

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
JONAS MARIA CHAGAS

**UM PLANO DE MEDIÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE RESOLUÇÃO
DE PROBLEMAS DO CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

Alegrete

2016

JONAS MARIA CHAGAS

**UM PLANO DE MEDIÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE RESOLUÇÃO
DE PROBLEMAS DO CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: João Pablo Silva da Silva

Alegrete

2016

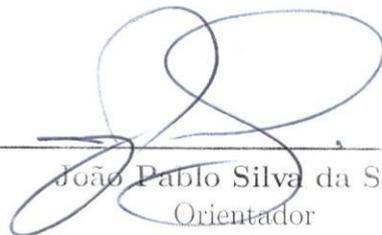
Jonas Maria Chagas

Um Plano de Medição para as Disciplinas de Resolução de Problemas do Curso de Engenharia de Software

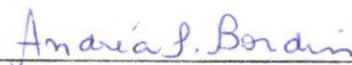
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 02 de DEZEMBRO de 2016.

Banca examinadora:



João Pablo Silva da Silva
Orientador



Andrea Sabedra Bordin
UNIPAMPA



Jean Felipe Patikowski Cheiran
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço minha mulher Andréa Lourenzi e minha filha Manuela L. Chagas, pois sempre me ajudaram e principalmente entenderam as situações vividas ao longo do curso. Minha mãe Claudina e meu pai João Alberto pelo incentivo a estudar e por sempre acreditarem no meu potencial. Meus irmãos que me apoiaram na escolha de trocar de ramo no mercado de trabalho.

Agradeço meu orientador João Pablo por ter me guiado ao longo desse trabalho com seu conhecimento, experiência e paciência. Certamente sem sua motivação não teria conseguido concluir o trabalho.

Agradeço aos colegas que me ajudaram ao longo do curso como Luiz Paulo, Wolleson, Analice Trevisan, Anne Escarrone, Bruno Medeiros, Pedro Sebastian, Professor Douglas Giordano, e aos demais amigos que sempre acreditaram em mim.

RESUMO

O curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa contém em sua grade curricular o componente Resolução de Problemas, que implementa em sua metodologia o método de ensino/aprendizagem Aprendizado Baseado em Problemas. Atualmente, o processo de gestão do componente não possui medidas definidas para prover suporte a melhoria contínua do componente e as possíveis tomadas de decisões. Com isso, o objetivo desse trabalho é estabelecer um plano de medição e análise para as disciplinas de Resolução de Problemas que possa prover suporte ao processo de gestão do componente, através das medidas definidas e indicadores. O plano vai beneficiar não somente a coordenação do curso, mas também os professores que irão dispor de indicadores para tomadas de decisões ao longo da execução do componente. Para definição do plano de medição, foi seguida a metodologia do Goal Question Metric, a qual fornece um maior suporte para definição de medidas, através da inserção de perguntas que ligam medidas as metas. O plano de medição foi verificado desde a sua concepção até a definição das medidas pela equipe de projeto. Também foi validado de duas formas: através de um período piloto e da avaliação realizada pelos professores. Com os resultados do piloto foi possível identificar que a turma avaliada não estava atingindo a meta de avaliação da atitude ativa do discente, estava atingindo a meta de trabalho colaborativo e estava atingindo parcialmente a meta de estabelecimento entre teoria e prática. Já a avaliação realizada pelos professores foi através de 4 inferências sobre plano de medição e para interpretação dos resultados foi utilizado a mediana das respostas que: confirmam que as medidas avaliadas possuem uma forma adequada de coleta, são indiferentes da forma de armazenamento das medidas avaliadas, concordam que as medidas avaliadas são importantes para o plano e concordam que os indicadores apresentados são representativos. Com isso, através dos resultados do piloto e das avaliações realizadas pode-se concluir que o objetivo deste trabalho foi atingido, pois foram definidas medidas específicas que possuem valor ao componente e também foram definidos indicadores bem representativos para suporte a coordenação do curso e aos professores na tomada de decisão.

Palavras-chave: ABP, plano de medição, GQM, melhoria de processo.

ABSTRACT

The Software Engineering course of Universidade Federal do Pampa has in its course curriculum the Problem Solving component, which implements in its methodology the method of teaching/learning Learning Based on Problems. Currently, the component management process do not have defined measures to provide assistance to the continuous improvement of the component and the possible decision-making. Based on this context, the objective of this work is to establish a mediation and analysis plan for the Problem Solving components that can provide support to the component management process, through defined measures and indicators. The plan is going to benefit not only the course administration but also the professors that will have indicators to make decision though the component execution. For the definition of the mediation plan, the Goal Question Metric methodology was followed, which provides a larger support to the measures definition, through the insertion of questions that connects the measures to the goals. The mediation plan was verified since its conception until the measures definition by the project team. It was also verified on two perspectives: through a pilot period and the evaluation done by the professors. The results from the pilot made it possible to identify that the evaluated class was not reaching the student active attitude evaluation goal, was reaching the collaborative work goal and was partially reaching the establishment between theoretical and practical goal. The evaluation done by the professors was accomplished through 4 inferences about the mediation plan, and for the results interpretation it was used the median of the answers that: confirm that the evaluated measures have an appropriate form of collecting, are indifferent to the storage form of the evaluated measures, agree that the evaluated measures are important to the plan and agree that the indicators presented are representatives. Therewith, through the results of the pilot and the evaluation performed, it can be conclude that the objective of this work was reached because specific measures that have value to the component were defined and also well representative indicators were defined in order to aid the course administration on the component management process.

Key-words: PBL, mediation plan, GQM, process improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo de Aprendizagem de Aprendizado Baseado em Problemas (ABP).	25
Figura 2 – Ciclo Plan do check action (PDCA).	27
Figura 3 – Área de Processo de Medição e Análise do Capability Maturity Model Integration (CMMI).	28
Figura 4 – Paradigma Goal Question Metric (GQM).	29
Figura 5 – Definição de Questões.	32
Figura 6 – Metas GQM relacionadas ao objetivo de melhoria.	46
Figura 7 – Grafo da Meta 1 - Metas, Questões e Medidas definidas.	50
Figura 8 – Grafo da Meta 2 - Metas, Questões e Medidas definidas.	50
Figura 9 – Grafo da Meta 3 - Metas, Questões e Medidas definidas.	51
Figura 10 – Indicador 1 referente a Meta 1 - Atitude Ativa.	62
Figura 11 – Indicador 2 referente a Meta 2 - Trabalho Colaborativo.	63
Figura 12 – Indicador 3 referente a Meta 3 - Relação Teoria e Prática.	64
Figura 13 – Resultado do piloto para Meta 1.	66
Figura 14 – Resultado do piloto para Meta 2.	66
Figura 15 – Resultado do piloto para Meta 3.	66
Figura 16 – Avaliações dos professores.	68
Figura 17 – <i>Template</i> de coleta e armazenamento para a medida M 1.1.1.	75
Figura 18 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 1.1.2	75
Figura 19 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 1.1.3	76
Figura 20 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 1.1.4	76
Figura 21 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 1.3.1	76
Figura 22 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 1.3.2	77
Figura 23 – <i>Template</i> de coleta e armazenamento para a medida M 2.1.1.	77
Figura 24 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 2.1.2	77
Figura 25 – <i>Template</i> de coleta e armazenamento para a medida M 2.1.3	78
Figura 26 – <i>Template</i> de coleta e armazenamento para a medida M 2.2.1	78
Figura 27 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 2.2.2	78
Figura 28 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 2.3.1	79
Figura 29 – <i>Template</i> de coleta e armazenamento para a medida M 3.1.1	79
Figura 30 – <i>Template</i> de armazenamento para a medida M 3.3.1	79
Figura 31 – Instrumento Auxiliar de Coleta	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Template GQM	31
Tabela 2 – Artigos Selecionados	38
Tabela 3 – Equipe GQM	43
Tabela 4 – Equipe de Projeto	43
Tabela 5 – Questionário inicial sobre o processo de Resolução de Problemas (RP)	44
Tabela 6 – Exemplo da tabulação das palavras-chave referentes a atitude ativa do discente	45
Tabela 7 – Sugestões e observações dos entrevistados, relacionados ao trabalho colaborativo.	47
Tabela 8 – Questões definidas para Meta 1.	47
Tabela 9 – Questões definidas para Meta 2.	47
Tabela 10 – Questões definidas para Meta 3.	48
Tabela 11 – Questões priorizadas para Meta 1.	48
Tabela 12 – Questões priorizadas para Meta 2.	49
Tabela 13 – Questões priorizadas para Meta 3.	49
Tabela 14 – Questões refatoradas para Meta 3.	49
Tabela 15 – Normalização dos dados quantitativos da Meta 1.	58
Tabela 16 – Normalização dos dados quantitativos da Meta 2.	58

LISTA DE SIGLAS

ABP Aprendizado Baseado em Problemas

CMMI Capability Maturity Model Integration

ES Engenharia de Software

GQM Goal Question Metric

PDCA Plan do check action

PPC Projeto Político-Pedagógico de Curso

RP Resolução de Problemas

UNIPAMPA Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Motivação	19
1.2	Objetivos	20
1.3	Metodologia do Trabalho	20
1.4	Organização do Documento	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Metodologias de Ensino/Aprendizagem	23
2.1.1	Aprendizado Baseado em Problemas	24
2.2	Melhoria de Processos	26
2.2.1	Medição e Análise	26
2.2.2	Goal Question Metric	29
2.2.2.1	Fase de Planejamento	29
2.2.2.2	Fase de Definição	31
2.2.2.3	Fase de Coleta de dados	33
2.2.2.4	Fase de Interpretação	34
2.3	Lições do Capítulo	34
3	TRABALHOS RELACIONADOS	37
3.1	Metodologia do Mapeamento Sistemático	37
3.2	Resultados do Mapeamento Sistemático	38
3.2.1	Em qual contexto/cenário foi utilizado a abordagem GQM?	38
3.2.2	Quais são as estratégias mais utilizadas em conjunto com o GQM?	39
3.2.3	Quais as principais contribuições/resultados que o GQM trouxe na aplicação?	40
3.3	Lições Aprendidas	41
4	FASES DE PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO	43
4.1	Fase de Planejamento	43
4.2	Fase de Definição	44
4.2.1	Definição das Metas	45
4.2.2	Definição das Questões	46
4.2.2.1	Priorização de Questões	48
4.2.3	Definição das Medidas	49
4.2.3.1	Medidas Simples	51
4.2.3.2	Medidas Compostas	58

4.2.3.3	Indicadores	61
4.3	Lições do Capítulo	63
5	FASES DE COLETA E INTERPRETAÇÃO	65
5.1	Fase de Coleta de Dados	65
5.1.1	Resultados do Período Piloto	65
5.1.2	Resultados da Avaliação dos Professores	67
5.2	Lições do Capítulo	67
6	CONCLUSÕES	69
6.1	Contribuições	69
6.2	Trabalho Futuros	70
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICES	73
	APÊNDICE A – APÊNDICE A - TEMPLATES DE COLETA E AR- MAZENAMENTO	75

1 INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia de Software (ES) é ofertado pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), que possui o objetivo de buscar a formação qualificada de novos profissionais da área de tecnologia da informação, mais alinhada as necessidades de mercado, abordando tanto a teoria quanto a prática em metodologias e técnicas da computação no desenvolvimento de sistemas de software (SOFTWARE, 2015). O curso possui uma metodologia de ensino diferenciada, que busca promover estratégias pedagógicas que enfatizem a busca e a construção do conhecimento (SOFTWARE, 2015). Neste sentido, além de metodologias tradicionais, o curso promove a inserção da metodologia construtivista através da implementação do método Aprendizado Baseado em Problemas ABP no componente curricular Resolução de Problemas (RP).

O ABP possui dentre suas características a inserção de um problema real para resolução em sala de aula e o papel ativo do aluno em busca do conhecimento teórico que são alguns dos motivadores para adoção do método pelo curso de ES, pois o aluno está resolvendo um problema real e sempre motivado a pesquisa de novos conteúdos (SOFTWARE, 2015).

Já as RPs são componentes curriculares interdisciplinares que objetivam desenvolver nos discentes a capacidade de resolver problemas a partir do conhecimento adquirido previamente, da busca por novos conhecimentos e do trabalho colaborativo (SOFTWARE, 2015). RP possui objetivos de aprendizagem, metodologia de execução e responsabilidades bem definidos. Por ser um componente curricular estratégico para o curso de ES, RP deve ter alguma forma de suporte ao processo de gestão do componente curricular, que vise transparecer o que ocorre em seu ambiente de execução.

1.1 Motivação

O processo de gestão de RP deve ser monitorado e controlado para proporcionar a melhoria contínua em busca do aumento de qualidade, pois segundo Pressman (2011) a medida que as organizações trabalham para melhorar suas práticas de gestão, devem resolver seus pontos fracos do processo e melhorá-los a partir disso, aumentando a sua qualidade.

Atualmente, RP não possui medidas definidas que deem suporte ao processo de gestão de RP. Alguns professores buscam utilizar instrumentos que possam identificar alguns aspectos comportamentais do aluno, porém essas verificações não são a

melhor maneira de se possuir indicadores sobre o componente, pois não é algo formalizado, não possui aspectos definidos que possam ser reutilizados em outras edições do componente e principalmente são utilizadas com o intuito de avaliar o aluno.

A coordenação do curso de ES também não possui medidas que possam contribuir para o suporte a gestão do curso no que tange a transparência e ao atendimento dos objetivos de aprendizagem do componente curricular. Isso se torna um problema no que diz respeito a qualidade do componente, uma vez que sem possuir conhecimento sobre a execução do componente, não se pode realizar melhorias no mesmo. Segundo Pressman (2011), a única maneira racional de melhorar qualquer processo é medir e avaliar atributos específicos do mesmo, ou seja, definir medidas significativas para o processo e utilizá-las para fornecer indicadores que possam dar suporte a uma estratégia ou aperfeiçoamento. Com as medidas é possível ter suporte através de indicadores a possíveis tomadas de decisões.

1.2 Objetivos

O objetivo do nosso trabalho é definir um plano de medição e análise que dê suporte ao processo de gestão de RP pela coordenação do curso de ES. O plano vai sistematizar o gerenciamento, identificar medidas relevantes e conseqüentemente dar suporte a coordenação do curso em relação a gestão do processo de RP. O plano também vai beneficiar outros envolvidos, como os professores que vão ter disponíveis indicadores reais da turma em tempo de execução da disciplina, o que ajuda a tomada de decisão. A partir do plano de medição, a cultura de medição pode ser mantida no processo, o que acarreta na melhoria contínua do processo. Os objetivos específicos do nosso trabalho são:

- Identificar metas de medição que remetam ao objetivo de melhoria do processo de RP;
- Prover um conjunto de medidas para suporte a gestão do processo de execução de RP;
- Prover meios para coleta, armazenamento, cálculo e análise das medidas.

1.3 Metodologia do Trabalho

Começamos nosso trabalho investigando o estado da prática da utilização do GQM no contexto industrial. Utilizamos um mapeamento sistemático para nos ajudar na organização das buscas e filtragem de artigos. Estudamos conceitos ligados ao nosso trabalho, como Medição e Análise de Processos, GQM e ABP.

Iniciamos a execução do GQM a partir da fase de planejamento, onde planejamos nosso início de trabalho. Após partimos para fase de definição do GQM onde trabalhamos nas definições do objetivo de melhoria, metas GQM, questões GQM e medidas. Estabelecemos a forma de armazenamento de cada medida. Definimos os indicadores que são utilizados para análise dos resultados de coleta. Criamos os *templates* de coleta das medidas no repositório de armazenamento. Estabelecemos um período para execução do piloto das medidas a fim de validarmos no ambiente de execução. Por fim, coletamos os artefatos e avaliações para registrarmos nosso trabalho de conclusão de curso.

