



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

MARIA DA CONCEIÇÃO DO NASCIMENTO ARRUDA

**UM ESTUDO DE CASO: RELATO E EXPERIÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
PROCESSO DE MEDIÇÃO NO NPI**

QUIXADÁ
2014

MARIA DA CONCEIÇÃO DO NASCIMENTO ARRUDA

**UM ESTUDO DE CASO: RELATO E EXPERIÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
PROCESSO DE MEDIÇÃO NO NPI**

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas de
Informação da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientadora: Profa. Msc. Diana Braga

QUIXADÁ

2014

MARIA DA CONCEIÇÃO DO NASCIMENTO ARRUDA

**UM ESTUDO DE CASO: RELATO E EXPERIÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
PROCESSO DE MEDIÇÃO NO NPI**

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da disciplina Atividade Supervisionada para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Msc. Diana Braga Nogueira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Msc Regis Pires Magalhães
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus por ter me concedido a existência.

A minha mãe, Maria Hilda por ter sido um anjo bom na minha vida e por ter mim ensinado tudo de bom que hoje eu sei.

Aos meus irmãos, Francisca, Maria, Helena e Rafael por terem sido paciente e amorosos nos momentos de crise.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu força e determinação para vencer os obstáculos e concretizar esse trabalho.

Aos meus queridos irmãos, Francisca, Maria, Helena e Rafael pelo apoio, compreensão e incentivo para a realização dessa etapa da minha vida.

A prof.^a Msc. Diana Braga, pela excelente orientação.

A Todos meus professores, pelo aprendizado que me concederam ao longo dessa caminhada.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Msc Regis Pires Magalhães e prof.^a Dra. Paulyne Matthews Jucá pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores entrevistados, pelas informações concedidas nas entrevistas.

Aos colegas da turma da UFC, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

A todos aqueles que contribuíram de forma significativa para a realização desse trabalho.

“Evite a impaciência. Você já viveu séculos incontáveis e está diante de milênios sem-fim.” Chico Xavier.

RESUMO

Processos de medição de desenvolvimento de software são fundamentais para organizações que visam a melhoria de qualidade. Por isso, muitas organizações estão buscando definir os seus processos de medição, porém, essa não é uma tarefa simples. A definição e implantação de um processo de medição precisa ser bem planejada para que consiga alcançar os objetivos esperados. Alguns trabalhos de definição e implantação de processo de medição foram encontrados na literatura no âmbito acadêmico, porém, apesar dos esforços, não foi localizado, na literatura, trabalhos aplicados em um ambiente de desenvolvimento de software semelhante ao NPI. Nesse contexto, esse trabalho apresenta a definição e implantação de um processo de medição no Núcleo de Práticas em Informática do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Ceará. O processo foi construído baseado em boas práticas e requisitos definidos na Área de processo Medição e Análise do CMMI, MPS.BR, GQM e PSM. O processo foi implantado em um projeto piloto do NPI SI e validado de forma simplificada utilizando o *Checklist* (Anexo 1) com o gerente de projeto. A partir dos resultados obtidos, foram percebidas algumas dificuldades, lições aprendidas, oportunidades de melhorias, bem como as contribuições e limitações desse trabalho.

Palavras-chave: Processo de Medição, Melhoria de Qualidade, Implantação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Abordagem GQM	22
Figura 2 –	Visão geral do Modelo de Informação do PSM.....	27
Figura 3-	Processo de Medição do PSM	29
Figura 4 -	Níveis de maturidade da Representação por Estágio do CMMI.....	31
Figura 5 -	Componentes do Modelo MPS.....	35
Figura 6 -	Escopo da ISO/IEC 15939 Adaptada.....	35
Figura 7 -	Detalhes do processo ProMePE.....	41
Figura 8 -	Fluxo principal do processo de medição NPI.....	54
Figura 9 -	Fluxo da Atividade Iniciar Medição	55
Figura 10-	Fluxo da Atividade Planejar a medição	57
Figura 11-	Fluxo da iteração Sprint de medição	59
Figura 12-	Fluxo da Atividade Planejar a Sprint de medição	60
Figura 13-	Fluxo da Atividade Executar medição	61
Figura 14-	Fluxo da Atividade Analisar e interpretar dados	64
Figura 15-	Fluxo da Atividade Encerrar a medição	66

LISTA DE TABELAS

Quadro 1– Níveis de Capacidade da Representação Contínua do CMMI	21
Quadro 2– Objetivos Específicos da Área de Processo Medição e Análise.....	23
Quadro 3- Objetivo Especifico da Área Desempenho do Processo Organizacional.....	24
Quadro 4- Objetivo Específico da Área Gerência Quantitativa do Projeto.....	25
Quadro 5- Mapeamento entre Níveis de Maturidade e seus Processos.....	27
Quadro 6- Resultados Esperado do Processo de Medição.....	28
Quadro 7- Atividades e Objetivos do Processo de Medição do Via Digital.....	38
Quadro 8- Atividades do Processo de Medição PRoMePE.....	41
Quadro 9- Perguntas e respostas das entrevistas.....	46
Quadro10- Tarefa Realizar reunião de compromisso com a medição.....	48
Quadro11- Produto de Informações do NPI.....	50
Quadro12- Realizar reunião de compromisso com a medição.....	55
Quadro13- Tarefa Selecionar necessidades de medição.....	56
Quadro14- Tarefa Identificar medidas.....	58
Quadro15- Tarefa Realizar estimativas	58
Quadro16- Tarefa Criar o plano de medição.....	60
Quadro17- Tarefa Coletar dados.....	62
Quadro18- Tarefa Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados.....	62
Quadro19- Tarefa Armazenar dados.....	63
Quadro20- Tarefa Elaborar o material de apresentação	64
Quadro21- Tarefa Analisar e comunicar resultados	65
Quadro22- Tarefa Encerrar a medição.....	66
Quadro23- <i>Checklist</i> da Atividade “Iniciar medição”	69
Quadro24- <i>Checklist</i> da Atividade “Planejar a Sprint de medição.....	70
Quadro25- <i>Checklist</i> da Atividade “Planejar a medição”	71
Quadro26- <i>Checklist</i> da atividade “Executar medição”	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMMI	Modelo Integrado de Maturidade e Capacidade
DoD	Departamento de Defesa dos Estados Unidos
ETM	Equipe Técnica do Modelo
FCC	Fórum de credenciamento e Controle
GQM	Goal Question Metric
GQ(I)M	Goal Question Indicator Metric Measurement
IPD-CMM	Integrated Product Development Capability Maturity Model
ISO/IEC 15939	Software Engineering- Software Measurement Process
MA-MPS	Método de Avaliação do Processos de Software brasileiro
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MPS.BR	Melhoria de Processos de Software brasileiro
MR-MPS	Modelo de Referência do Processos de Software brasileiro
NPI	Núcleo de Prática de Informática
PSM	Practical Software Measurement
SEI	Software Engineering Institute
SECM	System Engineering Capability Model
SOFTEX	Associação para Promoção de Excelência do Software Brasileiro
UFC	Universidade Federal do Ceará
SW-CMM	Capability Maturity Model for Software
PMEs	Pequenas e Médias Empresas

