Um Estudo de Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança

Julho de 2017

Vagner Clementino
Rodolfo Resende - Orientador

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais

Agenda

Contexto

Agenda

Contexto

Problema

Agenda

Contexto

Problema

Objetivos

Agenda

Contexto

Problema

Objetivos

Metodologia

Agenda

Contexto

Problema

Objetivos

Metodologia

Resultados

Agenda

Contexto

Problema

Objetivos

Metodologia

Resultados

Discussão

Agenda

Contexto

Problema

Objetivos

Metodologia

Resultados

Discussão

Ameaças à Validade

Agenda

Contexto

Problema

Objetivos

Metodologia

Resultados

Discussão

Ameaças à Validade

Conclusões e Trabalhos Futuros

Uma Reflexão . . .

- *“Another flaw in the human character is that everybody wants to build and nobody wants to do maintenance”.* Kurt Vonnegut, Jr.

Importância da Manutenção de Software

- Dentro do ciclo de vida do software o processo de Manutenção de Software tem papel fundamental.
  - Evolução do software (Leis de Lehman [Lehman, 1980]).
  - Correção de falhas
  - Alto custo, que pode variar entre 60% e 90% do preço final [Kaur and Singh, 2015].

Conceito de Manutenção de Software

- A Manutenção de Software é o 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].
- Com a adoção das práticas propostas pelos agilistas essa definição pode não ser adequada em determinados contextos.

Tipos de Manutenção de Software

- A Manutenção de Software pode ser dividida em *Corretiva, Adaptativa, Perfectiva e Preventiva* [Lientz and Swanson, 1980, IEEE, 1990].
- A *ISO 14764* [ISO/IEC, 2006] propõe que exista um elemento denominado Requisição de Mudança (RM) que corresponde a uma agregação de características das quatro categorias.

Tipos de Manutenção em Software

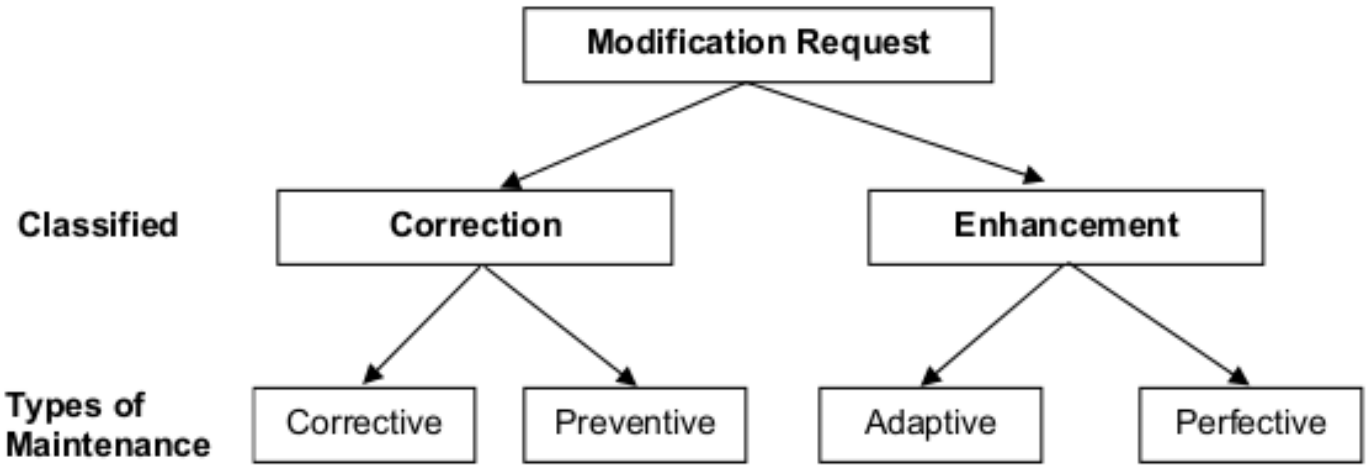


Figura 1: Tipos de manutenção segundo a norma ISO/IEC 14764 [ISO/IEC, 2006]

Modelo Conceitual de uma RM

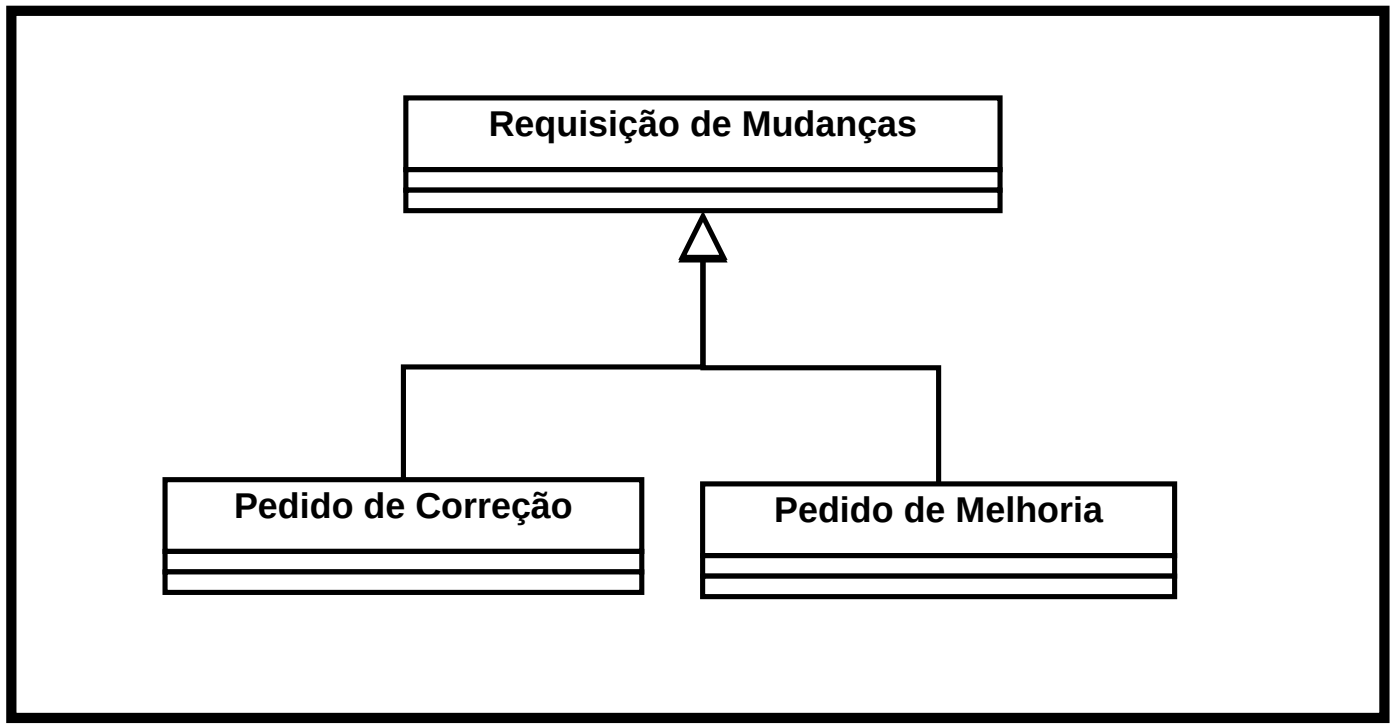


Figura 2: Modelo conceitual de uma Requisição de Mudança. Baseado em Tripathy & Naik [Tripathy and Naik, 2015].

