

**UM ESTUDO DE FERRAMENTAS DE
GERENCIAMENTO DE REQUISIÇÃO DE
MUDANÇA**

VAGNER CLEMENTINO

**UM ESTUDO DE FERRAMENTAS DE
GERENCIAMENTO DE REQUISIÇÃO DE
MUDANÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

ORIENTADOR: RODOLFO F. RESENDE

Belo Horizonte
Dezembro de 2016

© 2016, Vagner Clementino.
Todos os direitos reservados.

Clementino, Vagner

Um Estudo de Ferramentas de Gerenciamento de Requisição
de Mudança / Vagner Clementino. — Belo Horizonte, 2016
xxiv, 36 f. : il. ; 29cm

Dissertação (mestrado) — Universidade Federal de Minas
Gerais

Orientador: Rodolfo F. Resende

1. Computação — Teses. 2. Redes — Teses. I. Orientador.
II. Título.

[Folha de Aprovação]

Quando a secretaria do Curso fornecer esta folha,
ela deve ser digitalizada e armazenada no disco em formato gráfico.

Se você estiver usando o `pdflatex`,
armazene o arquivo preferencialmente em formato PNG
(o formato JPEG é pior neste caso).

Se você estiver usando o `latex` (não o `pdflatex`),
terá que converter o arquivo gráfico para o formato EPS.

Em seguida, acrescente a opção `approval={nome do arquivo}`
ao comando `\ppgccufmg`.

Se a imagem da folha de aprovação precisar ser ajustada, use:
`approval=[ajuste] [escala] {nome do arquivo}`
onde *ajuste* é uma distância para deslocar a imagem para baixo
e *escala* é um fator de escala para a imagem. Por exemplo:
`approval=[-2cm] [0.9] {nome do arquivo}`
desloca a imagem 2cm para cima e a escala em 90%.

Dedicuum cest laborae a quelquis personatum que ajudorat a facirelo.

Agradecimentos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur, adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit qui in ea voluptate velit esse quam nihil molestiae consequatur, vel illum qui dolorem eum fugiat quo voluptas nulla pariatur?

At vero eos et accusamus et iusto odio dignissimos ducimus qui blanditiis praesentium voluptatum deleniti atque corrupti quos dolores et quas molestias excepturi sint occaecati cupiditate non provident, similique sunt in culpa qui officia deserunt mollitia animi, id est laborum et dolorum fuga. Et harum quidem rerum facilis est et expedita distinctio. Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum hic tenetur a sapiente delectus, ut aut reiciendis voluptatibus maiores alias consequatur aut perferendis doloribus asperiores repellat.

*“A verdade é o contrário da mentira,
e a mentira é o oposto da verdade.”*
(Autor desconhecido)

Resumo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur, adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit qui in ea voluptate velit esse quam nihil molestiae consequatur, vel illum qui dolorem eum fugiat quo voluptas nulla pariatur?

Palavras-chave: Visão Computacional, Redes, Sabotagens.

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur, adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit qui in ea voluptate velit esse quam nihil molestiae consequatur, vel illum qui dolorem eum fugiat quo voluptas nulla pariatur?

Keywords: Computer Vision, Networks, Sabotage.

Resumo Estendido

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Seção 1

Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur, adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit qui in ea voluptate velit esse quam nihil molestiae consequatur, vel illum qui dolorem eum fugiat quo voluptas nulla pariatur?

Seção 2

At vero eos et accusamus et iusto odio dignissimos ducimus qui blanditiis praesentium voluptatum deleniti atque corrupti quos dolores et quas molestias excepturi sint occaecati cupiditate non provident, similique sunt in culpa qui officia deserunt mollitia animi, id est laborum et dolorum fuga. Et harum quidem rerum facilis est et expedita distinctio. Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil im-

pedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum hic tenetur a sapiente delectus, ut aut reiciendis voluptatibus maiores alias consequatur aut perferendis doloribus asperiores repellat.

Lista de Figuras

1.1	Tipos de manutenção segundo a norma ISO/IEC 14764. Extraído de [ISO/IEC, 2006]	2
1.2	Evolução da manutenção de software como percentual do custo total. Extraído de [Engelbertink & Vogt, 2010]	4
3.1	Número de artigos incluídos durante o processo de seleção dos estudos. Baseado em [Petersen et al., 2015]	15

Lista de Tabelas

1.1	Exemplos de ferramentas e serviços da Internet. Adaptado de [Cavalcanti et al., 2014]	2
3.1	Número de Estudos Recuperados por Base de Dados	16
A.1	Sentença de Busca por Base de Dados	36

Sumário

Agradecimentos	ix
Resumo	xiii
Abstract	xv
Resumo Estendido	xvii
Lista de Figuras	xix
Lista de Tabelas	xxi
1 Introdução	1
1.1 Justificativa	3
1.2 Motivação	5
1.3 Problema	5
1.4 Visão Geral da Proposta	5
1.5 Metodologia de Pesquisa	5
1.6 Contribuições da Dissertação	6
1.7 Organização da Dissertação	6
2 Manutenção de Software: Uma Visão Geral	7
3 Mapeamento Sistemático da Literatura	13
3.1 Introdução	13
3.2 Metodologia de Pesquisa	13
3.2.1 Questões de Pesquisa	14
3.2.2 Pesquisa da Literatura	14
3.2.3 Esquemas de Classificação	16
3.3 Resultados	18

3.4	Limitações e Ameaças à Validade	18
3.5	Trabalhos Relacionados	18
3.6	Resumo do Capítulo	18
4	Caracterização das Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança	19
4.1	Introdução	19
4.2	Discussão	20
4.3	Ameaças à Validade	20
4.4	Replicação da Pesquisa com Profissionais	20
4.5	Resumo do Capítulo	20
5	Pesquisa com Profissionais	21
5.1	Introdução	21
5.2	Objetivo da Pesquisa	22
5.3	Metodologia	22
5.3.1	Questionário	22
5.3.2	População, Amostra e Respostas	22
5.4	Análise dos Dados	22
5.5	Discussão	22
5.6	Ameaças à Validade	22
5.7	Replicação da Pesquisa com Profissionais	22
5.8	Resumo do Capítulo	22
6	Extensões para Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança	23
6.1	Introdução	23
6.2	Ameaças à Validade	23
6.3	Resumo do Capítulo	23
7	Avaliação das Extensões para Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança	25
7.1	Introdução	25
7.2	Resumo do Capítulo	25
8	Conclusão	27
	Referências Bibliográficas	29

Capítulo 1

Introdução

Dentro do ciclo de vida de um produto de software o processo de manutenção tem papel fundamental. Devido ao seu alto custo, em alguns casos chegando a 60% do custo final [Kaur & Singh, 2015], as atividades relacionadas a manter e evoluir software tem sua importância considerada tanto pela comunidade científica quanto pela indústria.

A *Manutenção*, dentre outros aspectos, corresponde ao processo de modificar um componente ou sistema de software após a sua entrega com o objetivo de *corrigir falhas, melhorar o desempenho ou adaptá-lo devido à mudanças ambientais* [IEEE, 1990]. De maneira relacionada, *Manutenibilidade* é a propriedade de um sistema ou componente de software em relação ao grau de *facilidade* que ele pode ser corrigido, melhorado ou adaptado [IEEE, 1990].

