor". Pode-se observar as partes citadas de experiência do colaborador que poderiam influenciar a estimativa de esforço, por exemplo: "a experiência com os processos da empresa", "experiência profissional", "o tempo na empresa", "experiência em desenvolvimento", "experiência na área de negócios do projeto", "habilidades dos desenvolvedores" e "maturidade dos desenvolvedores". Segundo os especialistas, esses aspectos têm que ser considerados, em associação com a "experiência técnica para um projeto".

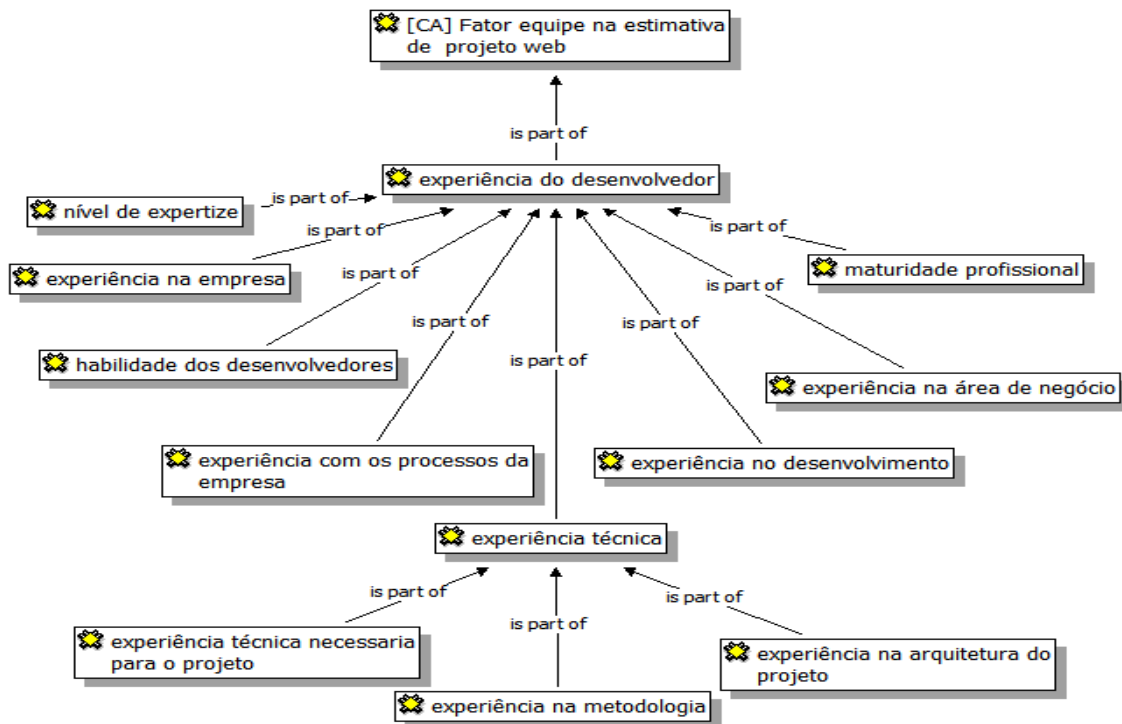


Figura 3.4 - Associações relacionadas com a experiência do empregado na categoria de Equipe Desenvolvimento Web

Nas próximas subseções, serão apresentados os resultados das quatro categorias identificadas, como também os fatores de esforço em projetos Web.

3.4 Resultados do Estudo Qualitativo

Esta pesquisa subsidiou a identificação de uma lista de 35 fatores que influenciam na estimativa de esforço de projetos Web, os quais foram agrupados em quatro categorias. Todos os fatores são apresentados na Tabela 3.3. Alguns destes fatores possuem ou uma influência positiva ou negativa para o esforço dependendo de suas condições. Por exemplo, se um empregado tem um alto nível de experiência na área de negócios do projeto, o fator "experiência na área de negócios" poderia ser uma influência positiva em uma estimativa de esforço no projeto Web neste contexto.

No entanto, foi possível identificar os fatores que os especialistas sempre consideram como "fatores positivos" ou "fatores negativos" inerentemente. Um fator positivo é representado como sendo um fator que facilita o processo de estimativa de esforço, e conseqüentemente aumenta a probabilidade de se obter uma estimativa mais precisa, inversamente, um fator negativo representa um fator que dificulta o processo de

estimativa de esforço, o que torna mais difícil a obtenção de uma estimativa de esforço precisa. Tais fatores identificados, segundo relatos dos entrevistados, afetam na estimativa de esforço de projetos *Web*, devendo ser observados para evitar estimativas erradas.

Tabela 3.3 - Fatores que afetam a estimativa de esforço em Projetos *Web*

Categorias	Fatores
Projeto <i>Web</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grau de Inovação ▪ Integração com sistemas existentes ▪ Fatores Técnicos ▪ Requisitos Não-Funcionais <ul style="list-style-type: none"> ○ Usabilidade ○ Escalabilidade ○ Manuntenabilidade
Equipe de Desenvolvimento <i>Web</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experiência do colaborador <ul style="list-style-type: none"> ○ Maturidade profissional ○ Habilidades dos desenvolvedores ○ Experiência na área de negócio <ul style="list-style-type: none"> ○ Experiência técnica necessária para um projeto ○ Tempo do profissional na empresa ○ Experiência nos processos na empresa ▪ Número de equipes envolvidas no projeto <p>Fatores Positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colaboração da equipe; ▪ Conhecer a equipe de desenvolvimento; <p>Fatores Negativos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de comprometimento ▪ Falta de experiência do colaborador ▪ Dificuldades técnicas na equipe
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nível de exigência do cliente <ul style="list-style-type: none"> ○ Qualidade do código ○ Arquitetura usada ○ Facilidade de manutenção ○ Evolução do código <p>Fatores Positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cliente com procedimentos mapeados

Categorias	Fatores
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cliente que mantém a estabilidade dos requisitos ▪ Disponibilidade do cliente que entenda as regra de negócio do projeto <p>Fatores Negativos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Indisponibilidade do cliente ▪ Clientes não sabem o que querem no projeto
<p>Complexidade do desenvolvimento para a Web</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição das regras de negócio ▪ Restrições de desenvolvimento <ul style="list-style-type: none"> ○ Restrições de tempo ○ Restrições técnicas ○ Restrições de Segurança ○ Nível de recursos <p>Fatores Positivos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lições aprendidas de projetos anteriores <p>Fatores Negativos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dificuldade em estimar as funcionalidades ▪ Interpretação errônea dos requisitos

Uma descrição detalhada dos fatores e suas relações são apresentadas nas próximas subseções. São apresentadas também algumas citações dos entrevistados que mostram que os códigos identificados estão fundamentados nas entrevistas realizadas, de acordo com o preceito fundamental da Grounded Theory.

3.4.1 Projeto Web

Na Categoria Projetos *Web*, foram identificados alguns fatores que influenciam uma estimativa de esforço que estão relacionados com o produto, sendo os fatores que são considerados, de acordo com especialistas, no desenvolvimento de uma aplicação *Web* em si conforme a Figura 3.4, apresentada anteriormente. Os fatores identificados nesta categoria foram:

- **Grau de inovação do produto** – segundo um dos entrevistados, o grau de inovação de um produto pode gerar um esforço maior no desenvolvimento e deve ser considerado na estimativa. Isto é ilustrado na seguinte citação:

“O grau de inovação de projeto, não necessariamente inovação radical, mas uma inovação mesmo que seja incremental ou algo que, por exemplo, a gente não tenha um componente pronto, isso é um fator que nós consideramos.”- Entrevista 3.

- **Integração com sistemas existentes** – segundo dois entrevistados, nos casos onde as aplicações *Web* deve ter muita comunicação com *devices* e outras aplicações (por exemplo, ferramentas de comunicação com redes sociais ou georeferenciamento), isso foi citado como sendo uma tarefa muito difícil de estimar:

“Quando você tem um projeto Web, você tem muita comunicação com device e com outras aplicações ou outras bases que são externas a tua aplicação, nesse caso, tu estima o tempo que tu vai gastar para integrar em aplicações distintas e o tempo que tu vai gastar implementando e isso pode aumentar o custo e o esforço dependendo da complexidade do que tu tem que fazer” - Entrevista 2.

“... a integração com algum sistema já existente é uma tarefa muito difícil. (...) essa estimativa era mais ‘achismo’, porque às vezes não tínhamos a menor noção de como realizar essa integração...”- Entrevista 4.

- **Fatores Técnicos** - relacionados ao projeto, como: acessos às tabelas do banco de dados, quantos campos a tela irá possuir, quais desses campos são essenciais e regras de validação. Isto pode ser observado na citação de Entrevistado 4:

“Porque o que influencia são os quatro fatores que eu te falei: quantidade de campos ela influencia em esforço, ter mais ou menos campos não é aumentar a dificuldade e sim o tempo de trabalho, se eu faço dez campos demora 1 hora, fazer vinte tem que demorar 2 horas,(...) são os fatores como te disse, o número de dados que eu vou pegar da tela, o número de regras de validação, o número de tabelas que eu tenho que acessar e o fluxo da tela influenciam”- Entrevista 4.

Os especialistas também citaram **Requisitos Não-Funcionais**, como fatores que afetam a estimativa de esforço em projetos *Web*. Eles mencionaram especificamente requisitos de manutenibilidade, escalabilidade e de usabilidade. Manutenibilidade está relacionada com a manutenção e qualidade do produto; escalabilidade considera as regras de negócio e do fluxo de interação das telas (ver citação do Entrevistado 2). Com relação à usabilidade, deve-se considerar como um fator relacionado à otimização do uso da aplicação pelo usuário. Além disso, a utilização está relacionada com a quantidade de informação de entrada, a quantidade de cliques, o nível de personalização e a qualidade visual da tela utilizada na aplicação *Web*. Temos, por exemplo, as seguintes citações:

“... a questão da manutenibilidade, a questão da escalabilidade (...) quanto mais níveis de serviço que o cliente agrega na proposta, eu levo em consideração...”- Entrevista 2.

“Então a escalabilidade do software é muito importante e isso está bastante associado aos requisitos não funcionais...”- Entrevista 2.

“... tem cliente que é muito mais exigente em termos de usabilidade,... e dependendo do nível de exigência do cliente são fatores que a gente precisa levar em consideração na hora de estimar.”-Entrevista 2.

3.4.2 Equipe de Desenvolvimento Web

Em relação à equipe de desenvolvimento, foram identificados fatores que positivamente e negativamente podem afetar a precisão da estimativa: facilitar ou dificultar o processo. A Figura 3.5 mostra a categoria completa Equipe de Desenvolvimento Web.

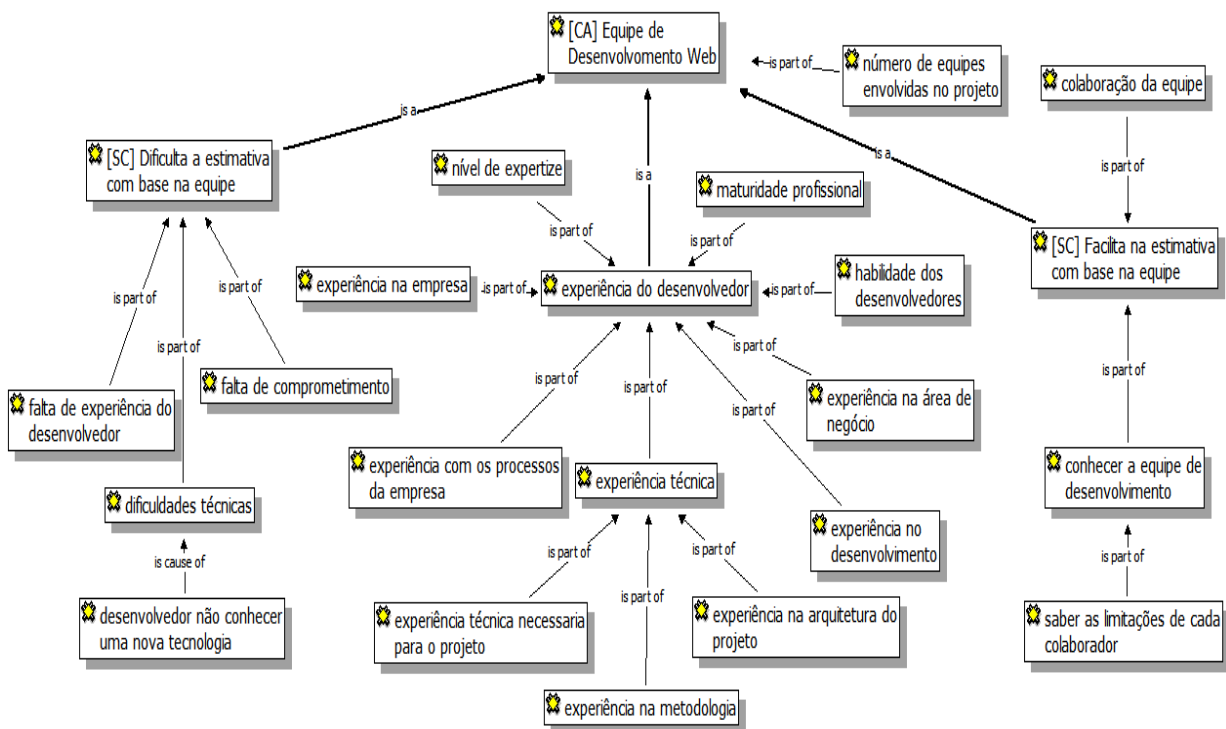


Figura 3.5 - Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria Equipe de Desenvolvimento Web

Os fatores que identificados como sendo de influência positiva são:

- **Colaboração da equipe** – segundo um dos entrevistados, se a equipe de desenvolvimento do projeto tem uma interação, com troca de informações e

experiência, isso é considerado fundamental para obter maior produtividade. Por isto, este é um fator que influencia na estimativa. Este fator foi observado de acordo com a seguinte informação:

"Se nós estamos em um time que troca mais informações, troca mais experiências, provavelmente a gente vai ter uma produtividade bem maior e esses são fatores bastante importante"- Entrevista 2.

- **Conhecer a equipe de desenvolvimento:** o conhecimento de quem é gerente de projeto sobre a produtividade da equipe, e também sobre as características individuais de cada membro da equipe (com as suas competências) pode ter um efeito sobre a estimativa de esforço. Se o conhecimento é elevado, a probabilidade da estimativa de ser mais precisa será maior.