1.4 Organização do Documento

Nosso trabalho está organizado nos seguintes capítulos:

- **Capítulo 2 - Fundamentação Teórica:** abordamos todos conceitos ligados ao nosso trabalho do ponto de vista de alguns autores e pesquisadores;
- **Capítulo 3 - Trabalhos Relacionados:** apresentamos o estado da prática da aplicação do GQM no contexto industrial;
- **Capítulo 4 - Fase de Planejamento e Definição:** apresentamos a execução do GQM e o plano de medição definido;
- **Capítulo 5 - Fase de Coleta e Interpretação:** relatamos o período piloto executado e seus resultados;
- **Capítulo 6 - Conclusões:** apresentamos nossas conclusões e potenciais trabalhos futuros;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentamos os conceitos teóricos abordados na realização do nosso trabalho. Na seção 2.1 abordamos Metodologias de Ensino/Aprendizagem, especificamente dois métodos diferentes de Ensino/Aprendizagem aplicados no Brasil. E na seção 2.2 apresentamos os conceitos sobre Melhoria de Processos e como a área ajuda na otimização de processos. Apresentamos um método que apoia a compreensão e a melhoria de processos. Por fim na seção 2.3 apresentamos as lições do capítulo.

2.1 Metodologias de Ensino/Aprendizagem

Métodos de Ensino/Aprendizagem são abordagens pedagógicas que são implementados para atingirem os objetivos de aprendizado em relação a um conteúdo específico (LEÃO, 1999). Existem vários métodos de ensino/aprendizagem, porém vamos citar dois em específico: o método Tradicional e o método Construtivista.

No método Tradicional de ensino a ênfase está na transmissão dos conhecimentos pelo docente (LEÃO, 1999), ou seja, consiste principalmente no aluno ser o sujeito passivo no processo de ensino/aprendizagem, normalmente recebendo os conhecimentos teóricos por meio de aula expositiva. Leão (1999) cita algumas das características:

- a exposição e a análise do conhecimento transmitido são realizados pelo docente;
- no relacionamento docente-aluno predomina a autoridade do docente no período de sala de aula;
- o método de transmissão de conhecimento aplicado baseia-se na aula expositiva.

Existem algumas implementações do método tradicional de ensino, entre eles o Expositivo. O método Expositivo implementa todos atributos que o paradigma Tradicional de ensino/aprendizagem possui, ou seja, tem no docente a figura principal da aula o qual tem o objetivo de transmitir os conhecimentos que possui, sendo ele o responsável pelo aprendizado dos alunos (SANTOS, 2014). Essa é a principal diretriz do método que vem sendo criticado nos últimos anos, porém ainda continua como um dos métodos de ensino mais utilizados nos estabelecimentos de ensino do Brasil (SANTOS, 2014).

O método Construtivista prega exatamente o inverso do Tradicional, onde o aluno é o agente da sua própria formação (SANTOS, 2014), ou seja, o aluno é o sujeito ativo da aula, ele possui a responsabilidade de adquirir o seu próprio conhecimento, podendo ser através do docente ou por materiais didáticos. O docente tem o papel de facilitador e deve dar condições para que o aluno consiga se desenvolver, ensinando como buscar informações nos diversos meios disponíveis (SANTOS, 2014). Leão (1999) cita algumas das características:

- o aluno possui papel ativo na aula e o docente tem o papel de facilitador de informações;
- o aluno possui total autonomia na aula, pois é de sua responsabilidade a aquisição do conhecimento;
- conhecimentos prévios do aluno é um importante pilar para sustentar o progresso de seu aprendizado.

Existem algumas implementações do método construtivista de ensino, entre eles o ABP, o qual vamos nos aprofundar na subseção 2.1.1.

2.1.1 Aprendizado Baseado em Problemas

ABP é um método de ensino/aprendizagem Construtivista que visa abordar questões atuais relacionadas ao cotidiano em sala de aula (ARAUJO, 2009). Por outro lado Gil (2011) define ABP como uma estratégia em que os estudantes trabalham com o objetivo de solucionar um problema qualquer.

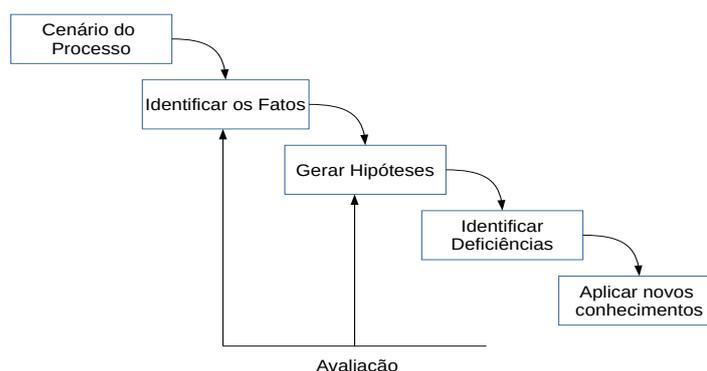
ABP possui características marcantes do método Construtivista, como por exemplo o aluno ser o sujeito ativo da sala de aula o qual passa a ser responsável pela geração do seu conhecimento através de pesquisas e ajuda do docente (SANTOS, 2014). O papel do docente é de um facilitador do trabalho dos alunos, auxiliando-os com indicações sobre livros didáticos úteis para cada situação (GIL, 2011). Já Araujo (2009) destaca que o processo é controlado principalmente pelo aluno. O professor supervisiona a escolha das teorias e dos métodos.

Segundo Hmelo-Silver (2004) a forma de trabalho se dá através da colaboração entre alunos, os quais possuem um problema para resolução e partilham o mesmo em tarefas que devem ser realizadas por cada integrante do grupo. O trabalho colaborativo de ABP desenvolve as habilidades interpessoais e do espírito de equipe do aluno, uma vez que as atividades requerem uma interação entre os integrantes do grupo.

Hmelo-Silver (2004) representa o ciclo de aprendizagem na Figura 1, o qual começa pela atribuição de um problema, após os alunos identificam os fatos relevantes

sobre o problema, geram hipóteses sobre como solucionar o problema, identificam deficiências, ou seja, o que e quais assuntos eles devem se aprofundar para resolver o problema e aplicam os novos conhecimentos. A iteração de avaliação que a Figura 1 mostra é o momento de reflexão, ou seja, se os fatos foram totalmente identificados e conseqüentemente a geração de novas hipóteses.

Figura 1 – Ciclo de Aprendizagem de ABP.



Fonte: Adaptado de (HMELO-SILVER, 2004).

A forma de avaliação no método ABP se dá através da verificação da resolução do problema. Segundo Santos (2014) a forma de avaliação do método ABP precisa ser necessariamente um método que se baseie nele, ou seja, não se pode promover ABP e após aplicar um teste de escolha múltipla para verificar se o aluno compreendeu ou não os conteúdos lecionados.

Algumas das principais vantagens de ABP, de acordo com (GIL, 2011) são:

1. Compreensão dos assuntos, ABP por possuir vários meios de aprendizado o aluno tende a aprender e compreender melhor aspectos teóricos, pois ele debate em aula com o grupo e professor, ele realiza pesquisas, ele resolve um problema que aborda o conteúdo;
2. Transferência de conhecimentos, com os problemas reais aplicados em sala de aula, a transmissão de conhecimento é favorecida, pois tudo o que foi aprendido em sala de aula é aplicado no mundo do trabalho.
3. Interdisciplinaridade, é uma das grandes vantagens de ABP, pois a solução do problema apresentado em aula, requer conhecimentos de outras disciplinas e orientações de outros docentes;

2.2 Melhoria de Processos

Melhoria de processos é a ação executada para mudar processos de uma organização para que eles sigam as necessidades de negócio da organização, visando as suas metas de negócios. Pressman (2011) cita que à medida que as organizações trabalham para melhorar suas práticas de gestão, devem resolver os pontos fracos do processo e melhorá-los a partir disso, aumentando a qualidade do seu processo e produto.

Sommerville (2011) cita que para se obter a melhoria de um processo, devemos compreendê-lo primeiramente. Um método que apoia a compreensão e a melhoria de processos é o Plan, Do, Check, Action (PDCA). O PDCA é um método iterativo de gestão que é comumente utilizado para o controle e melhoria contínua de processos e produtos. A Figura 2 representa o ciclo iterativo do PDCA, bem como suas principais atividades (CAMPOS, 2004), que são: planejamento, execução, verificação e ação.

O Planejamento consiste em estabelecer metas sobre os itens de controle, estabelecer a forma que serão atingidas as metas propostas. A Execução consiste em por em prática as tarefas exatamente como previstas no plano e coletar os dados para verificação do processo. É sugerido treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento. Já a Verificação consiste em estudar o resultado (medido e coletado no passo anterior “Execução”) e compará-lo em relação aos resultados esperados (objetivos estabelecidos no passo “Planejamento”) para determinar quaisquer diferenças. A Ação consiste atuar corretivamente, onde foi detectado desvios e no sentido de fazer correções definitivas, de forma que resolva permanentemente o problema (CAMPOS, 2004).

Uma forma de suporte a verificação do PDCA é a área de medição e análise. A medição provê medidas e coleta de dados que fornecem o estado atual do objeto sob análise, o que a fase de verificação precisa para realizar a comparação de dados.

2.2.1 Medição e Análise

Segundo o SEI (2016) medição e análise envolve a coleta de dados sobre produtos, projetos ou processos gerando resultados para avaliação dos mesmos, afim de influenciar em suas ações e planos.

A norma ISO/IEC (2002) cita que objetivo da medição é coletar, analisar e reportar dados relacionados com os produtos desenvolvidos e processos implementados na organização e em seus projetos, para apoiar a gestão efetiva dos processos e demonstrar objetivamente a qualidade. Portanto, medição e análise está relacionada ao ato de coletar dados, transformá-los em interpretáveis para apoiar uma determi-

Figura 2 – Ciclo PDCA.



Fonte: (CAMPOS, 2004).

nada área.

Segundo Benedict e Bilodeau (2013) existem 3 tipos de medidas na área de Medição e Análise que são medida simples, composta e indicadores.

Medida simples: é a quantificação de dados em uma padrão e qualidade aceitáveis(exatidão, completude, consistência, temporalidade). Podem ser representadas em dois tipos:

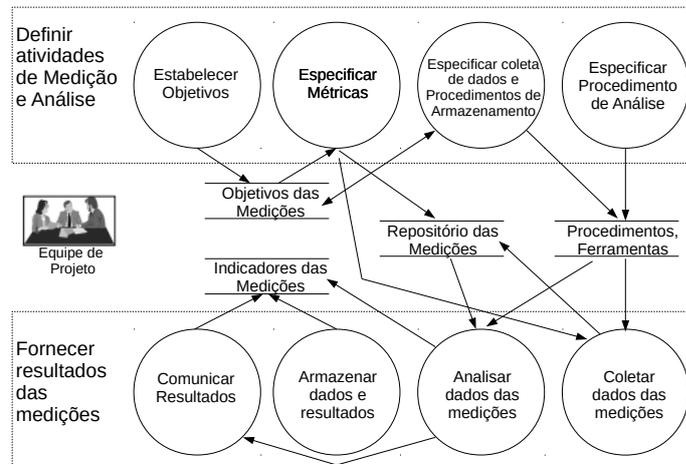
- **Objetivas/tangíveis:** são medidas que podem ser enxergadas de alguma forma, ou seja, são palpáveis. Exemplo: quantidade de linhas de código de um algoritmo.
- **Subjetivas/intangíveis:** são medidas retiradas através de avaliações de pessoas e podem variar de acordo com a interpretação de cada uma. Exemplo: pesquisa de satisfação de cliente.

Medida composta: é uma extrapolação de medidas simples através de cálculos. Exemplo: média aritmética de uma ou mais medidas simples.

Indicador: é uma representação de forma simples ou intuitiva de uma ou mais medidas compostas para facilitar sua interpretação quando comparada a uma referência ou meta.

A figura Figura 3 representa a área de processo do CMMI, a qual apresenta os objetivos específicos envolvidos no processo de medição. As práticas específicas envolvidas no objetivo específico definir atividades de medição são:

Figura 3 – Área de Processo de Medição e Análise do CMMI.



Fonte: (SCHNAIDER et al., 2004).

- **Estabelecer objetivos:** é o estabelecimento dos objetivos de medição;
- **Especificar métricas:** é determinar as métricas utilizadas pelo plano de medição e análise;
- **Especificar coleta de dados e procedimentos de armazenamento:** é determinar as ferramentas utilizadas para coleta dos dados e de quais procedimentos utilizados para armazenamento dos dados;
- **Especificar procedimentos de análise:** é determinar quais procedimentos utilizados para especificação dos resultados da coleta;

Já as práticas específicas envolvidas no objetivo específico fornecer resultados das medições são:

- **Comunicar resultados:** é o trabalho de passar *feedback* dos resultados;
- **Armazenar dados e resultados:** é o ato de armazenar para se obter uma base de medições;
- **Analisar dados das medições:** é o ato de analisar para se tirar conclusões sobre os dados coletados;
- **Coletar dados das medições:** é o ato da coleta respeitando os procedimentos e ferramentas previstas no plano;

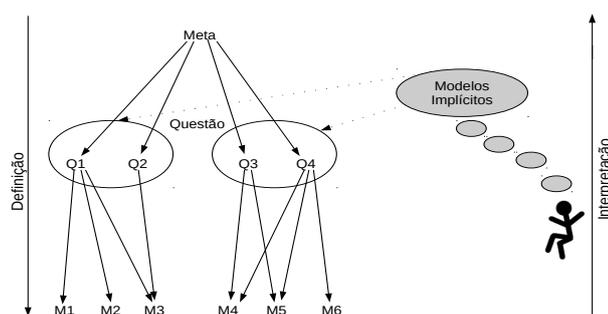
2.2.2 Goal Question Metric

GQM é uma abordagem orientada a metas para a medição de produto, projeto ou processo. Foi originalmente desenvolvido por *V. Basili e D. Weiss*, e foi expandido por *D. Rombach* na década de 80 (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Desde então, tornou-se um dos métodos mais utilizados na definição de medidas para avaliar processos e produtos (JINABHAI, 2012). A abordagem facilita a escolha de medidas, determinando quais são as mais úteis, através da relação entre medida e objetivo organizacional associados a produtos ou processos (JINABHAI, 2012). Segundo Solingen e Berghout (1999) o paradigma GQM possui a seguinte estrutura:

- Na parte de definição, medidas são derivadas em uma perspectiva *top-down*, ou seja, de cima para baixo;
- Já a parte de análise e interpretação medidas são analisadas em uma perspectiva *bottom-up*, ou seja, de baixo para cima;

A Figura 4 representa o paradigma GQM, o qual possui uma hierarquia, ou seja, primeiramente é definida a meta GQM, após questões que remetam a meta e por fim medidas que respondam as questões. Em alguns casos, uma única medida pode ser utilizada para responder a múltiplas questões. Neste caso, a medida é examinada a partir de diferentes pontos de vista.

Figura 4 – Paradigma GQM.



Fonte: Adaptado de (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

O processo GQM é dividido em 4 fases, segundo Solingen e Berghout (1999): planejamento, definição, coleta de dados e interpretação e análise dos resultados.

2.2.2.1 Fase de Planejamento

A fase de planejamento tem como objetivo coletar todas as informações necessárias para dar início ao processo, além de preparar e motivar os membros da

organização para o programa de medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Abaixo são apresentadas as 5 etapas que devem ser cumpridas.

Estabelecer um time GQM: é estabelecido um time GQM independente para conduzir o programa de medição e análise do projeto ou organização (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999), ou seja, um time que não tenha interesse nos resultados do programa de medição, que possua bons conhecimentos sobre o que será medido, esteja ciente que o programa de medição é do time de projeto, e esteja sempre motivado. O time GQM possui atividades específicas segundo Solingen e Berghout (1999), como: planejar os programas de medição nos projetos de desenvolvimento, realizar as atividades de definição de medição e desenvolver os entregáveis GQM, preparar a interpretação dos dados e divulgar para os envolvidos, conduzir as reuniões de apresentação e análise dos dados, reportar o progresso para o time de projeto e gestão, disseminando os resultados.

Selecionar uma área de melhoria: é a etapa onde são identificados e selecionados todos produtos e processos adequados para a área de melhoria. Segundo Solingen e Berghout (1999) há dois métodos para a seleção de produtos ou processos. O primeiro acontece quando processo ou produto com problemas aparentes são normalmente indicados pela administração departamental ou os próprios desenvolvedores. Outro método para identificar áreas de melhoria é a realização de uma avaliação (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Uma avaliação é a revisão de uma organização para fornecer uma compreensão clara e baseada em fatos de qual seus principais problemas.

Escolher um projeto para a aplicação do GQM: é selecionado um projeto alvo, bem como a equipe de projeto. A equipe de projeto consiste em todas as pessoas relacionadas ao projeto (JINABHAI, 2012).