As manutenções em software podem ser divididas em *Corretiva, Adaptativa, Perfectiva e Preventiva* [Lientz & Swanson, 1980, IEEE, 1990]. A Manutenção Corretiva lida com a reparação de falhas encontradas. A Adaptativa tem o seu foco na adequação do software devido à mudanças ocorridas no ambiente em que ele está inserido. A Perfectiva trabalha para detectar e corrigir falhas latentes antes que elas se manifestem como tal. A Perfectiva fornece melhorias na documentação, desempenho ou manutenibilidade do sistema. A Preventiva se preocupa com atividades que possibilitem aumento da manutenibilidade do sistema. A *ISO 14764* [ISO/IEC, 2006] propõe a divisão da tarefa de manutenção nos quatro tipos descritos anteriormente e agrupa-os em um termo único denominado *Requisição de Mudança - Modification Request (RM)*, conforme pode ser visto pela Figura 1.1

Por conta do volume das Requisições de Mudança se faz necessária a utilização de ferramentas com o objetivo de gerenciá-las. Esse controle é geralmente realizado por Sistemas de Controle de Demandas (SCD)- Issue Tracking Systems, que auxiliam os desenvolvedores na correção de forma individual ou colaborativa de defeitos (bugs), no



Figura 1.1: Tipos de manutenção segundo a norma ISO/IEC 14764. Extraído de [ISO/IEC, 2006]

desenvolvimento de novas funcionalidades, dentre outras tarefas relativas à manutenção de software. Não existe na literatura uma nomenclatura comum para este tipo de ferramenta. Em alguns estudos é possível verificar nomes tais como Sistema de Controle de Defeito - Bug Tracking Systems, Sistema de Gerenciamento da Requisição - Request Management System, Sistemas de Controle de Demandas (SCD)- Issue Tracking Systems e diversos nomes afins. Todavia, de modo geral, o termo se refere às ferramentas utilizadas pelas organizações para *gerir as Requisições de Mudança*. Estas ferramentas podem ainda ser utilizadas por gestores, analistas de qualidade e usuários finais para atividades tais como gerenciamento de projetos, comunicação, discussão e revisões de código. Neste trabalho utilizaremos o termo **Ferramentas de Gerenciamento de Requisições de Mudança (FGRM)** ao referirmos a esta ferramenta. A Tabela 1.1 apresenta alguns exemplos de ferramentas que podem ser classificadas como FGRM. Também são listados serviços da Internet que oferecem funcionalidades presentes nas FGRM na forma de Software como Serviço.

Ferramentas		Serviços da Internet	
Bugzilla	https://www.bugzilla.org/	SourceForge	https://sourceforge.net/
MantisBT	https://www.mantisbt.org/	Launchpad	https://launchpad.net/
Trac	https://trac.edgewall.org/	Code Plex	https://www.codeplex.com/
Redmine	www.redmine.org/	Google Code	https://code.google.com/
Jira	https://www.atlassian.com/software/jira	GitHub	https://github.com/

Tabela 1.1: Exemplos de ferramentas e serviços da Internet. Adaptado de [Cavalcanti et al., 2014]

Grande parte da literatura em manutenção de software trata de técnicas e metodologias tradicionais da Engenharia de Software. Não obstante, é possível verificar um protagonismo das práticas propostas pelos agilistas em projetos de sucesso, mesmo em áreas não relativas à Tecnologia da Informação [Serrador & Pinto, 2015]. Neste contexto, verifica-se uma tendência que os departamentos dedicados à manutenção de

software se mostrem interessados nas metodologias dos agilistas e que tenham vontade de experimentá-las em suas atividades [Heeager & Rose, 2015]. Apesar da maioria dos textos em Engenharia de Software tratarem desenvolvimento e manutenção como atividades com natureza distintas, esta última pode adaptar características da primeira visando a melhoria do seu desempenho. Dentre as práticas propostas pelos agilistas passíveis de serem utilizadas em tarefas de manutenção é possível citar o desenvolvimento iterativo, maior envolvimento do cliente, comunicação face a face, testes frequentes, dentre outras.

Da mesma forma que ocorre no desenvolvimento de software, é possível verificar uma crescente adoção de técnicas da metodologia ágil na manutenção de software [Soltan & Mostafa, 2016, Devulapally, 2015, Heeager & Rose, 2015]. Neste contexto, é natural que ferramentas que dão suporte à manutenção, tal como as FGRM's, tenham que evoluir para se adaptar a esta nova forma de trabalhar. Mesmo em um ambiente tradicional de desenvolvimento e manutenção de software, verifica-se a necessidade de adequação das FGRM's. Uma das justificativas desta exigência se deve ao fato que a maioria desses sistemas são projetados em torno do termo "demanda"(bug, defeito, bilhete, recurso, etc.), contudo, cada vez mais este modelo parece estar distante das necessidades práticas dos projetos de software [Baysal et al., 2013].

Apesar da inegável importância das FGRM's, percebe-se um aparente desacoplamento deste tipo de ferramenta com as necessidades das diversas partes interessadas (stakeholders) na manutenção e evolução de software. Um sinal deste distanciamento pode ser observado pelas diversas extensões (plugins) propostas na literatura [Rocha et al., 2015, Thung et al., 2014b, Kononenko et al., 2014]. Neste sentido, este trabalho de dissertação se propõe a investigar e contribuir no entendimento de como as Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança estão sendo melhoradas ou estendidas no contexto da transformação do processo de desenvolvimento e manutenção de software de um modelo tradicional para outro que incorpora cada vez mais as práticas propostas pelos agilistas. O intuito é analisar como as FGRM estão sendo modificadas com base na literatura da área em contraste com o ponto de vista dos profissionais envolvidos em manutenção de software.

1.1 Justificativa

Desde o final da década de 1970 [Zelkowitz et al., 1979] percebe-se o aumento do custo referente as atividades de manutenção de software. Nas décadas de 1980 e 1990 alguns trabalhos tiveram seu foco no desenvolvimento de modelos de mensuração do



Figura 1.2: Evolução da manutenção de software como percentual do custo total. Extraído de [Engelbertink & Vogt, 2010]

custo para manter o software [Herrin, 1985, Hirota et al., 1994]. Apesar da evolução das metodologias de manutenção a estimativa é que nas últimas duas décadas o custo de manutenção tenha aumentado em 50% [Koskinen, 2010]. Esta tendência pode ser observada na Figura 1.2 no qual é possível verificar a evolução do custo da manutenção de software como fração do custo total do produto.

Diante da maior presença de software em todos os setores da sociedade existe um interesse por parte da academia e da indústria no desenvolvimento de processos, técnicas e *ferramentas* que reduzam o esforço e o custo das tarefas de desenvolvimento e manutenção de software. Neste linha, o trabalho de Yong & Mookerjee [Tan & Mookerjee, 2005] propõe um modelo que reduz os custos de manutenção e reposição durante a vida útil de um sistema de software. O modelo demonstrou que em algumas situações é *melhor substituir um sistema do que mantê-lo*. Este problema é agravado tendo em vista que o custo de manutenção pode chegar a 60% do custo total do software [Kaur & Singh, 2015]. Este percentual reflete a fração de desenvolvedores dedicados à tarefas de manutenção de sistemas [Zhang, 2003].