Atributos de uma RM

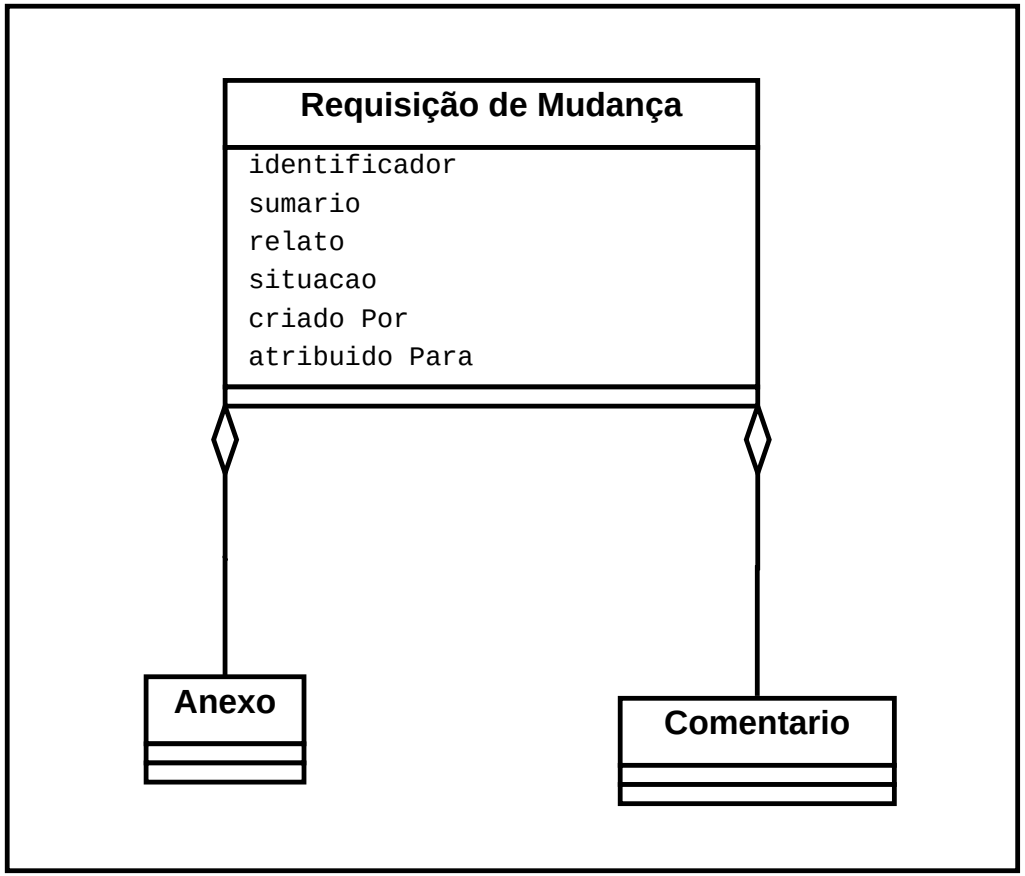


Figura 3: Informações que compõem uma RM. Baseado em trabalho de Singh & Chaturvedi [Singh and Chaturvedi, 2011]

Exemplo de uma RM

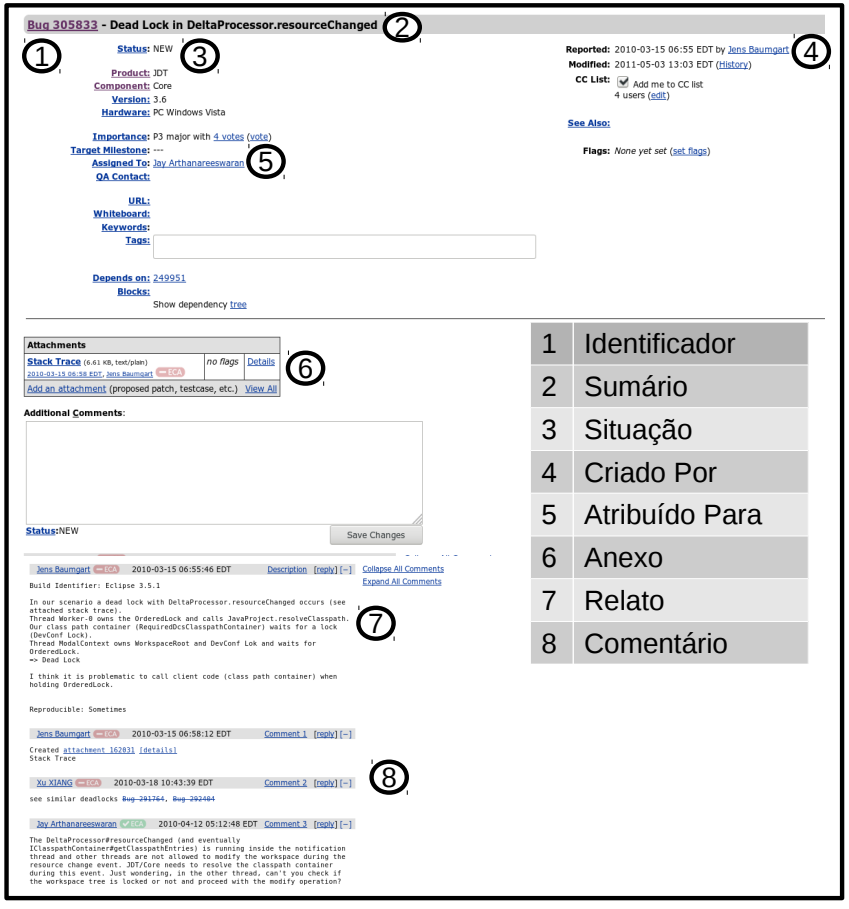


Figura 4: RM do Projeto Eclipse

Problemas e Desafios da Gestão das RMs

- Localização do Problema
- Baixa Qualidade do Relato
- Identificação de RMs Duplicadas
- Atribuição (Triagem) de RM
- Classificação da RM
- Estimativa de Esforço da RM

Papéis na Manutenção de Software

Nesta dissertação, utilizamos a classificação proposta por Polo e outros [Polo et al., 1999]:

- Usuário Afetado
- Reportador
- Gerente de Requisição de Mudança
- Agente de Triagem
- Desenvolvedor
- Analista de Qualidade
- Chefe da Manutenção

Volume de RMs do Editor Emacs

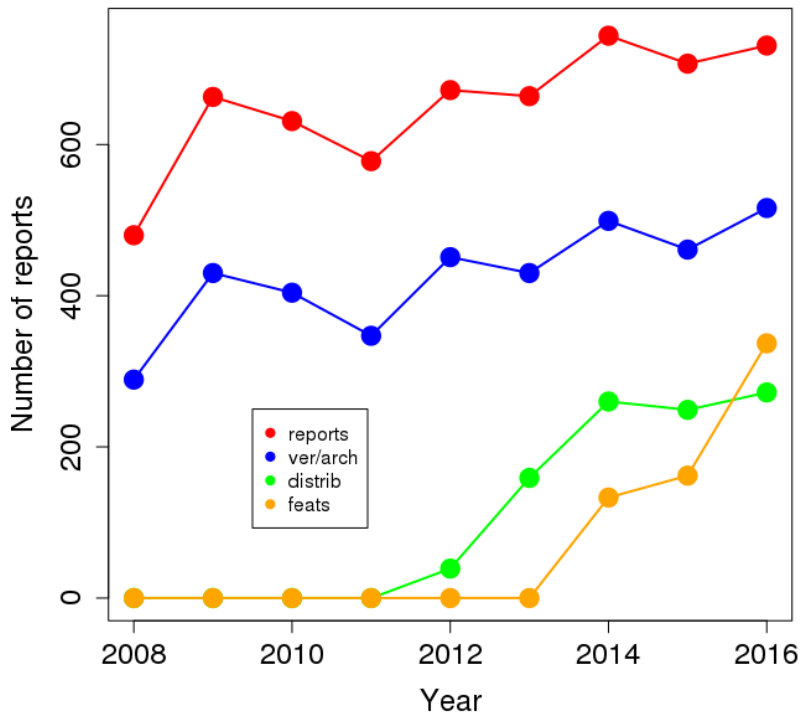


Figura 5: Número de RMs por ano[1].

[1] https://debbugs.gnu.org/stats/emacs.html

Ferramentas de Gerenciamento de Requisição de Mudança (FGRM)

- Dependendo do tamanho do projeto de software é necessário a utilização de uma FGRM para gerenciar as suas requisições de mudança.
- As FGRMs são um espaço único onde as partes interessadas podem registrar as falhas e as melhorias [Serrano and Ciordia, 2005].

Exemplos de FGRMs

Além de Gerenciar RMs

- Ponto central para a comunicação e coordenação [Bertram et al., 2010].
- Participação do processo de solução das RMs [Breu et al., 2010].
- Suporte para atividades [Cavalcanti et al., 2013]:
  - estimativa de custo
  - análise de impacto
  - planejamento do projeto
  - rastreabilidade de uma falha
  - extração de conhecimento

Problema

- Apesar da inegável importância das FGRMs percebe-se um aparente desacoplamento de suas funcionalidades com as necessidades de seus usuários [Baysal and Holmes, 2012, Just et al., 2008].
- A utilização de “demanda” parece estar distante das necessidades práticas dos projetos, especialmente no ponto de vista dos desenvolvedores [Baysal et al., 2013].
- Diversas extensões (plugins) estão sendo propostas na literatura [Rocha et al., 2015, Thung et al., 2014, Kononenko et al., 2014].