Sumário

1.INTRODUÇÃO	13
1.2 Objetivos	14
1.3Estrutura do Trabalho.....	15
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Conceitos Relacionados a Medição.....	16
2.2 Medição de Software.....	17
2.3 Definição de um Processo de Medição de Software	18
2.4 Medição nos Modelos de Melhoria de Qualidade.....	20
2.4.1 Área de Medição e Análise do CMMI	20
2.4.2 Processo de medição do MPS.BR	23
2.4.3 ISO/IEC 15939 - Software Engineering: Software Measurement Process	26
2.5 Abordagens de Medição em Processo de Software.....	28
2.5.1 Goal-Question-Metric (GQM)	28
2.5.2 Goal Question Indicator Metric Measurement (GQIM).....	30
2.5.3 Pratical Software Measurement (PSM).....	31
2.6 Trabalhos Relacionados	33
2.6.1 <i>Incubadora Centro GENESS</i>	34
2.6.2 <i>Projeto Via Digital</i>	34
2.6.3 Empresa HBSIS Informática.....	36
2.6.4 <i>O GREat (Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas)</i>	37
2.6.5 <i>Laboratórios de Engenharia de Software (LABES/UFPA)</i>	39
3.METODOLOGIA	41
4.DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE MEDIÇÃO NPI	42
4.1 Primeira Etapa.....	43
4.2 Segunda Etapa.....	45
4.3 Terceira Etapa.....	46
4.4 Quarta Etapa	47
4.5 Quinta Etapa	49
4.5 Conclusão da Seção	50
5.O PROCESSO DE MEDIÇÃO DO NPI	50
5.1 A atividade “Iniciar Medição”	51
5.1.1 Tarefa “Realizar reunião de compromisso com a medição”	52
5.1.2 Tarefa “Selecionar as necessidades de informações”	53
5.2 Atividade “Planejar o ciclo de Medição”.....	54
5.3 A iteração “Ciclo de Medição”	55
5.3.1 Atividade “Planejar a medição”	56
5.3.1.1 Tarefa “Criar o plano de medição”	57
5.3.2 Atividade “Executar Medição”	59
5.3.2.1 Tarefa “Coletar dados”	60

5.3.2.2 Tarefa “Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados”	60
5.3.2.3 Tarefa “Armazenar Dados”	61
5.3.3 Atividade “Analisar e Comunicar os resultados”	61
5.3.3.1 Tarefa “Elaborar o material de apresentação”	62
5.5 Atividade “Encerrar as Medições”	63
5.5.1 Tarefa “Encerrar a Medição”	64
5.6 Conclusão da Seção	65
6.RESULTADOS	65
6.1 Checklist de Verificação da Execução do Processo de Medição	65
6.2 Análise da entrevista com o gerente de projeto.....	70
6.3 Dificuldades	72
6.4 Lições aprendidas.....	72
6.5 Oportunidades de melhorias.....	73
7.CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	74
7.1 Considerações Finais	74
7.2 Trabalhos Futuros	75
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICES	78
APÊNDICE A.....	79
FORMULÁRIOS DE REGISTRO DE MEDIDAS.....	79
APÊNDICE B	91
PLANO DE MEDIÇÃO	91

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas que desenvolvem software vêm sofrendo muita pressão para se adequarem às crescentes exigências do mercado por softwares cada vez melhores, dentro do cronograma e orçamento esperados (BARCELLOS, 2009). Além disso, o desenvolvimento de software não é uma tarefa fácil envolve fatores de difícil controle que devem ser gerenciados de modo efetivo.

Com o propósito de produzir software de forma sistemática e controlada, as empresas estão buscando definir processos que implementam técnicas e práticas para diagnosticar e monitorar a real situação dos seus projetos e do que se é produzido. Desse modo, alcançar os objetivos desejados. (WANGENHEIM et al, 2012). Nesse cenário, as medições são peças fundamentais, sendo a base para a análise da qualidade de produtos e para o monitoramento de projetos (WANGENHEIM et al, 2012). Além desses propósitos, as medições podem ser utilizadas para (HAZAN, 2004):

- Formar uma base para as estimativas;
- Melhorar a gerência de projetos de desenvolvimento de software;
- Entender e aperfeiçoar o processo de software;
- Determinar se as metas de produtividade do processo estão sendo atingidas;
- Melhorar o relacionamento com o cliente;
- Avaliar os benefícios de novos métodos.