Elaborar plano de projeto: é elaborado um plano de projeto, o qual possui todas questões necessárias para condução do programa e medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Um plano de projeto deve conter:

Formação e promoção: se refere a realizar atividades de treinamento e promoção para manter as equipes motivadas e comprometidas com o programa de medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Para alcançar este objetivo, a equipe GQM deve organizar ações de formação regulares e sessões de promoção onde devem apresentar: as metas de melhoria propostas, os benefícios do programa de medição e o impacto das medidas sobre as atividades do produto/processo.

Uma vez que um projeto for aprovado, os membros da equipe do projeto devem ser treinados de acordo com os seus papéis dentro do projeto (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Para alcançar este objetivo, a equipe GQM deve organizar ses-

sões de formação onde devem apresentar: princípios de medição e análise, paradigma GQM e o método GQM. A equipe de projeto deve sair das seções sem dúvidas de como será realizado o trabalho ou sobre o que se trata o trabalho (JINABHAI, 2012).

2.2.2.2 Fase de Definição

Segundo Solingen e Berghout (1999) a fase de definição tem como objetivo realizar todas as atividades necessárias para efetivamente conceber um programa de medição.

Nessa fase são definidas metas de medição com base nos objetivos de melhoria definidos anteriormente. Na Tabela 1 é apresentado um template GQM para definições de metas, sendo composto por cinco coordenadas (JINABHAI, 2012): um objeto de análise, uma característica, um ponto de vista e uma finalidade.

Tabela 1 – *Template GQM.*

Analisar <?>	Objeto sob análise.
no intuito de <?>	Entender, controlar ou melhorar o objeto.
no que tange a <?>	Característica de qualidade do objeto.
na perspectiva do <?>	Pessoa interessada pela medida.
no contexto do <?>.	Ambiente no qual a medida se encontra.

Adaptado de (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

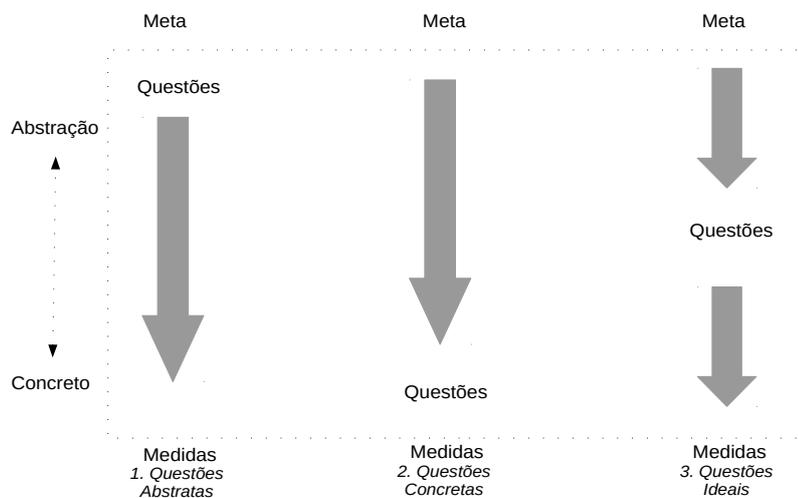
Na fase de definição também são realizadas atividades importantes, como: realizar entrevistas, definir questões e hipóteses, definir medidas, criar plano GQM, criar plano de medição, criar plano de análise e revisar planos.

Realizar entrevistas: os membros da equipe de projeto possuem papel fundamental no programa de medição, principalmente na definição dos objetivos, perguntas, métricas e hipóteses (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Com isso a realização das entrevistas ela é o meio de extrair do time de projeto o conhecimento relacionado às metas de medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). O time GQM precisa capturar suposições, definições e modelos do time de projeto sobre as metas de medição. Segundo Jinabhai (2012) as entrevistas devem ocorrer individualmente e com pouca duração, pois os entrevistados podem se sentir cansados com reuniões longas demais.

Definir questões e hipóteses: são definidas as questões para apoiar a interpretação dos dados de medição para uma meta (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999), portanto as questões são o suporte que liga as metas de alto nível as medidas de baixo nível. As questões devem ser definidas em um nível intermediário, ou seja, não se pode definir questões que se tenha muita abstração, pois as respostas ficam muito

difíceis de serem encontradas e por outro lado, não se pode definir questões muito concretas a nível operacional, pois será difícil a vinculação com a meta. A Figura 5 demonstra os níveis de abstração e que as questões devem estar em um nível intermediário, entre a abstração e parte concreta. As hipóteses por sua vez, possuem o papel de estabelecer um cenário para a equipe de projeto, o que fornece uma melhor compreensão do objeto de análise (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Figura 5 – Definição de Questões.



Fonte: Adaptado de (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Definir as medidas: posteriormente as medidas são definidas as quais são um refinamento das questões e devem ser o mais quantitativo possível.

Criar o plano GQM: é o documento que possui todas as metas, questões, medidas e hipóteses definidas nas etapas anteriores, servindo de orientação para os planos de medição e análise. Também é utilizado como base para definição dos procedimentos da coleta de dados.

Criar plano de medição: é um documento complementar ao plano GQM e tem o objetivo de fornecer definições formais de medições, descrições textuais, todos possíveis resultados das medições, identificar as pessoas envolvidas na coleta dos dados e define qual meio que a pessoa vai coletar os dados (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Criar Plano de Análise: também é um documento complementar ao plano GQM, e tem o objetivo de descrever a forma que a informação de medição correspondente é processada e a forma que ela pode ser interpretada pela equipe do projeto (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Revisar Planos: por fim, a atividade de revisar os planos tem como objetivo validar com todos membros das equipes do programa de medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

2.2.2.3 Fase de Coleta de dados

A fase de coleta de dados tem como objetivo estabelecer os procedimentos e ferramentas para coleta e armazenamento dos dados de medição. Nessa fase se pode adotar uma ferramenta automatizada para suporte a medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Segundo (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999) as principais atividades desta fase são: coleta de dados,

Coleta de Dados: nessa atividade são detalhados todos procedimentos que devem ser feitos para a realização da atividade (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Serão definidos a forma de coleta e a ferramenta que será utilizada. Solingen e Berghout (1999) cita 3 formas de coleta de dados, que são:

- **Formulários Manuais:** possuem baixa produtividade, pois precisa ser digitado e processado;
- **Formulários Eletrônicos:** possuem produtividade média, pois os dados só precisam ser processados;
- **Mecanismos Automáticos:** possuem produtividade alta, pois processam os dados em tempo de execução;

Inicialização e formação para a coleta de dados: já na etapa de inicialização e formação tem por objetivo prever todos passos que são realizados e o treinamento que é preciso para a coleta dos dados (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Um período piloto deve ser considerado para validação das definições das ferramentas e procedimentos definidos na etapa anterior. No período melhorias podem ser detectadas antes da coleta real de dados. Após a realização das melhorias, deve-se considerar sessões de abertura (*kick-off*) com ambas as equipes antes de iniciar a coleta dos dados. Com isso, começa de fato a realização da coleta real dos dados, os quais devem ser armazenados em uma base de medidas.

Segundo Solingen e Berghout (1999) um sistema de suporte a medição pode ser criado a partir da definição de uma base de medidas. O sistema criado tem como principal objetivo armazenar os dados coletados, o responsável pela coleta, processar os dados gerando gráficos, tabelas, entre outros, para dar suporte a interpretação e análise.

2.2.2.4 Fase de Interpretação

Por fim a fase de interpretação tem como objetivo principal responder as questões definidas no intuito de avaliar o atendimento das metas GQM (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Segundo Solingen e Berghout (1999) as principais atividades a serem realizadas nesta fase são: preparar a sessão de *feedback*, realizar a sessão de *feedback* e reportar a interpretação dos resultados.

Preparar a sessão de *feedback*: a preparação da sessão de apresentação, é realizada com intuito de organizar os dados coletados em uma forma apresentável e interpretável. Ela deve estar com todos dados atualizados, criar e distribuir aos envolvidos na sessão materiais de suporte as medidas (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Realizar a sessão de *feedback*: após, é realizada a sessão de apresentação com o objetivo de discutir os resultados de medição com todos os envolvidos no programa. Na discussão é avaliado a efetividade das ações, interpretar as medidas relacionando com as questões e metas definidas e propor novas ações de correção ou melhoria a partir das interpretações (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

Reportar a interpretação dos resultados: o reporte da interpretação, nada mais é que externar o status do projeto ou organização segundo seu respectivo programa de medição (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

2.3 Lições do Capítulo

Ao longo desse capítulo apresentamos os conceitos teóricos ligados ao nosso trabalho. Apresentamos as metodologias de ensino/aprendizagem Tradicional e Construtivista, onde percebemos que a metodologia Construtivista possui grandes vantagens sobre a metodologia Tradicional, como instigar a pesquisa do aluno, dar responsabilidade ao aluno, motivar o trabalho colaborativo, entre outros. Atualmente são aspectos que podem ser desenvolvidos adotando o método de ensino Construtivista e que possuem um grande valor no mercado de trabalho.

Apresentamos a definição de Melhoria de Processos e focamos no método PDCA o qual auxilia a compreensão e a melhoria de processos. Vimos que o método PDCA pode auxiliar a qualquer tipo de processo, pois basta executar e definir o ciclo utilizando o passo-a-passo descrito. O método é extremamente utilizado na melhoria de processos na indústria, pois fornece uma visão dos objetivos definidos a serem monitorados.

Já a área de Medição e Análise vimos que há a necessidade de definir vários

aspectos nos dois objetivos específicos apresentados. Também há uma ligação da Medição e Análise com o método PDCA, pois a Medição e Análise coleta e interpreta dados de um objeto alvo, exatamente a fase de checagem do PDCA. Por fim apresentamos a abordagem GQM que auxilia a área de Medição e Análise na definição de medidas relevantes ao objetivo de melhoria. O GQM possui como principal característica inserir questões entre as metas de medição e as medidas, facilitando assim a ligação entre elas.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Realizamos um mapeamento sistemático para coletar e selecionar os trabalhos relacionados. Na definição do mapeamento sistemático seguimos o guia proposto por Petersen et al. (2008), o qual cita que o principal objetivo de um mapeamento é a obtenção de uma visão ampla sobre uma determinada área de pesquisa. Na seção 3.1 apresentamos a metodologia do mapeamento sistemático, ou seja, toda a definição do protocolo. Na seção 3.2 apresentamos os resultados obtidos através do mapeamento sistemático. Por fim, na seção 3.3 apresentamos as lições do capítulo.

3.1 Metodologia do Mapeamento Sistemático

A aplicação do mapeamento sistemático da literatura teve como objetivo primário obter o estado da prática da aplicação do GQM no contexto acadêmico, porém nossos resultados preliminares nos retornaram consultas vazias. Então decidimos expandir a busca e definimos nosso objetivo de pesquisa para relatos de aplicação do GQM no contexto industrial. A seguir são apresentadas as nossas questões de pesquisa:

1. Em qual contexto/cenário foi utilizado a abordagem GQM?
2. Quais são as estratégias mais utilizadas em conjunto com o GQM?
3. Quais as principais contribuições/resultados que o GQM trouxe na aplicação?

Após a definição das questões de pesquisa seguimos para o passo da busca de trabalhos, onde utilizamos o mecanismo de busca *Google Scholar* por indexar várias bases de publicações de artigos científicos. A String de busca foi definida como: "GQM"+ "Measurement Program"+ "Case Study". Para a filtragem de artigos tivemos os seguintes critérios:

- Inclusão:
 - Artigos completos publicados entre os anos de 2011 e 2015;
 - Trabalhos que relatem a aplicação de GQM para definir planos de medição;
- Exclusão:
 - Revisões Sistemáticas;
 - Mapeamentos Sistemáticos;

- Trabalhos com menos de 6 páginas;

Na extração de dados retiramos informações essenciais de cada artigo: o objetivo, a metodologia e resultados. A seguir apresentamos os resultados do mapeamento sistemático.

3.2 Resultados do Mapeamento Sistemático

A execução da busca nos retornou 108 trabalhos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão chegamos ao número de 8 artigos. Na seção 3.2 listamos o nome dos artigos que foram selecionados, seu(s) autor(es), ano de publicação e quais as questões de pesquisa que cada artigo respondeu.

Nome do Artigo	Autor	Ano	Q1	Q2	Q3
A decision support framework for metrics selection in goal-based	Gencel, Cigdem, et al	2013	x	x	x
Aligning Software-related Strategies in Multi-Organizational Settings	Kowalczyk, Martin, et al.	2014	x	-	x
Formulation and Empirical Validation of a GQM Based Measurement Framework for a Software Project	Southeikal, Prashanth Harish, and Ginger Levin	2011	-	-	x
Frameworks for Validation of Mobile Software Project Performance	Kim, H.	2012	x	-	-
A Goal-Question-Metrics Model for Configuration Knowledge Bases	Reinfrank, Florian, et al.	2015	x	-	x
A Quantitative Measurement of Software Requirement Factors using Goal Question Metric (GQM) Approach	Raju, S., and G. V. Uma	2014	x	x	x
Simplified Product Value Measurement Framework For Small and Medium Sized Enterprises	Parkash, S., and Veerender Kumar Kaushik	2013	-	-	x
The Effects of GQM+Strategies on Organizational Alignment	Münch, Jürgen, et al.	2013	x	-	x

Tabela 2 – Artigos Selecionados

A seguir apresentamos os artigos que responderam as questões de pesquisa.

3.2.1 Em qual contexto/cenário foi utilizado a abordagem GQM?

Nos trabalhos pesquisados identificamos a aplicação do GQM em contextos de níveis estratégicos, projetos de software, processo de Engenharia de Requisitos e para medição da qualidade de bases de conhecimento. Em contextos de níveis estratégicos foram abordados os trabalhos de Kowalczyk et al. (2014) e Münch et al. (2013) onde a aplicação ocorre em empresas Multi-Organizacionais. Em projeto de software, o trabalho de Gencel et al. (2013) aborda a aplicação do GQM para validação de um experimento e o de Kim (2012) aplica o GQM em um projeto de desenvolvimento mobile. Já no processo de Engenharia de Requisitos o trabalho de

Raju e Uma (2014) cita a aplicação do GQM para estabelecer priorização de requisitos em um projeto. Por fim, para medição de bases de conhecimentos, o trabalho de Reinfrank et al. (2015) utiliza o GQM para medir a qualidade das bases.

O estudo de caso do Kowalczyk et al. (2014) foi aplicado na Agência Aeroespacial do Japão (JAXA) empresa Multi-organizacional a qual definiu dois objetivos para medição: no primeiro uma unidade organizacional da empresa queria se certificar que suas atividades estavam bem alinhadas com os objetivos organizacionais da empresa, e no segundo foram alinhados os projetos existentes com fornecedores da empresa, ou seja, se eles conheciam suas metas e seus compromissos com a qualidade do produto. Por sua vez Münch et al. (2013) utilizou o GQM em seu trabalho com o objetivo de alinhar metas, objetivos organizacionais e principalmente evidenciar toda sua parte estratégica para os funcionários.

O GQM é utilizado no trabalho do Gencel et al. (2013) em dois projetos de uma empresa Capability Maturity Model Integration (CMMI) nível 3, onde o principal objetivo é utilizar uma ferramenta de apoio a seleção de medidas para definição de um plano de medição. Assim duas equipes são formadas, uma com o apoio da ferramenta de e a outra sem, para validar o experimento.

Já Raju e Uma (2014) utilizam o GQM para definição de um plano de medição e análise no processo de Engenharia de Requisitos. O objetivo é uma medição quantitativa de requisitos de software com intuito de priorização, levando em consideração 7 fatores: requisitos do cliente, complexidade de implementação, mudanças nos requisitos, rastreabilidade, integralidade e tempo de execução. O estudo de caso aconteceu em um projeto de uma empresa de segurança onde os requisitos são de extrema importância.

O trabalho do Reinfrank et al. (2015) utiliza o GQM para definir um plano de medição e análise que transpareça a qualidade de bases de conhecimentos. Medidas de qualidade são definidas bem como todo o plano de medição para aplicação.

O trabalho do Kim (2012) inseriu a abordagem GQM no contexto de desenvolvimento *mobile* para definição de um plano de medição e análise de processos e projetos, afim de possuir indicadores que apoiem as possíveis tomadas de decisões.