"Eu preciso conhecer muito bem a minha equipe, para saber quem está trabalhando comigo, as características de cada membro da equipe, e saber como posso usar esse conhecimento para minimizar o tempo" - Entrevista 1.

"eu tive que usar muito a questão da experiência do especialista para desenvolver tal coisa"- Entrevista 5.

"as dificuldades no desenvolvimento, a experiência do técnico ...então essas coisas são no dia a dia que tem que tá observando" -Entrevista 6

Além dos fatores que facilitam na estimativa de esforço, foram identificados fatores relacionados à equipe que dificultam o processo de estimativa. Tais fatores são:

- **Falta de comprometimento do colaborador:** é um fator que representa uma situação onde o colaborador não finalizava a tarefa em que ele/ela havia sido alocado para ser responsável.

"Outro problema que precisamos enfrentar é relacionado especialmente na contratação de pessoas, porque eu tive vários problemas com pessoas que não estavam acostumados a terminar o seu trabalho..." - Entrevistado 4.

- **Falta de experiência do colaborador:** sendo que este fator impacta na estimativa conforme é possível notar na seguinte citação:

"...preciso dimensionar o projeto, dimensionar a estimativa de esforço baseado naquelas pessoas designadas e as vezes essas pessoas não tinham experiência e isso é um fator..." - Entrevista 2.

Também relacionado à falta de experiência está a dificuldade em estimar. Quando o colaborador não tem conhecimento a respeito do que deve ser desenvolvido no projeto torna-se difícil realizar uma estimativa mais precisa, pois somente durante o desenvolvimento é que são identificados pontos que não foram observados. Isto muitas vezes leva a estimativas errôneas.

“a medida que a gente foi usando mais na prática ... realmente fomos conhecendo algumas coisas que não havíamos suposto ou suposto que funcionava de um jeito e não funcionava ...fazendo com que realizássemos a estimativa errada” - Entrevista 4.

“... alguém não sabe resolver o problema, a estimativa é o infinito (...) estimar o que eu não sei é complicado.”- Entrevista 4.

- **Dificuldades técnicas na equipe** é outro fator, pois os desenvolvedores devem possuir um conhecimento técnico para o projeto, devem conhecer as tecnologias, e eles precisam ter experiência com linguagens de programação. Se um desenvolvedor não possuir conhecimento técnico, o esforço para desenvolver uma aplicação será maior, porque a estimativa terá que considerar o aprendizado do desenvolvedor para o entendimento do projeto e as tecnologias empregadas.

“Outro fator é não ter um conhecimento de uma tecnologia que seja importante para ele usar (...) se tu não conheces, tu tens que estimar um esforço e um valor que tu vais gastar em cima do aprendizado dessa nova tecnologia” -Entrevista 1.

“Então se eu não sei uma linguagem de programação (...) irei precisar de um treinamento para equipe ou contratar uma pessoa especialista para treinar a equipe e preciso de tempo para isso (...) e com isso o esforço aumenta e o custo aumenta. Faz diferença na estimativa...” - Entrevista 4.

Como a experiência da equipe é dependente da experiência individual de cada membro da equipe, a experiência profissional foi um fator identificado como sendo de grande importância para a estimativa de esforço.

Sobre a experiência de um funcionário, além de sua experiência profissional, os entrevistados indicaram os seguintes fatores:

- Maturidade profissional;
- Habilidades dos desenvolvedores, considerando sua experiência no desenvolvimento e experiência na área de negócio do projeto;
- Experiência na área de negócio;
- Experiência técnica necessária para um projeto;

- Tempo do profissional na empresa;
- Experiência nos processos na empresa.

Todos os fatores listados acima afetam na estimativa de esforço. Podemos ver isso nas seguintes citações:

“...outro também é além de tratarmos a experiência profissional do colaborador, a experiência e conhecimento dos processos da empresa, porque, por vezes nós temos colaboradores que têm experiência numa determinada área de negócio, mas não tem o domínio dos processos da empresa, então ele faz uma estimativa que por ele não saber como sequer um determinado procedimento, essa estimativa pode ou não furar, então é um fator que pode influenciar” - Entrevista 3

“Esses fatores (...) acabam influenciando na nossa estimativa, então, a experiência profissional, a experiência na área de negócio, a experiência de casa (empresa), fora os outros riscos que nós podemos ter na equipe...” - Entrevista 3

“A gente conta muito a experiência do colaborador porque também em caso que tu não tenhas uma experiência em projeto, mas domina uma linguagem específica, tu começa a equilibrar esses tipos de skills, essas características”. - Entrevista 1

“...dependendo da maturidade profissional eu vou conseguir fazer com que esse cara se engaje mais, entendeu, seja desenvolvedor, testador, design ... mais comprometido com a entrega, dependendo da maturidade deles, tem um compromisso diferente de com a qualidade, e com a maturidade deles tem uma comunicação diferente e então saber se esse cara vai conseguir colaborar com as outras pessoas para construir o conhecimento preciso para poder avançar mais rápido.” - Entrevista 2.

- **Número de equipes envolvidas no projeto:** também devem ser levados em consideração, bem como o nível de comunicação entre eles. Estes são fatores internos da empresa que afetam a estimativa de esforço. Classificamos este fator como dependente, onde, de acordo com um determinado contexto, pode ter impacto positivo ou negativo.

“Tem fatores internos que influenciam com ... por exemplo: a quantidade de equipes que vão estar envolvidas no projeto . Então se eu tenho um projeto em que ele é puramente desenvolvimento, em que eu vou ter a participação do desenvolvimento, da equipe de banco de dados é uma coisa. O projeto que eu vou ter envolvimento da equipe de design, da equipe de análise de negócio, fabrica de software, fábrica de teste é diferente (...) então esses fatores internos acabam influenciando também na estimativa.” - Entrevista 3.

3.4.3 Clientes

Os resultados também identificaram vários fatores relevantes para a estimativa de esforço que estão relacionados aos clientes. Na Figura 3.6 têm-se os relacionamentos identificados na categoria Cliente.

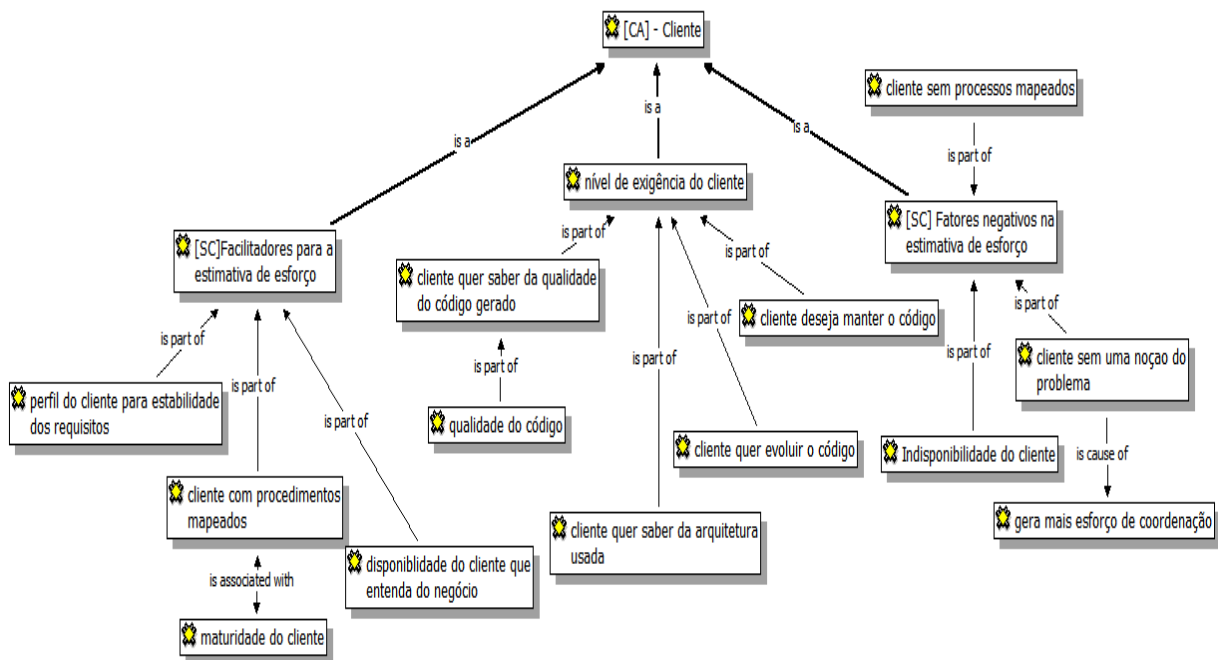


Figura 3.6 - Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria Cliente

Quando se conhece o cliente, é possível identificar características que facilitam na estimativa:

- **Cliente com procedimentos mapeados:** neste caso, a estimativa do esforço tende a ter uma maior facilidade porque o cliente sabe o que tem que ser feito e consequentemente fornece informações que podem aperfeiçoar o fluxo de trabalho, o que inclui o processo de estimativa.

“Essa maturidade indica se ele tem os processos mapeados, se ele tem os procedimentos mapeados isso é um excelente indicativo que o cliente tem alguma maturidade” - Entrevista 2.

“...quando a gente tem uma noção que o cliente tem um processo muito definido, muito claro e seja validado internamente isso acaba otimizando nosso fluxo de trabalho e isso influencia na nossa estimativa com certeza” - Entrevista 3.

- **Cliente que mantém a estabilidade dos requisitos:** está associado ao comportamento do cliente em relação às mudanças de requisitos no decorrer do projeto, se ele possui um histórico que represente estabilidade nos requisitos, será menor o esforço por não haver mudanças:

“A gente já sabe que alguns clientes têm um potencial maior para mudar requisitos, seja porque não conhece, seja porque o negócio dele é muito dinâmico, mas, a gente tem uma noção de como esse cliente se comporta ...” Entrevista 3.

- **Disponibilidade do cliente que entenda as regras de negócio do projeto:** o cliente conhece o produto que está sendo desenvolvido e, portanto, se ele está disponível para colaborar com a equipe de desenvolvimento, ele pode ajudar na melhores estimativas. Este fator foi observado com base em afirmações dos seguintes entrevistados:

“...a disponibilidade do cliente também é um fator que pode influenciar...”- Entrevista 3.

“Se a gente está num processo ágil eu preciso, e muito, que o cliente disponibilize uma pessoa que entenda bastante do negócio para ficar bem próximo durante todo o desenvolvimento da solução.”- Entrevista 2.

De forma negativa, existem fatores do cliente que impactam na estimativa como:

- **Indisponibilidade do cliente:** quando o projeto está sendo desenvolvido em um processo que necessariamente precisa do cliente, fica difícil de estimar. Isto é exemplificado nos seguintes trechos:

“...quando você trabalha com alguns clientes que, por exemplo, querem que você desenvolva o software de modo cascata, ou seja, o cliente não está tão disponível para você, então tem vários riscos inerentes a esse processo e aí são fatores que têm que ser levados em consideração com relação ao cliente...”- Entrevista 2.

“...considerando que a equipe também tem o cliente, ou seja, se a gente vai ter a influência do cliente, se o nosso usuário para fazer o levantamento é o secretário de estado, então a gente tem um risco de indisponibilidade. Então isso também acaba impactando nossa estimativa...”- Entrevista 3.

- **Cientes não sabem o que querem no projeto:** representa que os clientes não possuem uma ideia clara sobre o que a aplicação precisa oferecer. Muitas vezes, esse tipo de cliente não sabe exatamente o que querem e não possui um mapeamento de seus problemas, o que torna difícil estimar o esforço.

“... muitas vezes as nossas estimativas foram porque o cliente não tem uma noção dos processos em que as aplicações estarão inseridas...”- Entrevista 3.

“...ele sequer sabe que de fato qual é o problema dele...quando eu tenho um cliente dessa forma, eu preciso trabalhar muito mais esforço...”- Entrevista 3.

“Uma outra coisa muito importante é a instabilidade do cliente em relação aos requisitos. Então o nosso cliente ... característica dele era mudar toda hora e não sabia o que queria, então era muito característico, então esse era um fator que realmente gerava retrabalho e também poderia fazer com que nossa estimativa furasse”- Entrevista 5

“Outro fator é a questão de como o cliente entende o fluxo de negócio dele, porque algumas vezes os clientes confundem, eles querem misturar o processo de negócio e sistematizar o isso também influencia no resultado final da tua estimativa” - Entrevista 6

Outros fatores que foram identificados como influentes para a estimativa de esforço estão relacionados ao nível de exigência do cliente. Geralmente, os clientes técnicos são mais exigentes e isto agrega mais esforço e custo para o projeto. De acordo com os entrevistados, é importante identificar o nível de exigência do cliente. Isto é demonstrado nas seguintes citações:

“Primeiro é bastante importante identificar, inclusive na hora de fazer a proposta técnica, qual é o nível de serviço que o cliente costuma exigir, que dimensão entende...” - Entrevista 2.

“... dependendo da exigência do cliente, o esforço era maior e o custo era maior...” - Entrevista 4.

Ainda com relação ao nível de exigência do cliente tem clientes que fazem exigências quanto à **qualidade do código, facilidade de manutenção e evolução do código**, apesar das exigências que eles já têm sobre o uso da **arquitetura**. Veja as seguintes citações abaixo:

“...tem cliente que é muito mais exigente em termos (...) de qualidade do código, e dependendo do nível de exigência do cliente são fatores que a gente precisa levar em consideração na hora de estimar...” - Entrada 2.

“O cliente às vezes dimensiona a quantidade de acesso, a gente precisa levar isso em consideração na hora de fazer a arquitetura e tal, e aí... é... todos esses níveis de exigência acabam aumentando o esforço de desenvolvimento” - Entrevista 2.

“... há o fato de manutenção, que é comum de clientes mais exigentes, aqueles clientes técnicos que querem saber se eles vão ser capazes de manter o código... evoluir. Isso interessa muito a esse tipo de cliente e afeta na estimativa” - Entrevistado 2.

3.4.4 Complexidade do desenvolvimento Web

Foram identificados alguns fatores que influenciam a estimativa de esforço relativo à complexidade do desenvolvimento para *Web*. Esta categoria de fatores tem relacionamentos com outras duas categorias: Equipe de desenvolvimento *Web* e Clientes (ver Figura 3.7).

