

# 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

Atividades

# Agenda

---

Contexto

Problema

Objetivos

Atividades

Resultados

# Agenda

---

Contexto

Problema

Objetivos

Atividades

Resultados

Discussão

# Agenda

---

Contexto

Problema

Objetivos

Atividades

Resultados

Discussão

Ameaças à Validade



# Agenda

---

Contexto

Problema

Objetivos

Atividades

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.

# [Contexto] 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].

# [Contexto] 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.

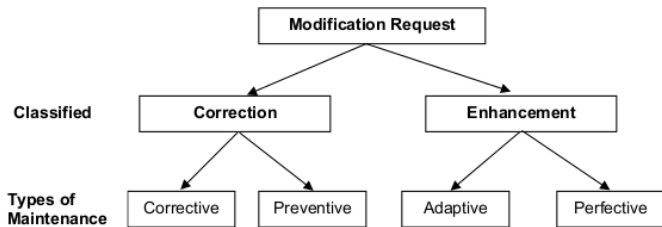
# [Contexto] Tipos de Manutenção de Software

---

- ▶ 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.

# [Contexto] Tipos de Manutenção em Software

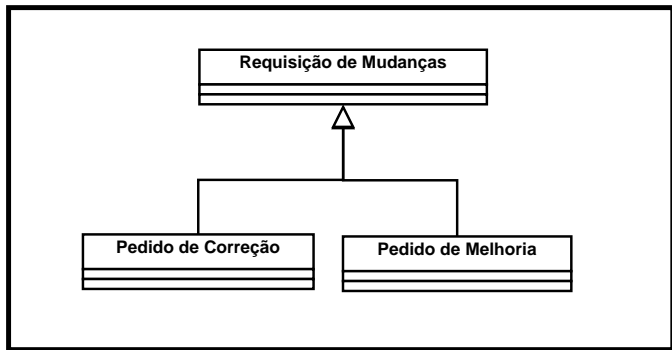
---



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

# [Contexto] Modelo Conceitual de uma RM

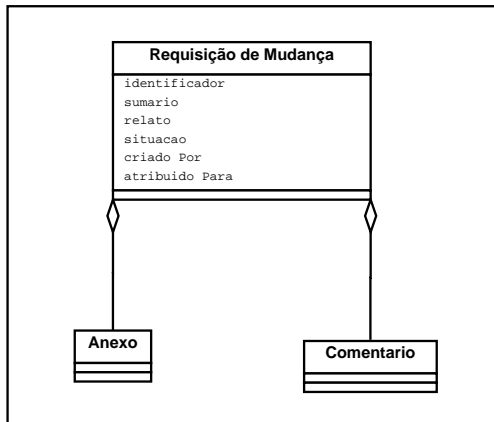
---



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

# [Contexto] Atributos de uma RM

---



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



# [Contexto] Exemplo de uma RM

The screenshot shows a bug report titled "Bug 205832 - Dead Lock in DeltaProcessor.resourceChanged". The report includes fields for Status (NEW), Severity (Critical), Component (Core), Version (3.6), Hardware (PC Windows Vista), and a description of the issue. It also shows the reporter (Jens Domagala), the date (2010-03-15), and the assignee (Jens Domagala). The report is categorized under "Eclipse IDE" and "Core".

Annotations on the screenshot:

- 1: Identificador
- 2: Sumário
- 3: Situação
- 4: Criado Por
- 5: Atribuído Para
- 6: Anexo
- 7: Relato
- 8: Comentário

Figura 4: RM do Projeto Eclipse

# [Contexto] Problemas e Desafios Relacionados com as RMs

---

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

# [Contexto] 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

# [Contexto] Volume de RMs do Editor Emacs

---

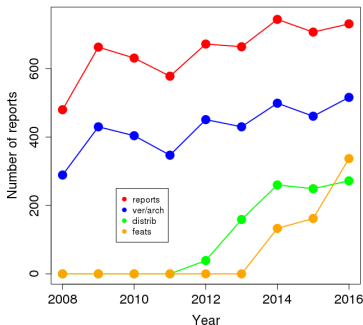


Figura 5: Número de RMs por ano<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup><https://debugs.gnu.org/stats/emacs.html>

# [Contexto] 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** proporcionam um espaço único onde as partes interessadas podem registrar as falhas e as melhorias [Serrano and Ciordia, 2005].

# [Contexto] Exemplos de FGMRs

---



Figura 6: Exemplos de FGMRs disponíveis comercialmente ou por código aberto.