Em uma pesquisa realizada em 2012 pela AMCHAM (Câmara Americana de Comércio) com 44 executivos de TI, 77% dos respondentes afirmaram que a medição periódica e o desenvolvimento de indicadores de desempenho fazem parte da política das suas empresas. Dentre os aspectos que estas empresas focam para aplicações de medições, os principais são: melhoria de processos e produtos, justificativa de investimentos, correção de falhas nos processos, aumentos dos lucros e impactos dos processos (AMCHAM, 2012). E apenas 14% dessas empresas estão totalmente satisfeitas com a forma como as medições são realizadas. As principais razões para essa insatisfação podem ser (WANGENHEIM et al, 2012):

- Falta de objetivos de medições claramente definidos;
- Incapacidade de analisar e usar dados;
- Falta de compromisso da gerência;
- Falta de motivação dos envolvidos;

- Falta de treinamentos.

Medições de software para serem efetivas precisam estar alinhadas às necessidades de informações da organização e serem orientadas por um processo de medição bem definido (BARCELLOS, 2009). “Um processo de medição pode ser visto como um conjunto de atividades, tarefas, modelos de artefatos e transformações que guiam pessoas na aplicação das medições” (BARCELLOS, 2009).

Para definir processos de medições, as organizações procuram seguir modelos, guias, metodologias e/ou abordagens de medições. Dentre os mais conhecidos, pode-se citar o Modelo Integrado de Maturidade e Capacidade (CMMI, 2010), o MPS.BR Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software Brasileiro (SOFTEX, 2011), ISO/IEC 15504 – *Information Technology – Process Assessment* (ISO/IEC, 2003) e a ISO/IEC 12207 – *Systems and Software Engineering – Software Life Cycle Process* (ISO/IEC, 2008), *Goal Question Metric* (WANGENHEIM, 2012) e PSM - *Practical Software Measurement* (WANGENHEIM, 2012). Entretanto, esses modelos não indicam como deverá ser esse processo, nem como ele deverá ser executado (BARCELLOS, 2009). Não existe um processo padrão que possa ser prontamente aplicado em qualquer ambiente. Desse modo, cada organização deve implementar o seu próprio processo de acordo com as suas características e necessidades (WANGENHEIM, 2012).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo a definição e implantação de um processo de medição de desenvolvimento de software para o Núcleo de Práticas de Informática da Universidade Federal do Ceará - Campus Quixadá.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo a confecção de um processo de medição para dar suporte ao gerenciamento de projetos de *softwares* desenvolvidos no Núcleo de Práticas em Informática da Universidade Federal do Ceará - Campus de Quixadá.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar um levantamento na organização, buscando conhecer o desenvolvimento das suas atividades e os seus objetivos;
- Realizar pesquisas em trabalhos de definição de processo de mensuração em software, identificando as estratégias empregadas.
- Analisar modelos de processo de medição e métodos de medição para identificar e selecionar boas práticas para compor o processo proposto;

- Definir um processo de medição baseado nas boas práticas de medição selecionadas e nas necessidades do Núcleo de Práticas;
- Implantar o processo em projetos pilotos;
- Relatar os resultados.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em seis seções, além desta introdução. A seção 2 é a Fundamentação Teórica, onde se apresenta os conceitos importantes para o entendimento deste trabalho e contém os conceitos relacionados: Medição em software, Definição de processo de medição em software, Medição em Modelos de melhoria de qualidade e Abordagens de medição de software.

A seção 3, Procedimentos Metodológicos, apresenta a metodologia empregada neste trabalho.

A seção 4, Definição do processo de medição NPI, apresenta as etapas relacionadas a construção do Processo de medição.

A seção 5, O processo de medição NPI, apresenta detalhadamente as atividades, tarefas, papéis e documentos associados.

A seção 6, Resultados, apresenta os resultados da implantação do processo de medição em projetos de softwares.

Por fim, a seção 7, Conclusão e Trabalhos Futuros, apresenta as considerações finais acerca do trabalho realizado e propostas de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta a revisão da literatura técnica necessária a realização deste trabalho. Os temas abordados nesta seção compreendem os conceitos básicos de medição, medição de software, definição de processo de medição de software, abordagem de medição em processos de software, modelos de melhoria de qualidade e medição de software em organizações desenvolvedoras de software.

2.1 Conceitos Relacionados a Medição

As medidas estão presentes em muitas áreas de conhecimentos, por exemplo, na medicina, medem-se o peso e a altura das pessoas para obter o índice de massa corporal e avaliar se a pessoa está abaixo do peso, com o peso ideal, acima do peso ou obesa. Na Engenharia civil, medem-se o comprimento e a largura de um empreendimento para obter a área total e verificar se a área obtida corresponde ao que foi especificado pelo cliente. Na Educação, medem-se a aprendizagem dos discentes atribuindo-lhe uma nota de acordo com o conhecimento obtido, qualificando a sua aprendizagem satisfatória ou não. Como se pode perceber, a medição não é um fim em si, mais um meio para vários fins (WANGENHEIM, 2012). Com o auxílio de medições, pode-se avaliar, monitorar, prever e conhecer os aspectos dos objetos medidos.

Mensurar consiste em atribuir um valor a uma medida, que é o elemento básico de uma medição, devendo ser expressa, geralmente, por uma unidade. Esta, especifica a informação que lhe deve ser atribuída. Além disso, uma medida possui também uma escala que define o seu intervalo (BARCELOS et al, 2012).

As medidas podem ser classificadas em medidas bases e medidas derivadas. As medidas bases são definidas em termos de um único atributo e um método para quantificá-lo. Uma medida base é funcionalmente independente de outras medidas e capturam informações sobre um único atributo (WANGENHEIM, 2012). Um exemplo de medida base pode ser o esforço empregado para a realização de uma dada atividade. Porém, as medidas derivadas são funcionalmente dependentes de outras medidas e capturam informações de mais de um atributo. Um exemplo de medida derivada pode ser a produtividade do projeto, que é obtida pela razão entre o tamanho do produto que está sendo desenvolvido pela quantidade de esforço que está sendo empregado no desenvolvimento do produto.

Para coletar os dados é necessário utilizar um procedimento de medição, que descreve como a coleta da medida deve ser realizada. Após a coleta, os dados precisam ser analisados. A análise dos dados é feita aplicando-se o procedimento de análise, que descreve como os dados devem ser representados e analisados.