Objetivos

- Elaboramos um estudo sobre as FGRMs com os seguintes objetivos:

(i) entender os requisitos e funcionalidades oferecidas por este tipo de ferramenta;

(ii) mapear as melhorias para as FGRMs que estão sendo propostas na literatura;

(iii) avaliar sobre o ponto de vista dos profissionais a situação atual funcionalidades oferecidas pelas FGRMs;

(iv) propor melhorias para as funcionalidades das FGRMs.

Metodologia

- Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs
- Mapeamento Sistemático da Literatura [Petersen et al., 2008]
- Levantamento (Survey) com desenvolvedores [Wohlin et al., 2012]
- Sugestões de melhorias para as FGRMs
- Implementação de extensão para FGRM

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

- Análise das funcionalidades oferecidas pelas FGRMs
- Inspeção inicial resultou em aproximadamente 50 ferramentas[2].
- Optamos por conduzir o estudo em um conjunto menor

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_issue-tracking_systems

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

- Etapas do estudo
  - (i) Seleção das Ferramentas
  - (ii) Inspeção da Documentação
  - (iii) Agrupamento das Funcionalidades

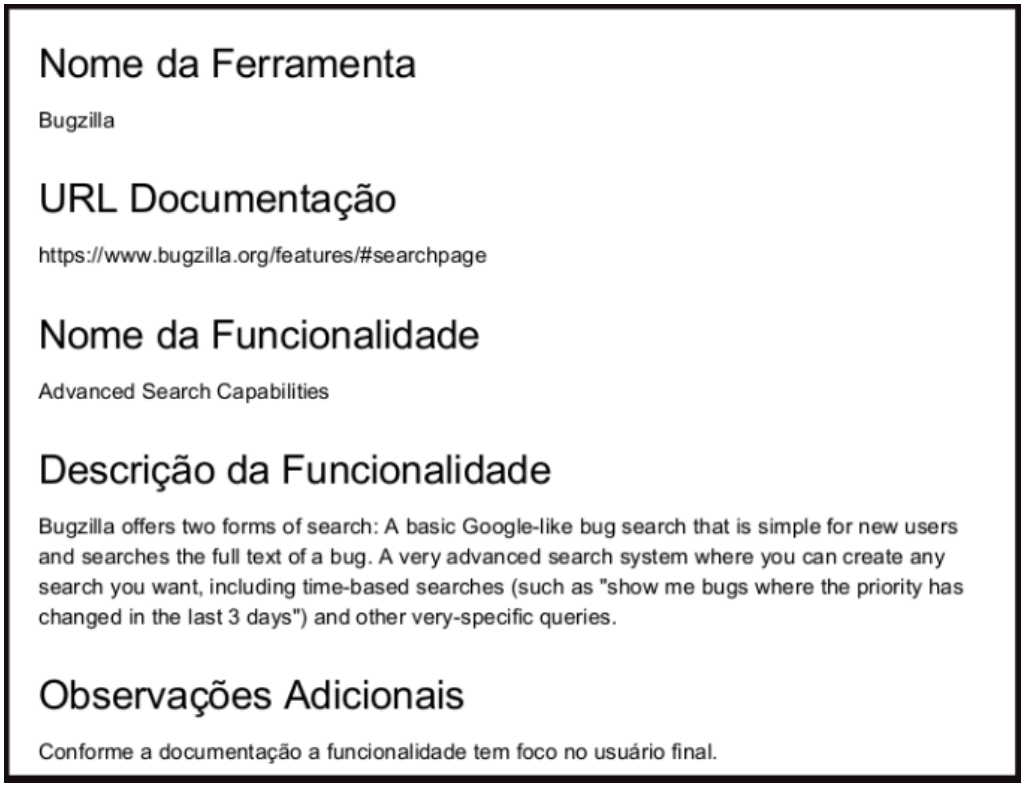
Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

- Seleção das Ferramentas
  - Levantamento por Questionário
  - Dois grupos de participantes
  - 52 participações
  - 06 ferramentas escolhidas

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

- Inspeção da Documentação
  - Leitura do material disponível na Internet
  - As funcionalidades foram classificadas através da técnica de *Cartões de Classificação - Sorting Cards* [Just et al., 2008, McGee and Greer, 2009, Maiden and Rugg, 1996].

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs



Nome da Ferramenta

Bugzilla

URL Documentação

https://www.bugzilla.org/features/#searchpage

Nome da Funcionalidade

Advanced Search Capabilities

Descrição da Funcionalidade

Bugzilla offers two forms of search: A basic Google-like bug search that is simple for new users and searches the full text of a bug. A very advanced search system where you can create any search you want, including time-based searches (such as "show me bugs where the priority has changed in the last 3 days") and other very-specific queries.

Observações Adicionais

Conforme a documentação a funcionalidade tem foco no usuário final.

Figura 6: Exemplo de um cartão ordenado para uma funcionalidade da FGRM Bugzilla

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

- Agrupamento das Funcionalidades
  - Análise Individual: O autor e um outro especialista realizam de forma separada os agrupamentos.
  - Anaĺise Compartilhada: Em um segundo momento tanto o autor quanto o especialista discutem as possíveis divergências até que um consenso seja obtido.

Mapeamento Sistemático da Literatura

- Mapeamento com base nas diretrizes propostas por Petersen e outros [Petersen et al., 2008].
- Questões de Pesquisa
  - *Questão 01*: Quais as melhorias e novas funcionalidades estão sendo propostas para as FGRM?
  - *Questão 02*: Quais papéis envolvidos no processo de manutenção de software as melhorias das funcionalidades visam dar suporte?

Mapeamento Sistemático da Literatura

- Os estudos primários coletados das bases de pesquisa *IEEE Explore, ACM Digital Library, Scopus, e Inspec/Compendex*.
- As sentenças de buscas foram produzidas com base na metodologia PICO (Population, Intervention, Comparison and Outcomes) [Keele, 2007].

Mapeamento Sistemático da Literatura

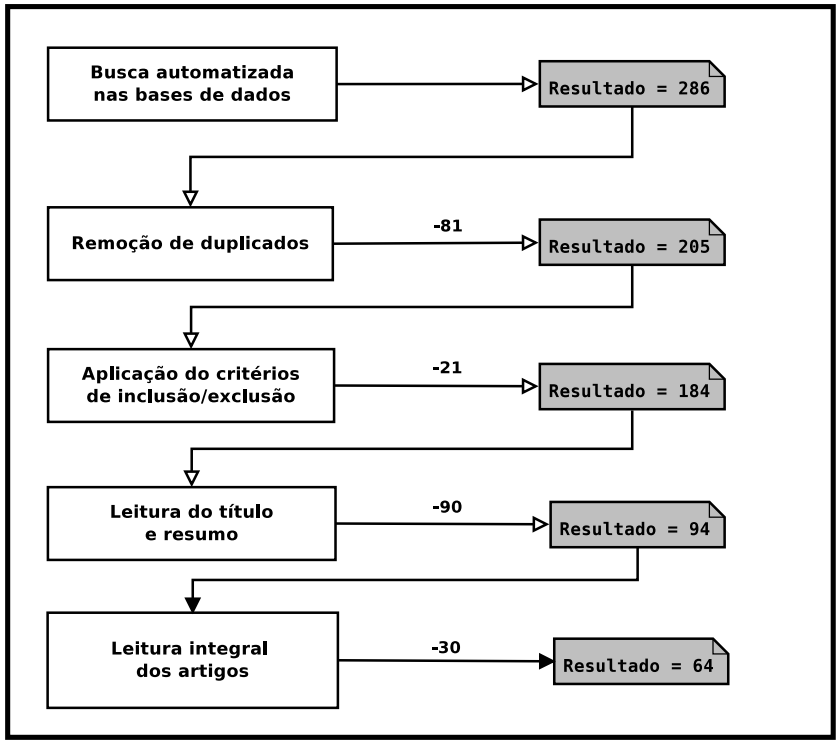


Figura 7: Número de artigos incluídos durante o processo de seleção dos estudos. Figura baseada em [Petersen et al., 2015]

Levantamento com Desenvolvedores

- Questão 01: Qual a opinião dos profissionais envolvidos em manutenção de software com relação as funcionalidades oferecidas pelas FGRM?
- Questão 02: Na visão dos profissionais envolvidos em manutenção de software quais das melhorias nas funcionalidades das FGRMs propostas na literatura teriam maior relevância em suas atividades?