A manutenção não necessariamente exige que o processo de software envolvido seja o tradicional. Percebe-se alguns exemplos de adoção das práticas ágeis para fins de manutenção e evolução do software [Kajko-Mattsson & Nyfjord, 2009a, Heeager & Rose, 2015, Devulapally, 2015, Naz et al., 2016]. Tal tendência não é surpreendente tendo em vista que os métodos “ágeis” enfatizam características úteis à eficiência da implementação de software, tais como desenvolvimento incremental e teste contínuo que agregam valor para a evolução e manutenção eficaz de um sistema [Thomas, 2006]. Dentro desta tendência verifica-se a necessidade de que as ferramentas envolvidas no suporte à manutenção de software se adequem à esta nova forma de manter software.

O desenvolvimento e a manutenção de software envolvem diversos tipos de métodos, técnicas e ferramentas. Em especial no processo de manutenção, um importante aspecto são as diversas Requisições de Mudanças que devem ser gerenciadas. Este controle é realizado pelas Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudanças (FGRM) cujo o uso vem crescendo em importância, sobretudo, por sua utilização por gestores, analistas da qualidade e usuários finais para atividades como tomada de decisão e comunicação.

A utilização de “*demanda*” como conceito central para Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudanças (FGRM) parece ser distante das necessidades práticas dos projetos de software, especialmente no ponto de vista dos desenvolvedores [Baysal et al., 2013]. Um exemplo deste desacoplamento das FGRM com a necessidade de seus usuários pode ser visto no trabalho proposto por Baysal & Holme [Baysal & Holmes, 2012] no qual desenvolvedores que utilizam o Bugzilla¹ relatam a dificuldade em manter uma compreensão global das RM’s em que eles estão envolvidos. Segundo os desenvolvedores seria interessante que a ferramenta tivesse um suporte melhorado para a Consciência Situacional - Situational Awareness. Em síntese, eles gostariam de estar cientes da situação global do projeto bem como das atividades que outras pessoas estão realizando. Um outro sinal da necessidade de evolução deste tipo de ferramenta pode ser observado considerando as diversas extensões (plugins) propostas na literatura [Rocha et al., 2015, Thung et al., 2014b, Kononenko et al., 2014].

Neste contexto, é proposto neste projeto de dissertação a elaboração de um estudo das Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança (FGRM) como o objetivo de (i) entender os requisitos comuns deste tipo de ferramenta; (ii) mapear as extensões para as FGRM que estão sendo propostas na literatura; (iii) avaliar sobre o ponto de vista dos profissionais a situação atual dos FGRM; (iv) propor novas extensões para as FGRM. Vamos discutir os aspectos que são considerados mais importantes a partir da literatura da área bem como do ponto de vista de profissionais envolvidos em manutenção de software. De forma particular, iremos estudar os mecanismos de personalização que algumas destas ferramentas permitem e tentaremos ainda criar exemplos de personalização para alguma possível extensão a ser identificada ao longo do trabalho.

¹<https://www.bugzilla.org>

1.2 Motivação

1.3 Problema

1.4 Visão Geral da Proposta

1.5 Metodologia de Pesquisa

O trabalho de dissertação pode ser dividido nas etapas listadas a seguir:

- (i) Mapeamento Sistemático da Literatura [Keele, 2007]
- (i) Caracterização das Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança (FGRM)
- (i) Pesquisa (Survey) com os desenvolvedores [Wohlin et al., 2012]
- (i) Desenvolvimento de extensões para as FGRM's

1.6 Contribuições da Dissertação

1.7 Organização da Dissertação

Capítulo 2

Manutenção de Software: Uma Visão Geral

Uma tendência natural do software é evoluir a fim de atender aos novos requisitos e alterações no ambiente no qual ele está inserido. Em uma série de estudos Lehman propõe um conjunto de leis sobre a evolução do software. Dentre elas podemos destacar as leis da Mudança Contínua (Continuing Change) e da Complexidade Crescente (Increasing complexity). Segundo a lei da Mudança Contínua um programa que é utilizado em um ambiente real deve mudar ou se tornará progressivamente menos útil [Lehman, 1980]. A lei da Complexidade Crescente (Increasing complexity) afirma que quando um sistema em evolução muda, sua estrutura tende a se tornar mais complexa. Nesta situação, recursos extras devem ser disponibilizados a fim de preservar e simplificar a estrutura do software [Lehman, 1980]. As leis de Lehman tem sido validadas, especialmente aquelas relacionadas a tamanho e complexidade do software. Em um trabalho recente Yu & Mishra [Yu & Mishra, 2013] examinaram de forma empírica as Leis de Lehman em relação a evolução da qualidade do software. Os resultados dão suporte as Leis especialmente a que versa sobre a qualidade, na qual um produto de software decresce a sua aquele atributo ao longo do tempo, exceto que ele seja reestruturado.

Percebida a importância do processo de manutenção de software, alguns trabalhos foram propostos visando mensurar o seu custo bem como propor processos com o objetivo de reduzir o esforço envolvido neste tipo de atividade.

No trabalho de Herrin [Herrin, 1985] foi proposto um modelo matemático com o objetivo de avaliar o impacto financeiro no orçamento de uma universidade devido às atividades de manutenção no sistema de processamento de dados da instituição. O modelo propõe que o valor disponível para desenvolvimento de um novo sistema é função inversa do custo de manutenção do software existente. Desta forma, o fato de se

manter um sistema durante muito tempo poderá impossibilitar a aquisição ou mesmo o desenvolvimento de um novo.

No estudo de Hirota et al. [Hirota et al., 1994] é proposta a utilização da técnica Análise de Ripple para estimar o custo da manutenção de software. O termo “efeito Ripple” foi utilizado pela primeira vez em um artigo publicado por Haney [Haney, 1972] para descrever a forma que a mudança em um módulo poderia causar alterações em outras partes do sistema [Bilal & Black, 2005]. A Análise Ripple é, portanto, uma técnica para analisar o fluxo de dados de variáveis dentro de um determinado programa. Os valores retornados pela aplicação do método são denominados Complexidade de Ripple. Os resultados demonstraram que a Complexidade de Ripple está mais relacionada ao entendimento do software do que as métricas padrão, como linhas de código, complexidade ciclomática e pontos de função. Desta forma, a Complexidade de Ripple poderia ser utilizada, por exemplo, para prever o custo de manutenção de um sistema, bem como a necessidade de substituição do mesmo.

Mediante o uso de Redes Neurais Shula & Misra [Shukla & Misra, 2008] propõe um estudo para medir o custo de manutenção de software. O trabalho discute a utilização de outras métricas além de linha de código e pontos de função para medir tamanho e custo do processo de manutenção. Os resultados demonstraram a possibilidade de construir um modelo para medir o custo utilizando Redes Neurais. Contudo, os resultados são sensíveis a escolha da arquitetura e parâmetros de treino, os quais idealmente deveriam ser preparados por um especialista no sistema (oráculo).

A dinamicidade do ambiente de negócios tem levado a diversas organizações a adotar as metodologias propostas pelos agilistas pelo fato delas auxiliarem no atendimento das exigências do cliente [Devulapally, 2015]. Esta tendência é mais forte no desenvolvimento de software e nos últimos anos vem ocorrendo de forma gradativa na manutenção.