Uma medida pode ou não ser transformada em um indicador. Um indicador é um conjunto de medidas representadas, geralmente, no formato de um gráfico e empregadas para analisar o alcance de objetivos.

2.2 Medição de Software

Na Engenharia de Software, como em outras áreas de conhecimentos, também, se aplicam medições, com o intuito de caracterizar processos de produção e seus produtos.

A medição de software caracteriza os objetos medidos através da quantificação dos seus atributos seguindo regras claramente definidas (WANGENHEIM, 2012). A quantificação dos atributos de uma entidade, permite conhecê-la mais facilmente do que pela observação direta do seu comportamento.

Com a finalidade de quantificar atributos de processos e produtos da Engenharia de Software, foi especificado um conjunto de medidas, dentre elas, estão as mais utilizadas, que são (EDUARDO, 2003):

- Tamanho – usada para dimensionar o tamanho de produtos de software;
- Qualidade – usada para inferir o nível de qualidade de produtos;
- Produtividade – usada para conhecer o desempenho da equipe no desenvolvimento de projetos;
- Esforço – usada para obter a quantidade de horas trabalhadas e,
- Prazo – usada para monitorar e controlar a duração de projetos.

As medidas da Engenharia de Software fornecem dados objetivos que auxiliam os gestores de empresas de software a fundamentarem suas tomadas de decisões na condução de projetos de software.

No entanto, o uso de medidas de software deve ser motivado por necessidades de informações da organização claramente definidas. Já as medidas que serão utilizadas devem, obrigatoriamente, ser definidas para atenderem as necessidades de informações da organização. Dessa forma, as necessidades de informações se constituem nos fundamentos para justificar o custo investido nas coletas dos dados.

De acordo com BORGES (2003), a aplicação de mensurações traz vários benefícios para as organizações. Entretanto, é necessário que a implantação de um programa de medição esteja apoiada em um processo de medição capaz de garantir a execução disciplinada do conjunto de atividades envolvidas (BARCELLOS, 2012).

2.3 Definição de um Processo de Medição de Software

Um processo de medição pode ser visto como um conjunto de passos que orientam a realização de medições em uma organização, definindo as atividades, as tarefas, o fluxo, os papéis, os artefatos e os procedimentos necessários a execução das atividades de medições (BARCELLOS et al, 2012, pag. 29). O propósito de um processo de medição é conduzir pessoas durante a execução das aplicações de medições.

Para a definição de um processo de medição, existem na literatura modelos de processos, como a área de medição e análise do CMMI [SEI, 2012] e o processo de medição do MPS.BR [SOFTEX, 2012], que definem um conjunto de atividades que um processo de medição deve implementar. Essas atividades podem ser agrupadas em etapas sequenciais que são: (i) definição das medidas, (ii) coleta e armazenamento das medidas, (iii) análise das medidas, e (iv) uso dos resultados da análise na tomada de decisão.

Entretanto, os modelos existentes não fornecem detalhes de como será esse processo, nem como ele deverá ser executado. Cada organização deve implementar o seu próprio processo de medição, baseando-se nos modelos de processos de medição existentes e nas necessidades e especificidades de cada organização.

Desse modo, foram desenvolvidos trabalhos que tinham como objetivos elencar um conjunto de requisitos que devem ser considerados na definição de um processo de medição (GARCIA et al, 2006) (ANDRADE, 2010). A seguir, são apresentados esses requisitos:

- **Compromisso organizacional:** na definição de um processo de medição é necessário o comprometimento da alta gerência e de todos os envolvidos diretos neste processo. É importante que todos estejam cientes dos benefícios que as medições podem proporcionar e deve ficar esclarecido o foco das medições na organização.
- **Planejamento das medições:** o planejamento adequado é muito importante para o sucesso do processo de medição. É necessário definir as medidas apropriadas e compreender o objetivo da coleta. Os

procedimentos de coleta, análise e armazenamento dos dados devem fazer parte do planejamento das medições.

- **Reuso e adaptação do plano de medição:** o plano de medição deve ser construído, revisado e deve ser reutilizado. Ele contém as informações de como as medidas devem ser coletadas e analisadas. A reutilização do plano pode reduzir significativamente o custo do planejamento das medições e elaboração do plano de medição.
- **Coleta e armazenamento dos dados:** Os dados coletados devem ser guardados em um local adequado e que permita o acesso posterior para análise e criação da base de dados histórica. O armazenamento pode ser feito em ferramentas que automatize o processo, pode ser planilhas ou banco de dados.
- **Análise dos dados coletados:** nesta etapa, os dados são interpretados sob a óptica dos objetivos definidos no planejamento da medição. A saída desta análise deve subsidiar a tomada de decisão durante o projeto.
- **Comunicação dos resultados:** o processo de medição deve prover mecanismos de divulgação das medições sempre que necessário e apresentar os dados através de gráficos.
- **Avaliação do Programa de Medição:** esta etapa consiste na avaliação do programa de medição como um todo, o que inclui as medidas utilizadas, os resultados das análises dos dados, as atividades e tarefas e, se o processo alcançou os objetivos definidos.

Um processo de medição eficiente é fator crítico de sucesso de um programa de medição, por direcionar as atividades a serem realizadas, permitindo a identificação de tendências e antecipação de problemas com a análise dos dados coletados (BARCELLOS et al, 2012).

Quando pretende-se definir um processo de medição, é necessário analisar os modelos de processos existentes que tratam de mensurações para identificar a estrutura desses modelos e os requisitos que estes modelos definem. Dessa forma, é extremamente importante fazer a análise de modelos de processos de mensuração, objetivando adquirir conhecimentos necessários para definir o arcabouço do processo proposto neste trabalho. Dentre os modelos de processos, que são apoiados por mensurações, serão estudados neste trabalho: CMMI,

MPS.BR e a norma ISO/IEC 15939; que são bastante difundidos nas organizações de software.