Levantamento com Desenvolvedores

- Questão 03: As práticas propostas pelos agilistas estão sendo utilizadas no processo de manutenção de software?
- Questão 04: Como as FGRMs podem ajudar as equipes de manutenção na adoção das práticas propostas pelos agilistas?

Levantamento com Desenvolvedores

- Fonte de Amostragem corresponde a um banco de dados, não necessariamente automatizado, em que um subconjunto válido da população pode ser recuperado. Outra característica é permitir a extração aleatória de amostras da população de interesse [de Mello et al., 2014].

Identificador	Fonte de Amostragem	URL
FA01	Python	https://bugs.python.org/
FA02	Stack Overflow	https://stackoverflow.com

Tabela 1: Fontes de Amostragem utilizadas no estudo

Levantamento com Desenvolvedores

- Formulário preenchido por 85 participantes

Função Desempenhada	Total
Desenvolvedor	23
Engenheiro de Software	17
Gerente	12
Arquiteto de Software	5
Pesquisador	5
Consultor	4
Estudante	3
Analista de Qualidade	1
Designer	1

Tabela 2: Função desempenhada pelos participantes

Sugestões de Melhorias

- Sugestões foram compiladas utilizando a literatura da área e os levantamentos realizados nesta dissertação, especialmente com Mapeamento Sistemático e Levantamento com Profissionais;
- E nos estudos que propõem melhorias para as FGRM [Zimmermann et al., 2009, Bettenburg et al., 2008, Singh and Chaturvedi, 2011].

Sugestões de Melhorias

- Propostas 08 sugestões de melhorias
- Avaliadas através de um levantamento mediante questionário com profissionais que contribuem em projetos de código aberto hospedados no Github.

Projeto	Participantes
DEBBUGS	4
MANTISBT	4
TRAC	4
FOSSIL	3
BUGZILLA	2
REDMINE	2
OUTROS	6

Tabela 3: Projetos que os participantes contribuem.

Implementação de Extensão

- Implementação da Sugestão #1 na plataforma Github.
- Cliente para API do Github[3] que possibilita analisar a qualidade da informação fornecida no relato.
- Batizada de *IssueQuality*

Sugestão #01: As FGRMs devem fornecer realimentação (feedback) relacionado com a qualidade do texto relatado.

[3] `https://api.github.com/`

Implementação de Extensão

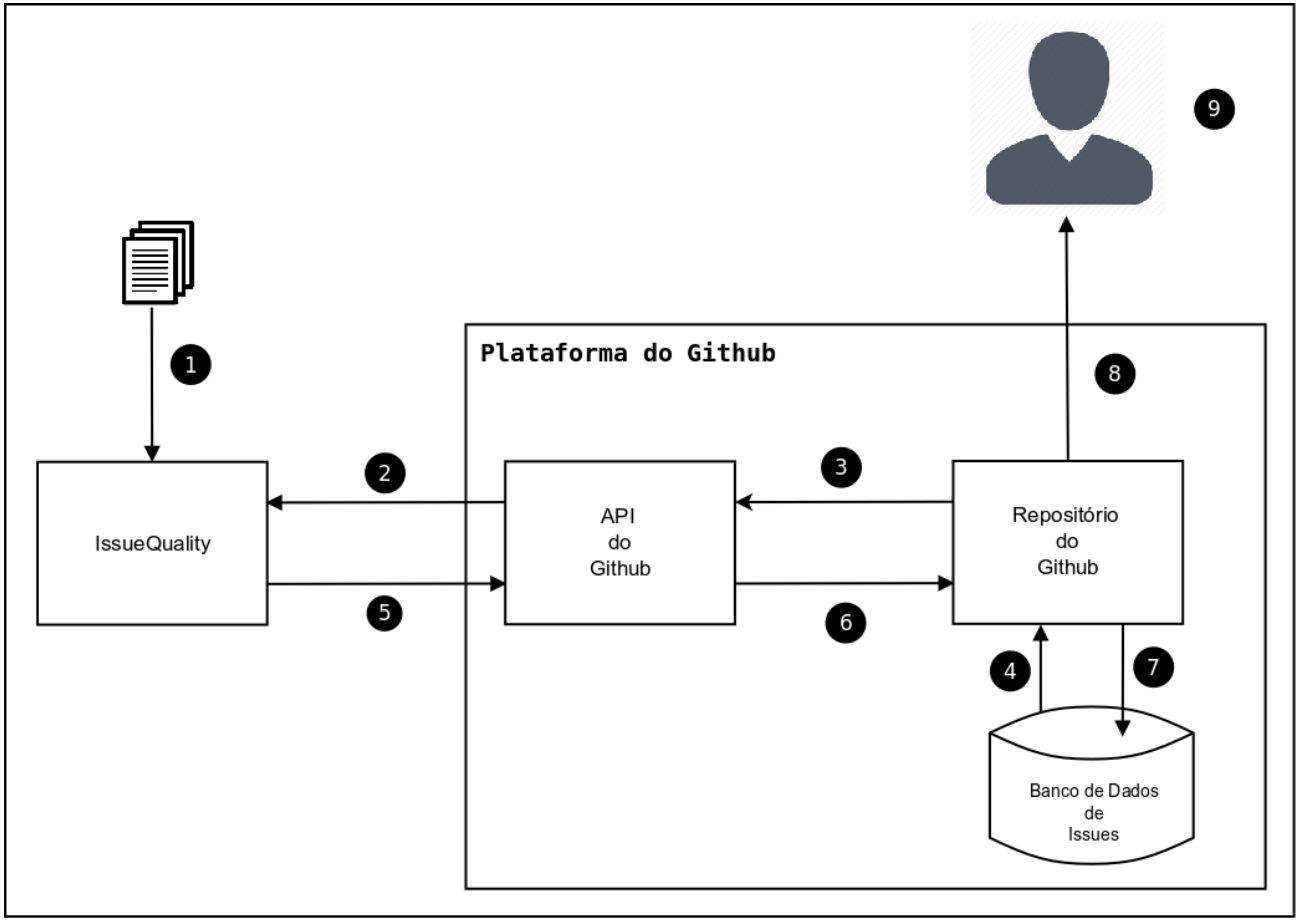


Figura 8: Visão geral do funcionamento da extensão *IssueQuality*

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

Ferramenta	**Classificação**	**Versão**	URL
Bugzilla	Ferramenta	5.0.3	https://www.bugzilla.org
Mantis Bug Tracker	Ferramenta	1.3.2	https://www.mantisbt.org
Redmine	Ferramenta	3.3.1	http://www.redmine.org/
JIRA Software	Serviço	7.2.4	https://br.atlassian.com/software/jira
Github Issue System	Serviço	-	https://github.com/
Gitlab Issue Tracking System	Serviço	-	https://gitlab.com/