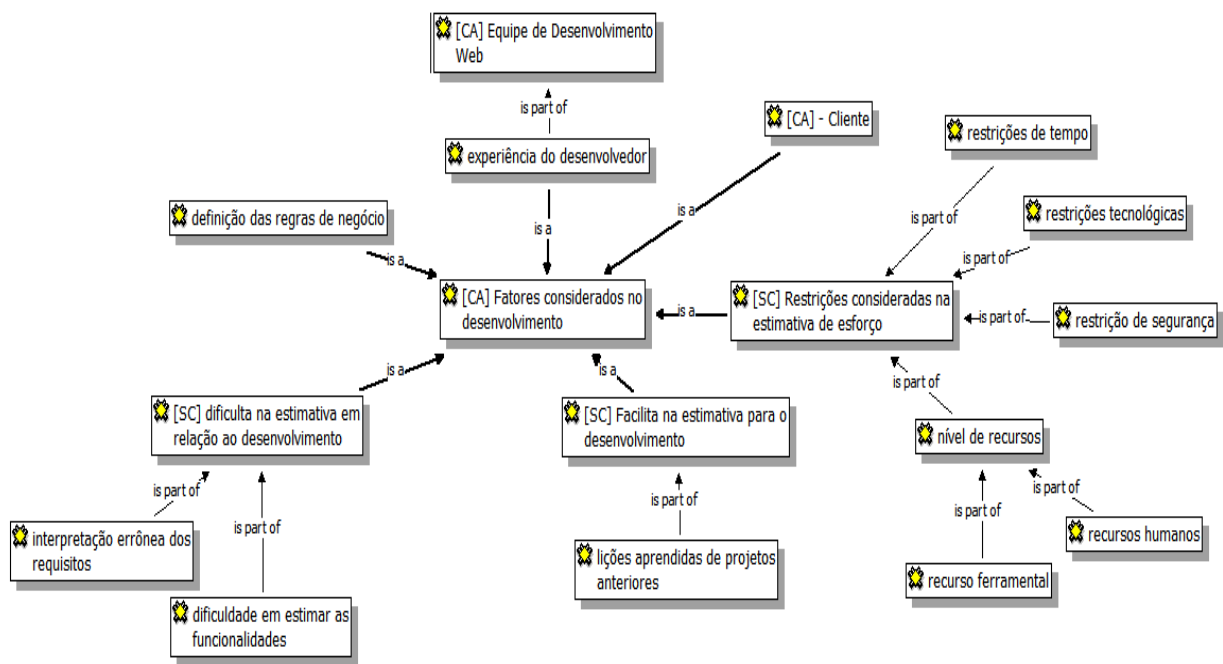


Figura 3.7 - Representação gráfica com as associações relacionadas à categoria Complexidade do desenvolvimento Web

Os fatores de desenvolvimento que afetam a estimativa de esforço e que foram identificados a partir de nossa pesquisa são os seguintes: definição das regras de negócio, restrições de desenvolvimento, lições aprendidas de projetos anteriores, dificuldade em estimar as funcionalidades, interpretação errônea dos requisitos.

O seguinte trecho de entrevista ilustra o fator **definição das regras de negócio**, onde segundo um dos entrevistados, essas regras devem estar bem definidas, o que afeta na estimativa:

“...se tu não definir bem as regras de negócio, acaba dificultando a parte de qualidade, a parte de testes se eles não tiverem requisitos suficientes para testar as funcionalidades que tu fez, lá na frente tu vai precisar de tempo para definir uma maneira mais clara para que eles testem e por isso acaba perdendo um tempo e estimando um esforço que tu não tinha planejado inicialmente...” - Entrevista 1.

Outros fatores no qual também influem na estimativa são as **restrições de desenvolvimento**, que incluem: **restrições de prazo, restrições de tecnologias as serem utilizadas, restrições de segurança e também o nível de recursos**, tanto ferramentais quanto recursos humanos. As restrições de desenvolvimento são exemplificadas nos trechos a seguir:

“...nós temos restrições com prazos que de fato influenciam...” - Entrevista 3.

“Restrição de tempo é uma coisa que sempre existe porque todo o cliente quer para amanhã...” - Entrevista 4.

“..a questão do recurso, (...) que aí acaba sendo recurso ferramental, recurso humano, vários tipos de recurso ..e a gente precisa fazer o dimensionamento da mesma. Quanto para resolver esse problema aqui? qual é o esforço que eu vou ter que fazer?” - Entrevista 2.

“...restrições tecnológicas, tem cliente que só queria a aplicação em uma plataforma específica...” -Entrevista 4.

Com relação ao fator lições aprendidas de projetos anteriores, o qual afeta positivamente a precisão da estimativa de esforço, uma vez que as lições aprendidas servem de referência para as próximas estimativas conforme relatado pelos entrevistados nos seguintes trecho:

“...estamos trabalhando com o conceito de lições aprendidas (...) .Com base nisso, essa base de lições aprendidas serve como referência também para estimativas futuras...” - Entrevista 3.

“Quando você faz a estimativa você olha o que errou e aí você refaz as métricas, e colocar dados objetivos...” - Entrevista 4.

“Lições aprendidas são importantes, para projetos que inicia...a gente usa lições aprendidas, porque são importantes para direcionar os próximos projetos, por exemplo, alguma lição de outros projetos nós podíamos perceber que gastávamos muito tempo” - Entrevista 6.

A **difficuldade de estimar as funcionalidades** também foi apontada como um fator relacionado ao desenvolvimento, pois afeta negativamente a precisão da estimativa. Assim como a **interpretação errônea dos requisitos**. Estes dois fatores são exemplificados a seguir:

“..coisas que a gente considerou muito simples se tornavam difíceis e as coisas que a gente imaginava mais difícil acabaram mais fáceis do que a gente imaginava, então atrapalhou toda a nossa visão, reduziu o nosso conhecimento e acabou fazendo com que fizéssemos a estimativa errada...” - Entrevista 4.

“...a gestão de requisitos é um negócio importante, porque muda a todo o momento, não está muito bem definido, não tá muito bem esmiuçado ..ele pode mudar a qualquer momento ...ele pode ser interpretado de uma maneira errônea e aí é outro fator que precisa ser levado em consideração...” - Entrevista 2.

Nesta seção, obsevou-se que a pesquisa qualitativa ajudou a identificar as categorias e relações de fatores que influenciam na estimativa de esforço em projetos Web. Na próxima seção serão apresentadas as ameaças à validade da pesquisa.

3.5 Ameaças à validade

Como em todos os estudos, existem várias ameaças que podem afetar a validade dos resultados. A principal ameaça à validade dos resultados é o número pequeno de entrevistados que participaram do estudo. Como havia apenas seis entrevistados (de seis empresas diferentes em Manaus), não se podem generalizar os resultados identificados para todos os contextos. Mas é necessário enfatizar que na sexta entrevista não houve a ocorrência de um novo fator, o que diminui a ameaça, mas ainda é preciso ampliar esta pesquisa, incluindo um maior número de profissionais e de empresas.

Além disso, como os dados são de uma análise qualitativa, não há possibilidade de recorrer a argumentos estatísticos para a generalização dos resultados. No entanto, vale ressaltar que os entrevistados são especialistas em estimativa de esforço nas suas empresas de desenvolvimento *Web*. E dois dos especialistas trabalham com projetos distribuídos globalmente.

Outra ameaça para a validade dos resultados é a subjetividade da classificação de dados, uma vez que a análise qualitativa foi realizada pelo autor da dissertação. Foi utilizado o procedimento da *Grounded Theory*, a fim de diminuir essa ameaça, dado que o GT exige toda a análise fundamentada nos dados coletados. Além disso, o processo de análise foi realizado junto com outros três pesquisadores, para incentivar uma melhor validação das interpretações através do acordo mútuo dos pesquisadores.

3.6 Considerações Finais

Por meio desta pesquisa qualitativa, foram elicitados fatores que afetam a estimativa de esforço para projetos da *Web*. Esses fatores foram identificados a partir do conhecimento obtido relatados de seis especialistas em estimativa de esforço de aplicações *Web* usando entrevistas semi-estruturadas, e procedimentos do método *Grounded Theory* para análise dos documentos transcritos das entrevistas realizadas.

Os fatores identificados foram agrupados em quatro categorias diferentes, para facilitar a compreensão do fenômeno que está sendo investigado. Essas categorias são: Projeto *Web*, Equipe de desenvolvimento *Web*, Clientes, Complexidade do desenvolvimento *Web*. Nota-se que, dependendo das características de um projeto da *Web*, é possível que algumas categorias tornem-se mais relevantes do que outras quando se estima o esforço, no entanto todas elas devem ser levadas em consideração no

momento em que se realiza uma estimativa de esforço para um novo projeto *Web*.

A explicitação do conhecimento de especialistas sobre os fatores que consideram importantes, quando estimam o esforço para projetos *Web*, permite o uso de tal conhecimento para melhoria na tomada de decisão quando se realizar a estimativa de esforço, e, finalmente, como as estimativas estão preparadas (Mendes 2007). Mendes (2007) também explicita o conhecimento de especialistas com o objetivo de entender e melhorar a estimativa de esforço *Web*, no entanto ela empregou pesquisa quantitativa. Suas descobertas mostraram que a representação explícita que a previsão de fatores de estimativa de esforço em projetos *Web* foi visto de forma bastante positiva pela empresa participante, uma vez que eles poderiam usá-los para a tomada de decisão, as discussões com os clientes, e também com a equipe de desenvolvimento sempre que necessário para a equipe fornecer estimativas de esforço.

Além disso, alguns dos fatores, como por exemplo, os fatores de da categoria Clientes aqui identificados, diferem daqueles em Mendes (2007), o que sugere que o uso de diferentes técnicas e tipos de pesquisa pode levar a uma melhor compreensão dos fatores aqui identificados, e a sua comparação e combinação é o foco para um trabalho futuro.

Vale ressaltar que a pesquisa qualitativa, como o apresentado aqui, busca a identificação de conceitos e as relações entre eles, levando a uma maior compreensão de como ocorre um fenômeno de interesse. Portanto, a qualidade dos dados recolhidos é mais importante do que a quantidade de dados recolhidos (Seaman 1999).

Este estudo qualitativo contribui para o avanço do estado da arte na área de pesquisa, fornecendo evidências e hipóteses que podem ser testados mais tarde usando métodos quantitativos (Ruhe *et al.* 2003). Com as informações desta pesquisa, nos permite melhorar o corpo de evidências sobre estimativa de esforço *Web*.

CAPÍTULO 4 – COMPARAÇÃO E INTEGRAÇÃO ENTRE RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA E DA PESQUISA QUALITATIVA

Este capítulo apresenta todos os conceitos relacionados a fatores que influenciam na estimativa de esforço em projetos Web. Apresenta a análise e extensão de uma revisão sistemática, como também e a integração e comparação com os resultados do estudo qualitativo com o objetivo de capturar os fatores considerados durante a estimativa de esforço.

4.1 Introdução

Azhar *et al.* (2012) apresentaram uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) buscando pesquisas relevantes para estimativa de recursos em desenvolvimento *Web*. Segundo Kitchenham *and* Charters (2007), a RSL é um tipo de estudo secundário que segue um processo de pesquisa metodologicamente bem definido, para identificar, analisar e interpretar as evidências disponíveis relacionadas a uma questão de pesquisa específica.

Na pesquisa apresentada por Azhar *et al.*(2012), os autores realizaram uma RSL sobre estimativa de recursos para projetos *Web* a fim de identificar os preditores mais importantes para os projetos. Nenhum dos estudos retornados na RSL de Azhar *et al.* (2012) empregou pesquisa qualitativa para a compreensão do fenômeno de estimativa do esforço *Web*.

No entanto, existem inúmeros exemplos em Engenharia de Software em que o uso da pesquisa qualitativa isoladamente ou combinado com pesquisa quantitativa fornece uma rica compreensão do fenômeno em investigação (Conte *et al.* (2009), Santos *et al.* (2012), Seaman (2008), Sulayman *et al* (2012)). Em Matos *et al.* (2013), foi relatado os resultados de uma pesquisa qualitativa na qual foram utilizadas entrevistas semi-estruturadas para a obtenção dos dados e, para análise dos dados, foram utilizados procedimentos baseados em *Grounded Theory*.

Nesta pesquisa, foram identificados novos fatores, que até então não haviam sido

apresentados em qualquer um dos estudos anteriores, que afetam nas estimativas de esforço de projetos *Web*. A pesquisa qualitativa ajudou a enriquecer a compreensão do fenômeno sobre investigação através da identificação de fatores que sobrepõem e também se complementam a partir de estudos anteriores para investigar até que ponto os fatores identificados pelo estudo qualitativo diferem dos fatores identificados por outros estudos.

Com a finalidade de integrar os resultados da RSL de Azhar *et al.* (2012) com os resultados da pesquisa qualitativa de Matos *et al.* (2013), foi conduzida uma extensão da RSL relatada em Azhar *et al.* (2012), visando abranger os estudos realizados após a publicação da RSL, e assim prover uma lista completa e atualizada sobre fatores que influem na estimativa de esforço em projetos *Web*.

Além da atualização da revisão da literatura, foi feita uma análise aprofundada sobre os fatores identificados que concorrem para uma melhor estimativa do esforço em projetos *Web*. A partir deste aprofundamento sobre os fatores identificados, realizou-se uma comparação e integração com os fatores identificados na pesquisa qualitativa de Matos *et al.* (2013).

O objetivo deste capítulo é promover a compreensão sobre estimativa de esforço em projetos *Web* integrando os resultados da análise qualitativa com os resultados identificados através da RSL de Azhar *et al.* (2012) e sua extensão.

O restante do capítulo apresentam os detalhes sobre a metodologia de pesquisa, seguido pelos resultados, como também uma análise comparativa e integração de todos os fatores identificados pela análise qualitativa e RSL.

4.2 Metodologia de pesquisa

As etapas seguidas nesta pesquisa são apresentadas na Figura 4.1 a seguir.