3.2.2 Quais são as estratégias mais utilizadas em conjunto com o GQM?

As estratégias identificadas nos trabalhos que apoiam a execução do GQM foram: o uso de uma ferramenta que apoia a seleção de medidas e o estabelecimento de classificação de medidas. Identificamos o uso de uma ferramenta de apoio a execução do GQM no trabalho de Gencel et al. (2013) que o ajuda na seleção de medidas. Já a classificação de requisitos foi utilizada para apoiar a seleção de medidas no trabalho

de Raju e Uma (2014).

No trabalho do Gencel et al. (2013) foi desenvolvido uma ferramenta que apoia a seleção de medidas. A ideia consiste em otimizar a seleção de medidas para um determinado orçamento definido, priorizando metas, mantendo o controle da rastreabilidade de medidas para metas. A ferramenta conta com o apoio de algoritmos de otimização.

Raju e Uma (2014) proporam uma forma de classificar requisitos para apoio a seleção de medidas, onde são levados em conta 7 fatores críticos: requisitos do cliente, complexidade de implementação, mudanças nos requisitos, rastreabilidade, integralidade e tempo de execução. Através dessas características foram derivadas metas e posteriormente perguntas, das quais a equipe de desenvolvimento deveria responder atribuindo um peso a cada uma. Com a soma poderiam classificar ou priorizar os requisitos.

3.2.3 Quais as principais contribuições/resultados que o GQM trouxe na aplicação?

As principais contribuições/resultados que o GQM trouxe aos trabalhos são: planos de medição definidos no contexto de cada trabalho e validações de experimentos. Foram estabelecidos planos de medição nos trabalhos de Kowalczyk et al. (2014), Münch et al. (2013), Reinfrank et al. (2015) e Parkash e Kaushik (2013). Já em validações de experimentos, os trabalhos de Gencel et al. (2013) e Southeikal e Levin (2011) tiveram as principais contribuições.

No trabalho de Kowalczyk et al. (2014) foi definido um plano de medição organizacional para atendimento aos objetivos iniciais da empresa no estudo de caso que eram: de alinhamento de atividades de suas unidades menores e alinhamento da parte estratégica com seus terceirizados. Através disso foram redefinidas medidas que contemplam todas partes interessadas. Na mesma linha o trabalho de Münch et al. (2013) define um plano de medição organizacional para atender o objetivo da empresa no estudo de caso, que era de melhorar o entendimento interno dos objetivos organizacionais da empresa. A introdução do GQM alinhou e esclareceu as metas de negócio da empresa, além de identificar possíveis fatores que possam impedir o cumprimento das metas de negócio.

O trabalho de Reinfrank et al. (2015) foi definido um plano de medição para bases de conhecimento. O principal objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade das bases de conhecimento. Com isso o GQM ajudou a definir o plano, onde metas, questões e medidas qualitativas foram bem estabelecidas. O trabalho não possui nenhum tipo de validação do plano de medição. Já o trabalho de Parkash e Kaushik (2013) tinha a proposta de inserir o plano de medição em pequenas e médias empresa

onde não se possui a cultura de medição de processos. Através do GQM foi definido um plano de medição para uma empresa na Índia com intuito de narrar detalhadamente cada passo do estabelecimento do plano.

No trabalho de Gencel et al. (2013) foi desenvolvido uma ferramenta que apoia a seleção das medidas. A ferramenta foi validada em dois projetos de uma empresa CMMI nível 3 juntamente com a aplicação do GQM, onde em um projeto foi utilizada a ferramenta e no outro não. Os resultados da validação apontam que o projeto que utilizou a ferramenta selecionou um número menor de métricas comparado ao que não usou, porém, o orçamento foi mantido dentro do planejado, e já o outro projeto excedeu em aproximadamente 40% o orçamento e teve um número maior de medidas selecionadas. Essa diferença ocorre porque a ferramenta não leva em consideração medidas sem importância para a organização, as quais vinham sendo selecionadas para medição anteriormente.

A validação das características de requisitos derivadas no trabalho de Raju e Uma (2014) foi realizada em um projeto de uma empresa de segurança. Foram considerados apenas 6 requisitos do projeto, onde foram levados em conta as características derivadas anteriormente, bem como seus pesos de pontuação. O resultado foi a priorização dos requisitos através da pontuação de cada um.

O quadro de medidas proposto no trabalho de Southeikal e Levin (2011) tinha o objetivo estabelecer medidas predefinidas utilizando o GQM para medição de projetos. O quadro foi validado de duas formas: a primeira foi de acordo com os critérios de validação de *Norman Schneidewind* e em segundo foi realizado um estudo empírico com pessoas especializadas. Os dados coletados no estudo foram analisados estatisticamente obtendo a aprovação. Por fim, o quadro foi utilizado em um projeto real onde as medidas apoiaram as tomadas de decisões do projeto.

3.3 Lições Aprendidas

Após a execução do mapeamento sistemático confirmamos o que nossos primeiros pilotos demonstraram, ou seja, não encontramos trabalhos relacionados diretamente com o nosso objetivo primário, que é a aplicação da abordagem GQM no contexto acadêmico. Porém, como expandimos a busca para contextos industriais, encontramos trabalhos que nos passaram importantes contribuições nos quesitos de aplicação do GQM, ferramentas e métodos que apoiam a aplicação e principalmente a forma e o cuidado na derivação das medidas do plano. Também ficou claro a adaptabilidade do GQM a vários contextos de aplicações, o que nos passou uma maior segurança no desenvolvimento do trabalho.

Ficou evidente a preocupação em alguns trabalhos na fase de definição das

questões e medidas, onde pelo menos 2 trabalhos adotaram alguma forma de estratégia, que aplicada em conjunto ao GQM maximiza a segurança na definição das medidas. Os trabalhos também demonstraram que a abordagem GQM possui algumas derivações que tem objetivos de medição de mais alto nível, ou seja, medição de questões estratégicas, metas relacionadas a organização, entre outros.

Dependendo das medidas selecionadas, a aplicação de estudos estatísticos são uma abordagem interessante, que passa maior segurança na validação do trabalho. Identificamos algumas formas de conduções de entrevistas junto a equipe de projeto, como estabelecer um tempo curto de reunião e sempre passar um *feedback* do trabalho antes de cada reunião.

4 FASES DE PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO

Neste capítulo apresentamos as fases de Planejamento e Definição do GQM. Na seção 4.1 apresentamos o trabalho realizado na fase de planejamento. Na seção 4.2 apresentamos a fase de definição. Por fim na seção 4.3 são apresentadas as lições do capítulo.

4.1 Fase de Planejamento

Na fase de planejamento organizamos todo trabalho a ser realizado. Primeiramente foram definidas as equipes GQM e de projeto. Na Tabela 3 apresentamos a equipe GQM composta por 3 membros, e os papéis foram designados de acordo com o trabalho de cada integrante.

Tabela 3 – Equipe GQM

Nome	Papel
Jonas Maria Chagas	Executor
João Pablo Silva da Silva	Orientador
Cristiano Tolfo	Orientador

Já a equipe de projeto é apresentada na Tabela 4 e é composta por 7 professores e 10 alunos. Para seleção dos professores consideramos todos que já ministraram RP ao menos uma vez e que se encontram no campus Alegrete. Já para seleção dos alunos levamos em conta uma pequena amostra de cada turma de RP que estava sendo executada no semestre 2016/01.

Tabela 4 – Equipe de Projeto

Nome	Papel
Aline Vieira de Mello	Professora
Amanda Meincke Melo	Professora
Andrea Sabedra Bordin	Professora
Claúdio Schepke	Professor
Ewerson Luiz de Souza Carvalho	Professor
Gilleanes Thorwald Araujo Guedes	Professor
Jean Felipe Patikowski Cheiran	Professor
Luiz Paulo Franz	Aluno
Wolleson Kelm	Aluno
Peterson Rodrigues	Aluno
Anibal Neto lung	Aluno
Kaio Rezende	Aluno
João Carbonell	Aluno
Naihara Amorim	Aluno
Dieniefer Fialho	Aluno
Marcus Vinicius Norberto	Aluno
Jonnathan Riquelmo	Aluno

O nosso objetivo é prover suporte ao processo de gestão das RPs, uma vez que não há um mecanismo sistemático para isso. Então pesquisamos o Projeto Político-Pedagógico de Curso (PPC) a fim de entender como ocorre o processo de RP atualmente, ou seja, entender os objetivos de ensino/aprendizagem e sua metodologia. Após o estudo do PPC, definimos um questionário inicial, que serviu como base para a primeira rodada de entrevistas. Esse questionário, é representado na Tabela 5, o qual demonstra 8 questões iniciais.

Tabela 5 – Questionário inicial sobre o processo de RP

Pergunta	Descrição
1.1	Como é identificada uma atitude ativa do discente?
1.2	Quais atributos devem ser monitorados para identificar uma atitude ativa do discente?
2.1	Como é avaliado o trabalho colaborativo?
2.2	Quais atributos devem ser monitorados para identificar o trabalho colaborativo?
3.1	Como é avaliada a relação entre teoria e prática aplicadas em RP?
3.2	Quais atributos devem ser monitorados para identificar o estabelecimento entre teoria e prática da ES?
4.1	Atualmente, de que forma é avaliado o discente, com intuito de certificar-se que o mesmo desenvolveu as competências e habilidades necessárias para resolução do problema?
4.2	Quais atributos devem ser monitorados para alcançar o objetivo?

As primeiras 6 questões são baseadas nos 3 objetivos de ensino/aprendizagem do processo RP que foram retirados do PPC, ou seja, buscamos informações sobre atitude ativa do discente, trabalho colaborativo e estabelecimento entre teoria e prática da ES. Já as últimas são baseadas em um aspecto de avaliação proposto no PPC, ou seja, buscamos saber como é assegurado que o discente desenvolveu todas as habilidades e competências para resolução do problema.

A primeira rodada de entrevistas foi estabelecida durante a semana do dia 19/05/2016 a 23/05/2016, foram individuais com os membros da equipe de projeto (alunos e professores) e com tempo de duração em torno de 30 minutos. Essa rodada serviu principalmente para obtermos uma visão geral do processo de RP junto a equipe de projeto, dar uma breve explicação sobre o nosso objetivo com o plano de medição e apresentar o paradigma GQM.

Ao final da fase de planejamento, definimos as equipes de projeto e GQM, temos um primeiro questionário baseado no PPC do curso e a nossa primeira rodada de entrevistas agendada.

4.2 Fase de Definição

Na fase de definição realizamos as entrevistas de acordo com a nossa agenda inicial definida na fase de planejamento. Com o material de 14 entrevistas retiramos as

palavras-chave de cada uma, ou seja, características que remetam aos aspectos retirados do PPC, já pensando nas definições de metas, questões e medidas, conforme a Tabela 6 apresenta.

Como nosso objetivo inicial é avaliar de alguma forma o processo de RP e com o suporte das entrevistas, estabelecemos o seguinte objetivo de melhoria: **Certificar-se que os discentes estão desenvolvendo todas habilidades e competências necessárias para resolução do problema**, que é um dos aspectos que retiramos do PPC. Através do objetivo definido temos uma forma de gerir o processo de execução de RP. O próximo passo do GQM foi identificar metas que remetam ao objetivo de melhoria já identificado.

Tabela 6 – Exemplo da tabulação das palavras-chave referentes a atitude ativa do discente

Palavra-chave	Int. 1	Int. 2	Int. 3	Int. 4	Int. 5	Int. 6
Procurar o professor	x	x	x	x	x	x
Realizar Pesquisas	x	x	x	x	x	x
Liderança	-	x	-	-	-	-
Iniciativa	-	x	-	-	-	-
Frequência em aula	-	-	-	-	x	-
Produção em aula	-	x	-	-	x	-
Apresentações	-	x	-	-	-	x

4.2.1 Definição das Metas

Para definição das metas voltamos ao PPC do curso para estudar um pouco mais sobre as RPs e conseguimos identificar nossas metas GQM, as quais estão representadas na Figura 6 que possui a seguinte interpretação: Como vamos prover suporte ao processo de gestão de RP (nosso objetivo inicial)? Resposta: Se certificando que os discentes estão desenvolvendo todas as habilidades e competências necessárias para a resolução do problema (nosso objetivo de melhoria). E como vamos nos certificar? Através do monitoramento da atitude ativa do discente, do trabalho colaborativo e do estabelecimento entre teoria e prática da Engenharia de Software (nossas metas GQM).

Utilizamos o *template* GQM (Tabela 1) para definirmos as metas formalmente, que ficaram:

- **Meta 1:** Avaliar a atitude ativa do discente, no intuito de monitorar a execução do processo, no que tange a eficiência da aplicação na perspectiva da coordenação do curso no contexto das disciplinas.
- **Meta 2:** Avaliar o trabalho colaborativo, no intuito de monitorar a execução do processo, no que tange a eficiência da aplicação na perspectiva da coordenação do curso no contexto das disciplinas.

Figura 6 – Metas GQM relacionadas ao objetivo de melhoria.



- **Meta 3:** Avaliar o estabelecimento entre teoria e prática da Engenharia de Software, no intuito de monitorar a execução do processo, no que tange a eficiência da aplicação na perspectiva da coordenação do curso no contexto das disciplinas.

4.2.2 Definição das Questões

A partir do material coletado na primeira rodada, derivamos algumas questões referentes as metas GQM para verificar com a equipe de projeto na rodada seguinte de entrevistas.

Paralelamente com as respectivas definições convocamos a equipe de projeto para a segunda rodada de entrevistas (professores e alunos), com o propósito de passar um *feedback* do trabalho e validarmos as respectivas definições. Em todas entrevistas realizadas foram anotadas as sugestões e observações de cada membro. A Tabela 7 apresenta um exemplo da nossa planilha de sugestões, as quais eram documentadas e de acordo com a necessidade implementadas. Ao final da segunda rodada totalizamos 18 entrevistas, pois com alguns membros da equipe de projeto foi possível contato somente após a primeira rodada de entrevistas.

Questões da Meta 1 - Atitude Ativa do Discente

Após a realização de 2 rodadas de entrevistas, revisamos e refatoramos as questões, levando em consideração todo *feedback* obtido junto a equipe de projeto. Com isso apresentamos na Tabela 8 as questões definidas para Meta 1.

Questões da Meta 2 - Trabalho Colaborativo

Após a realização de 2 rodadas de entrevistas, revisamos e refatoramos as

Tabela 7 – Sugestões e observações dos entrevistados, relacionados ao trabalho colaborativo.

Integrante	Descrição	Resolvido
Integrante 1	Derivar questão sobre a capacidade de organização do grupo. Se existe alguma organização interna, algo de gestão.	Sim
Integrante 2	Derivar pergunta sobre: existem problemas relatados que interferem no desenvolvimento do trabalho do grupo?	Não
Integrante 3	Obs.: tentar quebrar a questão nº 9, pois está muito ampla.	Sim
Integrante 4	Obs.: questão 3 - retirar o termo "aula" pois o grupo pode debater em outros lugares.	Sim
Integrante 4	Obs.: questão 4 - procurar significados para igualdade e equidade.	Sim
Integrante 4	Obs.: questão 9 - reformular a pergunta para refletir melhor a intenção da pergunta.	Sim
Integrante 4	Obs.: questão 6 - reformular a pergunta no sentido que as ferramentas aumentam a colaboração ou apoiam a colaboração?	Sim
Integrante 5	Derivar questão sobre gestão, ou seja, o grupo planeja as suas atividades, estabelece prazo para as atividades.	Sim
Integrante 5	Derivar questão sobre conflito de interesses no grupo.	Não

Tabela 8 – Questões definidas para Meta 1.

Id	Descrição da questão
Q 1.1	O aluno procurou ajuda do professor para tirar dúvidas ou relatar alguma informação sobre o problema proposto?
Q 1.2	Quais meios/canais o aluno buscou realizar pesquisas para resolução do problema proposto?
Q 1.3	O aluno demonstra exercer alguma forma de liderança sobre o grupo?
Q 1.4	O aluno possui interesse em aprender, mesmo em situações adversas? Ex.: Desnívelamento em relação aos colegas do grupo.
Q 1.5	O aluno demonstrou estar comprometido com o trabalho proposto?

questões, levando em consideração todo *feedback* obtido junto a equipe de projeto. Com isso apresentamos na Tabela 9 as questões definidas para Meta 2.

Tabela 9 – Questões definidas para Meta 2.