2.4 Medição nos Modelos de Melhoria de Qualidade

Esta seção apresenta alguns dos modelos de melhoria de qualidade que tratam de medição em seu escopo. O primeiro modelo a ser estudado nessa seção será o CMMI, em seguida o MPS.BR e, posteriormente a norma ISO/IEC 15939. Os modelos citados acima, utilizam mensurações como prática fundamental para dar suporte às necessidades de informações gerenciais e apoiar as tomadas de decisões.

2.4.1 Área de Medição e Análise do CMMI

O CMMI é um modelo de referência de melhoria de processos, desenvolvido pelo *Software Engineering Institute* (SEI). Sendo fortemente relacionado aos conceitos de melhoria contínua de processos. O modelo propõe, basicamente, um guia para a descrição de políticas, processos e atividades em diversas áreas de conhecimento, de maneira a propiciar que uma organização possa ser avaliada em um nível de maturidade e/ou capacidade (CMMI, 2010).

Dentre as áreas de processos do CMMI, existem as áreas de processos que tratam de Medição. No nível 2, está a área Medição e Análise, que tem como propósito desenvolver e manter uma capacidade de medição que é usada para dar suporte a necessidade de informações gerenciais (CMMI, 2010). No CMMI, a medição e análise abrange (CMMI, 2010):

- I. Especificar os objetivos de medição e análise de forma alinhada aos objetivos e necessidades de informações da organização;
- II. Especificar medidas, técnicas de análise e mecanismos de coleta, armazenamento de dados, relato de resultados e feedback aos envolvidos;
- III. Implementar a coleta, armazenamento, análise e comunicação de dados;
- IV. Fornecer resultados objetivos que possam ser usados para a tomada de decisão e ações corretivas.

Essa área de processos é composta de dois objetivos específicos e cada objetivo específico apresenta 4 práticas específicas. O Quadro 2 mostra os objetivos e práticas específicas dessa área de processo (CMMI, 2010).

Objetivo Específico 1 - Alinhar as atividades de medição e Análise
PE 1.1 – Estabelecer os objetivos da medição
PE 1.2 - Especificar medidas
PE 1.3 – Especificar procedimentos de coleta de dados e armazenamento
PE 1.4 – Especificar procedimento de análise
Objetivo Específico 2 – Fornecer resultados da Medição
PE 2.1 – Coletar dados de medição
PE 2.2 – Analisar dados
PE 2.3 – Armazenar dados e resultados
PE 2.4 – Comunicar resultados

Quadro 1: Objetivos Específicos da Área de Processo Medição e Análise

Fonte: CMMI (2010)

No nível 4, estão as áreas de processos Desempenho do processo organizacional e Gerência quantitativa do projeto. A área Desempenho do processo organizacional tem como propósito estabelecer e manter um entendimento quantitativo de desempenho do processo como apoio para atingir objetivos de qualidade e de desempenho (CMMI, 2010).

A área Desempenho do processo organizacional envolve:

- I. Estabelecer objetivos de qualidade e de desempenho do processo alinhado aos objetivos de negócio;
- II. Selecionar sub-processos para análise de desempenho;
- III. Estabelecer definições das medidas a serem utilizadas para a análise de desempenho do processo;
- IV. Estabelecer *baselines* e modelos de desempenho do processo.

O Quadro 3, mostra o objetivo e as práticas específicas dessa área de processo.

Objetivo Específico 1 – Estabelecer baselines e Modelos de desempenho do processo
PE 1.1 – Estabelecer objetivos de qualidade e de desempenho do processo
PE 1.2 – Selecionar processos
PE 1.3 - Estabelecer medidas de desempenho do processo
PE 1.4 – Analisar o desempenho do processo e estabelecer baselines
PE 1.5 – Estabelecer modelos de desempenho do processo

Quadro 2: Objetivo Específico da Área de Processo Desempenho do Processo Organizacional

Fonte: CMMI (2010)

A área de processo Gerência quantitativa do projeto tem como propósito gerenciar quantitativamente o desempenho do projeto para alcançar a qualidade estabelecida para o projeto e os objetivos de desempenho do processos (CMMI, 2010). Essa área de processo envolve:

- I. Estabelecer e manter os objetivos de qualidade do projeto e os objetivos de desempenho do processo;
- II. Compor um processo definido para o projeto que apoie o alcance desses objetivos;
- III. Selecionar sub-processos e atributos críticos para o entendimento do desempenho e que apoiam o alcance dos objetivos;
- IV. Selecionar medidas e técnicas analíticas para serem usadas na gerência quantitativa;
- V. Monitorar o desempenho dos processos selecionados utilizando técnicas estatísticas e quantitativas;
- VI. Gerenciar o projeto utilizando técnicas estatísticas e quantitativas para determinar se os objetivos de qualidade foram alcançados;
- VII. Realizar análise de causa em aspectos selecionados para tratar deficiências no alcance dos objetivos.

O Quadro 4, mostra os objetivos e as práticas específicas desta área de processos.

Objetivo Específico 1 – Preparar a gerência quantitativa
PE 1.1 – Estabelecer os objetivos do projeto
PE 1.2 – Compor o processo definido
PE 1.3 – Selecionar sub-processo e atributos
PE 1.4 – Selecionar medidas e técnicas analíticas
Objetivo 2 - Gerenciar Quantitativamente o projeto
PE 2.1 – Monitorar o desempenho dos sub-processos
PE 2.2 – Gerenciar o desempenho do processo
PE 2.3 – Realizar análise de causa

Quadro 3: Objetivos específicos da Área de Processo Quantitativa do Projeto

Fonte: CMMI (2010)

De acordo com uma pesquisa realizada pelo SEI (*Software Engineering Institute*) em 2006, a área de Medição e Análise é a referência em medição em relação a todas as outras abordagens, normas e modelos. A entrevista foi realizada com 1868 desenvolvedores de software e 56% das respostas apontaram a área de medição e análise como a mais utilizada (WANGENHEIM, 2012).

De fato, o CMMI é uma referência mundial quando se trata de melhoria de processos e produtos de softwares. Como consequência as práticas e técnicas englobadas por esse modelo também são vistas como boas práticas, o que resulta na sua utilização em maior escala do que as outras normas, modelos e abordagens.