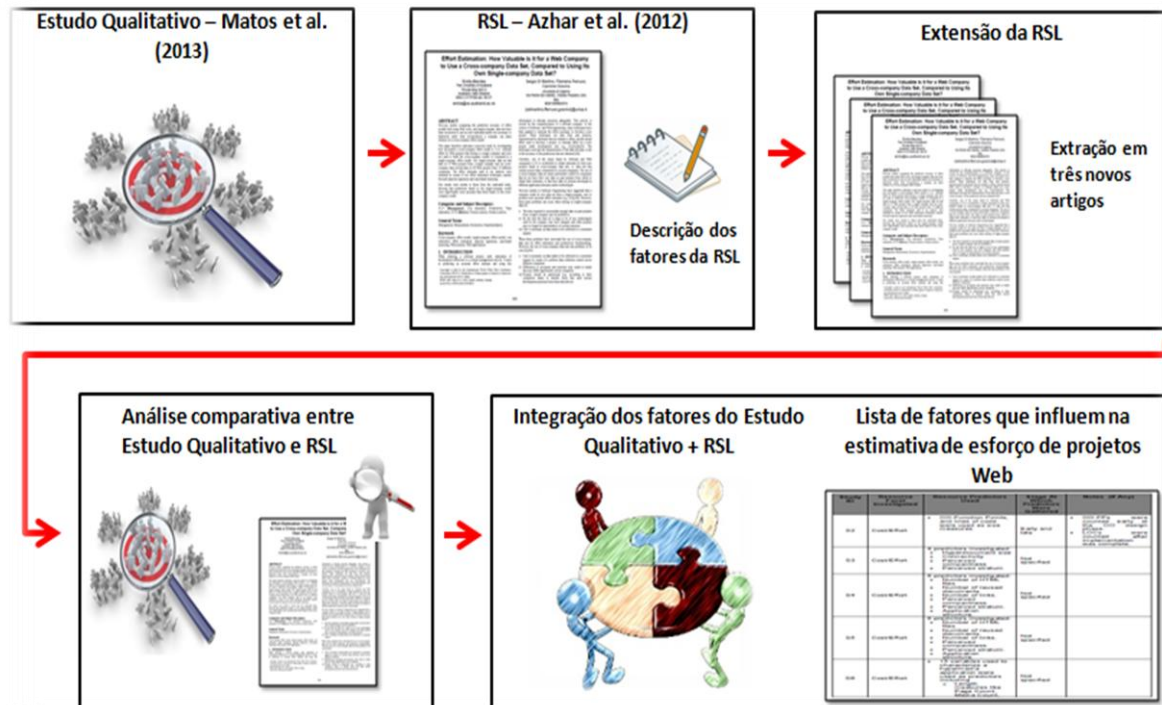


Figura 4.1 – Etapas da metodologia de pesquisa

A etapa inicial desta pesquisa consiste no estudo qualitativo relatado em Matos *et al.* (2013) e no Capítulo 3 desta dissertação. A segunda etapa foi realizar uma análise mais aprofundada em relação aos fatores de esforço identificados na RSL de Azhar *et al.* (2012), descrevendo cada fator. Em seguida, foi conduzida uma extensão da RSL de Azhar *et al.* (2012), buscando verificar se haviam mais estudos publicados na literatura nos anos posteriores.

Por fim, com os dados da pesquisa qualitativa junto com os resultados da extensão da RSL, foi feita uma comparação e integração de ambos os estudos. Com essa integração, foi possível gerar uma lista mais abrangente de fatores influentes na estimativa de esforço de projetos *Web*. Como a primeira etapa da pesquisa foi anteriormente detalhada no Capítulo 3 desta dissertação como também em Matos *et al.* (2013), as próximas subseções detalham as etapas subsequentes da pesquisa.

4.3 Analisando uma RSL sobre Estimativa de Esforço em projetos Web

Com a finalidade de identificar e avaliar todas as pesquisas no campo da estimativa de recursos da *Web*, a RSL por Azhar *et al.* (2012), destinou-se a responder às questões de pesquisa dentro apresentados pela Tabela 1.

Tabela 4.1. Questões da revisão sistemática apresentada por Azhar *et al.* (2012)

Questões
Q1 - Quais métodos e técnicas têm sido utilizados para a estimativa de recursos <i>Web</i> ?
Q2 - Quais aspectos de recursos (por exemplo: o esforço, qualidade, tamanho) foram investigados nas pesquisas sobre estimativa de recursos <i>Web</i> ?
Q2a - Quais indicadores de recursos têm sido utilizados no processo de estimativa?
Q3 - Quais são as características dos dados utilizados para Estimativa de recursos da <i>Web</i> ?

O procedimento de busca retornou 84 artigos, que foram utilizados para responder as questões de pesquisa referentes à Tabela 4.1. As questões 1 e 3 não são de interesse para a atual pesquisa, visto que a questão 1 procura responder sobre métodos/técnicas que tem sido utilizadas para estimativas de recursos *Web*, com medidas de precisão usadas para avaliar estas técnicas. A questão 3 é direcionada à investigar as características dos conjuntos de dados utilizados na estimativa de recursos *Web* para responder se os conjuntos de dados considerados possuem base na academia ou na indústria.

A questão 2 é a questão de interesse para a pesquisa, uma vez que captura dados sobre quais áreas da estimativa do domínio *Web* têm sido estudadas, e também quais são os preditores que são considerados mais relevantes para estimar esforço em projetos *Web*. A Tabela 4.2 apresenta as áreas do domínio da *Web* e os respectivos percentuais de pesquisas que foram gerados a partir da revisão RSL.

Tabela 4.2. Áreas de estimativa de aplicações *Web*– Baseado em Azhar *et al.* (2012)

Áreas de estimativa de aplicações <i>Web</i>	Porcentagem (%)
Design	3,6
Qualidade	3,5
Manutenção	6,0
Tamanho	1,2
Esforço/Custo	85,7

Observando as porcentagens da Tabela 4.2, podemos verificar nos resultados que correspondem a Esforço/Custo representam 85,7%, indicando que a grande maioria dos estudos primários da RSL tem focado no recurso de Esforço/Custo em estimativa de projetos *Web*. A segunda questão de pesquisa da revisão sistemática mostrou que o domínio da estimativa de recursos *Web* tem sido feito principalmente na estimativa de Esforço/Custo de desenvolvimento.

Para cada uma das áreas de estimativa de aplicações *Web*, existe um conjunto de fatores relacionado. No entanto, uma dificuldade encontrada para os fatores identificados pela RSL foi o fato de não existir um dicionário que apresentava um detalhadamente o significado de cada fator, ou seja, não havia detalhamento suficiente para entendermos como cada fator influencia na estimativa de esforço, sendo necessário uma análise mais aprofundada. Após essa análise, foi feita uma descrição de cada um dos fatores apresentado para realizar a comparação e integração dos fatores com os que foram obtidos através do estudo qualitativo de Matos *et al.* (2013).

Na próxima subseção, explica-se o planejamento e execução da extração da descrição dos fatores obtidos pela revisão sistemática em de Azhar *et al.* (2012).

4.3.1 Obtenção dos Dados

Nesta subseção será apresentado como foram extraídas as informações detalhadas sobre os fatores de esforço em aplicações *Web* a partir de uma adaptação da questão 2 da RSL de Azhar *et al.* (2012). Foram utilizados os resultados considerados para atender a seguinte questão de pesquisa:

Quais os fatores de esforço influem no processo de estimativa no desenvolvimento de projetos Web?

Azhar *et al.* (2012) selecionaram 84 artigos sobre estimativa de recursos de projetos *Web*. Para cada artigo selecionado foi atribuído um ID começando com a letra “S”, seguido de um algarismo de 1 a 84.

No entanto, era necessário um maior detalhamento da descrição dos fatores encontrados na RSL, para que fosse possível a comparação com os conceitos dos fatores elicitados na pesquisa qualitativa. Nesta etapa foi coletada uma descrição de cada fator indicado na tabela de extração referente à questão 2 da RSL de Azhar *et al.* (2012) que

os estudos tratam como influentes na estimativa de esforço.

A Figura 4.2 apresenta as etapas para a execução do detalhamento dos fatores capturados em Azhar *et al.* (2012): seleção de estudos primários, extração e descrição de dados.

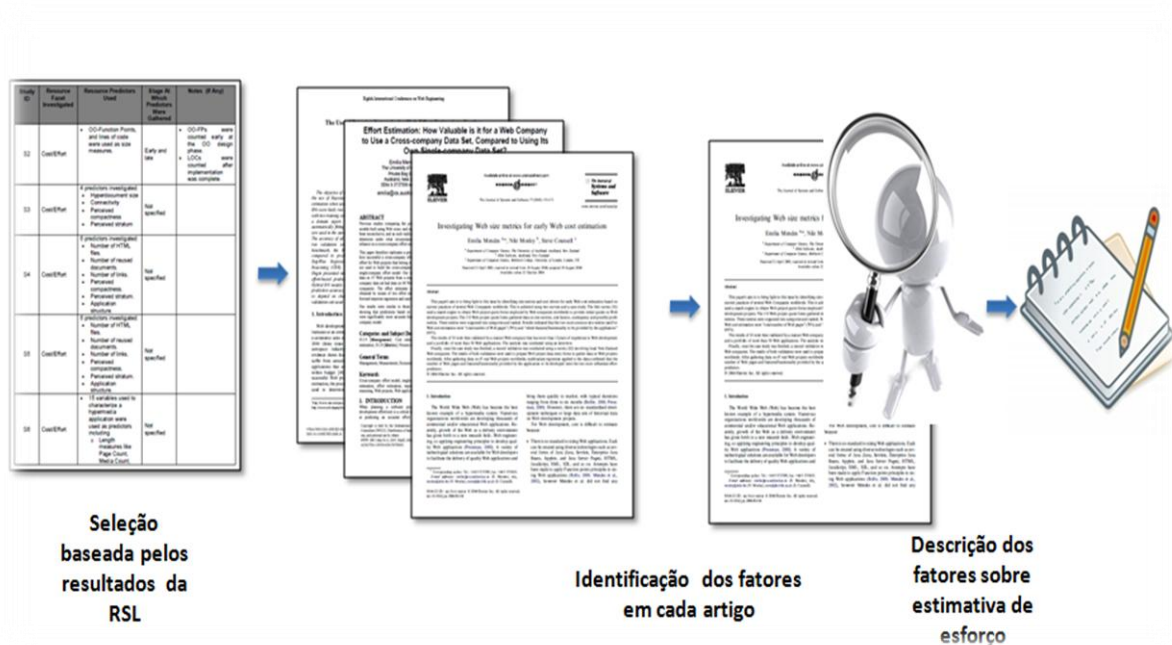


Figura 4.2 - Etapas para descrição dos fatores da RSL

No conjunto de estudos primários, depois de consultar cada estudo, foram identificados **34** fatores influentes. É importante notar que vários estudos referenciavam fatores já listados. No entanto, vale ressaltar que mesmo sendo um fator listado, foi necessário verificar se o contexto aplicado era o mesmo, para uma melhor descrição e facilitar na análise comparativa com o estudo qualitativo de Matos *et al.* (2013). A Tabela 4.3 apresenta os fatores de esforço encontrados em Azhar *et al.* (2012).

Tabela 4.3. Fatores de esforço que influem na estimativa no desenvolvimento de projetos *Web*

Fatores identificados pela RSL de Azhar <i>et al.</i> (2012)
<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do gerenciamento do projeto • Tamanho da equipe de desenvolvimento do projeto • Tamanho do projeto • Experiência dos desenvolvedores

- Produtividade da equipe
- Quantidade de pessoas trabalhando no projeto
- Capacidade técnica dos desenvolvedores
- Tipo de projeto
- Mudança de requisitos
- Complexidade das páginas *Web*
- Reusabilidade
- Características dos dados
- Características da aplicação
- Pontos de função
- Pontos de função OO
- Número de documentos da aplicação
- Conectividade
- Estrutura da aplicação
- Número de documentos reutilizados
- Arquivos de mídia
- Número de arquivos HTML
- Documentos do projeto
- Integração e Acoplamento de funcionalidades
- Número de Páginas *Web* criados a partir do zero
- Tempo para interligar as páginas
- Número de links de navegação
- Ferramentas usadas para implementação do projeto
- Experiência da equipe de desenvolvimento
- Número de páginas *Web*
- Tempo para estruturar a aplicação
- Planejamento da interface
- Implementação da interface
- Teste dos links da aplicação
- Teste com mídias da aplicação

A seguir são apresentadas as descrições para cada fator, além dos artigos que os referenciam. Os artigos estão citados da mesma maneira adotada na RSL (SXX – onde X é o número do artigo). As referências completas destes artigos são apresentadas ao final da Seção de Referências.

- **Qualidade de gerenciamento do projeto – [S27]:** Refere-se à eficiência em gerenciar, de forma apropriada, o desenvolvimento de *software* e os processos de gerenciamento do projeto, como também no controle de qualidade, comunicação com o cliente e com prazos do projeto.
- **Tamanho da equipe de desenvolvimento do projeto – [S55]:** Refere-se à quantidade de pessoas e equipes que fazem parte da equipe envolvida no projeto.
- **Tamanho do projeto – [S8]:** É descrito como sendo relacionado ao tamanho, complexidade e funcionalidade. Dificuldade na obtenção precisa de estimativas é inversamente proporcional ao tamanho do projeto, porém, da mesma forma também o é em relação à importância da estimativa. Ou seja, projetos pequenos são mais fáceis de estimar, porém sem exigência de uma alta precisão.
- **Experiência dos desenvolvedores – [S22]:** Grau de experiência do colaborador para desenvolver o projeto. Relacionado ao efeito do conhecimento em relação ao projeto *Web* como todo.
- **Produtividade da equipe – [S35]:** Produtividade depende diretamente da experiência do desenvolvedor/especialista em relação a projetos anteriores e a capacidade em uma determinada ferramenta usada no projeto.
- **Quantidade de pessoas trabalhando no projeto – [S34/S55]:** Número de pessoas que fazem parte da equipe de desenvolvimento do projeto.
- **Capacidade técnica dos desenvolvedores – [S27/S58/S69/S75/S77]:** Refere-se ao conhecimento técnico do desenvolvedor para a implementação das funcionalidades da aplicação. Por exemplo: conhecer uma ferramenta ou linguagem de programação.
- **Tipo de projeto – [S34/S52/S53/S83]:** Sendo um projeto totalmente novo ou sendo um projeto para aplicar melhorias.
- **Mudanças de requisitos – [S27]:** Está relacionado a novos requisitos e a

volatilidade dos requisitos no decorrer do projeto.