Tabela 4: Ferramentas utilizados no estudo

Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

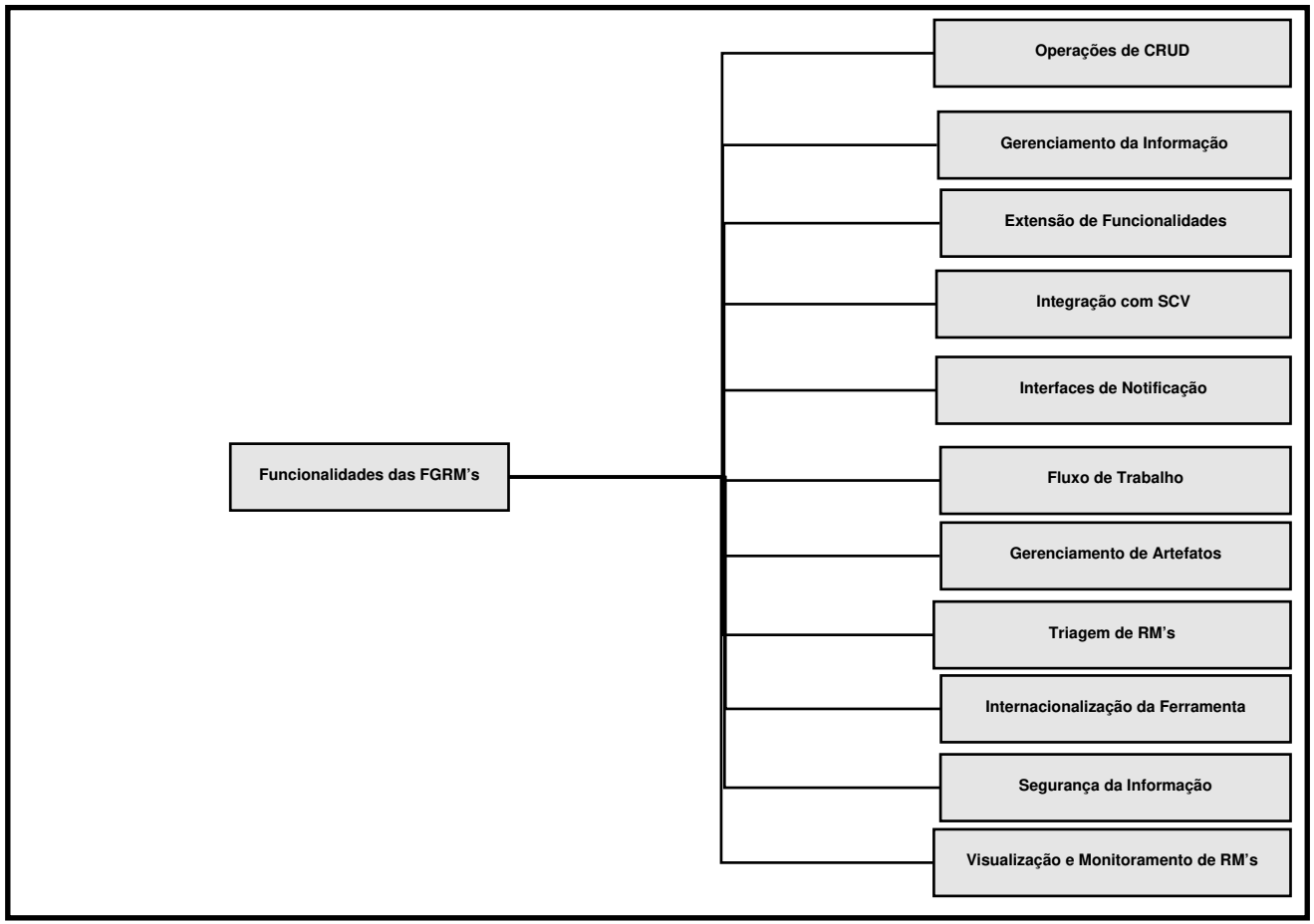


Figura 9: Modelo de funcionalidades básicas das FGRMs

Mapeamento Sistemático da Literatura

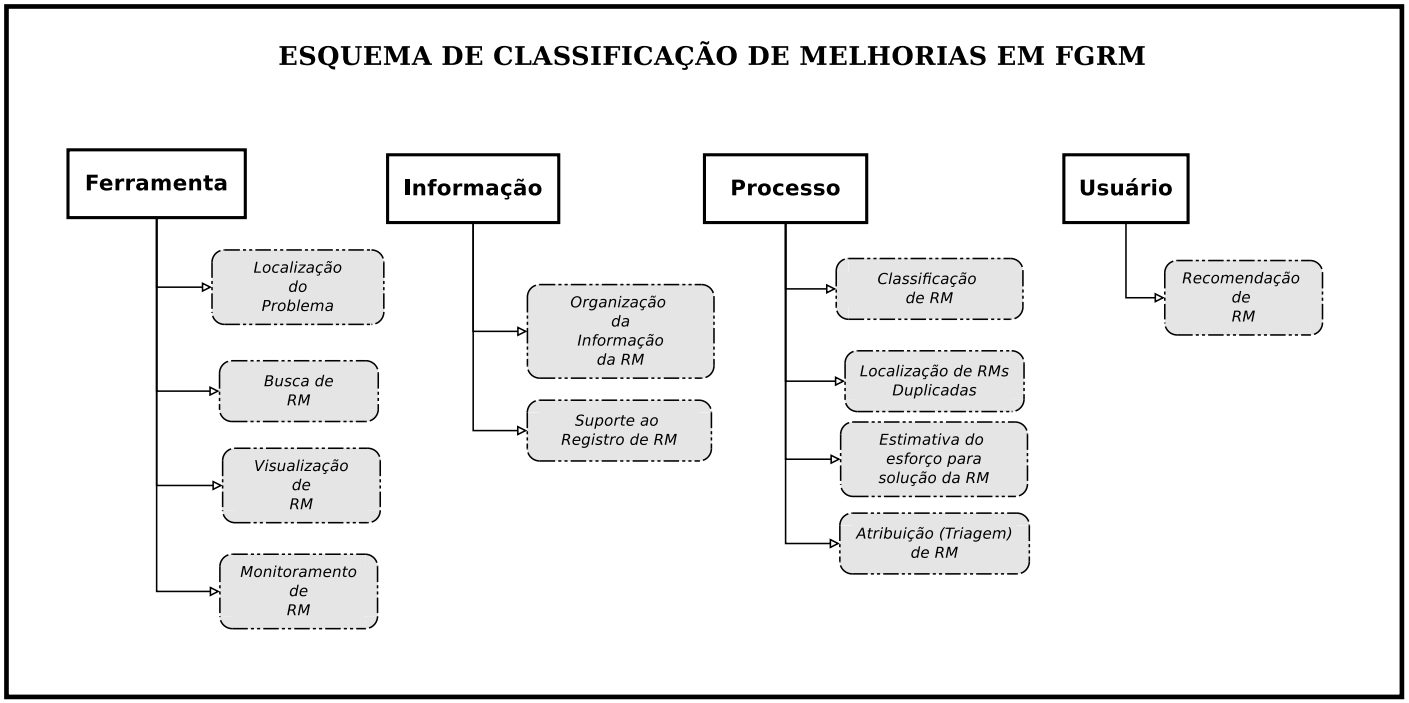


Figura 10: Esquema de classificação das melhorias propostas na literatura. Os retângulos representam as dimensões de melhorias e os polígonos de cantos arredondados representam tópicos de problemas do gerenciamento das RMs.

Mapeamento Sistemático da Literatura

Papel	Total de Artigos
Agente de Triagem	37
Desenvolvedor	26
Analista de Qualidade	13
Gerente de Requisição de Mudança	11
Reportador	6
Líder da Manutenção	4
Todos	3