No trabalho de Kajko-Mattsson & Nyfjord [Kajko-Mattsson & Nyfjord, 2009b] foi proposto um modelo ágil para manutenção que apropria diferentes práticas do Extreme Programming e do Scrum. Segundo os autores a junção destas duas metodologias possibilita a inclusão de práticas úteis tanto do ponto de vista do gerente do projeto bem como dos desenvolvedores. O modelo encoraja diversas práticas tais como *product backlog*, testes antes da codificação, planejamento iterativo, dentre outras.

A adoção na manutenção de software de algumas práticas propostas pelos agilistas foram analisadas durante 08 meses em estudo realizado por Svensson & Host [Svensson & Host, 2005]. Ao utilizar o Extreme Programming (XP) no processo de manutenção os autores concluíram que é muito difícil fazer uso do XP sem que sejam realizadas adequações no desenho de diversas práticas para desta forma adequar às

necessidades do time de desenvolvimento.

O estudo Heeager & Rose [Heeager & Rose, 2015] propõe um conjunto de nove heurísticas com o objetivo de ajudar aos profissionais da manutenção de software na adoção de práticas propostas pelos agilistas. O trabalho consistiu da inclusão do Scrum na rotina de trabalho do departamento de manutenção de software de uma organização de grande porte. Os autores argumentam que os métodos ágeis, quando aplicado ao trabalho de desenvolvimento, têm certas características relativamente bem compreendidas, no entanto o trabalho de manutenção difere do de desenvolvimento em certos aspectos e, portanto, é desafiador a implementação de métodos ágeis em um departamento de manutenção.

Diante da crescente importância das Ferramenta de Gerenciamento de Requisição de Mudanças (FGRM) no processo de manutenção de software, diversos trabalhos vêm sendo propostos com o objetivo de entender como elas estão sendo utilizadas bem como sugerir melhorias no desenho para desenvolver futuras FGRM's.

No trabalho de Junio et al. [Junio et al., 2011] é proposto um processo denominado PASM (Process for Arranging Software Maintenance Requests) que propõe lidar com tarefas de manutenção como projetos de software. Para tanto, utilizou-se técnicas de análise de agrupamento (clustering) a fim de melhor compreender e comparar as demandas de manutenção. Os resultados demonstraram que depois de adotar o PASM os desenvolvedores tem dedicado um tempo maior para análise e validação. De outra forma, relacionada um menor tempo foi dedicado às tarefas de execução e codificação.

No estudo realizado por Bettenburg et al. [Bettenburg et al., 2008] foi desenvolvida uma pesquisa (*survey*) entre desenvolvedores e usuários dos projetos Apache¹, Eclipse² e Mozilla³ a fim de verificar o que produziria uma boa FGRM. Os resultados demonstraram que do ponto de vista dos desenvolvedores eram consideradas úteis funcionalidades tais como reprodução do erro, rastros de pilhas (stack traces) e casos de testes. A partir deste resultado foi construído um protótipo capaz de conduzir os usuários na coleta e fornecimento de um maior número de informações úteis para a resolução do defeito reportado.

Avaliando o controle de demandas como um processo social, Bertram et al. [Bertram et al., 2010] realizaram um estudo qualitativo em FGRM's quando utilizados por pequenas equipes de desenvolvimento de software. Os resultados mostraram que este tipo ferramenta não é apenas um banco de dados de rastreamento de defeitos, recursos ou pedidos de informação, mas também atua como um ponto focal para a

¹<http://www.apache.org/>

²<https://www.eclipse.org>

³<https://www.mozilla.org>

comunicação e coordenação para diversas partes interessadas (stakeholders) dentro e fora da equipe de software. Os clientes, gerentes de projeto, o pessoal envolvido com a garantia da qualidade e programadores, contribuem em conjunto para o conhecimento compartilhado dentro do contexto das FGRM's.

Em Zimmermann et al. [Zimmermann et al., 2009] é discutido a importância de que a informação descrita em uma Requisição de Mudança seja relevante e completa a fim de que o defeito reportado seja resolvido rapidamente. Contudo, na prática, a informação apenas chega ao desenvolvedor com a qualidade requerida após diversas interações com o usuário afetado. Com o objetivo de minimizar este problema os autores propõe um conjunto de diretrizes para a construção de um ferramenta capaz de reunir informações relevantes a partir do usuário e identificar arquivos que precisam ser corrigidos para resolver o defeito.

No trabalho de Breu et al. [Breu et al., 2010] o foco é analisar o papel dos FGRM's no suporte à colaboração entre desenvolvedores e usuários de um software. A partir da análise quantitativa e qualitativa de uma amostra de defeitos registrados em uma FGRM de dois projetos de software livre, foi possível verificar que os usuários desempenham um papel além de simplesmente reportar uma falha: a participação ativa e permanente dos usuários finais foi importante no progresso da resolução das falhas que eles descreveram.

O desenvolvimento de novas funcionalidades em FGRM's, mediante a capacidade de extensão propiciada por algumas delas vêm sendo explorada na literatura. *Buglocalizer* [Thung et al., 2014b] é uma extensão para o Bugzilla que possibilita a localização dos arquivos do código fonte que estão relacionados ao defeito relatado. A ferramenta extrai texto dos campos de sumário e descrição de um determinado erro reportado no Bugzilla. Este texto é comparado com o código fonte por meio de técnicas de Recuperação da Informação.

NextBug [Rocha et al., 2015] é uma extensão para o Bugzilla que recomenda novos bugs para um desenvolvedor baseado no defeito que ele esteja tratando atualmente. O objetivo da extensão é sugerir defeitos com base em técnicas de Recuperação de Informação.

No trabalho de Kononenko et al. [Kononenko et al., 2014] é apresentada uma ferramenta denominada *DASH* cujo objetivo é agrupar as demandas que são relevantes para as atividades de um desenvolvedor. Naturalmente todas as demandas ditas relevantes deveriam estar sob a responsabilidade de um mesmo programador. O principal objetivo desta ferramenta é aumentar a Consciência Situacional (Situational Awareness) dos desenvolvedores. Segundo os autores, o principal ganho do uso da ferramenta é que os programadores podem gerenciar melhor o excesso de informação e ficar mais

ciente da evolução das demais demandas do sistema.

Na ferramenta proposta por Thung et al. [Thung et al., 2014a] o foco é na determinação de defeitos duplicados. A contribuição deste trabalho é a integração do estado da arte de técnicas não supervisionadas para detecção de falhas duplicadas conforme proposto por Runeson et al. [Runeson et al., 2007]. A ferramenta utiliza o Modelo de Vetor Espacial (Vetor Space Model) como métrica de similaridade entre os defeitos e fornece aos desenvolvedores uma lista de possíveis duplicatas.

Capítulo 3

Mapeamento Sistemático da Literatura

3.1 Introdução

OBJETIVO DA SEÇÃO: Esta seção visa apresentar uma visão geral do Mapeamento Sistemático realizado. Apresenta, de maneira sucinta, o contexto, o problema, a solução e os resultados deste estudo, de forma resumida, mas abrangente. Idealmente deverá ser a última seção a ser escrita neste Capítulo.