# [Contexto] Além do Gerenciamento de RMs

---

- ▶ As FGRRMs gerenciam RMs e também:
  - ▶ Proporciona um ponto central para a comunicação e coordenação [Bertram et al., 2010].
  - ▶ Possibilita a participação do processo de solução das RMs [Breu et al., 2010].
  - ▶ Auxilia em atividades tais como [Cavalcanti et al., 2013]:
    - ▶ estimativa de custo
    - ▶ planejamento do projeto
    - ▶ extração de conhecimento

# Problema

---

- ▶ Desacoplamento das funcionalidades das FGRLMs 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].
- ▶ Extensões (plugins) 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) analisar as funcionalidades oferecidas por este tipo de ferramenta;
  - (ii) mapear as melhorias para as FGRMs que estão sendo propostas na literatura;
  - (iii) verificar como os profissionais avaliam as funcionalidades das ferramentas que têm contato;
  - (iv) propor melhorias para as funcionalidades das FGRMs.

# Atividades

---

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

# [Atividades] Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

---

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

# [Atividades] Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

---

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

# [Atividades] 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].

# [Atividades] Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

---

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

# [Atividades] 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?

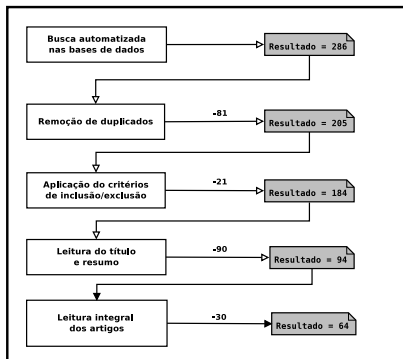
# [Atividades] Mapeamento Sistemático da Literatura

---

- ▶ 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].



# [Atividades] Mapeamento Sistemático da Literatura



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

# [Atividades] 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?

# [Atividades] Levantamento com Desenvolvedores

---

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

# [Atividades] Levantamento com Desenvolvedores

---

- ▶ Fonte de Amostragem corresponde a um banco de dados em que um subconjunto válido da população pode ser recuperado. [de Mello et al., 2014].

Identificador	Fonte de Amostragem	URL
FA01	Python	<a href="https://bugs.python.org/">https://bugs.python.org/</a>
FA02	Stack Overflow	<a href="https://stackoverflow.com">https://stackoverflow.com</a>

**Tabela 1:** Fontes de Amostragem utilizadas no estudo

# [Atividades] Levantamento com Desenvolvedores

---

- ▶ Formulário preenchido por 85 participantes

<b>Função Desempenhada</b>	<b>Total</b>
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

# [Atividades] 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 FG RM [Zimmermann et al., 2009, Bettenburg et al., 2008, Singh and Chaturvedi, 2011].

# [Atividades] Sugestões de Melhorias

---

- ▶ Propostas melhorias nomeadas como Sugestão #1 até Sugestão #8.
- ▶ Avaliadas com um levantamento com profissionais que contribuem em projetos 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.

# [Atividades] Implementação de Extensão

---

- ▶ Implementação da Sugestão #1 na plataforma Github.
- ▶ Cliente para API do Github<sup>2</sup> 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.