Como foi discutido nesta subseção, a medição é uma prática importante no contexto de melhorias de processos e produtos, o que é comprovado com a sua utilização em modelos de referência mundialmente conhecidos, como o CMMI.

2.4.2 Processo de medição do MPS.BR

O MPS.BR é um programa de melhoria de software brasileiro, conduzido pela Associação para Promoção de excelência de softwares brasileiros (SOFTEX) e apoiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Foi criado em 2003 e tem como propósito a melhoria de processo de software no contexto nacional. Sua implementação é adequada a todos os perfis de organizações, mas o modelo dá atenção especial às pequenas e médias empresas (PMEs). O MPS.BR conta com duas estruturas de apoio ao desenvolvimento de suas atividades: o Fórum de credenciamento e Controle (FCC) e a Equipe Técnica do Modelo (ETM).

O papel da FCC é (SOFTEX, 2011):

- I. Emitir parecer que subsidie decisão da SOFTEX sobre o credenciamento de instituições implementadoras e instituições avaliadora (IA);
- II. Monitorar os resultados das instituições implementadoras e instituições avaliadoras (IA), emitindo parecer à SOFTEX o seu descredenciamento no caso de comprometimento da credibilidade do modelo MPS.

O papel da ETM é apoiar a SOFTEX sobre os aspectos técnicos relacionados ao modelo de referência (MR-MPS) e método de avaliação (MA-MPS) para (SOFTEX, 2011):

- I. Criação e aprimoramento do contínuo do MR-MPS, MA-MPS e seus guias específicos;
- II. Capacitação de pessoas por meio de cursos, provas e workshops.

O Modelo MPS é baseado na Norma Internacional ISO/IEC 12207:2008 [ISO/IEC, 2008], na Norma Internacional ISO/IEC 15504 [ISO/IEC, 2003] e no Modelo CMMI-DEV (Capability Maturity Model Integration for Development) [SEI, 2010], possuindo três componentes: o Modelo de Referência MR-MPS, o Método de Avaliação MA-MPS e Modelo de Negócio MN-MPS (SOFTEX, 2011). Cada componente do modelo é descrito por meio de um documento no formato de guias. A estrutura do modelo pode ser visualizada na Figura 2.

O Modelo de Referência MR-MPS utiliza a estrutura de níveis de maturidade de processo do CMMI e apresenta níveis de maturidade. Cada nível de maturidade define um patamar que deve ser alcançado pelas empresas que desejam ser certificadas no referido nível de maturidade. Ao todo são 7 níveis de maturidade e são classificados em uma escala de G até A, onde o G é o nível mais básico e o A é o nível mais elevado. Vale ressaltar que esses níveis são cumulativos, ou seja, para migrar de um nível menos elevado para outro mais elevado deve-se preservar e manter os requisitos do nível inferior e obter os requisitos exigidos do próximo nível (SOFTEX, 2011).

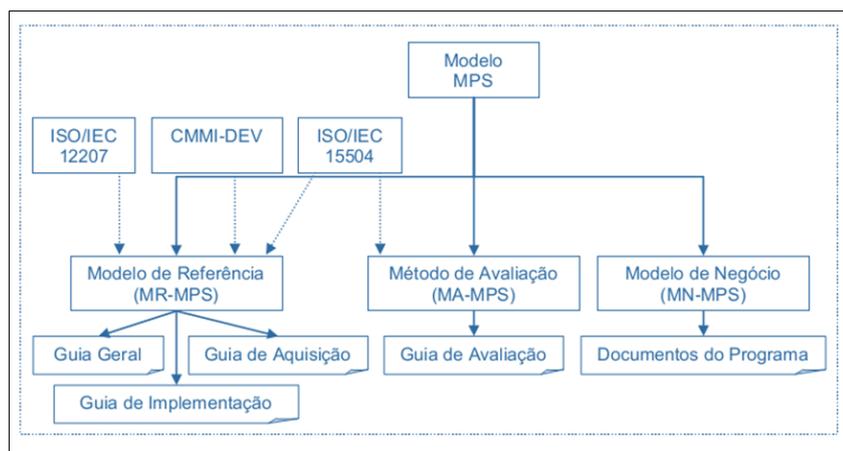


Figura 1: Componentes do Modelo MPS

Fonte: SOFTEX (2011)

Em cada nível de maturidade, existem um conjunto de processos e para cada processo dentro de um respectivo nível de maturidade é exigida uma capacidade. No MR-MPS, a capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo que

são descritos por meios de resultados esperados (SOFTEX, 2011). O mapeamento entre os níveis de maturidade e os processos podem ser visualizados no Quadro 5.

Nível de Maturidade	Processos
G - Parcialmente Gerenciado	Gerência de Requisitos, Gerência de Projetos
F – Gerenciado	Medição, Garantia da Qualidade, Gerência de Portfólio de Projetos, Gerência de configuração, Aquisição
E – Parcialmente Definido	Gerência de Projetos, Gerência de Reutilização, Gerência de Recursos Humanos, definição de processos Organizacional, Avaliação e Melhoria de Processo Organizacional
D – Largamente Definido	Desenvolvimento de Requisitos, Integração do Produto, Projeto e Construção do Produto, Verificação e Validação
C – Definido	Gerência de Risco, Desenvolvimento para reutilização, Gerência para decisões
B –Gerenciado Quantitativamente	Gerência de projetos
A - Em Otimização	

Quadro 4: Mapeamento entre Níveis de Maturidade e seus Processo

Fonte: (SOFTEX, 2011).

Os processos são descritos em termos de propósito e resultados esperados. O propósito é visto como o objetivo geral a ser alcançado na execução do processo e os resultados esperados do processo são vistos como o que deve ser obtido com a efetiva implementação do processo (SOFTEX, 2011).