Id	Descrição da questão
Q 2.1	O grupo é assíduo e pontual nas aulas?
Q 2.2	Quando há dúvidas sobre o trabalho, o grupo procura o professor ou prefere tirar dúvidas individualmente?
Q 2.3	O grupo debate sobre questões relacionadas ao trabalho?
Q 2.4	O grupo dividiu o trabalho adequadamente de acordo com as habilidades de cada integrante?
Q 2.5	O grupo demonstra buscar a solução dos problemas entre os próprios integrantes?
Q 2.6	O grupo utiliza ferramentas para apoiar a colaboração?
Q 2.7	O grupo passa algum <i>feedback</i> quanto ao trabalho colaborativo para o professor?
Q 2.8	O grupo teve problema de integração do trabalho?
Q 2.9	Na apresentação, o grupo é coeso em relação ao domínio e solução do trabalho?
Q 2.10	O grupo estabelece alguma forma de planejamento do trabalho?

Questões da Meta 3 - Relação Teoria e Prática

Após a realização de 2 rodadas de entrevistas, revisamos e refatoramos as questões, levando em consideração todo *feedback* obtido junto a equipe de projeto. Com isso apresentamos na Tabela 10 as questões definidas para Meta 3.

Tabela 10 – Questões definidas para Meta 3.

Id	Descrição da questão
Q 3.1	Dentro do contexto da edição de RP, o produto/trabalho entregue possui uma boa qualidade em relação a teoria da ES?
Q 3.2	Dentro do contexto da edição de RP, os alunos tomaram as melhores decisões em relação a solução do problema?
Q 3.3	Os alunos demonstram conhecimento teórico para sustentar uma decisão referente a solução?
Q 3.4	Os alunos identificaram os conhecimentos teóricos para resolver o problema proposto?
Q 3.5	O aluno reconheceu que a prática oportunizou um melhor entendimento sobre a teoria?

4.2.2.1 Priorização de Questões

Ao longo da definição das medidas que compõem o plano de medição, fomos realizando entrevistas individuais junto a equipe de projeto (professores) para validar as medidas e termos um *feedback* sobre o trabalho. Com o passar das reuniões percebemos dois fatores: primeiro que haviam muitas perguntas para serem trabalhadas no espaço de tempo que tínhamos disponível e em segundo que as reuniões individuais não estavam sendo produtivas, pois haviam poucas medidas verificadas em que a equipe de projeto (professores) estava totalmente de acordo.

Com isso, primeiramente realizamos uma pesquisa de priorização de questões junto a equipe de projeto (professores e alunos), para assim trabalharmos com as questões prioritárias de acordo com a equipe de projeto. Também decidimos trabalhar com as 3 primeiras questões de cada meta. Nas tabelas 11, 12 e 13 apresentamos as questões priorizadas para Meta 1, Meta 2 e Meta 3 respectivamente.

Tabela 11 – Questões priorizadas para Meta 1.

Id	Descrição da questão
Q 1.1	O aluno procurou ajuda do professor para tirar dúvidas ou relatar alguma informação sobre o problema proposto?
Q 1.2	O aluno possui interesse em aprender, mesmo em situações adversas?
Q 1.3	Quais meios/canais o aluno buscou realizar pesquisas para resolução do problema proposto?

Também constatamos que a questão número 1 da meta 3 se mostrou muito abrangente, o que dificultou o trabalho de definição de medidas. Com isso marcamos uma reunião com todos membros da equipe de projeto (professores) e solicitamos a mudança da questão. Na Tabela 14 apresentamos as questões que trabalhamos após as devidas modificações.

Tabela 12 – Questões priorizadas para Meta 2.

Id	Descrição da questão
Q 2.1	O grupo debate sobre questões relacionadas ao trabalho?
Q 2.2	Quando há dúvidas sobre o trabalho, o grupo procura o professor ou prefere tirar dúvidas individualmente?
Q 2.3	O grupo utiliza ferramentas para apoiar a colaboração?

Tabela 13 – Questões priorizadas para Meta 3.

Id	Descrição da questão
Q 3.1	Dentro do contexto da edição de RP, o produto/trabalho entregue possui uma boa qualidade em relação a teoria da ES?
Q 3.2	Os alunos demonstram conhecimento teórico para sustentar uma decisão referente a solução?
Q 3.3	Os alunos identificaram os conhecimentos teóricos para resolver o problema proposto?

Tabela 14 – Questões refatoradas para Meta 3.

Id	Descrição da questão
Q 3.1	Os alunos demonstram conhecimento teórico para sustentar uma decisão referente a solução?
Q 3.2	Os alunos identificaram os conhecimentos teóricos para resolver o problema proposto?
Q 3.3	O aluno reconheceu que a prática oportunizou um melhor entendimento sobre a teoria?

4.2.3 Definição das Medidas

A tarefa de definição de medidas começou assim que terminamos a parte de definição das questões. Algumas medidas já estavam bem expostas através das questões, porém outras tivemos um pouco mais de trabalho para definir. Com isso trabalhamos de forma iterativa, pois assim que fomos definindo as medidas já eram realizadas as verificações junto a equipe de projeto (principalmente com os professores).

Para cada medida simples definimos sua forma de coleta e armazenamento, bem como onde, quando, como e quem vai realizar as tarefas. Para as medidas compostas definimos através das medidas simples utilizadas e o cálculo a ser realizado com as medidas simples para obtenção da medida composta.

Na Figura 7 apresentamos a estrutura da Meta 1 - Atitude Ativa com as respectivas definições: meta, questões, medidas compostas e medidas simples.

Na Figura 8 apresentamos a estrutura da Meta 2 - Trabalho Colaborativo com as respectivas definições: meta, questões, medidas compostas e medidas simples.

Por fim, na Figura 9 apresentamos a estrutura da Meta 3 - Relação Teoria e Prática com as respectivas definições: meta, questões, medidas compostas e medidas simples.

Figura 7 – Grafo da Meta 1 - Metas, Questões e Medidas definidas.

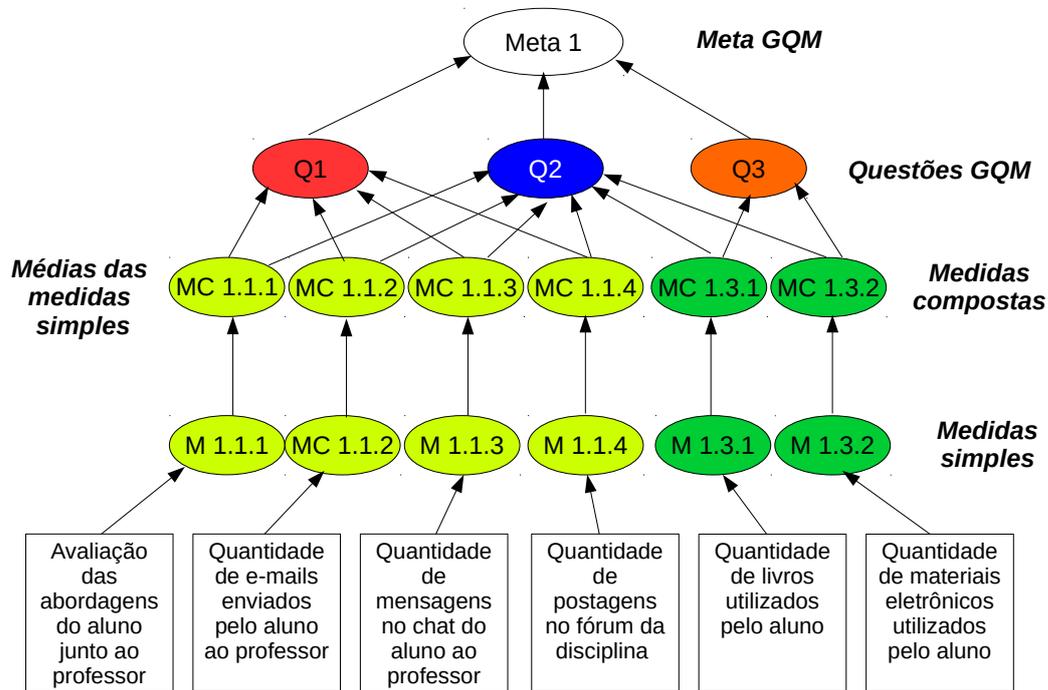


Figura 8 – Grafo da Meta 2 - Metas, Questões e Medidas definidas.

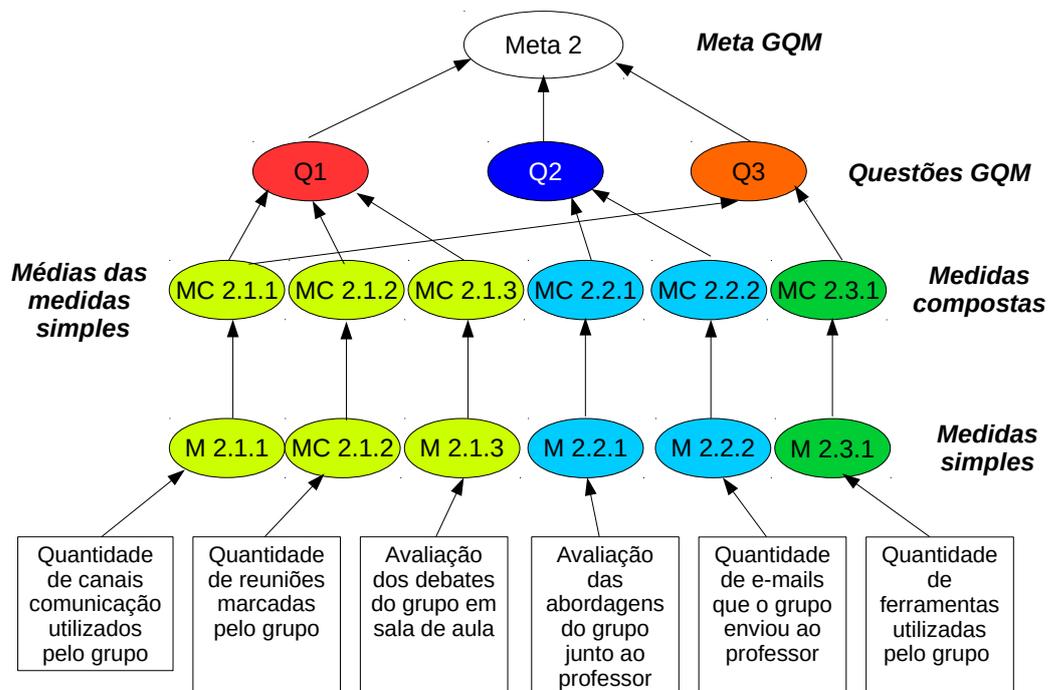
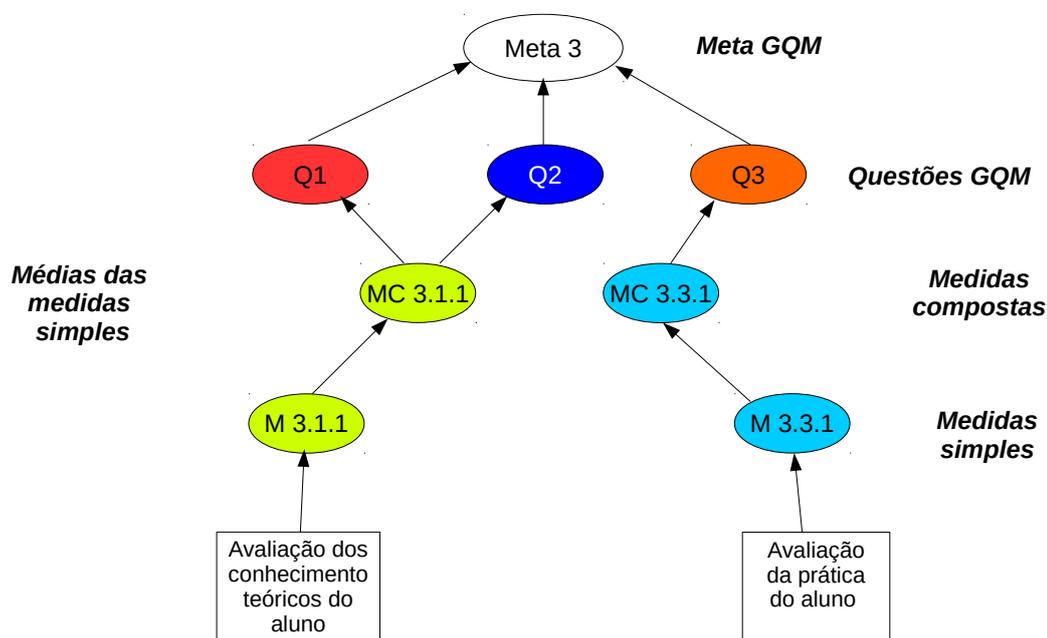


Figura 9 – Grafo da Meta 3 - Metas, Questões e Medidas definidas.



4.2.3.1 Medidas Simples

Ao final do trabalho definimos 14 medidas simples, referentes as 3 metas GQM. A seguir descrevemos as medidas simples.

M 1.1.1 - Avaliação das abordagens do aluno junto o professor

Descrição da medida: É a avaliação do professor referente as abordagens do aluno junto ao professor em sala de aula para solicitar ajuda ou tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Periodicidade: A medida é coletada diariamente, em todas as aulas da disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Ao finalizar a aula o professor deverá abrir a aba "M 1.1.1" da planilha denominada "planilha de coletas diárias" do dia da aula, localizada na pasta de coletas diárias, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e avaliar cada aluno, em uma escala de 0 a 4, a atitude ativa do mesmo relacionado as abordagens junto ao professor para solicitar ajuda ou tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Procedimento de armazenamento: Ao finalizar a avaliação diária das abordagens do aluno, a planilha denominada "planilha de coletas diárias" do dia da aula,

localizada na pasta de coletas diárias, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs* será salva automaticamente.

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 1.1.2 - Quantidade e-mails enviados pelo aluno ao professor.

Descrição da medida: É a quantidade de e-mails que o aluno enviou para o professor ao longo do semestre para solicitar ajuda ou tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Periodicidade: A medida é coletada ao final do semestre, após o último dia de aula.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem fazer uma pesquisa em sua caixa de e-mails, identificando e quantificando os e-mails enviados por cada aluno inscrito na disciplina de RP solicitando ajuda ou para tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta, os professores deverão abrir a planilha "planilha de coletas fim do semestre", localizada na pasta de coletas fim de semestre, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher o campo "quantidade de e-mails" para cada aluno, na aba "M 1.1.2".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 1.1.3 - Quantidade de mensagens no chat do moodle enviados.

Descrição da medida: É a quantidade de mensagens no chat do moodle que o aluno enviou para o professor ao longo do semestre para solicitar ajuda ou tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Periodicidade: A medida é coletada ao final do semestre, após o último dia de aula.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem fazer uma pesquisa no histórico de mensagens recebidas no ambiente do moodle, identificando e quantificando as mensagens pelo chat do moodle que foram enviadas por cada aluno inscrito na disciplina de RP solicitando ajuda ou para tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim do semestre", localizada na pasta de coletas fim de semestre, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher o campo "quantidade de mensagens no chat" para cada

aluno na aba "M 1.1.3".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 1.1.4 - Quantidade postagens no fórum da disciplina do moodle.

Descrição da medida: É a quantidade de postagens no fórum oficial da disciplina de RP no ambiente do moodle que o aluno postou ao longo do semestre para solicitar ajuda ou tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Periodicidade: A medida é coletada ao final do semestre, após o último dia de aula.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem fazer uma pesquisa no histórico das postagens no fórum oficial da disciplina de RP no ambiente do moodle, identificando e quantificando as postagens que foram realizadas por cada aluno inscrito na disciplina de RP solicitando ajuda ou para tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim do semestre", localizada na pasta de coletas fim de semestre, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher o campo "quantidade de postagens" para cada aluno na aba "M 1.1.4". Os professores responsáveis pela disciplina de RP.

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 1.3.1 - Quantidade de livros utilizados.

Descrição da medida: É a quantidade de livros utilizados pelo aluno ao longo do semestre para lhe auxiliar na resolução do problema da disciplina de RP.

Periodicidade: A medida é coletada ao final de cada iteração planejada para a disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem disponibilizar ao final da iteração o instrumento denominado "instrumento auxiliar de coleta", para que assim os alunos respondam a pergunta número 1 do instrumento, que se refere a quantidade de livros utilizados pelo aluno.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta dos dados, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher com a resposta de cada aluno o campo "quantidade de livros", na aba "M 1.3.1".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 1.3.2 - Quantidade de materiais eletrônicos utilizados.