<sup>2</sup><https://api.github.com/>



# [Atividades] Implementação de Extensão

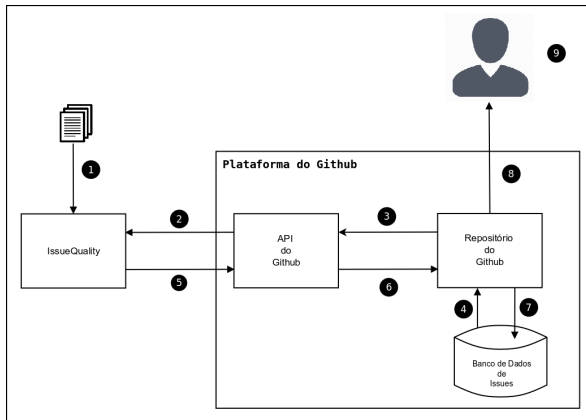


Figura 8: Visão geral do funcionamento da extensão *IssueQuality*

# [Resultados] Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

---

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

**Tabela 4:** Ferramentas utilizados no estudo sobre funcionalidades das FGRMs

# [Resultados] Estudo sobre as funcionalidades das FGRMs

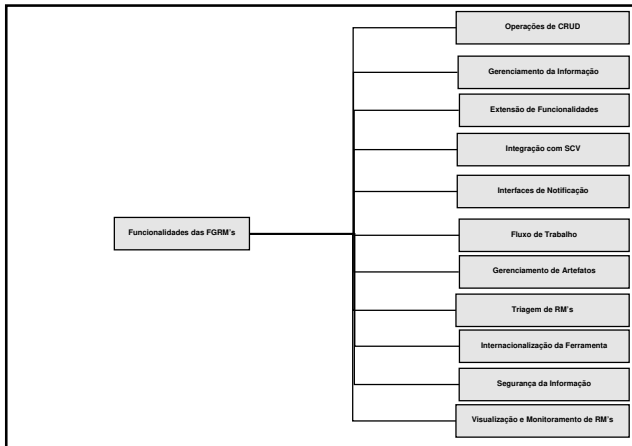
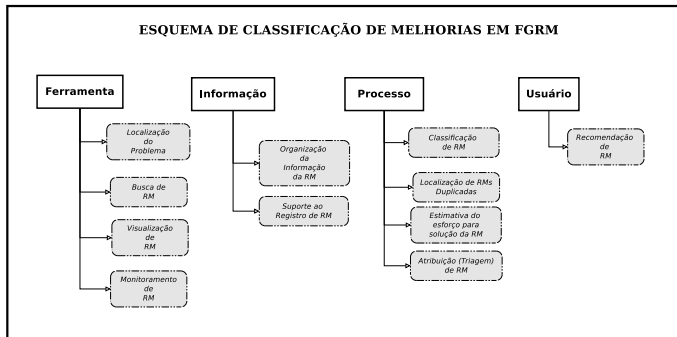


Figura 9: Modelo de funcionalidades básicas das FGRMs

# [Resultados] 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.

# [Resultados] 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

# [Resultados] Levantamento com Desenvolvedores

---

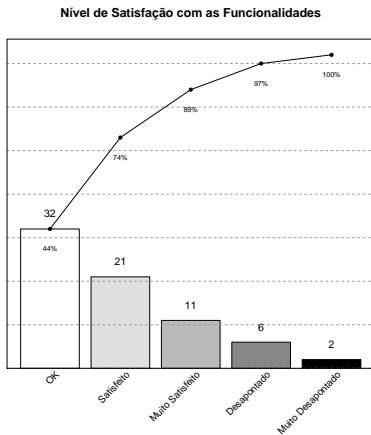
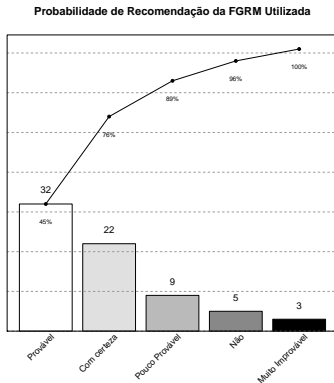


Figura 11: Nível de satisfação com as Ferramentas

# [Resultados] Levantamento com Desenvolvedores

---



**Figura 12:** Probabilidade de Recomendação da Ferramenta Utilizada

# [Resultados] Levantamento com Desenvolvedores

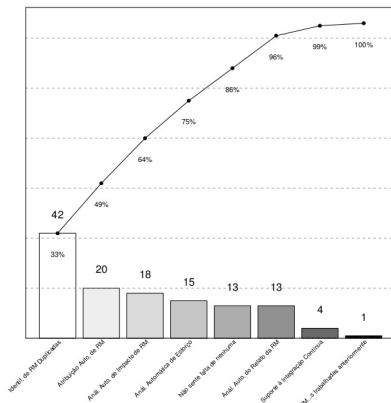


Figura 13: Funcionalidades que o participantes sentem falta.



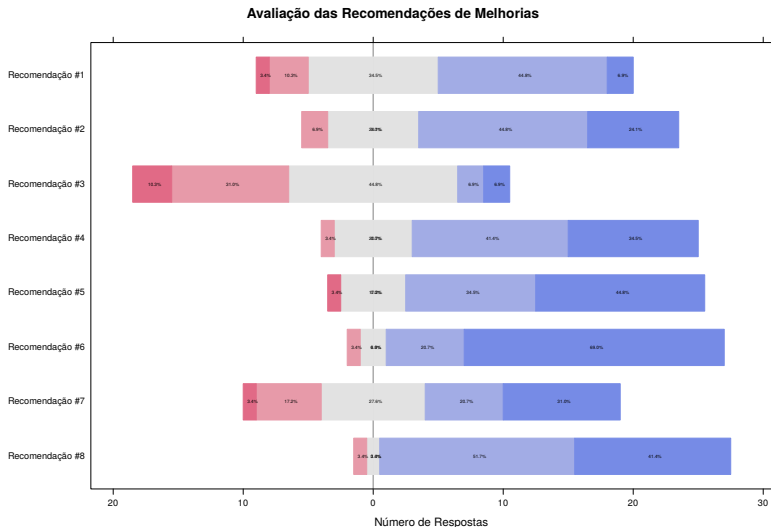
# [Resultados] Levantamento com Desenvolvedores

---

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.