Tabela 5: Total de artigos por papel na manutenção de software

Levantamento com Desenvolvedores

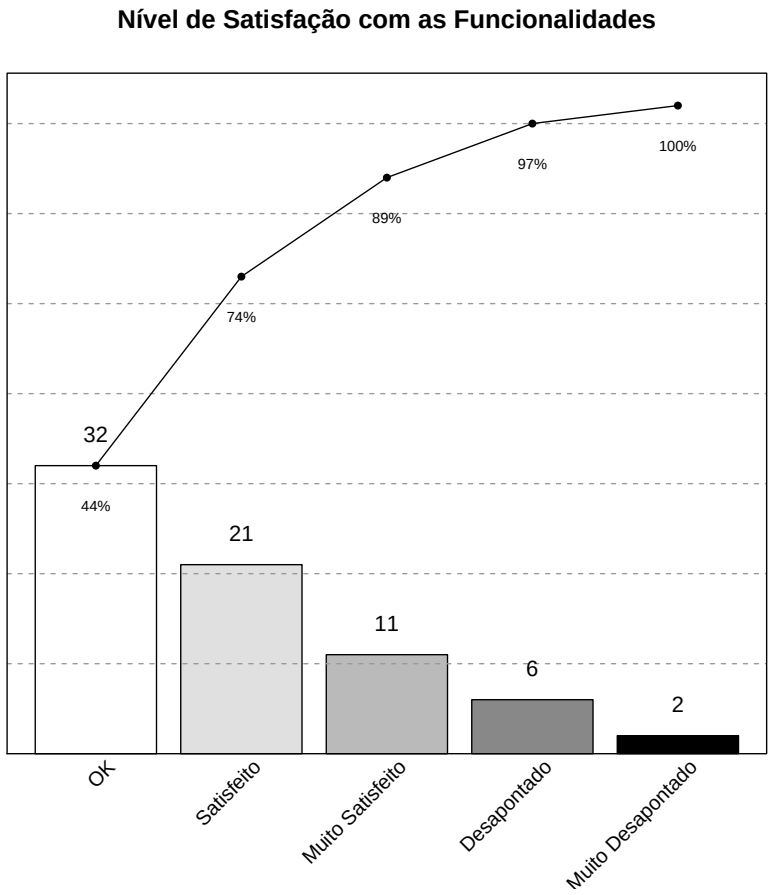


Figura 11: Nível de satisfação com as Ferramentas

Levantamento com Desenvolvedores

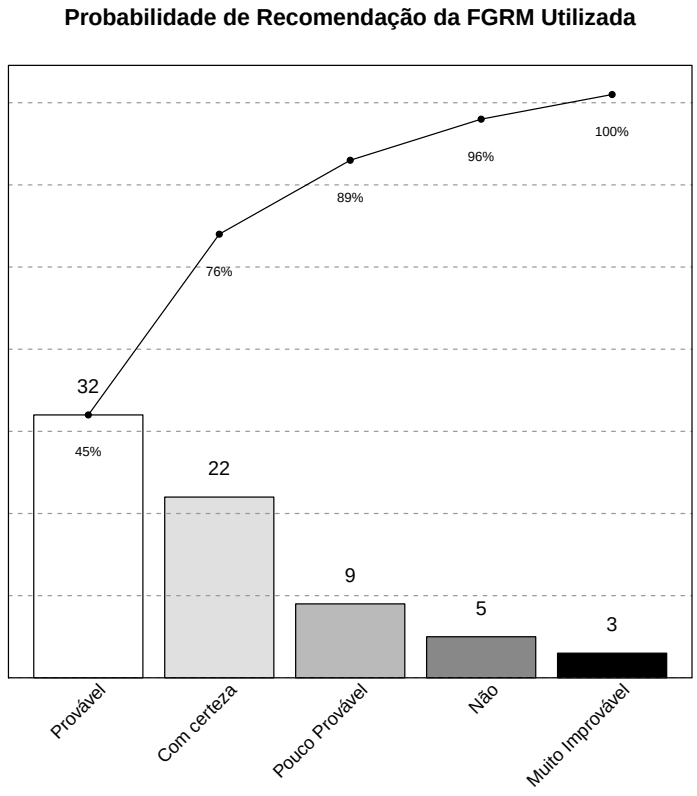


Figura 12: Probabilidade de Recomendação da Ferramenta Utilizada

Levantamento com Desenvolvedores

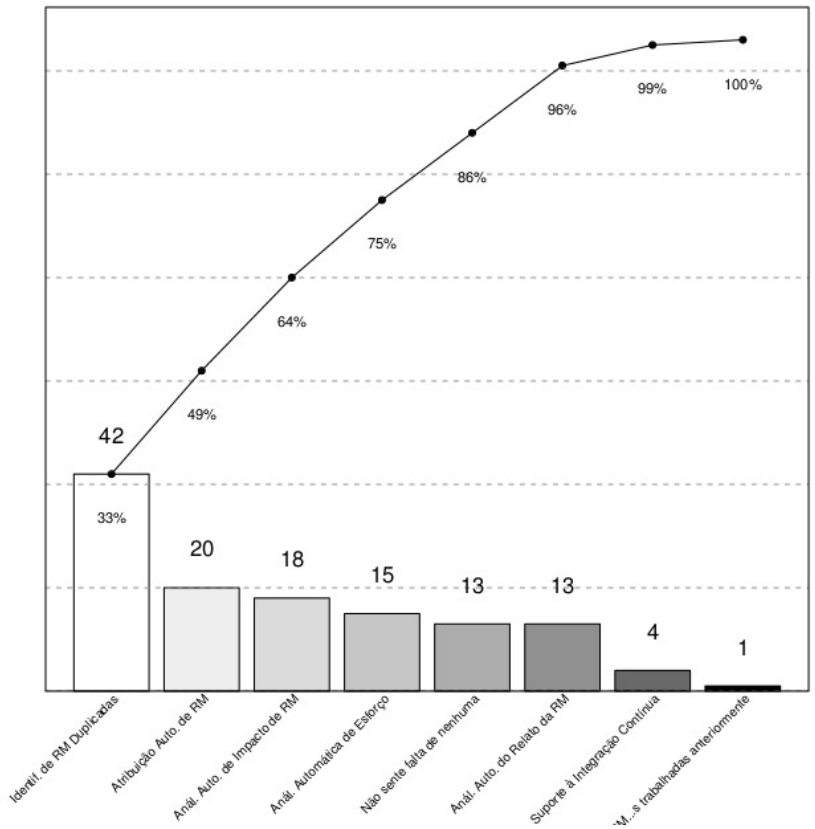


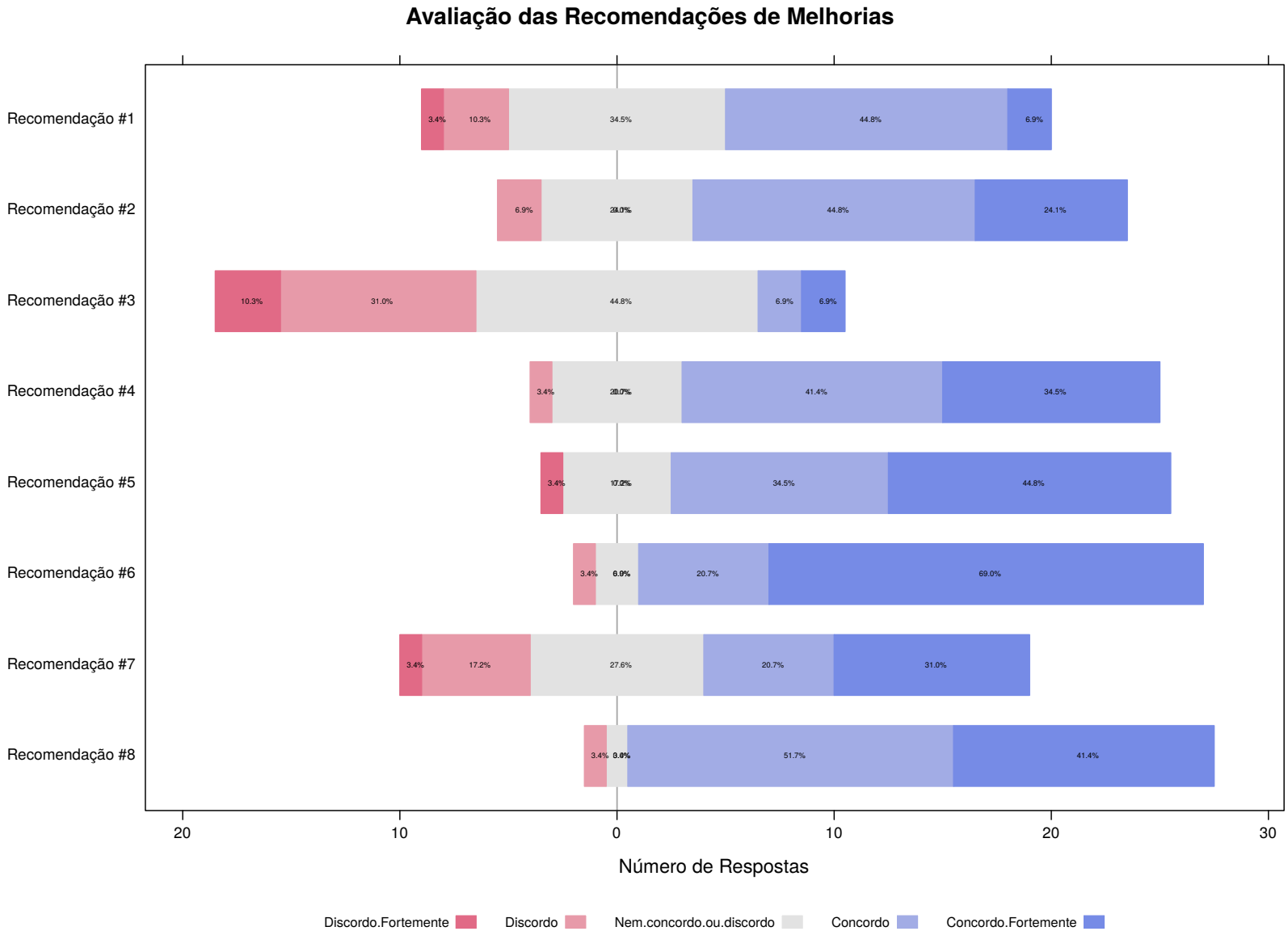
Figura 13: Funcionalidades que o participantes sentem falta.

Levantamento com Desenvolvedores

Melhorias Propostas	**Classificação**
Priorização automatizada de RMs urgentes e inesperadas	1
Sugestão automatizada das RMs que farão parte da iteração.	2
Suporte aos desenvolvedores na preparação para reunião diária	3
Suporte à divisão de tarefas de forma compartilhada	4
Facilitar a propriedade compartilhada de código	5

Tabela 6: Classificação das funcionalidades que possam dar suporte ao uso das metodologias dos agilistas.