Descrição da medida: É a quantidade de materiais eletrônicos utilizados pelo aluno ao longo do semestre para lhe auxiliar na resolução do problema da disciplina de RP.

Periodicidade: A medida é coletada ao final de cada iteração planejada para a disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem disponibilizar ao final da iteração o instrumento denominado "instrumento auxiliar de coleta", para que assim os alunos respondam a pergunta número 2 do instrumento, que se refere a quantidade de materiais eletrônicos utilizados pelo aluno.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta dos dados, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher com a resposta de cada aluno o campo "quantidade de materiais", na aba "M 1.3.2".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 2.1.1 - Quantidade de canais de comunicação utilizados.

Descrição da medida: É a quantidade de canais de comunicação que o grupo utilizou ao longo da iteração para apoiar a colaboração do grupo.

Periodicidade: A medida é coletada ao final de cada iteração planejada para a disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem disponibilizar ao final da iteração o instrumento denominado "instrumento auxiliar de coleta" aos grupos, para que assim eles respondam a pergunta número 4 do instrumento, que se refere a quantidade de canais de comunicação utilizados pelo grupo.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta dos dados, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher com a resposta de cada grupo o campo "quantidade de canais", na aba "M 2.1.1".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazena-

mento são os professores da disciplina de RP.

M 2.1.2 - Quantidade de reuniões marcadas pelo grupo.

Descrição da medida: É a quantidade de reuniões marcadas pelo grupo ao longo da iteração para resolução do problema proposto.

Periodicidade: A medida é coletada ao final de cada iteração planejada para a disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem disponibilizar ao final da iteração o instrumento denominado "instrumento auxiliar de coleta" aos grupos, para que assim eles respondam a pergunta número 5 do instrumento, que se refere a quantidade de reuniões realizadas pelo grupo.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta dos dados, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher com a resposta de cada grupo o campo "quantidade de reuniões", na aba "M 2.1.2".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 2.1.3 - Avaliação dos debates do grupo em sala de aula.

Descrição da medida: É a avaliação do professor referente aos debates do grupo em sala de aula com intuito de resolver o problema proposto.

Periodicidade: A medida é coletada diariamente, em todas as aulas da disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Ao finalizar a aula o professor deverá abrir a aba "M 2.1.3" da planilha denominada "planilha de coletas diárias" do dia da aula, localizada na pasta de coletas diárias, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e avaliar cada grupo, em uma escala de 0 a 4, o trabalho colaborativo do mesmo relacionado aos debates em sala de aula com intuito de resolver o problema proposto.

Procedimento de armazenamento: Ao finalizar a avaliação diária dos debates do grupo, a planilha será salva automaticamente no ambiente do *Google Docs*.

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 2.2.1 - Avaliação das abordagens do grupo.

Descrição da medida: É a avaliação do professor referente as abordagens do grupo em sala de aula com intuito de solicitar ajuda ou tirar dúvidas sobre o trabalho proposto.

Periodicidade: A medida é coletada diariamente, em todas as aulas da disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Ao finalizar a aula o professor deverá abrir a aba "M 2.2.1" da planilha denominada "planilha de coletas diárias" do dia da aula, localizada na pasta de coletas diárias, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e avaliar cada grupo, em uma escala de 0 a 4, o trabalho colaborativo do mesmo relacionado as abordagens junto ao professor com intuito de solicitar ajuda ou tirar dúvidas sobre o trabalho.

Procedimento de armazenamento: Ao finalizar a avaliação diária das abordagens do grupo, a planilha será salva automaticamente no ambiente do *Google Docs*. Os professores responsáveis pela disciplina de RP.

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 2.2.2 - Quantidade de e-mails enviados pelo grupo aos professores.

Descrição da medida: É a quantidade de e-mails que o grupo enviou aos professores responsáveis pela disciplina com intuito de solicitar ajuda ou tirar dúvidas sobre o trabalho proposto.

Periodicidade: A medida é coletada ao final do semestre, após o último dia de aula.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem fazer uma pesquisa em sua caixa de e-mails, identificando e quantificando os e-mails enviados por cada grupo solicitando ajuda ou para tirar dúvidas em relação ao trabalho da disciplina.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta, os professores deverão abrir a planilha "planilha de coletas fim do semestre", localizada na pasta de coletas fim de semestre, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher o campo "quantidade de e-mails" para cada grupo, na aba "M 2.2.2". Os professores responsáveis pela disciplina de Resolução de Problemas.

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 2.3.1 - Quantidade de ferramentas utilizadas pelo grupo.

Descrição da medida: É a Quantidade de ferramentas que o grupo utilizou ao longo da iteração com intuito de apoiar a colaboração do grupo para resolução do trabalho proposto.

Periodicidade: A medida é coletada diariamente, em todas as aulas da disci-

plina de RP.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem disponibilizar ao final da iteração o instrumento denominado "instrumento auxiliar de coleta", para que assim os alunos respondam a pergunta número 6 do instrumento, que se refere a quantidade de ferramentas utilizadas pelo grupo.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta dos dados, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher com a resposta de cada grupo o campo "quantidade de ferramentas", na aba "M 2.3.1".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 3.1.1 - Avaliação dos conhecimento teóricos do aluno.

Descrição da medida: É a avaliação do professor referente o aluno possui conhecimentos teóricos para sustentar uma decisão referente a solução.

Periodicidade: A medida é coletada ao final de cada iteração planejada para a disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Ao iniciar as apresentações dos trabalhos de entrega de iteração o professor deverá abrir a aba "M 3.1.1" da planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e identificar se o aluno possui conhecimentos teóricos para sustentar a decisão sobre a solução implementada. O professor deve atribuir um valor na escala de 0 a 4 para cada aluno que apresentar.

Procedimento de armazenamento: Ao finalizar a avaliação das apresentações, a planilha será salva automaticamente no ambiente do *Google Docs*.

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

M 3.3.1 - Avaliação da prática do aluno.

Descrição da medida: É a avaliação do aluno de se ele identificou que a prática oportunizou um melhor entendimento sobre a teoria.

Periodicidade: A medida é coletada ao final de cada iteração planejada para a disciplina de RP.

Procedimento de coleta: Os professores responsáveis pela disciplina de RP devem disponibilizar ao final da iteração o instrumento denominado "instrumento auxiliar de coleta", para que assim os alunos respondam a pergunta número 3 do instru-

mento, que se refere a percepção do aluno quanto a relação da prática com a teoria. Os alunos inscritos na disciplina de RP.

Procedimento de armazenamento: Após realizarem a coleta dos dados, os professores deverão abrir a planilha denominada "planilha de coletas fim da iteração", localizada na pasta de coletas fim de iteração, no diretório da disciplina de RP no ambiente do *Google Docs*, e preencher com a resposta de cada aluno a avaliação disposta na aba "M 3.3.1".

Responsável: Os responsáveis pelo procedimento de coleta e armazenamento são os professores da disciplina de RP.

4.2.3.2 Medidas Compostas

Para o cálculo das medidas compostas precisamos de alguma forma normalizar os dados quantitativos em qualitativos, para assim poder utilizar uma só escala na análise do indicador. Com isso atribuímos as quantidades de cada medida aos graus da escala utilizada com valores de 0 a 4, conforme apresentado na Tabela 15 para a Meta 1 - Atitude Ativa. Já a Tabela 16 demonstra a normalização para as medidas referentes a Meta 2 - Trabalho Colaborativo.

Tabela 15 – Normalização dos dados quantitativos da Meta 1.

-	Escala				
	0	1	2	3	4
Quantidade de e-mails	0 e-mails	1 a 5 e-mails	6 a 10 e-mails	11 a 15 e-mails	16 ou + e-mails
Quantidade de postagens	0 postagens	1 a 5 postagens	6 a 10 postagens	11 a 15 postagens	16 ou + postagens
Quantidade de mensagens chat	0 mensagens	1 a 5 mensagens	6 a 10 mensagens	11 a 15 mensagens	16 ou + mensagens
Quantidade de livros	0 livros	1 a 2 livros	3 a 4 livros	5 a 6 livros	7 ou + livros
Quantidade de materiais eletrônicos	0 materiais	1 a 2 materiais	3 a 4 materiais	5 a 6 materiais	7 ou + materiais

Tabela 16 – Normalização dos dados quantitativos da Meta 2.

-	Escala				
	0	1	2	3	4
Quantidade de canais	0 canais	1 a 2 canais	3 a 4 canais	5 a 6 canais	7 ou + canais
Quantidade de reuniões	0 reuniões	1 a 2 reuniões	3 a 4 reuniões	5 a 6 reuniões	7 ou + reuniões
Quantidade de e-mails	0 e-mails	1 a 5 e-mails	6 a 10 e-mails	11 a 15 e-mails	16 ou + e-mails
Quantidade de ferramentas	0 ferramentas	1 a 2 ferramentas	3 a 4 ferramentas	5 a 6 ferramentas	7 ou + ferramentas

Média das avaliações referentes as abordagens dos alunos.

Medida Simples utilizada: M 1.1.1 - Avaliação das abordagens do aluno junto ao professor;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações das abordagens dos alunos e n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações referentes ao envio de e-mails dos alunos.

Medida Simples utilizada: M 1.1.2 - Quantidade de e-mails enviados pelo aluno aos professores;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações dos envios de e-mail de cada aluno e n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações referentes as mensagens no chat do moodle.

Medida Simples utilizada: M 1.1.3 - Quantidade de mensagens no chat do moodle enviadas pelo aluno aos professores;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações das mensagens do chat de cada aluno e n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações referentes as postagens no fórum da disciplina.

Medida Simples utilizada: M 1.1.4 - Quantidade de postagens no fórum da disciplina pelo aluno;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações das postagens de cada aluno e n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações referentes aos livros utilizados pelos alunos.

Medida Simples utilizada: M 1.3.1 - Quantidade de livros utilizados pelo aluno;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações dos livros utilizados pelos alunos e n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações referentes aos materiais eletrônicos.

Medida Simples utilizada: M 1.3.2 - Quantidade de materiais eletrônicos utilizados pelo aluno;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações dos materiais eletrônicos utilizados pelos alunos e n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações referentes aos canais de comunicação.

Medida Simples utilizada: M 2.1.1 - Quantidade de canais de comunicação utilizados pelo grupo.

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações dos canais de comunicação dos grupo e n representa a quantidade de grupos.

Média das avaliações referentes as reuniões marcadas pelos grupos.

Medida Simples utilizada: M 2.1.2 - Quantidade de reuniões marcadas pelo grupo;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações das reuniões dos grupos e n representa a quantidade de grupos.

Média das avaliações referentes aos debates dos grupos.

Medida Simples utilizada: M 2.1.3 - Avaliação dos debates do grupo em sala de aula;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações dos debates dos grupos e n representa a quantidade de grupos.

Média das avaliações referentes as abordagens dos grupos.

Medida Simples utilizada: M 2.2.1 - Avaliação das abordagens do grupo junto aos professores em sala de aula.

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações das abordagens dos grupos, e n representa a quantidade de grupos.

Média das avaliações referentes aos e-mails enviados pelos grupos.

Medida Simples utilizada: M 2.2.2 - Quantidade de e-mails que o grupo enviou aos professores responsáveis pela disciplina;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações dos e-mails enviados pelo grupos e n representa a quantidade de grupos.

Média das avaliações referentes as ferramentas utilizadas.

Medida Simples utilizada: M 2.3.1 - Quantidade de ferramentas utilizadas pelo grupo ao longo da iteração;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações das ferramentas utilizadas pelo grupos e n representa a quantidade de grupos.

Média das avaliações referentes aos conhecimentos teóricos.

Medida Simples utilizada: M 3.1.1 - Avaliação dos conhecimento teóricos do aluno.

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i são os valores das avaliações dos conhecimentos teóricos dos alunos, n representa a quantidade de alunos.

Média das avaliações dos conhecimentos práticos dos alunos.

Medida Simples utilizada: M 3.3.1 - Avaliação da conhecimentos práticos do aluno;

Cálculo da medida: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i são os valores das avaliações dos conhecimentos práticos dos alunos, n representa a quantidade de alunos.

4.2.3.3 Indicadores

Para cada indicador definimos as medidas compostas utilizadas, descrição da interpretação do indicador e os cálculos referentes ao indicador gerado através do gráfico. Logo abaixo são apresentados os indicadores definidos para as 3 metas GQM.

Indicador 1

Medidas Compostas utilizada: Média das avaliações referentes as abordagens dos alunos junto aos professores; Média das avaliações referentes ao envio de e-mail dos alunos junto aos professores; Média das avaliações referentes as mensagens no chat do moodle dos alunos; Média das avaliações referentes as postagens no fórum da disciplina no moodle; Média das avaliações referentes aos livros utilizados pelos alunos; Média das avaliações referentes aos materiais eletrônicos utilizados pelos alunos;

Cálculo do indicador: Média: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações da turma e n representa a quantidade de medidas avaliadas.

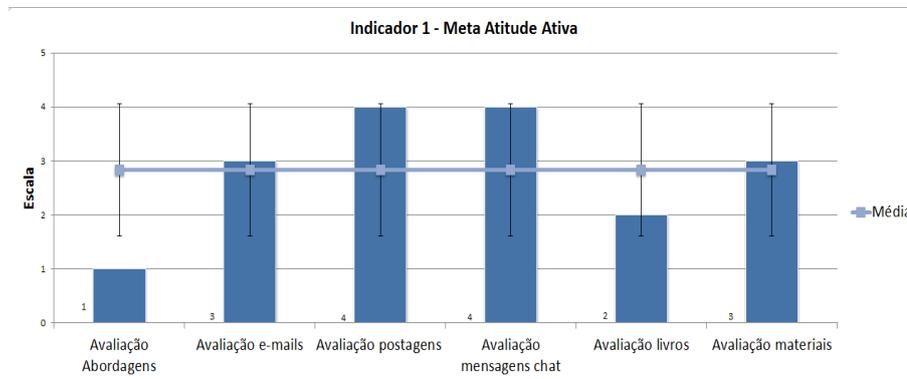
Desvio padrão: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n-1}}$. Onde X_i representa os valores das avaliações da turma, μ representa a média das avaliações e n representa a quantidade de medidas avaliadas.

Descrição da interpretação: Se alguma medida da turma estiver abaixo da faixa do desvio padrão indica que a mesma possui uma dispersão em relação as demais medidas, com isso podemos inferir que a avaliação dessa medida é ruim e que há a necessidade de melhorá-la. Se alguma medida da turma estiver dentro da faixa do desvio padrão, podemos utilizar a média para realizar a análise. Se alguma medida estiver abaixo da média indica que a mesma está abaixo da média de todas medidas, com isso podemos inferir que a medida possui uma avaliação ruim e que há a necessidade de melhorá-la. Já se alguma medida estiver acima da média podemos inferir que a mesma possui uma boa avaliação em relação as demais e há a necessidade de mantê-la. Por fim, se alguma medida da turma estiver acima do desvio padrão indica que possui uma dispersão em relação as demais medidas, com isso podemos inferir que a avaliação dessa medida é boa e que há a necessidade de mantê-la.

A Figura 10 apresenta o gráfico gerado através do indicador, composto por 6

medidas compostas. Os dados utilizados são ilustrativos.

Figura 10 – Indicador 1 referente a Meta 1 - Atitude Ativa.



Indicador 2:

Medida Composta utilizada: Média das avaliações referentes aos canais de comunicação dos grupos; Média das avaliações referentes as reuniões dos grupos; Média das avaliações referentes aos debates dos grupos em sala de aula; Média das avaliações referentes as abordagens dos grupos junto aos professores em sala de aula; Média das avaliações referentes aos e-mails enviados pelos grupos aos professores; Média das avaliações referentes as ferramentas utilizadas pelos grupos;

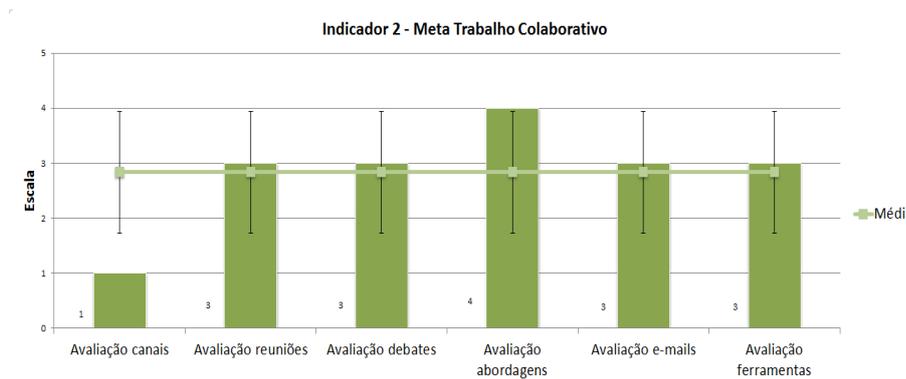
Cálculo do indicador: Média: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i representa os valores das avaliações da turma e n representa a quantidade de medidas avaliadas.