- **Complexidade da página Web - [S14/S15/S16]:** Tal complexidade refere-se a projetos desenvolvidos para *Web*, a qual é um meio essencialmente visual, onde isso pode ser simples ou complexo. Depende de vários outros fatores, tais como o tipo de conteúdo (ex: conteúdo multimídia – vídeos e áudio), tamanho da página *Web*, ferramentas e o ambiente de desenvolvimento.
- **Reusabilidade - [S14/S17/21/25/39/81/83]:** Reusabilidade está relacionado ao desenvolvimento de projetos a partir de dados pré-existentes, de modo que semelhanças entre projetos e arquiteturas possam ser exploradas.
- **Características dos dados - [S58]:** Estes fatores afetam a função global e não qualquer objeto em particular, como por exemplo, o volume de dados, qualidade, dinâmica de mudança e dependência externa.
- **Características da aplicação - [S58]:** Refere-se à *Round the Clock Support*, complexidade e a criticidade do projeto *Web*.
- **Pontos de função - [S2]:** Pontos de função relacionam-se aos quantitativos de medida de vários aspectos da aplicação *Web* e constituem em uma poderosa ferramenta gerencial, contribuindo para a elaboração de estimativas tanto de custo, esforço e prazo mais precisas e para o estabelecimento de metas plausíveis.
- **Pontos de função OO - [S2]:** usados como um método para estimar o tamanho e, conseqüentemente, o esforço e a duração de projetos desenvolvidos orientados a objeto. Em projetos *Web*, permitir a contagem do nível de reutilização, entre classes desenvolvidas e reutilizadas. Também permite a medição durante a fase de modelagem contando o número de classes e atribuindo complexidades.
- **Número de documentos da aplicação - [S3]:** Refere-se ao número de documentos que cada projeto *Web* possui. Os documentos são arquivos HTML e aplicação *Web* é uma coleção de documentos projetados com um objetivo específico.
- **Conectividade - [S3/S8]:** Refere-se ao número de links que a aplicação *Web* possui. Os links são relações estruturais ou referenciais. Número total de links

internos não incluindo links gerados dinamicamente.

- **Estrutura da aplicação - [S5]:** - Representa a forma em que as páginas foram conectadas: sequência, hierarquia e rede.
- **Número de documentos reutilizados - [S4]:** representando o número de arquivos HTML que não foram criados a partir do zero.
- **Arquivos de mídia-S6/S8/S9/S10/S11/S14/S15/S16/S17/S21/S25/S39):** Número de arquivos de mídia usados ou reutilizados na aplicação.
- **Número de arquivos HTML - [S4/S5/S7]:** quantidade de arquivos HTML desenvolvidos no projeto.
- **Documentos do projeto - [S2]:** Documentos base referentes ao projeto.
- **Integração e acoplamento de funcionalidades - [S76]:** Conectar as funcionalidades do projeto.
- **Número de páginas Web criados a partir do zero - [S22/S24]:** São páginas *Web* implementadas a partir do zero, tal que existe um esforço de implementação atribuída na estimativa para o desenvolvimento do projeto.
- **Número de links de navegação -[S19]:** Referente aos links de navegação por página *Web* do projeto.
- **Ferramentas utilizadas para implementação do projeto - [S27]:** Tipo de ferramenta usada para fazer/modelar o projeto *Web*
- **Experiência da equipe de desenvolvimento: - [S32/S40]** Experiência da equipe de desenvolvimento em projetos *Web*.
- **Número de páginas Web - [S32/S40]:** Quantidade de páginas *Web* implementadas para o projeto.
- **Tempo para estruturar a aplicação - [S6/ S8/ S9/ S10 /S11/ S12/ S14]:** Tempo e esforço necessário para o desenvolvedor estruturar a aplicação.
- **Tempo para interligar as páginas - [S6/ S8/ S9/ S10 /S11/ S12/ S14]:** Tempo de implementação para interligar as páginas com a estrutura da aplicação.
- **Planejamento da interface - [S6/ S8/ S9/ S10 /S11/ S12/ S14]:** Tempo para desenvolver e interligar as páginas planejando a interface da aplicação.
- **Implementação da interface - [S6/ S8/ S9/ S10 /S11/ S12/ S14]:** Tempo para a implementação da interface.

- **Teste dos links da aplicação - [S6/ S8/ S9/ S10 /S11/ S12/ S14]:** Tempo para testar todos os links da aplicação.
- **Teste com mídias da aplicação - [S6/ S8/ S9/ S10 /S11/ S12/ S14]:** Tempo para testar todos os arquivos multimídia da aplicação.

4.4 Execução da Extensão da RSL

A extensão da RSL teve como base a revisão executada por Azhar *et al.* (2012), sendo conduzida utilizando seus mesmos critérios apresentadas no protocolo da RSL de Azhar *et al.*,(2012), seguindo a mesma string de busca e bibliotecas digitais apresentadas. Esta extensão buscou identificar novos estudos primários que apresentam fatores que influem na estimativa de esforço em projetos *Web*.

Retornaram três novos estudos no contexto de nossa pesquisa, apontando também que a pesquisa de Matos *et al.* [2013] continua sendo o único estudo qualitativo. A análise dos resultados da extensão da RSL apresentou mais 13 novos fatores que contribuíram para complementar a lista de fatores que influem na estimativa de esforço de projetos *Web*, conforme podemos ver na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 Fatores identificados através dos artigos selecionados pela extensão da RSL

Fatores
<ul style="list-style-type: none"> • Nível integração • Número de idiomas do site • Design Gráfico • Qualidade visual • Personalidade do cliente • Prazo do cliente • Fatores de risco do cliente • Esforço de treinamento ao cliente • Validação e dificuldades com o cliente • Complexidade de adaptação de um componente • Similaridade com projetos anteriores • Risco tecnológico desconhecido • Número de partes terceirizadas envolvidas

A seguir são apresentadas as descrições para cada fator encontrado pela extensão da RSL. Os artigos estão citados como EXX, onde E denota que foi encontrado na Extensão e XX é o número do artigo. As referências completas destes artigos também são apresentadas na Seção Referências.

- **Nível integração - [E2/E3]:** relaciona-se com o nível de recursos do projeto *Web*.
- **Número de idiomas do site - [E2]:** refere-se aos idiomas do conteúdo do site.
- **Design Gráfico - [E2/E3]:** esforço para desenvolver o design gráfico do site como todo.
- **Qualidade visual - [E2/E3]:** qualidade visual do site, com boa apresentação de conteúdo e boa usabilidade.
- **Personalidade do cliente - [E2]:** Dependendo do aspecto da personalidade do cliente, pode ser considerado um fator de risco. Por exemplo: ideias fortes, excesso de controle, sem foco. Ou ao contrário, se está disposto a ouvir alternativas, entre outros.
- **Prazo do cliente - [E2/E3]:** tempo que o cliente espera que o projeto vai levar.
- **Fatores de risco com o cliente - [E2/E3]:** É a capacidade, as expectativas, envolvimento e dificuldades de linguagem em relação ao cliente.
- **Esforço de treinamento ao cliente - [E2/E3]:** refere-se ao esforço para treinar o cliente para utilizar a aplicação *Web* desenvolvida.
- **Validação e dificuldades com o cliente - [E2/E3]:** dificuldade de acesso ao cliente para definir detalhes ou validar o projeto que está sendo desenvolvido.
- **Complexidade de adaptação de um componente-[E1/E3]:** associado com a adaptação de um componente.
- **Similaridade com projetos anteriores - [E2/E3]:** semelhança de domínio/funcionalidade/design.
- **Risco de tecnologia desconhecida - [E2/E3]:** dificuldade em estimar por não conhecer e ter a necessidade de utilizar uma nova tecnologia para implementação do projeto.
- **Número de partes terceirizadas envolvidas - [3]:** por exemplo: *gateways*, provedores de hospedagem, registro de domínio, provedores de pagamento.

Os resultados desta extensão serviram para a identificação de pesquisas mais recentes sobre estimativa de esforço em projetos *Web* como também novos fatores. Nas próximas seções, será explicado como foi utilizado os dados obtidos a partir do detalhamento dos fatores, para comparar e integrar com os fatores da análise qualitativa de Matos *et al.* (2013).

4.5 Análise Comparativa entre os fatores da RSL e estudo qualitativo

Há vários fatores de estimativa de esforço que diferem entre os fatores de influência capturados na pesquisa qualitativa, sendo que alguns se sobrepõem e também completam os observados pela RSL. Para permitir uma análise aprofundada, foi realizada uma comparação entre os resultados do detalhamento da revisão sistemática, com os resultados do estudo qualitativo, conforme se pode observar na Tabela 4.5.

Estas similaridades podem ser diretamente encontradas na descrição obtida em ambas as pesquisas. Pode-se observar que alguns fatores nas estimativas de esforço referidas nos relatos do estudo qualitativo são semelhantes àqueles que ocorrem em outras indicadas pela RSL. A comparação entre as pesquisas e a inter-relação pode ser utilizada como estratégia de geração de informações de fatores influentes na estimativa.

Tabela 4.5. Comparação por similaridade entre fatores de estimativa de esforço da pesquisa qualitativa com a RSL

Fatores Pesquisa Qualitativa	Fatores RSL
Grau de Inovação	Tipo de projeto
Experiência do colaborador Habilidade dos desenvolvedores Experiência necessária para o projeto	Experiência dos desenvolvedores Capacidade técnica dos desenvolvedores Experiência em projetos anteriores
Número de equipes envolvidas no projeto	Tamanho da equipe de desenvolvimento
Indisponibilidade do cliente	Validação e dificuldades com o cliente
Quantidade de equipes envolvidas no projeto Colaboração da equipe	Número de pessoas e equipes envolvidas no projeto

Pode-se observar na Tabela 4.5 que:

O fator **grau de inovação** (proveniente da análise qualitativa) deve ser considerado na estimativa, pois gera um esforço maior no desenvolvimento por ser geralmente algo inovador. Na revisão sistemática, foi encontrado o fator **tipo de projeto Web**, no qual caso o projeto seja totalmente novo, uma adaptação ou que aplique melhorias deve ser somado na estimativa.

A experiência da equipe é dependente da experiência individual de cada membro, sendo que a experiência profissional foi um fator identificado como sendo de grande importância para a estimativa de esforço. A **experiência do colaborador** pode ser associada com a **experiência do desenvolvedor** identificado pela RSL. Além disso, considerando o conhecimento técnico necessário para o projeto, temos o fator **habilidade dos desenvolvedores** associado com a **capacidade técnica dos desenvolvedores**. Outro é a **Experiência necessária para o projeto** pode-se associar com **Experiência em projetos anteriores**.

Pela extensão da RSL, foi possível identificar uma similaridade em relação a clientes do projeto *Web*. A similaridade entre os o fatores **indisponibilidade do cliente**, no qual o projeto está sendo desenvolvido em um processo que necessariamente precisa do cliente, com **validação e dificuldades com o cliente**, que é dificuldade de acesso ao cliente para definir detalhes ou validar o projeto que está sendo desenvolvido.

O fator **quantidade de equipes que fazem parte do projeto** foi considerado no estudo qualitativo, bem como o **nível de comunicação** entre elas. São classificados como fatores internos e dependentes que afetam a estimativa de esforço. Na RSL, um fator similar encontrado foi a **quantidade de pessoas e equipes que fazem parte da equipe envolvida no projeto**.

Na próxima seção, será apresentada a integração de todos os fatores identificados pela RSL de e sua extensão, com a pesquisa qualitativa.

4.6 Integração dos fatores encontrados

Em relação ao que foi apresentado nas seções anteriores, a análise e descrição individual sobre cada fator identificado nas Tabelas 4.3 e 4.4, torna-se útil também um olhar global sobre outros aspectos do conjunto de fatores. A Tabela 4.6 apresenta o agrupamento dos fatores que influem na estimativa de esforço de projetos *Web*,

identificados através da análise qualitativa de Matos *et al.* (2013) e da RSL de Azhar *et al.* (2012) e sua extensão.

Os fatores foram divididos em macro categorias gerais que ajudam a identificar a natureza dos fatores de estimativa. É possível que algumas categorias tornem-se mais relevantes do que outras quando se estima o esforço, no entanto todas elas devem ser levadas em consideração no momento em que se realiza uma estimativa de esforço para um novo projeto *Web*.

Na Tabela 4.6, tem-se:

- No total foram identificados 90 fatores pelas análises de ambos os estudos.
- Os fatores apresentados em itálico são os 34 fatores que listados na Tabela 4.3, que foram identificados pela RSL.
- Além disso, os 13 fatores que foram identificados com a extensão da RSL são apresentadas com fonte sublinhada.
- Os fatores apresentados em negrito são fatores identificados apenas na pesquisa qualitativa, sendo 30 fatores.
- Os outros fatores, identificados tanto na RSL quanto na pesquisa qualitativa, são apresentados com fonte normal (sem negrito, itálico ou sublinhado).

Observando a Tabela 4.6, pode-se constatar que a maioria dos fatores que influem na estimativa de esforço estão nas categorias **Equipe de desenvolvimento Web** e **Complexidade do desenvolvimento para Web**. Esta é uma constatação relevante, considerando que a estimativa de esforço se trata de uma intervenção direta na atividade de desenvolvimento de projetos tanto *Web* quanto tradicional.

Em relação aos resultados de Matos *et al.* (2013), alguns dos fatores ou possuem uma influência positiva ou negativa em esforço, dependendo de suas condições. Também foi acrescentado duas novas macro categorias: **Fatores de Tamanho** e **Fatores de Esforço**.

- Fatores de Tamanho: está relacionado à quantidade de documentos para o projeto, arquivos HTML, Links de navegação e arquivos de mídia.
- Fatores de Esforço: Levando-se em consideração o tempo e o esforço de

desenvolvimento de uma aplicação, com os tempos para estruturação, interligar, planejar, implementar e testar.

Uma descoberta muito relevante da pesquisa é o número de novos fatores que foram identificados através da pesquisa qualitativa. Durante as entrevistas da pesquisa qualitativa, houve relatos de fatores que não tinham sido apontados pela RSL. Por exemplo, o estudo qualitativo permitiu identificar vários fatores relevantes para a estimativa de esforço que estão relacionados aos clientes que ainda não haviam sido relatados em pesquisas anteriores.

Tabela 4.6. Agrupamento de fatores que influenciam na estimativa de esforço em projetos *Web*: RSL combinado com o estudo qualitativo.