3.2 Metodologia de Pesquisa

Um *Mapeamento Sistemático da Literatura*, também conhecido como Estudo de Escopo (Scoping Studies), tem como objetivos fornecer uma visão geral de determinada área de pesquisa, estabelecer a existência de evidências de estudos sobre determinado tema e fornecer uma indicação da quantidade de trabalho da linha de pesquisa sob análise [Keele, 2007, Wohlin et al., 2012]. Nesta dissertação empregamos as diretrizes propostas por Petersen e outros [Petersen et al., 2008] de forma a produzirmos uma revisão de maneira sistemática afim de propiciar maior facilidade de replicação e extensão do mapeamento realizado. Em particular, definimos um conjunto de questões de pesquisa que foram utilizadas no processo de busca e seleção dos estudos primários. Em seguida, foram construídos esquemas de classificação com base nos dados extraídos dos artigos. Por fim, foi realizada a análise e sintetização dos dados. A estrutura desta seção está de acordo com o processo descrito por *Petersen e outros*, de modo que cada subseção representa uma das etapas propostas pelos autores.

3.2.1 Questões de Pesquisa

O objetivo deste mapeamento sistemático é entender o estado da arte da pesquisa sobre FGRM. Em especial, o foco é identificar as extensões que estão sendo propostas para este tipo de ferramenta. No escopo deste trabalho, uma extensão é um componente de software que adiciona uma característica específica para um programa de computador¹. Assim, a fim de alcançar e guiar os objetivos desta parte do trabalho, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- **Questão 01:** *Quais os problemas da atividade de manutenção de software as extensões das FGRM pretendem resolver?*
- **Questão 02:** *Quais papéis envolvidos no processo de manutenção de software as extensões visam dar suporte?*
- **Questão 03:** *Qual técnica ou método foi utilizada para desenvolver a extensão?*
- **Questão 04:** *Quais as FGRM estão sendo estendidas?*

3.2.2 Pesquisa da Literatura

Com o objetivo de encontrar o conjunto de estudos mais relevantes, bem como eliminar aqueles que não são capazes de responder as questões de pesquisas propostas, adotamos os seguintes critérios para inclusão ou exclusão dos estudos:

- Critérios de Inclusão
 - Artigos publicados em conferências e periódicos (journals)
 - Estudos publicados a partir de 2010²
 - Artigos escritos em língua inglesa
- Critérios de Exclusão
 - Livros e literatura cinza (gray literature)
 - Artigos que não possuem relação com FGRM
 - Estudos duplicados, neste caso apenas foi considerada a versão mais completa do trabalho

¹[https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_(computing))

²Foram considerados neste estudo artigos publicados até maio/2016, data de realização da pesquisa nas base de dados.

Os estudos primários foram coletados mediante a aplicação de sentenças de buscas nas seguintes bibliotecas digitais: *IEEE Explore*, *ACM Digital Library*, *Scopus*, e *Inspec/Compendex*. As bases de dados foram escolhidas com base na experiência reportada por Dyba e outros [Dybå et al., 2007] no qual verificou-se que o uso de apenas algumas bases era capaz de produzir um resultado similar a utilização de um conjunto maior de biblioteca digitais. As sentenças de buscas foram produzidas com base na metodologia PICO (Population, Intervention, Comparison and Outcomes) que é sugerida por Kitchenham e Charters [Keele, 2007] para ajudar pesquisadores na formulação de termos tomando como base as questões de pesquisa, que serão aplicados às bases de dados. As sentenças de busca aplicadas a cada base de dados são apresentadas na Tabela A do Apêndice A.

Após a condução da busca automatizada nas base de dados chegamos a um total de 286 artigos. A Tabela 3.1 exibe o conjunto inicial de estudos recuperados por base de dados. Os trabalhos coletados foram avaliados, através da ferramenta *JabRef*³, em busca de possíveis duplicados tendo em vista a utilização de diferentes bases de dados. A busca por artigos duplicados resultou na exclusão de 81 documentos de modo que obtivemos um total de 205 estudos ao final do processo. Finalmente os artigos foram analisados com base na leitura do título e resumo. Nos casos em que o título e resumo não eram capazes de caracterizar o estudo uma leitura completa do texto foi realizada. O processo descrito resultou em 95 estudos incluídos neste trabalho. A Figura 3.1

Tabela 3.1: Número de Estudos Recuperados por Base de Dados

Base de Dados	Total
ACM Digital Library	109
IEEE Explore	100
Inspec/Compendex	22
Scopus	55

3.2.3 Esquemas de Classificação

Com o objetivo de mapear os estudos sobre extensões das FGRM's foram propostos quatro esquemas de classificação. O primeiro esquema organiza os artigos pelo tipo de problema da atividade de manutenção de software a extensão se propõe em solucionar. A segunda categorização distribuí os estudos pelo papel no processo de manutenção de software a extensão visa dar suporte. A terceira é uma classificação baseada na taxonomia para modelos de Recuperação da Informação (Information Retrieve - IR)

³<https://www.jabref.org/>

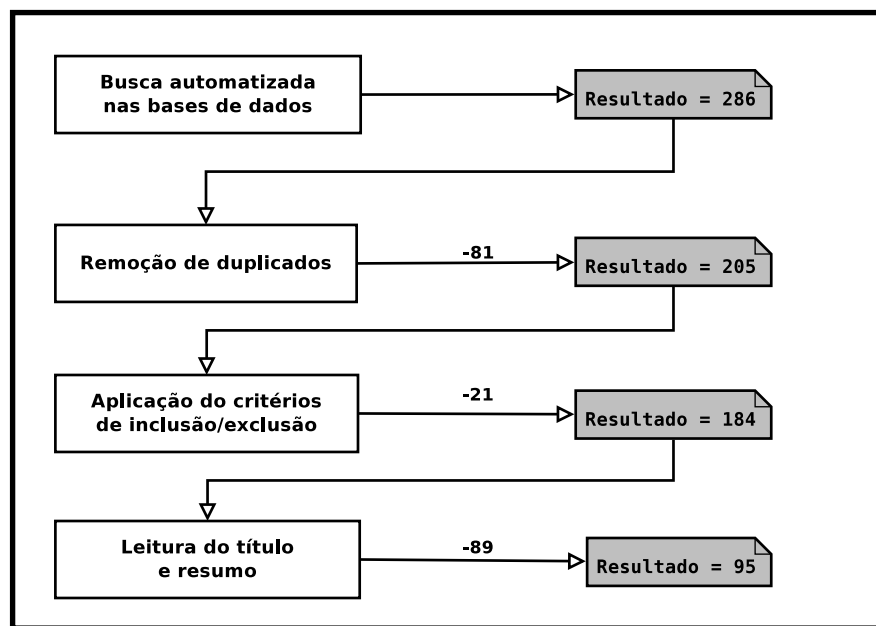


Figura 3.1: Número de artigos incluídos durante o processo de seleção dos estudos. Baseado em [Petersen et al., 2015]

proposta por Cerulo e Canfora [Cerulo & Canfora, 2004]. Em particular, utilizamos este esquema tendo em vista que as extensões propostas na literatura utilizam algum tipo de suporte de modelos de IR. O último esquema apresenta quais das ferramentas existentes na indústria que estão sendo estendidas na literatura. Esta taxonomia nos fornece uma visão se as extensões propostas são de um foco propositivo, ou seja, sem que exista uma implementação concreta da extensão, ou se há algum tipo de ferramenta no qual existe um maior número de extensões propostas. Em seguida discutiremos cada esquema de classificação em detalhe.