Desvio padrão: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n-1}}$. Onde X_i representa os valores das avaliações da turma, μ representa a média das avaliações e n representa a quantidade de medidas avaliadas.

Descrição da interpretação: Se alguma medida da turma estiver abaixo da faixa do desvio padrão indica que a mesma possui uma dispersão em relação as demais medidas, com isso podemos inferir que a avaliação dessa medida é ruim e que há a necessidade de melhorá-la. Se alguma medida da turma estiver dentro da faixa do desvio padrão, podemos utilizar a média para realizar a análise. Se alguma medida estiver abaixo da média indica que a mesma está abaixo da média de todas medidas, com isso podemos inferir que a medida possui uma avaliação ruim e que há a necessidade de melhorá-la. Já se alguma medida estiver acima da média podemos inferir que a mesma possui uma boa avaliação em relação as demais e há a necessidade de mantê-la. Por fim, se alguma medida da turma estiver acima do desvio padrão indica que possui uma dispersão em relação as demais medidas, com isso podemos inferir que a avaliação dessa medida é boa e que há a necessidade de mantê-la.

A Figura 11 apresenta o gráfico gerado através do indicador, composto por 6 medidas compostas. Os dados utilizados no gráfico são ilustrativos.

Figura 11 – Indicador 2 referente a Meta 2 - Trabalho Colaborativo.



Indicador 3:

Medida Composta utilizada: Média das avaliações referentes aos conhecimentos teóricos dos alunos; Média das avaliações dos conhecimentos práticos dos alunos;

Cálculo do indicador: Média: $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$. Onde X_i são os valores das avaliações da turma, n representa a quantidade de medidas avaliadas.

Desvio padrão: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n-1}}$. Onde X_i são os valores das avaliações da turma, μ é a média das avaliações, n representa a quantidade de medidas avaliadas.

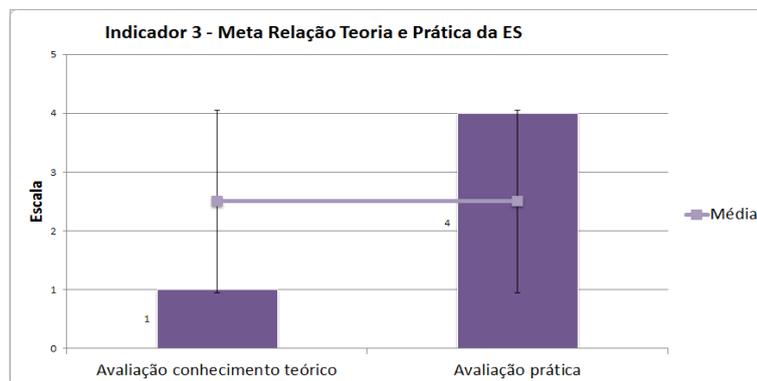
Descrição da interpretação: Se alguma medida da turma estiver abaixo da faixa do desvio padrão indica que a mesma possui uma dispersão em relação as demais medidas, com isso podemos inferir que a avaliação dessa medida é ruim e que há a necessidade de melhorá-la. Se alguma medida da turma estiver dentro da faixa do desvio padrão, podemos utilizar a média para realizar a análise. Se alguma medida estiver abaixo da média indica que a mesma está abaixo da média de todas medidas, com isso podemos inferir que a medida possui uma avaliação ruim e que há a necessidade de melhorá-la. Já se alguma medida estiver acima da média podemos inferir que a mesma possui uma boa avaliação em relação as demais e há a necessidade de mantê-la. Por fim, se alguma medida da turma estiver acima do desvio padrão indica que possui uma dispersão em relação as demais medidas, com isso podemos inferir que a avaliação dessa medida é boa e que há a necessidade de mantê-la.

A Figura 12 apresenta o gráfico gerado através do indicador. Os dados utilizados no gráfico são ilustrativos.

4.3 Lições do Capítulo

Neste capítulo apresentamos todo trabalho desenvolvido na definição do plano de medição para os componentes de RP. Apresentamos toda a fase de planejamento e definição do GQM, onde ao final estabelecemos o plano de medição com 14 medi-

Figura 12 – Indicador 3 referente a Meta 3 - Relação Teoria e Prática.



das simples, 14 compostas e 3 indicadores.

Na fase de definição, todas as decisões foram tomadas em conjunto com a equipe de projeto, ou seja, todas as metas, questões e medidas definidas foram verificadas e validadas. Porém, enfrentamos alguns problemas com as formas de coleta e armazenamento das medidas, por ser a primeira versão do plano de medição a maioria das coletas e armazenamentos são manuais, não tendo uma ferramenta de automatização para apoiar. Também tivemos problemas com as agendas junto a equipe de projeto (professores), no entanto sabemos da dificuldade de horários.

5 FASES DE COLETA E INTERPRETAÇÃO

Neste capítulo apresentamos as fases da coleta de dados e interpretação. Na seção 5.1 apresentamos a fase de coleta de dados através do período piloto. A fase de interpretação não foi realizada, uma vez que o plano de medição não foi executado.

5.1 Fase de Coleta de Dados

A fase de coleta de dados foi realizado através de um período piloto onde os professores responsáveis pelas disciplinas das RPs do semestre 2016/02 foram convidados a realizar as coletas durante a execução da disciplina. O período piloto planejado teve o início no dia 01/11 com fim previsto para 12/11. Com isso, disponibilizamos o plano de medição no dia 01/11 aos professores, porém devido aos feriados estendemos até o dia 19/11. Os *templates* de coleta e armazenamento que disponibilizamos aos professores estão no Apêndice A.

Ao final do período piloto solicitamos aos professores avaliarem as medidas que eles conseguiram realizar a coleta.

5.1.1 Resultados do Período Piloto

No período piloto não foi possível realizar a coleta das medidas que são coletadas ao final do semestre. Com isso, apresentamos através dos gráficos gerados pelos indicadores os resultados das medidas que foram possíveis realizar a coleta.

Na Figura 13 podemos verificar através do indicador que duas das três medidas coletadas estão abaixo da média estabelecida. Isso pode ser uma para o professor instigar os alunos a tirar mais dúvidas sobre o trabalho em aula e utilizar mais livros na solução do problema. Esses dados são utilizados em tempo de execução pelo professor, ou seja, ele pode melhorar essas medidas para a próxima iteração. Para coordenação do curso o indicador demonstra que a meta não está sendo atingida, ou seja, as medidas ruins devem ser trabalhadas para serem melhoradas.

Já na Figura 14 podemos verificar através do indicador que duas das cinco medidas coletadas estão abaixo da média estabelecida. Isso pode ser uma inferência para o professor instigar os grupos a utilizarem mais ferramentas tanto para apoiar o trabalho quanto para própria comunicação do grupo. Para coordenação do curso o indicador demonstra que a meta está sendo atingida em sua maioria, porém existem alguns pontos fracos que devem ser resolvidos. Se houvesse um histórico de medições esses dados podem ser confrontados a fim de perceber se as medidas que estão ruins da turma são características dela ou se foram medidas ruins naquele semestre.

Figura 13 – Resultado do piloto para Meta 1.

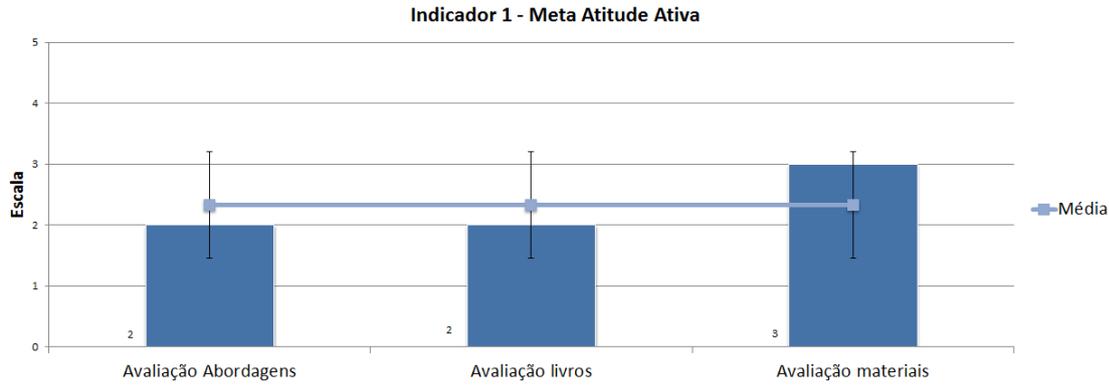
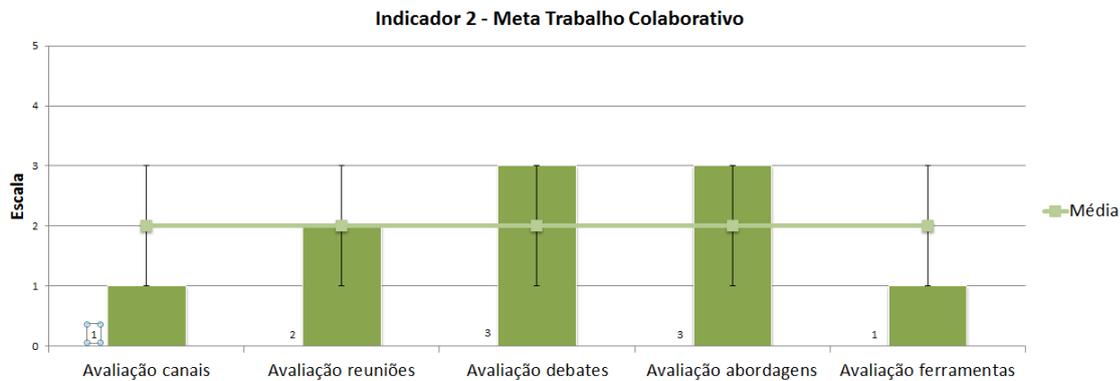
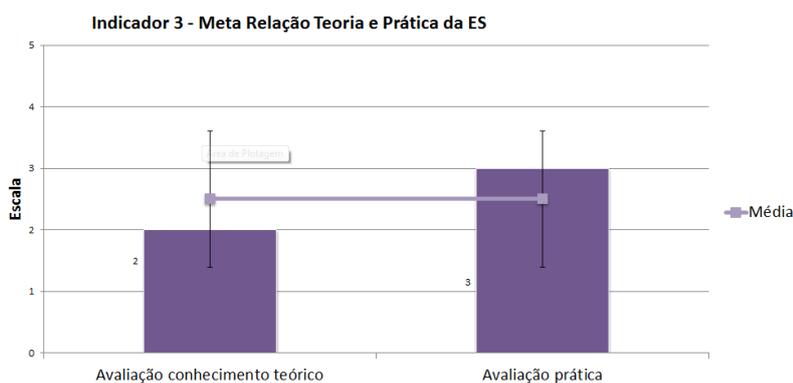


Figura 14 – Resultado do piloto para Meta 2.



Por fim a Figura 15 podemos verificar através do indicador que uma das duas medidas coletadas está abaixo da média estabelecida. Isso pode ser uma inferência para o professor realizar mais perguntas ligadas a teoria para o aluno, a fim de investigar se o aluno possui conhecimento teórico relacionado a solução apresentada. Para coordenação do curso o indicador demonstra que a meta está sendo atingida parcialmente, e que deve ser melhorado a medida ruim.

Figura 15 – Resultado do piloto para Meta 3.



5.1.2 Resultados da Avaliação dos Professores

Na Figura 16 apresentamos as avaliações realizadas do ponto de vista do plano de medição como um todo. Na avaliação fizemos 4 afirmações sobre o plano de medição que os professores responderam através da escala *Likert*¹ se concordavam ou não com as afirmações. Para interpretação e análise dos resultados levamos em consideração a mediana das respostas, que nada mais é do que valor que separa a metade maior e a metade menor de uma amostra, uma população ou uma distribuição de probabilidade.

Com isso, podemos verificar na primeira avaliação que os professores confirmam que as medidas avaliadas possuem uma forma adequada de coleta, ou seja, a forma de coletar as medidas está no caminho certo. Já a segunda questão das respostas os professores são indiferentes da forma de armazenamento das medidas avaliadas, isso demonstra o que em nossas verificações transpareceu, o armazenamento manual das medidas não é a melhor forma para nosso contexto. Quanto a terceira questão os professores concordam que as medidas avaliadas são importantes para o plano, o que se torna um bom indicador para nosso trabalho. Por fim, os professores concordaram que os indicadores apresentados são representativos.

Na fase de interpretação são analisados os dados coletados no ambiente real, porém conforme mencionamos o plano não foi executado em um ambiente real.

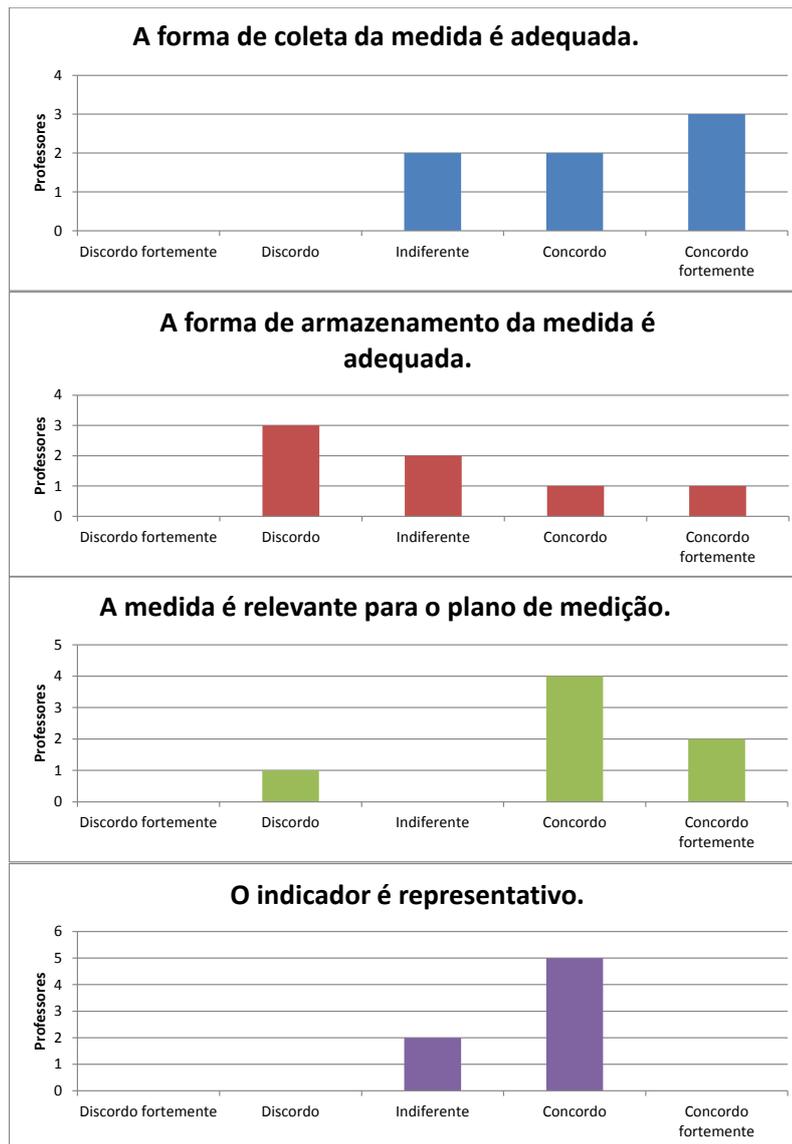
5.2 Lições do Capítulo

A fase de coleta de dados serviu para rodarmos um período piloto de 19 dias onde foi possível realizar a coleta de 10 medidas em ambiente de execução. Através das medidas coletadas conseguimos analisar os indicadores que nos demonstraram alguns aspectos relacionados a turma, como o atingimento parcial da meta 2 de trabalho colaborativo e o não atingimento da meta 1 de atitude ativa. Isso demonstra o valor de ter dados que possam apoiar a tomada de decisão, tanto pela coordenação do curso, quanto para os professores.