O modelo de referência MR-MPS também trata de medição como o CMMI. O processo de Medição é definido no nível F (Gerenciado) no MPS.BR e é referenciado como MED. Esse processo tem como propósito coletar, relatar e analisar os dados relativos aos processos implementados e aos produtos desenvolvidos na organização e em seus projetos de forma a apoiar os objetivos organizacionais (SOFTEX, 2011). O Quadro 6 mostra os resultados esperados do processo de medição do MPS. BR.

Resultado	Descrição
MED 1	Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos de negócios da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais.

MED 2	Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e definido, priorizado, documentado, revisado e, quando pertinente, atualizado.
MED 3	Os procedimentos para coleta e o armazenamento de medidas são especificados.
MED 4	Os procedimentos para a análise das medidas são especificados.
MED 5	Os dados requeridos são coletados e analisados.
MED 6	Os dados e os resultados das análises são armazenados
MED 7	Os dados e os resultados das análises são comunicados aos interessados e são utilizados para tomar decisões.

Quadro 5: Resultados Esperados dos Resultados de medição

Fonte: (SOFTEX, 2011).

Para que uma organização seja certificada em um nível de maturidade do MPS.BR, é necessário implementar todos os processos do referido nível de maturidade e alcançar todos os resultados esperados para cada processo. O certificado MPS é fornecido mediante uma avaliação da empresa pelo método de avaliação do Modelo MPS (SOFTEX, 2011).

2.4.3 ISO/IEC 15939 - Software Engineering: Software Measurement Process

A Norma internacional ISO/IEC 15939 define um processo de medição de *software* (ISO/IEC 15939, 2007). O processo é descrito por um modelo que define as atividades e tarefas para identificar, definir, selecionar, aplicar e melhorar a medição de *software* dentro de um projeto ou uma organização (WANGENHEIM et al, 2012). No entanto, essa norma não especifica detalhes de como realizar as atividades e tarefas. A Figura 3 mostra a visão geral do processo de medição da norma ISO/IEC 15939.

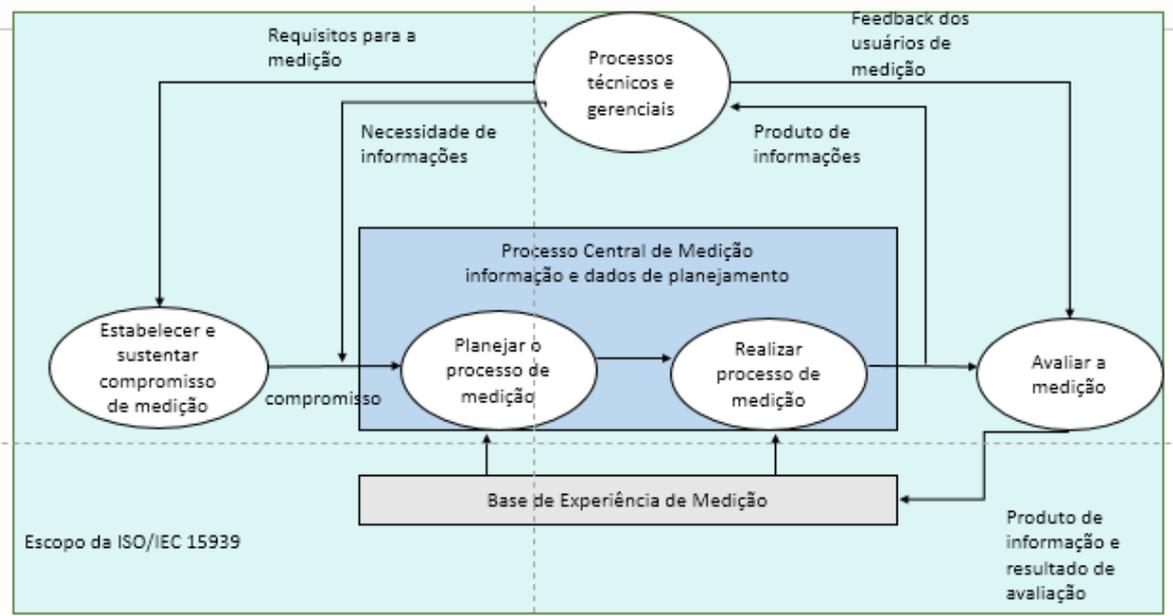


Figura 2: Escopo da Norma ISO/IEC 15939

Fonte: WANGENHEIM (2012)

A Norma ISO/IEC 15939 fornece um processo de medição flexível e adaptável as necessidades específicas de cada organização (WANGENHEIM et al, 2012). A norma também defende que um programa de medição em uma organização deve ser orientado pela necessidade de informação da organização.

Para cada necessidade de informação da organização, o processo gera um produto de informação, afim de atender a necessidade de informação identificada. O modelo de informação de medição estabelece uma ligação entre as necessidades de informação e as medidas (BARCELLOS et al, 2012).

O processo de medição desta norma é integrado por quatro atividades que são: *estabelecer e sustentar compromisso de medição*, *Planejar o processo de medição*, *Realizar o processo de medição* e *Avaliar medição*.

De acordo com essa norma, o processo de medição deve estar integrado com os processos técnicos e gerenciais da organização. Os processos técnicos e gerenciais fornecem as entradas (*as necessidades de informação*) para o processo de medição, que depois de executado fornece as saídas (*feedback para os usuários de medição*), que no caso são os processos técnicos e gerenciais da organização para apoiar a tomada de decisão.

Como pode-se verificar, os modelos estudados não fornecem detalhes do passo a passo para implementar medição, apenas orientam o que deve ser feito. Para suprir tal

necessidade foram criados vários mecanismos que fornecesse detalhes específicos de como aplicar mensurações. Desta forma, é fundamental estudar também esses mecanismos, que fornecem detalhes de como aplicar medições de forma sistemática e eficiente, para que se adquira conhecimentos sobre estas técnicas. Nesse contexto, o estudo dessa técnica permitiu um maior embasamento técnico acerca do assunto.

Na subseção seguinte, são apresentados alguns desses mecanismos que especificam como deve ser a prática de implementações de medição.