# [Resultados] Sugestões de Melhorias



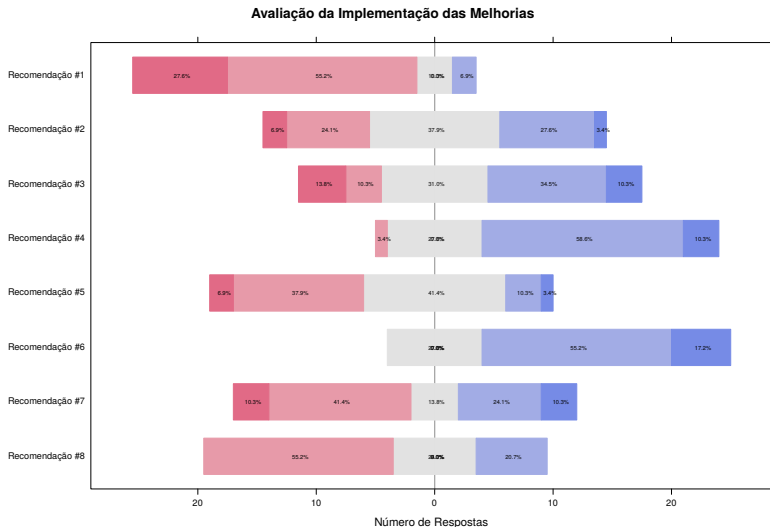
# [Resultados] Sugestões de Melhorias

---

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

Tabela 7: Ranking das sugestões propostas

# [Resultados] Sugestões de Melhorias



# [Resultados] 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.

# [Discussão] Estudo sobre as Funcionalidades

---

- ▶ As FGRMs evoluíram da gerência simples de RMs para colaborar no processo de desenvolvimento e manutenção do software.
- ▶ Seria importante que as FGRMs incorporassem outros comportamentos: busca de duplicados, melhoria da qualidade do relato e atribuição e classificação automatizadas das RMs.

# [Discussão] 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.
- ▶ Total de 10 estudos foram implementados como extensões ou protótipos, este número poderia ser maior.

# [Discussão] Mapeamento Sistemático da Literatura

---

- ▶ Prevalência de estudos com foco no papel de *Agente de Triage*. 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.



# [Discussão] 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.

# [Discussão] 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.

## [Discussão] 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.

# [Ameaças à Validade] 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 falhas o que pode acarretar em limitação dos resultados apresentados.

# [Ameaças à Validade] Mapeamento Sistemático da Literatura

---

- ▶ É possível que as perguntas de pesquisa definidas possam não abranger completamente o campo de investigação sobre as funcionalidades das FGRLs.
- ▶ As sentenças de busca podem não ser as mais adequadas para a pesquisa do maior número de documentos relevantes.

# [Ameaças à Validade] 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.

# [Ameaças à Validade] 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

# Conclusão e Trabalhos Futuros

---

- ▶ A contribuição deste trabalho de dissertação está na proposição de melhorias para as FGRLs tomando como base a literatura da área e a opinião de profissionais.
- ▶ 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 RLs 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.
- ▶ As metodologias propostas pelos agilistas vêm sendo adotadas por algumas equipes de manutenção de software. As FGRRMs poderiam implantar funcionalidades com o objetivo de suportar algumas destas práticas.

# Conclusão e Trabalhos Futuros

---

- ▶ 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.
- ▶ 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 FGRLMs.

# Conclusão e Trabalhos Futuros

---

- ▶ 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.

# Disponibilidade dos Dados e Artefatos

---

- ▶ Os dados e artefatos utilizados neste trabalho de dissertação estão disponíveis em `https://goo.gl/bj3pBY`

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

# References XV

---

[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 XVI

---

[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 XVII

---

- [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 XVIII

---

- [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 XIX

---

[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 XX

---

[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 XXI

---

- [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.