Projeto <i>Web</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grau de Inovação ▪ <i>Tipo de Projeto</i> ▪ <i>Número de paginas Web</i> ▪ <i>Tamanho do projeto</i> ▪ <u>Nível integração</u> ▪ <u>Número de idiomas do site</u> ▪ <u>Design Gráfico</u> ▪ <u>Qualidade visual</u> ▪ Integração com sistemas existentes ▪ Fatores Técnicos ▪ Requisitos Não-Funcionais ▪ Usabilidade ▪ Escalabilidade ▪ Manutenabilidade ▪ <u>Número de partes terceirizadas envolvidas</u> ▪ <i>Número de documentos reutilizados</i> ▪ <i>Ferramentas usadas para implementação do projeto</i>
Equipe de Desenvolvimento <i>Web</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Qualidade de gerenciamento do projeto</i> ▪ <i>Produtividade da equipe</i> ▪ <i>Experiência dos desenvolvedores</i> ▪ <i>Capacidade técnica dos desenvolvedores</i> ▪ <i>Experiência da equipe de desenvolvimento</i> ▪ <i>Experiência em projetos anteriores</i> ▪ <i>Experiência do colaborador</i>

- **Maturidade profissional**
- Habilidades dos desenvolvedores
- **Experiência na área de negócio**
- Experiência técnica necessária para o projeto
- **Tempo do profissional na empresa**
- **Experiência nos processos na empresa**
- Número de equipes envolvidas no projeto
- Número de pessoas envolvidas no projeto
- Tamanho da equipe de desenvolvimento do projeto

Influência Positiva

- Colaboração da equipe
- **Conhecer o time de desenvolvimento**

Influência Negativa

- **Falta de compromisso**
- Falta de experiência do colaborador
- **Dificuldade técnica da equipe**

Clientes

- **Nível de exigência do cliente**
- **Qualidade do código**
- **Arquitetura usada**
- **Facilidade de manutenção**
- **Evolução do código**
- Personalidade do cliente
- Prazo do cliente
- Fatores de risco do cliente
- Esforço de treinamento ao cliente

Influência Positiva

- **Cliente com procedimentos mapeados**
- **Cliente que mantém a estabilidade dos requisitos**
- **Disponibilidade do cliente que entenda as regras de negócio do projeto**

Influência Negativa

- **Indisponibilidade do cliente**
- **Clientes não sabem o que querem no projeto**
- Validação e dificuldades com o cliente

Complexidade do desenvolvimento para Web
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição das regras de negócio ▪ Restrições de desenvolvimento ▪ Restrições de tempo ▪ Restrições técnicas ▪ Restrições de Segurança ▪ Nível de recursos ▪ <i>Estrutura da aplicação</i> ▪ <i>Como os documentos estão relacionados</i> ▪ <i>Complexidade da página</i> ▪ <i>Número de diferentes tipos de mídia utilizados na página – animação, vídeos, áudios...</i> ▪ <i>Número de páginas Web criados do zero</i> ▪ <i>Características dos dados – volume, qualidade, dinamicidade e dependência externa</i> ▪ <i>Características da aplicação</i> ▪ <u>Complexidade de adaptação – associados a adaptação de um componente</u> <p style="text-align: center;">Influência Positiva</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lições aprendidas de projetos anteriores ▪ <u>Similaridade com projetos anteriores</u> ▪ <i>Reusabilidade</i> ▪ <i>HTML não criados a partir do zero</i> ▪ <i>Reuso do código</i> ▪ <i>Pontos de Função</i> ▪ <i>Pontos de Função OO</i> <p style="text-align: center;">Influência Negativa</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dificuldade em estimar as funcionalidades ▪ Interpretação errônea dos requisitos ▪ <i>Mudança de requisitos</i> ▪ <u>Risco de tecnologia desconhecida</u>
Fatores de Tamanho
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Número de documentos da aplicação</i> ▪ <i>Número de arquivos HTML</i> ▪ <i>Documentos do projeto – documentos de especificação</i> ▪ <i>Conectividade</i> ▪ <i>Número de links de navegação</i>

<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Arquivos de mídia</i> <p style="text-align: center;">Influência Positiva</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Número de documentos reutilizados</i>
Fatores de Esforço
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Tempo para estruturar a aplicação</i> ▪ <i>Tempo para interligar as páginas</i> ▪ <i>Planejamento da interface</i> ▪ <i>Implementação da interface</i> ▪ <i>Teste dos links da aplicação</i> ▪ <i>Teste com mídias da aplicação</i>

Observando a Tabela 4.6, pode-se notar que foram identificados 30 fatores que foram identificados apenas na pesquisa qualitativa. Estes fatores são descritos a seguir.

Na categoria **Projeto Web**, identificou-se o **Grau de inovação** como um fator que, de acordo com um dos entrevistados, o nível de inovação de um projeto *Web* pode gerar um esforço maior no desenvolvimento e, portanto, deve ser considerado no processo de estimativa de esforço. Outro fator é a **Integração com sistemas existentes**, que considera os casos onde as aplicações *Web* possuem comunicação com *devices* e outras aplicações.

Fatores técnicos também foram citados. Esses fatores foram relacionados com o projeto *Web*, tais como: acesso a tabelas do banco de dados, quantos campos estarão em uma tela, campos necessários e regras de validação.

Um ponto que vale ressaltar do estudo qualitativo é que os especialistas citaram **requisitos não-funcionais**, como fatores que afetam a estimativa de esforço em projetos *Web*. Os fatores que foram mencionados especificamente como requisitos não-funcionais foram a manutenção, escalabilidade e usabilidade.

Na categoria Equipe de Desenvolvimento *Web*, em que a experiência da equipe depende da experiência individual de seus membros, a experiência profissional foi considerada um fator de grande importância para a estimativa de esforço. Alguns fatores que se aplicam, como por exemplo, a **maturidade profissional**, a **experiência na área de negócio** em relação ao projeto da *Web*, **tempo de experiência trabalhando na empresa**, o que facilita no **conhecimento e experiência dos processos da empresa e conhecer a equipe de desenvolvimento**.

Como fatores negativos identificados para esta categoria, a **falta de comprometimento do colaborador** é um fator que representa uma situação em que um colaborador não terminar a tarefa em que foi alocado para ser responsável. Além disso, as dificuldades **técnicas da equipe** é outro fator, pois os funcionários devem ter um conhecimento técnico para o desenvolvimento do projeto, devendo conhecer as tecnologias, e possuir experiência em linguagens de programação.

Na categoria Cliente, os resultados também identificaram vários fatores relevantes para a estimativa de esforço que estão relacionados aos clientes. Quando se conhece o cliente, podem-se identificar características que tendem facilitar o processo de estimativa de esforço:

Cliente com procedimentos mapeados - Neste caso, a estimativa de esforço pode ser menor porque o cliente sabe o que deve ser feito e, além disso, fornece informações que podem otimizar o fluxo de trabalho, que também inclui o processo de estimativa .

Cliente que mantém a estabilidade de requisitos – possui relação com o comportamento do cliente sobre as novas exigências. Se o cliente tem um histórico que representa a estabilidade de requisitos, o esforço será menor, pois a tendência é haver mudança ou retrabalho.

Disponibilidade de um cliente que entenda as regras de negócio do projeto - Se o cliente conhece o produto que está sendo desenvolvido e se ele está disponível para colaborar com a equipe de desenvolvimento, logo pode ajudar no sentido de melhores estimativas de esforço.

Indisponibilidade do Cliente - Se um projeto da participação do cliente, então a indisponibilidade deste cliente dificulta o processo de estimativa de esforço.

Cientes que não sabem o que querem no Projeto - representa os clientes que não têm uma ideia clara sobre o que o projeto precisa oferecer. É provavelmente o caso que esses clientes não saibam o que exatamente querem e não informam imediatamente os seus problemas, o que torna difícil estimar o esforço.

Outros fatores que foram identificados como influentes no sentido de estimativa de esforço estão relacionadas com o **nível de exigência do cliente**. Geralmente, os clientes técnicos exigem mais requisitos que agregam mais esforço e custo para o projeto. De acordo com um dos entrevistados, é importante identificar o nível de exigência do cliente. Além disso, há a possibilidade de ter clientes que fazem exigências

em relação à qualidade, facilidade de manutenção e evolução do código, apesar das demandas que eles já têm em relação ao uso da arquitetura.

No Desenvolvimento *Web* Complexidade identificamos os seguintes fatores: **a definição de regras de negócio, Limitações do Desenvolvimento, dificuldade em estimar Funcionalidades e interpretações erradas dos requisitos.**

A definição para o fator de **regras de Negócio** foi analisado como sendo as regras que devem ser definidos no projeto ou , caso contrário, afetam a estimativa. As **limitações do desenvolvimento** é um fator relacionado às restrições, tais como: restrições de tempo, restrições tecnológicas, as restrições de segurança, e também a disponibilidade de recursos: recursos ferramentais e recursos humanos.

A **dificuldade de estimar funcionalidades** também é apontada como um fator relacionado com a complexidade do desenvolvimento *Web*, pois afeta negativamente a precisão da estimativa de esforço. O mesmo ocorre com o fator **interpretações errada dos requisitos.**

Nesta seção, foi possível apontar como a pesquisa qualitativa permitiu a identificação de categorias e as relações entre os fatores que influenciam na estimativa de esforço de projetos *Web* e que não haviam sido listadas em trabalhos e pesquisa sobre o estado da arte desta área de pesquisa. Uma descrição completa de todos os fatores identificados a partir da pesquisa qualitativa pode ser encontrada Capítulo 3 desta dissertação.

4.7 Considerações Finais

O objeto central deste capítulo foi a comparação e a integração entre os fatores identificados pela pesquisa qualitativa de Matos *et al.* (2013) com os fatores encontrados pela revisão sistemática de Azhar *et al.* (2012) para a compreensão do fenômeno de estimativa do esforço *Web*. A combinação da pesquisa qualitativa com a RSL nos apresenta uma melhor compreensão dos fatores que influem na estimativa de esforço de projetos *Web*.

Esta pesquisa também aponta fatores que só foram encontrados pelo estudo qualitativo. É importante ressaltar que muitos dos fatores identificados apenas foram relatados pelo estudo qualitativo que empregou um procedimento baseado em teoria fundamentada. Esse estudo difere de todos os outros estudos da revisão do estado da arte da literatura, sugerindo que o uso de técnicas qualitativas também devem ser

consideradas como um meio para complementar a nossa compreensão de um fenômeno particular. Exemplos de tal utilização complementar são dadas em Sulayman *et al.* (2012).

A integração de ambos os estudos nos permitiu identificar 90 fatores influentes na estimativa de esforço de projetos *Web*. Do ponto de vista da pesquisa como um “retrato” dos fatores que influem na estimativa, a categorização que foi criada pode ser útil para o desenvolvimento de novas técnicas de estimativa de esforço ou auxiliar no gerenciamento de projetos nos quais se observe a predominância de um ou mais fatores.

Uma das contribuições que este trabalho faz a profissionais e empresas de desenvolvimento *Web* em particular é fornecer uma lista abrangente de métricas de tamanho e fatores de custo do estado da arte na literatura estimativa de esforço da *Web* que foram propostas até agora. Essa lista pode ser empregada por empresas e gerentes de projeto em uma série de maneiras para melhoria na tomada de decisão quando se realizar a estimativa de esforço, podendo auxiliar com uma lista de verificação quando iniciar em um processo de estimativa de esforço.

Esta lista de fatores pode ser i) um ponto de partida para a construção de modelos de previsão de esforço com base em opiniões de especialistas; ii) uma lista de verificação para validar contra o seu próprio modelo de estimativa de esforço baseada especialista, e; iii) um conjunto inicial de atributos sobre estimativas de esforço em projetos *Web*. Assim, para ser usado mais tarde, para a construção de um ou mais modelos de previsões.

Assim, ao conhecer os diferentes fatores que identificamos é possível que, com base nas características do cenário em que estão envolvidos, os profissionais de *software* passem a observar com maior atenção as diferentes variáveis que afetam o processo de estimativa, o que pode refletir na adoção de melhores práticas para gerenciamento de projetos como também em seu custo.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Neste capítulo as conclusões desta dissertação são apresentadas, resumindo sua motivação e proposta, apresentando as suas contribuições. As perspectivas futuras fornecem a direção para que seja dada continuidade ao trabalho relacionado à estimativa de esforço em projetos Web ao apoio a academia e a indústria durante as primeiras etapas do processo de desenvolvimento.

5.1 Epílogo

Esta dissertação de mestrado apresentou os resultados de uma pesquisa sobre estimativa de esforço em projetos *Web*. Na pesquisa voltada a desenvolvimento *Web*, foi identificado um conjunto de fatores que por sua vez influenciam na estimativa de esforço em tais projetos.

Para a proposta inicial da pesquisa, o propósito foi de identificar fatores que impactam na estimativa de esforço no processo de desenvolvimento de projetos *Web*, com o objetivo de criar um corpo de conhecimento sobre tais fatores. A base de conhecimento foi compilada com base na identificação de proposições fundamentadas em dados qualitativos de uma pesquisa realizada, sendo a primeira no contexto em pesquisas na área de estimativa de esforço *Web* e também composta pelos resultados de uma revisão sistemática de literatura de Azhar *et al.* (2012) e sua extensão. Nesta RSL, foram identificados vários fatores influentes que podem apoiar pesquisadores e profissionais da indústria de desenvolvimento de *softwareWeb* no que diz respeito a estimativas de esforço.

Através da integração do estudo qualitativo com a RSL foi possível:

- i. Identificar as proposições fundamentadas em dados qualitativos sobre os fatores que influem na estimativa de novos projetos *Web*;
- ii. Identificar os fatores originados pela RSL e sua extensão;
- iii. Identificar a influência dos fatores no esforço de desenvolvimento *Web*;

- iv. Analisar os principais fatores e métricas de usadas na estimativa de esforço de projetos *Web*.
- v. Criar uma lista com todos os fatores identificados durante a pesquisa apresentando os fatores que influem na estimativa de esforço em projetos *Web*.