Já a avaliação realizada pelos professores foi positiva, pois nos demonstrou um grande ponto fraco do nosso plano que é a parte ferramenta e operacional dele, uma vez que os procedimentos de coleta e armazenamento são realizados todos de forma manual. Por outro lado, a avaliação nos mostra que as medidas definidas no plano são todas relevantes para ele, ou seja, o trabalho de definição das medidas foi bem realizado.

¹ A escala Likert ou escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação.

Figura 16 – Avaliações dos professores.



6 CONCLUSÕES

O principal objetivo do nosso trabalho foi estabelecer um plano de medição e análise para as disciplinas de RP. O plano visa prover suporte a coordenação do curso na gestão do processo de RP, além de beneficiar os professores através de indicadores em tempo de execução da disciplina.

Com isso, a primeira versão do plano de medição e análise foi estabelecido. Contudo, acreditamos que nosso trabalho tenha alguns pontos fracos dos quais o maior seja a questão ferramental, pois todo processo de coleta e armazenamento é manual, ou seja, toma muito tempo da equipe de projeto realizar a coleta e armazenamento. Isso se torna um pouco improdutivo pois afeta diretamente o trabalho da equipe de projeto. Por outro lado, a verificação do nosso trabalho foi realizada de forma iterativa junto aos professores, ou seja, todas decisões tomadas junto as definições de medidas, questões e metas foram de forma colaborativa com os professores, e isso demonstra que o plano de medição está bem verificado e validado.

Também tivemos um grande desafio no nosso trabalho em relação ao processo de criação das metas, questões, medidas e principalmente dos indicadores, que nas avaliações dos professores estão bem representativos em relação a meta. Foi um desafio também estabelecer uma negociação nos conflitos de interesses dos envolvidos, pois na fase de definição sempre havia discordância nas formas de coletas e armazenamento, isso gerou um pouco de atraso em nosso trabalho.

Outro desafio foi a conciliação de agendas dos integrantes da equipe de projeto, onde até a fase em que realizamos entrevistas individuais conseguimos manter contato com a maioria, porém quando tivemos que mudar a estratégia foi difícil conciliar os horários com todos. Outros problemas menores, porém que demandam tempo, como questões ferramentais no qual tentamos deixar o máximo automatizado o processo de coleta e armazenamento.

Apesar dos desafios citados, o plano se mostra bastante interessante e com medidas bem verificadas e validadas junto aos professores especialmente. Os professores que participaram do período piloto e avaliaram o plano demonstraram através das respostas uma boa aceitação ao plano.

6.1 Contribuições

No nosso trabalho criamos uma plano de medição e análise para as disciplinas de RP. As contribuições do nosso trabalho são primeiramente para gestão do curso e professores, e em segundo para área acadêmica através da nossa metodologia e

contexto do trabalho.

Para coordenação do curso o plano de medição irá prover suporte a melhoria contínua do processo de RP, através da coleta de medidas. Assim a coordenação terá uma forma de se certificar que os objetivos de ensino/aprendizagem estão sendo contemplados na execução das disciplinas. Já para os professores, o plano dará suporte em tempo real através dos indicadores da turma, o que facilita nas tomadas de decisões ao longo do semestre.

Para a comunidade acadêmica o nosso trabalho contribui com a metodologia da aplicação e o contexto dele, uma vez que em nossas primeiras pesquisas não encontramos nenhum trabalho relacionado de aplicação do GQM contexto acadêmico. O estabelecimento de um plano de medição para verificar as disciplinas do curso é algo importante, pois irá identificar pontos falhos e de sucessos no ambiente de execução. Isso possibilita realizar um mapeamento e utilizá-lo para tomadas de decisões.

6.2 Trabalho Futuros

Para trabalhos futuros realizar um período piloto com maior espaço de tempo para analisar como se comporta as medidas ao longo do período. Trabalhar nas questões que ficaram para trás. Seria interessante uma ferramenta que pudesse apoiar a coleta e o armazenamento, pois com isso iríamos conseguir automatizar o processo, e conseqüentemente seria uma forma de se ter uma maior adesão ao estabelecimento do plano de medição.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. S. U. F. *Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior*. [S.l.]: Summus Editorial, 2009. Citado na página 24.
- BENEDICT, T.; BILODEAU, N. *Bpm cbok version 3.0: Guide to the business process management common body of knowledge*. North Charleston: CreateSpace, 2013. Citado na página 27.
- CAMPOS, V. F. *TQC: Controle da Qualidade total (no estilo japonês)*. [S.l.]: INDG, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- GENCEL, C. et al. A decision support framework for metrics selection in goal-based measurement programs: Gqm-dsfms. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 86, n. 12, p. 3091–3108, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 38, 39, 40 e 41.
- GIL, A. C. *Didática do Ensino Superior*. [S.l.]: Atlas, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, Springer, v. 16, n. 3, p. 235–266, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- ISO/IEC. *ISO/IEC 15939 - Systems and Software Engineering Measurement Process*. 2002. Citado na página 26.
- JINABHAI, V. J. *An investigation into telecommunications billing system testing processes*. Tese (Doutorado), 2012. Citado 3 vezes nas páginas 29, 30 e 31.
- KIM, H. Frameworks for validation of mobile software project performance. In: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 1, p. 24–26. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 39.
- KOWALCZYK, M. et al. Aligning software-related strategies in multi-organizational settings. *arXiv preprint arXiv:1401.1910*, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 38, 39 e 40.
- LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. *Cadernos de pesquisa*, SciELO Brasil, v. 107, p. 187–206, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- MÜNCH, J. et al. The effects of gqm+ strategies on organizational alignment. *arXiv preprint arXiv:1311.6221*, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 38, 39 e 40.
- PARKASH, S.; KAUSHIK, V. K. Simplified product value measurement framework for small and medium sized enterprises. *LogForum*, v. 9, n. 3, p. 161–166, 2013. Citado na página 40.
- PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: SN. *12th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. [S.l.], 2008. v. 17, n. 1, p. 1–10. Citado na página 37.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 19, 20 e 26.

RAJU, S.; UMA, G. A quantitative measurement of software requirement factors using goal question metric (gqm) approach. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 39, 40 e 41.

REINFRANK, F. et al. A goal-question-metrics model for configuration knowledge bases. In: *Configuration Workshop*. [S.l.: s.n.], 2015. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.

SANTOS, I. J. M. A. dos. O método expositivo e o método construtivista: concorrentes ou aliados? 2014. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.

SCHNAIDER, L. et al. Uma abordagem para medição e análise em projetos de desenvolvimento de software. *Brasília, SBQS*, 2004. Citado na página 28.

SEI. *Software Engineering Institute*. 2016. <<https://sei.cmu.edu/measurement>>. Accessed: 2016-06-04. Citado na página 26.

SOFTWARE, C. de Curso Engenharia de. *Projeto Político-Pedagógico de Curso de Engenharia de Software APÊNDICE G – Normas para Componentes Curriculares de Resolução de Problemas*. 2015. <<http://dspace.unipampa.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/100/PPC-ES-2015.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Accessed: 2016-04-25. Citado na página 19.

SOLINGEN, R. V.; BERGHOUT, E. *The Goal/Question/Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development*. [S.l.]: McGraw-Hill, 1999. Citado 6 vezes nas páginas 29, 30, 31, 32, 33 e 34.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software, Tradução de Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; Revisão técnica de Kechi Hirma*. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2011. Citado na página 26.

SOUTHEKAL, P. H.; LEVIN, G. Formulation and empirical validation of a gqm based measurement framework. In: IEEE. *Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), 2011 International Symposium on*. [S.l.], 2011. p. 404–413. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

Apêndices

APÊNDICE A – APÊNDICE A - TEMPLATES DE COLETA E ARMAZENAMENTO

Nas figuras abaixo apresentamos os *templates* de coleta e armazenamento que elaboramos e disponibilizamos aos professores no período piloto realizado para validação do plano de medição.

Figura 17 – *Template* de coleta e armazenamento para a medida M 1.1.1.

Planilha de avaliação de abordagens dos alunos					
Marque com um "x" o grau de atitude ativa do aluno em sala de aula.					
Objetivo: verificar as abordagens em sala de aula de cada aluno.					
	Escala				
Nome do Aluno	0	1	2	3	4
Aluno 1	x				
Aluno 2	x				
Aluno 3	x				
Aluno 4	x				
Aluno 5	x				
Aluno 6	x				
				Média	0

Figura 18 – *Template* de armazenamento para a medida M 1.1.2

Planilha de armazenamento de quantidade de e-mails que os alunos enviam.		
Preencha com a quantidade de e-mails enviados pelo aluno.		
Objetivo: verificar a atitude ativa do aluno em busca de ajuda com o trabalho.		
Nome do Aluno	Quantidade de e-mails	Avaliação e-mails
Aluno 1	0	0
Aluno 2	0	0
Aluno 3	0	0
Aluno 4	0	0
Aluno 5	0	0
Aluno 6	0	0
	Média	0

Figura 19 – *Template* de armazenamento para a medida M 1.1.3

Planilha de armazenamento de quantidade de mensagens no chat do moodle que os alunos enviaram.		
Preencha com a quantidade de mensagens de cada aluno no chat do moodle.		
Objetivo: verificar a atitude ativa do aluno em buscar ajuda com o problema.		
Nome do Aluno	Quantidade de mensagens no chat	Avaliação mensagens no chat
Aluno 1	0	0
Aluno 2	0	0
Aluno 3	0	0
Aluno 4	0	0
Aluno 5	0	0
Aluno 6	0	0
	Média	0

Figura 20 – *Template* de armazenamento para a medida M 1.1.4

Planilha de armazenamento de quantidade de postagens de cada aluno no fórum da disciplina no moodle.		
Preencha com a quantidade de postagens de cada aluno no fórum da disciplina.		
Objetivo: verificar a atitude ativa do aluno em busca de ajuda com o problema.		
Nome do Aluno	Quantidade de postagens	Avaliação postagens
Aluno 1	0	0
Aluno 2	0	0
Aluno 3	0	0
Aluno 4	0	0
Aluno 5	0	0
Aluno 6	0	0
	Média	0

Figura 21 – *Template* de armazenamento para a medida M 1.3.1

Planilha de armazenamento de quantidade de livros que o aluno utilizou.		
Preencha com a quantidade de livros que cada aluno utilizou.		
Objetivo: verificar a atitude ativa do aluno em busca do conhecimento.		
Nome do Aluno	Quantidade de livros	Avaliação livros
Aluno 1	0	0
Aluno 2	0	0
Aluno 3	0	0
Aluno 4	0	0
Aluno 5	0	0
Aluno 6	0	0
	Média	0

Figura 22 – *Template* de armazenamento para a medida M 1.3.2

Planilha de armazenamento de quantidade de materiais eletrônicos que o aluno utilizou		
Preencha com a quantidade de materiais eletrônicos de cada aluno.		
Objetivo: verificar a atitude ativa do aluno em busca do conhecimento.		
	Quantidade de materiais	Avaliação materiais
Aluno 1	0	0
Aluno 2	0	0
Aluno 3	0	0
Aluno 4	0	0
Aluno 5	0	0
Aluno 6	0	0
	Média	0

Figura 23 – *Template* de coleta e armazenamento para a medida M 2.1.1.

Planilha de armazenamento da quantidade de canais de comunicação do grupo.		
Preencha com a quantidade de canais de comunicação que o grupo estabeleceu.		
Objetivo: verificar o trabalho colaborativo do grupo.		
Grupo	Quantidade de canais de comunicação	Avaliação Canais
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
	Média	0

Figura 24 – *Template* de armazenamento para a medida M 2.1.2

Planilha de armazenamento da quantidade de reuniões marcadas pelo grupo.		
Preencha com a quantidade de reuniões marcadas pelo grupo.		
Objetivo: verificar o trabalho colaborativo do grupo.		
Grupo	Quantidade de reuniões do grupo	Avaliação Reuniões
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
	Média	0

Figura 25 – *Template* de coleta e armazenamento para a medida M 2.1.3

Planilha de avaliação dos debates dos grupos em sala de aula					
Marque com um "x" o grau de trabalho colaborativo em sala de aula.					
Objetivo: verificar se o grupo está realizando debates em sala de aula sobre o trabalho.					
Grupo	Escala				
	0	1	2	3	4
1	x				
2	x				
3	x				
4	x				
5	x				
6	x				
				Média	0

Figura 26 – *Template* de coleta e armazenamento para a medida M 2.2.1

Planilha de avaliação das abordagens realizadas pelo grupo para tirarem dúvidas sobre o trabalho.					
Marque com um "x" o grau de trabalho colaborativo em sala de aula.					
Objetivo: verificar as abordagens do grupo junto ao professor em sala de aula.					
Grupo	Escala				
	0	1	2	3	4
1	x				
2	x				
3	x				
4	x				
5	x				
6	x				
				Média	0

Figura 27 – *Template* de armazenamento para a medida M 2.2.2

Planilha de armazenamento de quantidade de livros que o aluno utilizou.		
Preencha com a quantidade de livros que cada aluno utilizou.		
Objetivo: verificar a atitude ativa do aluno em busca do conhecimento.		
Nome do Aluno	Quantidade de livros	Avaliação livros
Aluno 1	0	0
Aluno 2	0	0
Aluno 3	0	0
Aluno 4	0	0
Aluno 5	0	0
Aluno 6	0	0
	Média	0

Figura 28 – *Template* de armazenamento para a medida M 2.3.1

Planilha de armazenamento da quantidade de ferramentas utilizadas pelo grupo.		
Preencha com a quantidade de ferramentas utilizadas pelo grupo.		
Objetivo: verificar o trabalho colaborativo do grupo.		
Grupo	Quantidade de ferramentas do grupo	Avaliação ferramentas
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
Média		0

Figura 29 – *Template* de coleta e armazenamento para a medida M 3.1.1

Planilha de avaliação se o aluno possui conhecimento teórico para sustentar a solução.					
Marque com um "x" o grau de avaliação sobre o estabelecimento teoria e prática da ES.					
Objetivo: avaliar se o aluno teve conhecimento teórico para sustentar a solução adotada para resolução do problema.					
Nome do Aluno	Escala				
	0	1	2	3	4
Aluno 1	x				
Aluno 2	x				
Aluno 3	x				
Aluno 4	x				
Aluno 5	x				
Aluno 6	x				
Média					0

Figura 30 – *Template* de armazenamento para a medida M 3.3.1

Planilha de avaliação se o aluno identificou que prática oportunizou um melhor entendimento sobre a teoria					
Marque com um "x" o grau de avaliação sobre o estabelecimento teoria e prática da ES.					
Objetivo: avaliar se a prática oportunizou um melhor entendimento sobre a teoria da ES ao aluno.					
Nome do Aluno	Escala				
	0	1	2	3	4
Aluno 1	x				
Aluno 2	x				
Aluno 3	x				
Aluno 4	x				
Aluno 5	x				
Aluno 6	x				
Média					0

Figura 31 – Instrumento Auxiliar de Coleta

INSTRUMENTO AUXILIAR DE COLETA (COLETAS FIM DE ITERAÇÃO)

Nome:

Resolução de Problemas: _____ Grupo: _____ Data: ____/____/____

As primeiras perguntas devem ser respondidas individualmente!

- 1) Durante a iteração, qual a quantidade de livros que você utilizou para auxiliar na resolução do problema?

- 2) Durante a iteração, qual a quantidade de materiais eletrônicos (blogs, fóruns, documentações, etc) que você utilizou para auxiliar na resolução do problema?

- 3) Durante a iteração, você conseguiu identificar que a prática lhe oportunizou um melhor entendimento sobre a teoria da ES? Marque com um “x” a escala abaixo.

0-----1-----2-----3-----4.

0 = Discordo fortemente, 1 = Discordo, 2 = Indiferente, 3 = Concordo, 4 = Concordo fortemente.

As perguntas restantes devem ser respondidas pelo grupo que trabalhou durante a iteração.

- 4) Durante a iteração, qual a quantidade de canais de comunicação que o grupo utilizou para auxiliar na colaboração?

- 5) Durante a iteração, qual a quantidade aproximada de reuniões extra aula que o grupo fez para trabalhar na resolução do problema?

- 6) Durante a iteração, qual a quantidade de ferramentas (ferramentas operacionais, comunicação, gerenciamento, etc.) que o grupo utilizou para aumentar a colaboração?