3.2.3.1 Classificação por Tipo de Problema

Existem diversos problemas relacionados com o processo de Manutenção de Software. Já na década de 1980 pesquisas questionavam profissionais envolvidos com manutenção de software quais os principais problemas da área[Lientz & Swanson, 1981]. Naturalmente a percepção dos desafios envolvidos com a manutenção de software se alteram com tempo, desta forma, é sempre válido revisar a literatura com o objetivo de entender os problemas que estão sendo estudados.

Neste sentido foi proposto um esquema de classificação que relaciona os estudos pelo tipo de problema a extensão pretende resolver. A construção da taxonomia se deu com base no processo definido por Petersen e outros [Petersen et al., 2008], o qual é composto por duas etapas:

- I analisar as palavras-chaves e conceitos que identifica as contribuições do estudo por meio da análise do título, palavras-chaves e resumo
- II após o término da etapa I, todas as palavras chaves são combinadas a fim de construir um conjunto de categorias para no qual os artigos devem ser classificados.

Os autores recomendam que nos casos em que o resumo e o título do estudo não são capazes de caracterizá-lo, as seções de introdução e conclusão também devem ser analisadas. Mediante a aplicação do processo foi construído o esquema de classificação apresentado na Figura .

Incluir figura do esquema de classificação por problemas de software

Incluir tabela com os artigos em cada esquema proposto

Incluir no anexo uma tabela demonstrando como as palavras-chaves foram combinadas

3.2.3.2 Classificação por Suporte ao Papel da Manutenção de Software

Da mesma forma que uma extensão proposta para as FGRM possui o foco em resolver determinado problema, supomos também que a extensão pode dar suporte a determinado papel desempenhado no processo de Manutenção de Software. Por esta razão foi proposto uma taxonomia com intuito de classificar os artigos pelo suporte ao papel desempenhado no processo de manter software. O processo de construção é similar ao proposto por Petersen e outros e que foi que foi apresentado na subseção 3.2.3.2. A principal diferença é que foi realizada uma leitura completa do estudo para os casos em que não foi possível identificar o papel o qual a extensão visa dar suporte quando da leitura do título, resumo e introdução.

Cabe ressaltar que está fora do escopo deste estudo elaborar uma taxonomia de papéis envolvidos na Manutenção de Software em função de supomos que isto corresponde a um esforço bem extenso. Nossa ação é identificar quais artigos trabalham com a noção de quais papéis a extensão pretender dar suporte, ou seja, relatar se existem papéis e quais são eles, sem com isso, envolver em uma consolidação definitiva. A Figura exibe a classificação obtida a partir dos estudos. De forma similar a Tabela apresenta as combinações realizadas para construir a taxonomia.

Incluir figura do esquema de classificação por papéis na manutenção de software

Incluir tabela com os artigos em cada esquema proposto

Incluir no anexo uma tabela demonstrando como as palavras-chaves foram combinadas

3.2.3.3 Classificação por Técnicas de Recuperação da Informação

Um ponto em comum entre as diversas extensões para FGRM propostas na literatura é o fato delas utilizarem algum suporte de modelos de Recuperação de Informação (Information Retrieve - IR). Um modelo de IR visa solucionar uma necessidade informacional de um usuário, representada como um conjunto de termos, no qual uma lista dos documentos mais relevantes devem ser recuperadas de uma coleção de documentos[Baeza-Yates et al., 1999].

Com o objetivo de obter uma visão geral das técnicas que estão sendo utilizadas para implementar as extensões para as FGRM, realizamos a classificação dos estudos através da taxonomia proposta por Canfora e Cerulo[Cerulo & Canfora, 2004]. O esquema de classificação consiste em ..

Ler o artigo para melhor entender a taxonomia proposta

3.2.3.4 Classificação por Ferramenta Estendida

Do ponto de vista dos profissionais envolvidos em Manutenção de Software é importante entender quais as FGRM estão sendo estendidas. Por outro lado, para os pesquisadores é importante descobrir aquelas ferramentas mais "amigáveis" para o desenvolvimento de novas extensões bem como a melhoria das existentes. Neste sentido, realizamos a classificação dos estudos pelas ferramentas que foram utilizados para o desenvolvimento das extensões. Uma ferramenta é entendida como utilizada por determinado estudo se ela foi utilizada no processo de validação ou se seus dados foram utilizados na avaliação da extensão.

Para produzirmos a taxonomia realizamos a leitura do resumo e da introdução do artigo. Nos casos em que não foi possível determinar a ferramenta utilizada a partir da leitura das seções citadas, procedemos com a leitura com a parte avaliação do estudo. A Tabela exibe as ferramentas utilizadas para cada estudo analisado.

3.3 Resultados

3.4 Limitações e Ameaças à Validade

3.5 Trabalhos Relacionados

3.6 Resumo do Capítulo

Capítulo 4

Caracterização das Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança

4.1 Introdução

Esta etapa do trabalho consistirá de um estudo exploratório com o objetivo de determinar quais são as funcionalidades comuns às Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança (FGRM). O estudo consistirá na leitura da documentação de alguns FGRM para que de forma sistemática seja levantado quais são as funcionalidades oferecidas pela ferramenta em análise. O método de escolha das FGRM será avaliado posteriormente, todavia, um possível ponto de partida é a lista disponível na Wikipédia que compara diversas FGRM¹.

O resultado deste estudo permitirá compreender melhor este tipo de ferramenta tomando como base as suas funcionalidades em comum. Também será possível propor extensões para as FGRM (Seção refch:extensoes) tendo em vista a possibilidade de determinar o conjunto mínimo de funções deste tipo de sistema. Uma outra possível contribuição é desenvolver uma taxonomia deste tipo de ferramenta com base nas funcionalidades oferecidas.

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_issue-tracking_systems

4.2 Discussão

4.3 Ameças à Validade

4.4 Replicação da Pesquisa com Profissionais

4.5 Resumo do Capítulo

Capítulo 5

Pesquisa com Profissionais

5.1 Introdução

Com o objetivo de coletar os aspectos mais importantes das FGRM's do ponto de vista dos profissionais ligados à manutenção de software será realizada uma pesquisa (survey). O planejamento e o desenho da pesquisa seguirá as diretrizes propostas em [Wohlin et al., 2012].

A população da pesquisa proposta é a comunidade envolvida com o processo de manutenção de software e que faça uso de FGRM's. Neste contexto, seriam possíveis amostras, os desenvolvedores envolvidos com tarefas de manutenção nos projetos da Mozilla¹ ou da Eclipse Foundation². Durante a execução da dissertação será avaliado qual amostra caracteriza melhor a população do estudo.

¹<https://bugzilla.mozilla.org/>

²<https://bugs.eclipse.org/bugs/>

5.2 Objetivo da Pesquisa

5.3 Metodologia

5.3.1 Questionário

5.3.2 População, Amostra e Respostas

5.4 Análise dos Dados

5.5 Discussão

5.6 Ameças à Validade

5.7 Replicação da Pesquisa com Profissionais

5.8 Resumo do Capítulo

Capítulo 6

Extensões para Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança

6.1 Introdução

A partir dos resultados do Mapeamento Sistemática, do Estudo de Caracterização das ferramentas e da Pesquisa com o profissionais pretende-se desenvolver uma ou mais extensão (plugins) para determinada FGRM. Cabe ressaltar que esta parte do trabalho será realizada caso o esforço seja compatível com os prazos e recursos disponíveis. No caso da implementação de um plugin este será apresentado e avaliado mediante a realização de um *Experimento Controlado* [Wohlin et al., 2012] utilizando a base de dados de demandas de manutenção de uma empresa de software real. Este experimento será conduzido com o objetivo de avaliar a utilização de uma extensão em um ambiente de desenvolvimento e manutenção de software real.