Sugestões de Melhorias

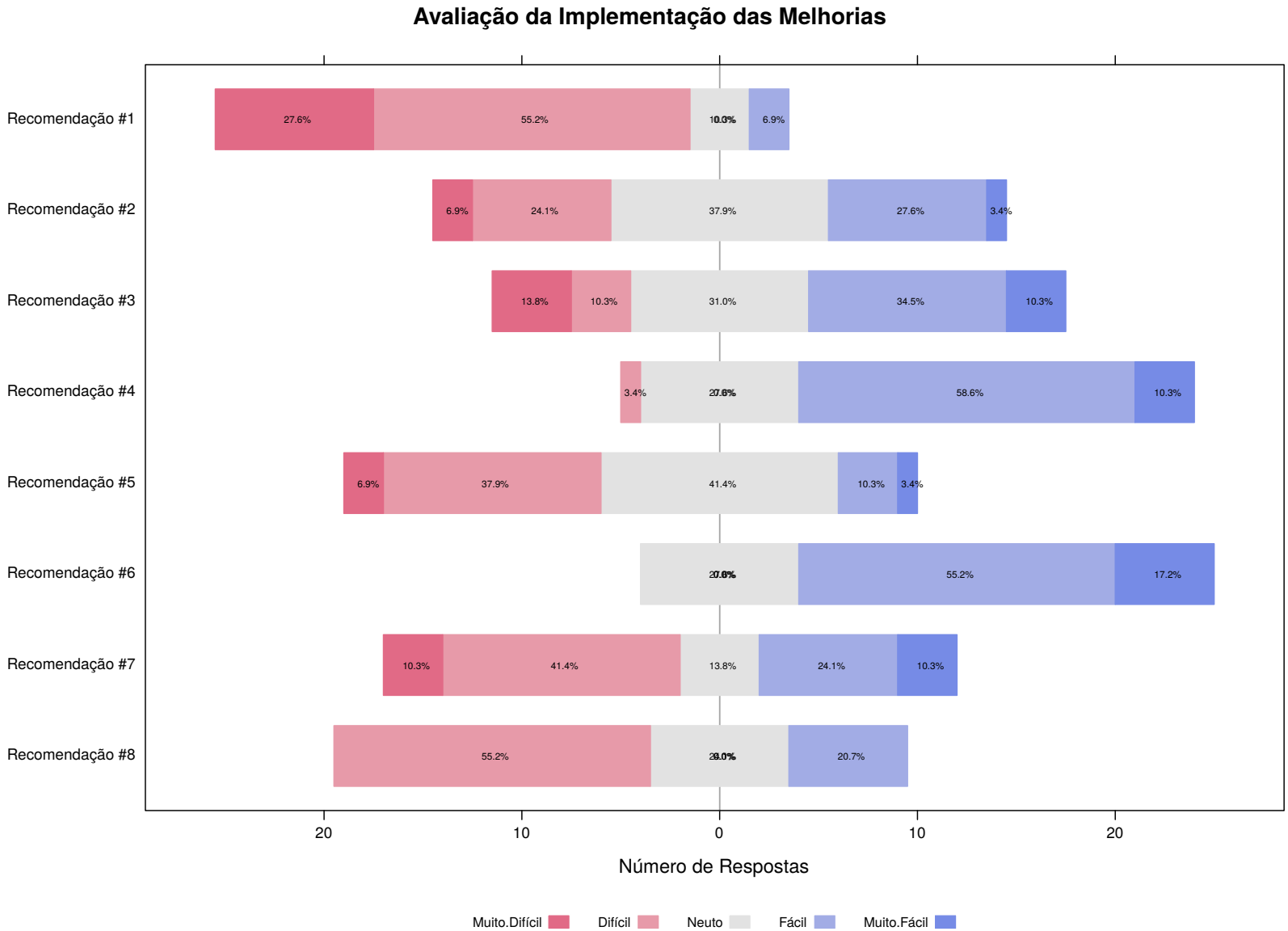


Sugestões de Melhorias

Recomendações	Discordo Fortemente	Discordo	Não concordo e nem discordo	Concordo	Concordo Fortemente	Ranking
Sugestão #6	0	1	2	6	20	45
Sugestão #8	0	1	1	15	12	38
Sugestão #5	1	0	5	10	13	34
Sugestão #4	0	1	6	12	10	31
Sugestão #2	0	2	7	13	7	25
Sugestão #7	1	5	8	6	9	17
Sugestão #1	1	3	10	13	2	12
Sugestão #3	3	9	13	2	2	-9

Tabela 7: Ranking das sugestões propostas

Sugestões de Melhorias



Sugestões de Melhorias

Recomendações	Muito Difícil	Difícil	Neutro	Fácil	Muito Fácil	Ranking
Sugestão #6	0	0	8	16	5	26
Sugestão #4	0	1	8	17	3	22
Sugestão #3	4	3	9	10	3	5
Sugestão #2	2	7	11	8	1	-1
Sugestão #7	3	12	4	7	3	-5
Sugestão #5	2	11	12	3	1	-10
Sugestão #8	0	16	7	6	0	-10
Sugestão #1	8	16	3	2	0	-30

Tabela 8: Ordenamento das sugestões pelo grau de dificuldade.

Estudo sobre as Funcionalidades

- As FGRMs evoluíram da gerência simples de RMs para colaborar no processo de desenvolvimento e manutenção do software. Entretanto, esta evolução não abrange todo tipo de necessidade.
- Seria importante que as FGRMs incorporassem outros comportamentos que ajudem no processo de desenvolvimento e manutenção de software, especialmente em temas como busca de duplicados, melhoria da qualidade do relato e atribuição e classificação automatizadas das RMs.

Mapeamento Sistemático da Literatura

- Prevalência de estudos na dimensão *Processo* especialmente para os tópicos de *Localização de RMs Duplicadas, Atribuição (Triagem) de RMs e Classificação de RMs*, respectivamente.
- Dos estudos que fizeram parte do mapeamento um total de 10 foram implementados como extensões ou protótipos, este número poderia ser maior.

Mapeamento Sistemático da Literatura

- Prevalência de estudos com foco no papel de *Agente de Triagem*. Existe possivelmente uma crença de que é possível melhorar a produtividade do processo de manutenção de software reduzindo o esforço de encontrar o desenvolvedor mais apto.
- As FGRMs deveriam dar suporte ao Reportador que, na maioria da vezes, é o primeiro a registrar as informações que serão necessárias à solução da RM.

Levantamento com Desenvolvedores

- Em geral, o nível de satisfação com as funcionalidades oferecidas pelas FGRMs é alto.
- As funcionalidades que os participantes mais sentiram falta, também representam a maior quantidade de estudos na literatura.
- As FGRMs poderiam oferecer suporte às praticas propostas pelos agilistas.

Sugestões de Melhorias

- Em geral podemos considerar que as sugestões propostas tiveram uma boa aceitação dos participantes.
- Com relação às recomendações propostas, verificamos que a utilização de uma linguagem além do texto simples, como por exemplo o Markdown, foi muito bem aceita.

Sugestões de Melhorias

- O suporte à tarefas compartilhadas (sugestão #8) também foi muito bem aceita.
- Por outro lado, as sugestões que têm algum tipo de relação com a interface das FGRMs (sugestões #6, #4, #3 e #2) foram consideradas como mais “fácil” de implementar.

Estudo sobre as Funcionalidades

- Uma ameaça à validade do trabalho está no processo de seleção das ferramentas.
- Como a extração dos dados dos Cartões foi realizada de forma manual pode ter ocorrido algum tipo de equívoco no processo, como por exemplo a não coleta de algum dado de determinada ferramenta por algum descuido.
- A classificação dos cartões pode ter ocorrido uma classificação de forma incorreta o que pode acarretar em limitação dos resultados apresentados.

Mapeamento Sistemático da Literatura

- É possível que as perguntas de discussões com membros do projeto e especialistas em Manutenção de Software foram realizadas para validar as perguntas.
- A forma que as sentenças de busca foram estruturadas pode não ser a mais otimizada para pesquisa do maior número de documentos relevantes.