Partindo de depoimentos capturados através de pesquisa qualitativa com profissionais que estiveram envolvidos diretamente em estimativa de esforço de projetos *Web* em empresas de Manaus, Brasil, com o apoio de uma revisão sistemática esta dissertação buscou mostrar:

- i. Todos os fatores de estimativa em projetos *Web* relatados estão vinculados em categorias. Esta visão está também em consonância com pesquisas de outros autores da área, conforme observado e citado nesta dissertação, integrando todos os fatores;
- ii. Após aprofundar a compreensão dos fatores identificados através da descrição de cada fator, dissertação buscou também e identificar fatores de influência positiva ou de influencia negativa na estimativa;
- iii. Como os fatores podem estar interconectados no contexto da *Web*.
- iv. Uma clareza e alinhamento durante a estimativa de esforço de projetos *Web*, possibilitando ações corretivas conscientes durante a estimação de um projeto melhorando no processo.

5.2 Principais Contribuições da dissertação

As principais contribuições desta dissertação são:

- i. A realização de uma pesquisa qualitativa com análise temática e de conteúdo dos relatos de entrevistados, sobre os fatores que influenciam na estimativa de esforço em projetos *Web*. Portanto, apresentando quais são os fatores considerados durante a estimativa de esforço conforme a opinião dos especialistas.
- ii. Constatação, através da análise qualitativa, que clientes dos projetos *Web* influem no processo de estimativa de esforço, o que pouco ou nem é sempre foi citado na literatura como sendo fonte de fatores influentes. Na pesquisa

qualitativa ocorreram várias citações sobre fatores de origem do cliente que influem na estimativa de esforço de projetos *Web*

- iii. A Análise e extensão de uma revisão sistemática identificando e detalhando fatores que influem na estimativa de esforço de projetos de contexto *Web*.
- iv. Apresentação de uma lista abrangente de fatores de estimativa de esforço de projetos *Web* propostas até agora, sendo importante para profissionais e indústria. Essa lista pode ser empregada por empresas e gerentes de projeto em uma série de formas para melhoria na tomada de decisão quando se realizar a estimativa de esforço.

5.3 Dificuldades e Limitações

As principais dificuldades estão relacionadas a:

- i. Limitação para a aplicação experimental, sendo relativamente pequeno o número de empresas para a realização de entrevistas do estudo qualitativo (apenas seis entrevistas em seis empresas diferentes de Manaus). Mesmo assim, foram capturados vários fatores de estimativa de esforço através da análise qualitativa sendo que foi alcançando a saturação teórica, na qual interrompeu-se a coleta de dados quando constatou-se que elementos novos para subsidiar a teorização almejada (ou possível naquelas circunstâncias) não são mais apreendidos a partir do campo de observação (Strauss & Corbin 1998). Ressalta-se também que os resultados apresentados na pesquisa não podem ser generalizados para diferentes contextos, havendo a necessidade de novas entrevistas dentro de novas experiências.
- ii. A RSL não apresentou uma descrição em detalhes sobre cada fator extraído, sendo necessário verificar nos artigos as definições e o contexto aplicado em cada estudo, para uma melhor descrição e facilitar na análise comparativa com o estudo qualitativo e na integração dos fatores influentes na estimativa de esforço dos projetos *Web*.

5.4 Oportunidades para trabalhos futuros

A aplicação das prescrições previstas nesta dissertação, desde que com tempo e oportunidades reais disponíveis, abrem novas perspectivas de pesquisa, que podem ser exploradas em trabalhos futuros, detalhados nesta seção.

Para um contexto mais geral do conhecimento sobre estimativa de esforço em projetos *Web*, seria importante:

- i. Entrevistar outros especialistas de outras empresas *Web* usando a pesquisa qualitativa como forma de enriquecer a nossa lista existente, com a compreensão através da identificação de outros fatores e, opcionalmente, categorias. Novas entrevistas dentro de novas experiências. Tais experiências devem ser realizadas em diferentes contextos (cidades ou países) para se obter informações adicionais.
- ii. Criação de um modelo base para auxiliar com uma lista de verificação quando iniciar em um processo de estimativa de esforço.
- iii. Uma pesquisa sócio-técnica com análise de teoria e prática seria interessante para realizar uma verificação mais aprofundada sobre o quanto o aspecto social impacta na estimativa de esforço no desenvolvimento de aplicações *Web*, tendo em vista os resultados apresentarem que a maioria dos fatores estão nas categorias Equipe de desenvolvimento *Web* e Complexidade do desenvolvimento para *Web*, podendo incluir a categoria Clientes. Através desta pesquisa, poderá haver a possibilidade de elaborar um índice de impacto que quantifique o fator cliente na estimativa de esforço de aplicações *Web*.
- iv. Elaborar diretrizes sobre como utilizar subconjuntos de fatores para apoiar a estimativa de esforço em aplicações/projetos *Web*.

Referências Bibliográficas

- Abreu, F. *Estimativa de Software Baseada em Ponto de Caso de Uso: Curso introdutório. 18 de mar. de 2011. Notas de Aula. Disponível em:*
<<http://pt.slideshare.net/enovar/estimativa-de-software-em-pontos-de-caso-de-uso>>
- Agusa, K. 2004. *Software Engineering Evolution. 7th International Workshop on Principles of Software Evolution. Proceedings.* Page(s): 3 – 8.
- Azhar, D. *A Systematic Review of Web Resource Estimation.*
<http://www.cs.auckland.ac.nz/~damir/SLR/>, 2012.
- Azhar, D., Mendes, E., and Riddle, P. 2012. *A Systematic Review of Web Resource Estimation, Proceedings of Promise'12.*
- Baresi, L., Morasca, S., and Paolini, P. 2002 *An empirical study on the design effort for Web applications, Proceedings of WISE 2002*, pp. 345-354.
- Beck, K. *"Extreme Programming Explained: Embrace Change"* 1st edition, Addison-Wesley Pub Co; October, 1999
- Boehm, B.W. and Valerdi, R. 2008. Achievements and Challenges in Cocomo-based software resource estimation, *Software, IEEE*, Volume 25, Issue 5, Sept.-Oct. 2008 Page(s):74 – 83
- Boehm, B. W. *Software engineering economics*. Vol. 197. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-hall, 1981.
- Conte, S. Dunsmore, H. Shen, V. *Software Engineering Metrics and Models*, Benjamin/Cummings, 1986
- Conte, T., (2009a) *"Técnica de Inspeção de Usabilidade Baseada em Perspectivas de Projeto Web"*. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE 194 p. Tese (Doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de sistemas e Computação, 2009.
- Conte, T.U., Vaz,V.T, Massolar,J., Mendes, E., and Travassos, G. H. 2009. *Improving a Web Usability Inspection Technique using Qualitative and Quantitative Data from an Observational Study.* Proceedings of the 2009 XXIII Brazilian Symposium on Software Engineering Page(s): 227-235
- Corazza, A. Di Martino, S. Ferrucci, F. Gravino, C.Sarro, F. Mendes, E. 2011. *Using tabu search to configure support vector regression for effort estimation. Empirical Software Engineering.* Page(s) 1 – 41

- Costagliola, G., Martino, S. Di, Ferrucci, F., Gravino, C., Tortora, G., and Vitiello, G. 2006 *Effort estimation modeling techniques: a case study for Web applications, Procs. Intl. Conference on Web Engineering (ICWE'06)*, pp. 9-16.
- Drach, M. D. *Aplicabilidade de métricas por pontos de função em sistemas baseados em Web*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- Fenton, N. and Pfleeger, S. "*Software Metrics, A rigorous and Practical Approach*" Second Edition, PWS Publishing Company, 1996.
- Fenton, N. Marsh, W. Neil, M. Cates, P. Forey, S. and Tailor, M. 2004. *Making resource decisions for software projects. Software Engineering. ICSE 2004. Proceedings. 26th International Conference, 23-28 May 2004* Page(s):397 – 406
- Glaser, B., and Strauss, A. (1967). *The discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York, Aldine Transaction. 1967.
- Humphrey, W.S (1995), *A Discipline for Software Engineering*, Addison - Wesley 790.
- Khatibi (2012), *A PSO-based model to increase the accuracy of software development effort estimation, Software Quality Journal. 2012*.
- Kitchenham, B.A. 2007. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (version 2.3)*, Software Engineering Group, School of Computer Science and Mathematics, Keele University and Department of Computer Science, University of Durham. July 2007.
- Kitchenham, B. & Charters, S. (2007), *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report.
- Kitchenham, B. Mendes, E. Travassos, G.H. 2006. *A systematic review of cross-company vs. within-company cost estimation studies. Evaluation and Assessment in Software Engineering. EASE 2006. Proceedings. 10th International Conference*. Page(s) 89 – 98
- Kitchenham, B.A. Pickard, L.M. MacDonell, S.G. and Shepperd, M.J. 2001. What accuracy statistics really measure. *IEE Proceedings – Software*, Volume 148, Issue 3. Page(s):81 – 85
- Kocaguneli, E. Menzies, T. Keung, J. 2011. *On the Value of Ensemble Effort Estimation. Software Engineering, IEEE Transactions on*.
- Longstreet, D. "*Estimating Software Development*". Disponível em <http://www.ifpug.com/Articles/estimating.htm>. Obtido em dezembro de 2013.

- Mangia, L., and Paiano, R. 2003. MMWA: A Software Sizing Model for Web Applications, *Proc. Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering*, pp. 53-63.
- Matos,O., Conte,T.U., Mendes,E., Fortaleza, L., 2013 “Realising Web Effort Estimation: a Qualitative Investigation . 17th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2013)
- Mendes, E. 2012. *Using knowledge elicitation to improve Web effort estimation: Lessons from six industrial case studies. Software Engineering (ICSE), 2012 34th International Conference on. 2-9 June 2012. Coll. of IT, Zayed Univ. Dubai, Dubai, United Arab Emirates* Page(s): 1112 – 1121
- Mendes, E. 2007. *A Comparison of Techniques for Web Effort Estimation. Empirical Software Engineering and Measurement. ESEM 2007. First International Symposium. 20-21 Sept. 2007* Page(s):334 – 343
- Mendes, E. 2007. *Predicting Web Development Effort Using a Bayesian Network, Evaluation and Assessment in Software Engineering. EASE 2007. Proceedings. 11th International Conference. April 2007.*
- Mendes, E. 2009. *Web Cost Estimation and Productivity Benchmarking. In Software Engineering, Andrea Lucia and Filomena Ferrucci (Eds.). Lecture Notes In Computer Science, Vol. 5413. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 194-222.*
- Mendes, E., and Counsell, S. 2000. *Web Development Effort Estimation using Analogy, Proc. 2000 Australian Software Engineering Conference*, pp. 203-212.
- Mendes, E., and Kitchenham, B.A. 2004. *Further Comparison of Cross-company and Within-company Effort Estimation Models for Web Applications, Proc. IEEE Metrics*, pp. 348-357.
- Mendes, E., Mosley, N. and Counsell, S. 2001. *Web metrics - Metrics for estimating effort to design and author Web applications. IEEE MultiMedia*, January-March, 50-57.
- Mendes, E. Mosley, N. and Counsell, S. 2003. *Investigating Early Web Size Measures for Web Cost Estimation. Evaluation and Assessment in Software Engineering. EASE 2003. Proceedings. 7th International Conference. April 2003.*
- Mendes, E. Mosley N., Counsell S. 2006. *The Need for Web Engineering: An Introduction. In Web Engineering, E. Mendes and N. Mosley Ed. Springer Berlin Heidelberg. Page(s) 1 – 27.*
- Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S. 2006, *Web Effort Estimation, Web Engineering, Springer Berlin Heidelberg, 2006, Page(s) 29 – 73*

- Moayed, M. J. Ghani, A. A. A. Seyedzadegan, M. 2007. *Comparing Between Web Application Effort Estimation Models. Computational Science and its Applications. ICCSA 2007. International Conference on.* Page(s) 153 – 160.
- Ochoa,S.F. Bastarrica M.C., Parra G., 2003. *Estimating the development effort of Web projects in Chile Web Congress, 2003. Proceedings. First Latin American 2003.* 10-12 Nov. 2003Page(s): 114 – 122
- Petticrew, M. and Roberts, H. 2006. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*, Blackwell Publishing.
- Pressman, R. S., “Software Engineering: A Practitioner’s Approach”, McGraw-Hill, 6th ed, Nova York, NY, 2005.
- Reifer, D. 2000. *Web Development: Estimating Quick to Market Software, Software IEEE.* Volume 17, Issue 6, Nov/Dec 2000. Page(s) 57 – 64.
- Reifer, D. 2002. *Estimating Web Development Costs: There are Differences, Crosstalk, The Journal of Defense Software Engineering*, June 2002.
- Ruhe, M., Jeffery, R., and Wieczorek, I. 2003. *Cost estimation for Web applications, Proceedings ICSE 2003*, 285-294.
- Santos, D.V., Conte, T., Vilela, D.C.J., Souza, C.R.B. and Prikladnicki, R. 2012.*The Influence of Human Aspects on Software Process Improvement: Qualitative Research Findings and Comparison to Previous Studies.Evaluation and Assessment in Software Engineering. EASE 2012. Proceedings.16th International Conference.* May 2012
- Seaman, C. B. 1999. *Qualitative Methods in Empirical Studies of Software Engineering.* IEEE Transactions on Software Engineering, 25(4), 557–572.
- Seaman, C.B. 2008. *Qualitative Methods.* In: SHULL *et al.* (eds.), *Guide to Advanced Empirical Software Engineering*, Chapter 2, Springer, 2008
- Softex (2012) "MPS.BR - Guia Geral", v. MR-MPS: 2012. disponível em http://www.softex.br/mpsbr/guias/guias/MPS.BR_Guia_Geral_2012.pdf, acessado em Fevereiro de 2014
- Strauss, A., and Corbin, J. 1998. *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory.* Thousand Oaks, CA, SAGE publications. 1998.
- Sulayman, M., Urquhart, C., Mendes, E, Seidel, S. *Software Process Improvement Success Factors for Small and Medium Web Companies: A Qualitative Study*, Information and Software Technology, Volume 54, Issue 5, May 2012, Pages 479–500.

- Umbers, P. and Miles, G. 2004. *Resource estimation for Web applications. Software Metrics. Proceedings.10th International Symposium*, 14-16 Sept. 2004 Page(s):370 – 381
- Zadeh, L. A. Fuzzy sets. *Information and control*, vol. 8 (1965), pp. 338–353. - L. A. Zadeh. Similarity relations and fuzzy orderings. *Information sciences*, vol. 3 (1971), pp. 177–200.