6.2 Ameaças à Validade

6.3 Resumo do Capítulo

Capítulo 7

Avaliação das Extensões para Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança

7.1 Introdução

7.2 Resumo do Capítulo

Capítulo 8

Conclusão

A Manutenção de Software é um processo complexo e caro e, portanto, merece atenção da comunidade acadêmica e da indústria. Desta forma, emerge a necessidade do desenvolvimento de técnicas, processo e ferramentas que reduzam o custo e o esforço envolvidos nas atividades de manutenção e evolução de software. Neste contexto, as Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança desempenham um papel fundamental que ultrapassa a simples função de registrar falhas em software. Neste sentido é proposto o estudo para entender o papel desta ferramenta, analisar a literatura sobre o assunto e discutir os aspectos que são considerados mais importantes do ponto de vista dos profissionais. Para alcançarmos este objetivo é proposto um Cronograma de Atividade conforme exibido no Anexo ???. As atividades que compõe cada etapa do trabalho estão descritas no Anexo ???.

Referências Bibliográficas

- [Baeza-Yates et al., 1999] Baeza-Yates, R.; Ribeiro-Neto, B. et al. (1999). *Modern Information Retrieval*, volume 463. ACM press New York.
- [Baysal & Holmes, 2012] Baysal, O. & Holmes, R. (2012). A qualitative study of mozilla's process management practices. *David R. Cheriton School of Computer Science, University of Waterloo, Waterloo, Canada, Tech. Rep. CS-2012-10*.
- [Baysal et al., 2013] Baysal, O.; Holmes, R. & Godfrey, M. W. (2013). Situational awareness: Personalizing issue tracking systems. Em *Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering, ICSE '13*, pp. 1185--1188, Piscataway, NJ, USA. IEEE Press.
- [Bertram et al., 2010] Bertram, D.; Volda, A.; Greenberg, S. & Walker, R. (2010). Communication, collaboration, and bugs: The social nature of issue tracking in small, collocated teams. Em *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '10*, pp. 291--300, New York, NY, USA. ACM.
- [Bettenburg et al., 2008] Bettenburg, N.; Just, S.; Schröter, A.; Weiss, C.; Premraj, R. & Zimmermann, T. (2008). What makes a good bug report? Em *Proceedings of the 16th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of software engineering*, pp. 308--318. ACM.
- [Bilal & Black, 2005] Bilal, H. & Black, S. (2005). Using the ripple effect to measure software quality. Em *SOFTWARE QUALITY MANAGEMENT-INTERNATIONAL CONFERENCE-*, volume 13, p. 183.
- [Breu et al., 2010] Breu, S.; Premraj, R.; Sillito, J. & Zimmermann, T. (2010). Information needs in bug reports: Improving cooperation between developers and users. Em *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '10*, pp. 301--310, New York, NY, USA. ACM.

- [Cavalcanti et al., 2014] Cavalcanti, Y. C.; Mota Silveira Neto, P. A.; Machado, I. d. C.; Vale, T. F.; Almeida, E. S. & Meira, S. R. d. L. (2014). Challenges and opportunities for software change request repositories: a systematic mapping study. *Journal of Software: Evolution and Process*, 26(7):620–653.
- [Cerulo & Canfora, 2004] Cerulo, L. & Canfora, G. (2004). A taxonomy of information retrieval models and tools. *CIT. Journal of computing and information technology*, 12(3):175–194.
- [Devulapally, 2015] Devulapally, G. K. (2015). Agile in the context of Software Maintainability.
- [Dybå et al., 2007] Dybå, T.; Dingsøyr, T. & Hanssen, G. K. (2007). Applying systematic reviews to diverse study types: An experience report. Em *ESEM*, volume 7, pp. 225–234.
- [Engelbertink & Vogt, 2010] Engelbertink, F. P. & Vogt, H. H. (2010). How to save on software maintenance costs. *Omnex White Paper*. Accessed.
- [Haney, 1972] Haney, F. M. (1972). Module connection analysis: a tool for scheduling software debugging activities. Em *Proceedings of the December 5-7, 1972, fall joint computer conference, part I*, pp. 173–179. ACM.
- [Heeager & Rose, 2015] Heeager, L. T. & Rose, J. (2015). Optimising agile development practices for the maintenance operation: nine heuristics. *Empirical Software Engineering*, 20(6):1762–1784. ISSN 15737616.
- [Herrin, 1985] Herrin, W. R. (1985). Software maintenance costs: A quantitative evaluation. Em *Proceedings of the Sixteenth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '85, pp. 233–237, New York, NY, USA. ACM.
- [Hirota et al., 1994] Hirota, T.; Tohki, M.; Overstreet, C. M.; Hashimoto, M. & Cherinka, R. (1994). An approach to predict software maintenance cost based on ripple complexity. Em *Software Engineering Conference, 1994. Proceedings., 1994 First Asia-Pacific*, pp. 439–444. IEEE.
- [IEEE, 1990] IEEE (1990). IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. *IEEE Std 610.12-1990*, pp. 1–84.
- [ISO/IEC, 2006] ISO/IEC (2006). International Standard - ISO/IEC 14764 IEEE Std 14764-2006 Software Engineering 2013; Software Life Cycle Processes 2013; Main-

- tenance. *ISO/IEC 14764:2006 (E) IEEE Std 14764-2006 Revision of IEEE Std 1219-1998*, pp. 01–46.
- [Junio et al., 2011] Junio, G.; Malta, M.; de Almeida Mossri, H.; Marques-Neto, H. & Valente, M. (2011). On the benefits of planning and grouping software maintenance requests. Em *Software Maintenance and Reengineering (CSMR), 2011 15th European Conference on*, pp. 55–64. ISSN 1534-5351.
- [Kajko-Mattsson & Nyfjord, 2009a] Kajko-Mattsson, M. & Nyfjord, J. (2009a). A model of agile evolution and maintenance process. Em *System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on*, pp. 1–10. IEEE.
- [Kajko-Mattsson & Nyfjord, 2009b] Kajko-Mattsson, M. & Nyfjord, J. (2009b). A model of agile evolution and maintenance process. Em *System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on*, pp. 1–10. ISSN 1530-1605.
- [Kaur & Singh, 2015] Kaur, U. & Singh, G. (2015). A review on software maintenance issues and how to reduce maintenance efforts. *International Journal of Computer Applications*, 118(1).
- [Keele, 2007] Keele, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Em *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.
- [Kononenko et al., 2014] Kononenko, O.; Baysal, O.; Holmes, R. & Godfrey, M. W. (2014). Dashboards: Enhancing developer situational awareness. Em *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering, ICSE Companion 2014*, pp. 552–555, New York, NY, USA. ACM.
- [Koskinen, 2010] Koskinen, J. (2010). Software maintenance costs. *Jyväskylä: University of Jyväskylä*.
- [Lehman, 1980] Lehman, M. M. (1980). On understanding laws, evolution, and conservation in the large-program life cycle. *Journal of Systems and Software*, 1:213–221.
- [Lientz & Swanson, 1980] Lientz, B. P. & Swanson, E. B. (1980). *Software Maintenance Management*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA. ISBN 0201042053.
- [Lientz & Swanson, 1981] Lientz, B. P. & Swanson, E. B. (1981). Problems in application software maintenance. *Commun. ACM*, 24(11):763–769. ISSN 0001-0782.