Mapeamento Sistemático da Literatura

- É possível que as perguntas de discussões com membros do projeto e especialistas em Manutenção de Software foram realizadas para validar as perguntas.
- A forma que as sentenças de busca foram estruturadas pode não ser a mais otimizada para pesquisa do maior número de documentos relevantes.

Levantamento com Desenvolvedores

- Uma ameaça à validade deste trabalho está no número de respondentes da pesquisa.
- A amostragem de conveniência implica que as generalizações são limitadas já que a amostra pode não representar a população.
- Não temos garantias que as regras para seleção de participantes resultaram em um conjunto bem representativo da população.

Sugestões de Melhorias

- O total de participantes não nos permite extrapolar os resultados para todos os contextos em que as FGRMs estão inseridas.
- A utilização de apenas projetos públicos hospedados no Github pode ter causado algum tipo de direcionamento, como por exemplo foco em projetos de código aberto.
- A estrutura das perguntas do formulário pode ter causado impacto na quantidade de respostas ou na opção escolhida pelos participantes.

Conclusão e Trabalhos Futuros

- A contribuição deste trabalho de dissertação está na proposição de melhorias para as FGRMs tomando como base a literatura da área e a opinião de profissionais envolvidos em Manutenção de Software.
- Em algumas plataformas, tais como o Github e o Gitlab, foi possível perceber a tendência em que não existe uma clara separação entre o gerenciamento das RMs e o controle de versão do código.

Conclusão e Trabalhos Futuros

- Foi possível verificar um desacoplamento entre as necessidades dos desenvolvedores e o que está sendo proposto na literatura.
- Percebemos que os profissionais consultados estão satisfeitos com as funcionalidades oferecidas. Todavia, a nossa visão é que existem muitos outros comportamentos que poderiam ser acoplados a este tipo de software de modo a melhorar as atividades de manter e evoluir um software.

Conclusão e Trabalhos Futuros

- As metodologias propostas pelos agilistas vêm sendo adotadas por algumas equipes de manutenção de software. As FGRMs poderiam implantar funcionalidades com o objetivo de suportar algumas destas práticas.
- Entendemos que seria importante a condução de um novo trabalho com o objetivo de descrever e avaliar os papéis realizados no processo de manter um software.

Conclusão e Trabalhos Futuros

- Entendemos que seria importante a realização de um estudo com o objetivo de melhorar a organização dos conceitos da área de Manutenção de Software, em especial sobre as RMs e FGRMs.
- O processo de criação de RMs poderia ser melhorado com a utilização de uma interface que utilize um *chatbot* [Mauldin, 1994, Huang et al., 2007], permitindo a criação iterativa de uma RM.

Dúvidas?

References I

[Baysal and Holmes, 2012] Baysal, O. and Holmes, R. (2012).
A Qualitative Study of Mozillas Process Management Practices.
David R. Cheriton School of Computer Science, University of Waterloo, Waterloo, Canada, Tech. Rep. CS-2012-10.

References II

[Baysal et al., 2013] Baysal, O., Holmes, R., and Godfrey, M. W. (2013).
Situational awareness: Personalizing issue tracking systems.
In *Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering*, ICSE '13, pages 1185–1188, Piscataway, NJ, USA. IEEE Press.

References III

[Bertram et al., 2010] Bertram, D., Voida, A., Greenberg, S., and Walker, R. (2010). Communication, collaboration, and bugs: The social nature of issue tracking in small, collocated teams. In *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, CSCW '10, pages 291–300, New York, NY, USA. ACM.

References IV

[Bettenburg et al., 2008] Bettenburg, N., Just, S., Schröter, A., Weiss, C., Premraj, R., and Zimmermann, T. (2008).
What makes a good bug report?
In *Proceedings of the 16th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of software engineering*, pages 308–318. ACM.

References V

[Breu et al., 2010] Breu, S., Premraj, R., Sillito, J., and Zimmermann, T. (2010).
Information needs in bug reports: Improving cooperation between developers and users.
In *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, CSCW '10, pages 301–310, New York, NY, USA. ACM.

References VI

[Cavalcanti et al., 2013] Cavalcanti, Y. C., Neto, P. A. d. M. S., Lucrédio, D., Vale, T., de Almeida, E. S., and de Lemos Meira, S. R. (2013).
The bug report duplication problem: an exploratory study.
Software Quality Journal, 21(1):39–66.

References VII

[de Mello et al., 2014] de Mello, R. M., da Silva, P. C., Runeson, P., and Travassos, G. H. (2014). Towards a framework to support large scale sampling in software engineering surveys. In *Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, page 48. ACM.

References VIII

[Huang et al., 2007] Huang, J., Zhou, M., and Yang, D. (2007).
Extracting chatbot knowledge from online discussion forums.
In *IJCAI*, volume 7, pages 423–428.

[IEEE, 1990] IEEE (1990).
IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.
IEEE Std 610.12-1990, pages 1–84.

References IX

[ISO/IEC, 2006] ISO/IEC (2006).
International Standard - ISO/IEC 14764 IEEE Std 14764-2006 Software Engineering 2013; Software Life Cycle Processes 2013; Maintenance.
ISO/IEC 14764:2006 (E) IEEE Std 14764-2006 Revision of IEEE Std 1219-1998), pages 01–46.

References X

[Just et al., 2008] Just, S., Premraj, R., and Zimmermann, T. (2008).
Towards the next generation of bug tracking systems.
In *2008 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, pages 82–85. IEEE.

References XI

[Kaur and Singh, 2015] Kaur, U. and Singh, G. (2015).
A review on software maintenance issues and how to reduce maintenance efforts.
International Journal of Computer Applications, 118(1).

References XII

[Keele, 2007] Keele, S. (2007).
Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
In *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.

[Kononenko et al., 2014] Kononenko, O., Baysal, O., Holmes, R., and Godfrey, M. W. (2014).
Dashboards: Enhancing developer situational awareness.

References XIII

In *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*, ICSE Companion 2014, pages 552–555, New York, NY, USA. ACM.

[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.

References XIV

[Lientz and Swanson, 1980] Lientz, B. P. and Swanson, E. B. (1980).
Software Maintenance Management.
Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA.

[Maiden and Rugg, 1996] Maiden, N. A. and Rugg, G. (1996).
Acre: selecting methods for requirements acquisition.
Software Engineering Journal, 11(3):183–192.

References XV

[Mauldin, 1994] Mauldin, M. L. (1994).
Chatterbots, tinymuds, and the turing test: Entering the loebner prize competition.
In *AAAI*, volume 94, pages 16–21.

[McGee and Greer, 2009] McGee, S. and Greer, D. (2009).
A software requirements change source taxonomy.

References XVI

In *Software Engineering Advances, 2009. ICSEA'09. Fourth International Conference on*, pages 51–58. IEEE.

[Petersen et al., 2008] Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., and Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *EASE'08 Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pages 68–77.

References XVII

[Petersen et al., 2015] Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015).
Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update.
Information and Software Technology, 64:1–18.

[Polo et al., 1999] Polo, M., Piattini, M., Ruiz, F., and Calero, C. (1999).
Roles in the maintenance process.
ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 24(4):84–86.

References XVIII

[Rocha et al., 2015] Rocha, H., Oliveira, G., Marques-Neto, H., and Valente, M. T. (2015). Nextbug: a bugzilla extension for recommending similar bugs. *Journal of Software Engineering Research and Development*, 3(1).

[Serrano and Ciordia, 2005] Serrano, N. and Ciordia, I. (2005). Bugzilla, itracker, and other bug trackers. *IEEE Software*, 22(2):11–13.

References XIX

[Singh and Chaturvedi, 2011] Singh, V. and Chaturvedi, K. K. (2011).
Bug tracking and reliability assessment system (btras).
International Journal of Software Engineering and Its Applications, 5(4):1–14.

References XX

[Thung et al., 2014] Thung, F., Le, T.-D. B., Kochhar, P. S., and Lo, D. (2014).
Buglocalizer: Integrated tool support for bug localization.
In *Proceedings of the 22Nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering*, FSE 2014, pages 767–770, New York, NY, USA. ACM.

References XXI

[Tripathy and Naik, 2015] Tripathy, P. and Naik, K. (2015).
Software Evolution and Maintenance.
Wiley.

[Wohlin et al., 2012] Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., and Wesslén, A. (2012).
Experimentation in software engineering.
Springer Science & Business Media.

References XXII

[Zimmermann et al., 2009] Zimmermann, T., Premraj, R., Sillito, J., and Breu, S. (2009). Improving bug tracking systems. In *ICSE Companion*, pages 247–250. Citeseer.