Referências da Revisão Sistemática – baseado em Azhar *et al.*(2012)

- [S2] Morisio, M., Stamelos, I., Spahos, V., Romano, D., Measuring functionality and productivity in *Web*-based applications: a case study, METRICS '99, *Proceedings of the 6th International Symposium on Software Metrics*, 1999, Page(s): 111 – 118
- [S3] Mendes, E., Investigating metrics for a development effort prediction model of *Web* applications, ASWEC'00, *Proceedings of the Australian Software Engineering Conference*, 2000, Page(s): 31 - 41
- [S4] Mendes, E., Counsell, S., *Web* development effort estimation using analogy, ASWEC'00, *Proceedings of the Australian Software Engineering Conference*, 2000 , Page(s): 203 – 212
- [S5] Mendes, E., Hall, W., Towards the prediction of development effort for *Web* applications, HYPERTEXT '00, *Proceedings of the ACM Conference on Hypertext* , 2000, Page(s): 242 – 243
- [S6] Mendes, E., Mosley, N., Comparing effort prediction models for *Web* design and authoring using boxplots, ACSC 2001, *Proceedings of the 24th Australasian Computer Science Conference*, 2001
- [S7] Mendes, E., Counsell, S., Mosley N., Measurement and Effort Prediction for *Web* Applications, *Lecture Notes in Computer Science, Volume 2016, Web Engineering*, 2001, Page(s): 295 – 310
- [S8] Mendes, E., Counsell, S., Mosley N., Towards the prediction of development effort for hypermedia applications, HYPERTEXT '01: *Proceedings of the 12th ACM conference on Hypertext and Hypermedia*, 2001
- [S9] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., A Comparison of Length, Complexity and Functionality as Size Measures for Predicting *Web* Design and Authoring Effort, EASE '01, *Proceedings of the 2001 Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2001
- [S10] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., Using an engineering approach to understanding and predicting *Web* authoring and design, *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences* , 2001, Page(s): 201 – 210
- [S11] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., *Web* metrics - estimating design and authoring effort, *IEEE Multimedia*, Volume: 8, Issue: 1, 2001 Page(s): 50 – 57

- [S14] Mendes, E., Mosley, N., Watson, I., A Comparison of Case-based Reasoning Approaches to *Web* Hypermedia Project Cost Estimation, WWW '02, *Proceedings of the 11th International Conference on World Wide Web*, 2002, Page(s): 272 – 280
- [S15] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., Comparison of *Web* size measures for predicting *Web* design and authoring effort, *IEE Proceedings - Software*, Volume: 149 , Issue: 3, 2002, Page(s): 86 – 92
- [S16] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., The application of case-based reasoning to early *Web* project cost estimation, COMPSAC '02, *Proceedings of the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference*, 2002, Page(s): 393 – 398
- [S17] Mendes, E., Watson, I., Triggs, C., Mosley, N., Counsell, S., A comparison of development effort estimation techniques for *Web* hypermedia applications, METRICS '02, *Proceedings of the 8th IEEE Symposium on Software Metrics*, 2002, Page(s): 131 – 140
- [S19] Baresi, L., Morasca, S., Paolini P., Estimating the design effort of *Web* applications, METRICS '03, *Proceedings of the 9th International Symposium on Software Metrics*, 2003, Pages: 62 – 72
- [S21] Mendes, E., Counsell, S., Mosley, N., *Web* hypermedia cost estimation: further assessment and comparison of cost estimation modelling techniques, *The New Review of Hypermedia and Multimedia* , Volume: 8 Issue: 1, 2003
- [S22] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., A replicated assessment of the use of adaptation rules to improve *Web* cost estimation, ISESE '03, *Proceedings on the International Symposium on Empirical Software Engineering*, 2003, Page(s): 100 – 109
- [S24] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., Early *Web* size measures and effort prediction for *Web* costimation, METRICS '03, *Proceedings of the 9th International Software Metrics Symposium*, 2003, Page(s): 18 – 29
- [S25] Mendes, E., Watson, I., Triggs, C., Mosley, N., Counsell, S., A Comparative Study of Cost Estimation Models for *Web* Hypermedia Applications, *Empirical Software Engineering*, Volume: 8 Issue: 2, 2003, 163 – 196
- [S26] Ochoa, S.F., Bastarrica, M.C., Parra, G., Estimating the development effort of *Web* projects in Chile, *Proceedings of the First Latin American Web Congress*, 2003, Page(s): 114 – 122
- [S27] Ruhe, M., Jeffery, R., Wiczorek, I., Cost estimation for *Web* applications, ICSE '03, *Proceedings on the 25th International Conference on Software Engineering*, 2003, Page(s): 285 – 294

- [S28] Ruhe, M., Jeffery, R., Wieczorek, I., Using *Web* objects for estimating software development effort for *Web* applications, METRICS '03, *Proceedings of the 9th International Symposium on Software Metrics*, 2003, Page(s): 30 – 37
- [S32] Kitchenham, B.A., Mendes E., A comparison of cross-company and within-company effort estimation models for *Web* applications, EASE '04, *Proceedings of the International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering*, 2004, Page(s): 47 – 55
- [S34] Kitchenham, B.A., Mendes E., Further comparison of cross-company and within-company effort estimation models for *Web* applications *Software Metrics*, METRICS '04, *Proceedings of the 10th International Symposium on Software Metrics* , 2004 , Page(s): 348 – 357
- [S35] Umbers, P., Miles, G., Resource estimation for *Web* applications *Software Metrics*, METRICS '04, *Proceedings of the 10th International Symposium on Software Metrics*, 2004 , Page(s): 370 – 381
- [S39] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., Exploring case-based reasoning for *Web* hypermedia project cost estimation, *International Journal of Web Engineering and Technology* , Volume: 2, Issue: 1, 2005
- [S40] Mendes, E., Mosley, N., Counsell, S., Investigating *Web* size metrics for early *Web* cost estimation, *Journal of Systems and Software* , Volume: 77, Issue: 2, 2005
- [S52] Mendes, E., Predicting *Web* Development Effort Using A Bayesian Network, EASE '07, *Proceedings of the International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering*, 2007, Page(s): 83 – 93
- [S53] Mendes, E., The use of a Bayesian network for *Web* effort estimation, ICWE '07, *Proceedings of the 7th International Conference on Web Engineering*, 2007
- [S55] Mendes, E., Di Martino, S., Ferrucci, F., Gravino, C., Effort estimation: how valuable is it for a *Web* company to use a cross-company data set, compared to using its own single-company data set?, WWW '07, *Proceedings of the 16th International Conference on the World Wide Web*, 2007
- [S58] Aggarwal, N., Prakash, N., Sofat, S., Content management system effort estimation model based on object point analysis, *International Journal of Computer Science and Engineering* Volume: 2, Issue: 4, 2008, Page(s): 194 – 201
- [S69] Aggarwal, N., Prakash, N., Sofat, S., *Web* hypermedia content management system effort estimation model, *SIGSOFT Software Engineering Notes* , Volume: 34, Issue: 2, 2009

- [S75] Di Martino, S., Ferrucci, F., Gravino, C., An empirical study on the use of *Web-cobra* and *Web* objects to estimate *Web* application development effort, *Web Engineering, Springer Berlin Heidelberg*, 2009, Page(s): 213 – 220
- [S76] Di Martino, S., Ferrucci, F., Gravino, C., Mendes, E., Measures and techniques for effort estimation of *Web* applications: An empirical study based on a single-company dataset, *Journal of Web Engineering*, Volume: 8, Issue: 2, 2009, Page(s): 154 – 181
- [S77] Ferrucci, F., Gravino, C., Di Martino, S., Estimating *Web* Application Development Effort Using *Web-COBRA* and *COSMIC*: An Empirical Study, . *SEAA '09, Proceedings of the 35th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 2009, Page(s): 306 – 312
- [S81] Mendes, E., *Web* Cost Estimation and Productivity Benchmarking, *Software Engineering, Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin/Heidelberg, 2009, Page(s): 194 – 222
- [S83] Baker, S., Mendes, E., Aggregating Expert-Driven Causal Maps for *Web* Effort Estimation, *Advances in Software Engineering, Communications in Computer and Information Science*, Springer Berlin/Heidelberg, 2010, Page(s): 264 – 282

Referências da Extensão da Revisão Sistemática

[E1] Mendes, E., Counsell, S., Applying knowledge elicitation to improve *Web* effort estimation: A case study, [Compute, Software and Applications Conference \(COMPSAC\), 2012 IEEE 36th Annual](#), Izmir, 2012, Page(s):461 – 469

[E2] Mendes, E., Using knowledge elicitation to improve *Web* effort estimation: Lessons from six industrial case studies, [Software Engineering \(ICSE\), 2012 34th International Conference on](#), Zurich, Page(s):1112-1121

[E3] Mendes, E., Using expert-based bayesian networks as decision support systems to improve project management of healthcare *software* projects, *8th International Joint conference on Software Technologies, ICSOFT*, Reykjavik, 2013, page(s): 389-399

Apêndice A

Roteiro de entrevistas da pesquisa

Pergunta	Perguntas subsidiárias
1. O que você faz na organização? Você só desenvolve ou também faz a elicitação?	<ul style="list-style-type: none"> • Então fale das suas experiências em estimativa em projetos <i>Web</i>
2. Como você faz para estimar o esforço em projetos de <i>softwareWeb</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> • Quais os principais fatores que são considerados durante a estimativa de esforço do projeto <i>Web</i>?
3. Quais os passos utilizados e quais informações você obtém e utiliza a cada passo da estimativa de esforço? Como as informações são usadas por você?	<ul style="list-style-type: none"> • Quais os principais fatores que são considerados durante a estimativa de esforço do projeto <i>Web</i>?
4. Quais as informações/dados que você sempre pede/pergunta do cliente para que entenda os requisitos do site?	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de usuário, etc ...você pergunta? • Você pergunta partes de autenticação ou controles de acesso? • E quando há essa integração com esse sistema, como é feita essa estimativa? • A estimativa feita era do projeto inteiro?
5. Durante a elicitação dos requisitos, você também obtém do cliente informações que representam restrições do projeto?	<ul style="list-style-type: none"> • Tem alguma outra restrição que você considera na estimativa?
6. Existe algum fator ou conjunto de fatores, relacionados às pessoas envolvidas no projeto que são considerados importantes durante a estimativa de esforço?	<ul style="list-style-type: none"> • Quais são esse ou esses fatores?
7. Existe algum conjunto de fatores relacionado aos clientes envolvidos no projeto que são considerados importantes durante a estimativa de esforço?	<ul style="list-style-type: none"> • Quais são esses fatores?
8. Existe algum conjunto de fatores	<ul style="list-style-type: none"> • Quais são esses fatores?

relacionado à sua empresa ou negócio da empresa que são considerados importantes durante a estimativa de esforço?	
9. Na elicitação/compreensão dos requisitos de aplicação para projeto <i>Web</i> , você utiliza algum roteiro/ <i>checklist</i> ou algo do tipo como auxilia para entender os requisitos?	
10. Uma vez que você prepara a estimativa de esforço, ela é revisada no decorrer do projeto?	
11. E para estimar as funcionalidades de um projeto <i>Web</i> o que você leva em consideração e porque?	

ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: “Uma pesquisa sobre fatores que influem na estimativa de esforço em projetos *Web*”

Prezado Senhor (a),

Uma pesquisa de mestrado sobre a influência de fatores sobre a estimativa de esforço em projetos *Web* do ponto de vista qualitativo está sendo desenvolvido por aluno mestrado da Universidade Federal do Amazonas sob coordenação da profa. Dra. Tayana Conte. Você foi previamente selecionado pelo seu conhecimento na área de estimativa de esforço em desenvolvimento *Web*, e está sendo convidado a participar de uma pesquisa qualitativa. O objetivo da pesquisa é compreender quais são os fatores de influência nas estimativas de esforço no desenvolvimento de projetos *Web*. Sua participação na pesquisa **não** é obrigatória.

1) Procedimento

Entrevistas sobre a influência de fatores sobre a estimativa de esforço em projetos *Web* serão conduzidas pelo pesquisador Olavo Olimpio de Matos Junior, sob orientação da profa. Tayana Conte. As respostas das entrevistas realizadas serão analisadas através do método *Grounded Theory* e farão parte de um estudo qualitativo sobre a influência de fatores sobre a estimativa de esforço em projetos *Web*. Para participar deste estudo solicito a sua especial colaboração em: (1) participar de uma entrevista sobre a influência de fatores sobre a estimativa de esforço em projetos *Web software* (2) permitir a gravação da entrevista, (3) permitir que os dados resultantes sejam analisados. Quando os dados forem coletados, seu nome será removido dos mesmos e não será utilizado em nenhum momento durante a análise ou apresentação dos resultados.

2) Tratamento de possíveis riscos e desconfortos

Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a sua privacidade e seu anonimato. Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa relacionadas a influência de fatores sobre a estimativa de esforço em projetos *Web*, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal.

3) Benefícios e Custos

Espera-se que, como resultado deste estudo, você possa aumentar seu conhecimento sobre a influência de fatores sobre a estimativa de esforço em projetos *Web*, de maneira a contribuir para o aumento da qualidade dos processos de estimativa de esforço com os quais você trabalhe. Este estudo também contribuirá com resultados importantes para a pesquisa de um modo geral nas áreas de Engenharia de *Software*.

Você não terá nenhum gasto ou ônus com a sua participação no estudo e também não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação **na pesquisa**.

4) Confidencialidade da Pesquisa

Toda informação coletada neste estudo é confidencial e seu nome e o da sua organização não serão identificados de modo algum, a não ser em caso de autorização explícita para

esse fim.

5) Participação

Sua participação neste estudo é muito importante e voluntária. Você tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento, sem penalidades. Em caso de você decidir se retirar do estudo, favor notificar um pesquisador responsável.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre o mesmo, assim como tirar dúvidas, bastando entrar em contato pelos seguintes emails:

Pesquisador: Olavo Olimpio de Matos Junior – olavomatos@dcc.ufam.edu.br – UFAM

Professora orientadora: Tayana Uchôa Conte – tayana@dcc.ufam.edu.br – UFAM

6) Declaração de Consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ter mais de 18 anos e dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Local e Data:

Organização: _____	
Participante	Pesquisador Responsável
Nome: _____	Nome: Olavo Matos
Assinatura: _____	Assinatura: _____

Obrigado pela sua colaboração!