- [Naz et al., 2016] Naz, R.; Khan, M. N. A. & Aamir, M. (2016). Scrum-Based Methodology for Product Maintenance and Support. (January):10--27.
- [Petersen et al., 2008] Petersen, K.; Feldt, R.; Mujtaba, S. & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *EASE'08 Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pp. 68--77. ISSN 02181940.
- [Petersen et al., 2015] Petersen, K.; Vakkalanka, S. & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64:1--18. ISSN 09505849.
- [Rocha et al., 2015] Rocha, H.; Oliveira, G.; Marques-Neto, H. & Valente, M. (2015). Nextbug: a bugzilla extension for recommending similar bugs. *Journal of Software Engineering Research and Development*, 3(1).
- [Runeson et al., 2007] Runeson, P.; Alexandersson, M. & Nyholm, O. (2007). Detection of duplicate defect reports using natural language processing. Em *Proceedings of the 29th International Conference on Software Engineering, ICSE '07*, pp. 499--510, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- [Serrador & Pinto, 2015] Serrador, P. & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? - A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5):1040--1051. ISSN 02637863.
- [Shukla & Misra, 2008] Shukla, R. & Misra, A. K. (2008). Estimating software maintenance effort: A neural network approach. Em *Proceedings of the 1st India Software Engineering Conference, ISEC '08*, pp. 107--112, New York, NY, USA. ACM.
- [Soltan & Mostafa, 2016] Soltan, H. & Mostafa, S. (2016). Leanness and Agility within Maintenance Process. (January 2014).
- [Svensson & Host, 2005] Svensson, H. & Host, M. (2005). Introducing an agile process in a software maintenance and evolution organization. Em *Ninth European Conference on Software Maintenance and Reengineering*, pp. 256--264. ISSN 1534-5351.
- [Tan & Mookerjee, 2005] Tan, Y. & Mookerjee, V. (2005). Comparing uniform and flexible policies for software maintenance and replacement. *Software Engineering, IEEE Transactions on*, 31(3):238--255. ISSN 0098-5589.
- [Thomas, 2006] Thomas, D. (2006). Agile evolution: Towards the continuous improvement of legacy software. *Journal of Object Technology*, 5(7):19--26.

- [Thung et al., 2014a] Thung, F.; Kochhar, P. S. & Lo, D. (2014a). Dupfinder: Integrated tool support for duplicate bug report detection. Em *Proceedings of the 29th ACM/IEEE International Conference on Automated Software Engineering, ASE '14*, pp. 871--874, New York, NY, USA. ACM.
- [Thung et al., 2014b] Thung, F.; Le, T.-D. B.; Kochhar, P. S. & Lo, D. (2014b). Buglocalizer: Integrated tool support for bug localization. Em *Proceedings of the 22Nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering, FSE 2014*, pp. 767--770, New York, NY, USA. ACM.
- [Wohlin et al., 2012] Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M.; Ohlsson, M. C.; Regnell, B. & Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.
- [Yu & Mishra, 2013] Yu, L. & Mishra, A. (2013). An empirical study of lehman's law on software quality evolution. *Int J Software Informatics*, 7(3):469--481.
- [Zelkowitz et al., 1979] Zelkowitz, M. V.; Shaw, A. C. & Gannon, J. D. (1979). *Principles of Software Engineering and Design*. Prentice Hall Professional Technical Reference. ISBN 013710202X.
- [Zhang, 2003] Zhang, H. (2003). *Introduction to Software Engineering*,. Tsinghua University Press.
- [Zimmermann et al., 2009] Zimmermann, T.; Premraj, R.; Sillito, J. & Breu, S. (2009). Improving bug tracking systems. Em *Software Engineering - Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. 31st International Conference on*, pp. 247--250.

Apêndice A

Instrumentos do Mapeamento Sistemático

Tabela A.1: Sentença de Busca por Base de Dados

Base de Dados	Sentença de Busca
ACM Digital Library	("issue tracking" OR "bug tracking" OR "issue-tracking" OR "bug-tracking" OR "bug repository" OR "issue repository") AND ("issue report" OR "bug report" OR "bug prioritization" OR "bug fix" OR "bug assignment" OR "bug reassignment" OR "bug triage" OR "duplicate bug" OR "reopened bug" OR "bug impact" OR "bug localization" OR "bug prediction" OR "bug risk" OR "bug severity" OR "bug classification") AND ("extension" OR "plugin" OR "add-on" OR "tool" OR "improving" OR "personalization")
IEEE Explore	("Document Title":"issue tracking") OR ("Document Title":"bug tracking") OR ("Document Title":"issue-tracking") OR ("Document Title":"bug-tracking") OR ("Document Title":"bug repository") OR ("Document Title":"issue repository") AND ("Document Title":"issue report" OR "Document Title":"bug report" OR "Document Title":"bug prioritization" OR "Document Title":"bug fix" OR "Document Title":"bug assignment" OR "Document Title":"bug reassignment" OR "Document Title":"bug triage" OR "Document Title":"duplicate bug" OR "Document Title":"reopened bug" OR "Document Title":"bug impact" OR "Document Title":"bug localization" OR "Document Title":"bug prediction" OR "Document Title":"bug risk" OR "Document Title":"bug severity" OR "Document Title":"bug classification") AND ("Document Title":"extension" OR "Document Title":"plugin" OR "Document Title":"add-on" OR "Document Title":"tool" OR "Document Title":"improving" OR "Document Title":"personalization")
Inspec/Compendex	(((("issue tracking" OR "bug tracking" OR "issue-tracking" OR "bug-tracking" OR "bug repository" OR "issue repository") WN KY) AND ((("issue report" OR "bug report" OR "bug prioritization" OR "bug fix" OR "bug assignment" OR "bug reassignment" OR "bug triage" OR "duplicate bug" OR "reopened bug" OR "bug impact" OR "bug localization") WN KY)) AND ((("extension" OR "plugin" OR "add-on" OR "tool" OR "improving" OR "personalization") WN KY))
	OR (((("issue tracking" OR "bug tracking" OR "issue-tracking" OR "bug-tracking" OR "bug repository" OR "issue repository") WN KY) AND ((("bug prediction" OR "bug risk" OR "bug severity" OR "bug classification") WN KY)) AND ((("extension" OR "plugin" OR "add-on" OR "tool" OR "improving" OR "personalization") WN KY))
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (("issue tracking" OR "bug tracking" OR "issue-tracking" OR "bug-tracking" OR "bug repository" OR "issue repository"))) AND (TITLE-ABS-KEY ("issue report" OR "bug report" OR "bug prioritization" OR "bug fix" OR "bug assignment" OR "bug reassignment" OR "bug triage" OR "duplicate bug" OR "reopened bug" OR "bug impact" OR "bug localization" OR "bug prediction" OR "bug risk" OR "bug severity")) AND (TITLE-ABS-KEY ("extension" OR "plugin" OR "add-on" OR "tool" OR "improving" OR "personalization"))