2.5 Abordagens de Medição em Processo de Software

As abordagens de medição existentes podem ser divididas em duas linhas principais: *botton-up* e *top-down*. A abordagem *botton-up* seleciona um conjunto de métricas para serem coletadas em relação ao processo, produto, recursos e seus resultados. O primeiro passo é verificar o que pode ser medido e determinar os objetivos da medição. A abordagem trabalha com a visão de que existe um conjunto de métricas fundamentais que servem para responder qualquer questão da organização. Ao contrário da abordagem *botton-up*, a abordagem *top-down* defende que as métricas devem ser originadas de objetivos e necessidades de informações da organização e a interpretação dos dados deve ser feita no contexto dos objetivos. Nesta abordagem, o passo inicial é saber quais informações serão úteis para apoiar a tomada de decisão.

A abordagem *botton-up* falha em relação ao principal objetivo da medição, que é prover informações quantitativas para apoiar a tomada de decisão [BASILI et al., 1994]. Por esse motivo, são discutidos aqui apenas as abordagens *top-down*. Dentre as várias abordagens *top-down*, este trabalho foca nos paradigmas *Goal Question Metric (GQM)* [BASILI et al., 1994], *Goal Question Indicator Metric Measurement (GQIM)* e *Practical Software Measurement (PSM)* [MCGARRY et al., 2001] por serem mais difundidos que os outros paradigmas. Nas subseções a seguir serão discutidos os paradigmas citados.

2.5.1 Goal-Question-Metric (GQM)

O paradigma GQM é guiado por objetivos e defende que o processo de medição deve ser orientado pelo que se quer obter através de sua coleta (WANGENHEIM et al, 2012,

p.19). Essa abordagem defende que uma medição só deve ser realizada se estiver fundamentada por metas muito bem definidas.

Em uma medição utilizando o paradigma GQM, o primeiro passo é a definição de um conjunto de metas que se pretende atingir, geralmente essas metas estão relacionadas a questões fundamentais da organização. Em seguida, deve-se elaborar um conjunto de questões que traduzam as metas em aspectos quantitativos e identifica-se as métricas que ao serem coletadas ajudem a responder as questões, ajudando a organização a atingir as metas identificadas (WANGENHEIM et al, 2012, p.19).

No GQM, a definição de metas e questões seguem a abordagem *top-down*. No entanto, a interpretação dos dados segue a abordagem *bottom-up*. Na Figura 4, pode-se visualizar o relacionamento entre metas, questões e métricas e as abordagens de definição e interpretação.

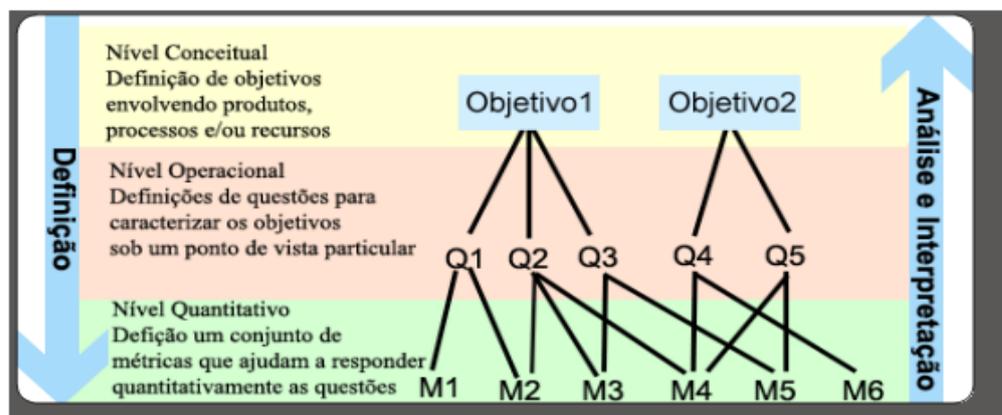


Figura 3: Abordagem GQM

Fonte: ARAÚJO et al. (2011)

O GQM determina que a definição de uma meta deve possuir uma proposta que especifique o objetivo da medição e o motivo da coleta, uma perspectiva que defina o aspecto de referência e o ponto de vista a ser adotado, como também, uma descrição do contexto onde a medição será executada.

O paradigma GQM possui basicamente 4 fases principais, que são:

- **Planejamento:** nesta etapa, ocorre a seleção do que será medido e o planejamento do projeto de medição.
- **Definição:** definição e documentação das metas, questões e métricas.
- **Coleta de dados:** coleta de dados relacionado ao objeto a ser medido.

- **Interpretação:** os dados coletados são analisados para responder as questões e, a partir das resposta verificar-se o alcance das metas.

Na aplicação do GQM, as medições são alinhadas aos objetivos organizacionais. Isso significa que as métricas a serem coletadas devem satisfazer as necessidades de informações da organização após serem interpretadas. A rastreabilidade entre as metas estabelecidas e as métricas coletadas podem servir para futuras melhorias do processo em questão.

2.5.2 Goal Question Indicator Metric Measurement (GQIM)

O método GQIM é uma evolução do método GQM, que propõe o alinhamento de medidas e indicadores com os objetivos (BARCELLOS et al, 2012). Este método defende que identificar questões e medidas sem visualizar um indicador muitas vezes não é suficiente.

No método GQIM, o termo indicador é utilizado para facilitar a visualização de um ou mais resultado de medição. Os indicadores são projetados para comunicar ou explicar o significado dos resultados aos usuários.

O processo de medição do método GQIM é baseado em três princípios que são: i) objetivos de medição são derivados de objetivos de negócios, ii) modelos mentais que fornecem contexto e foco e, iii) GQIM converte objetivos informais em estruturas de medição executáveis.

O processo de medição do GQIM apresenta os seguintes passos, que devem ser executados de forma sequencial (BARCELLOS et al, 2012):

1. Identificar os objetivos de negócio.
2. Identificar o que se deseja conhecer para entender, avaliar, prever ou melhorar as atividades relacionadas ao alcance dos objetivos.
3. Identificar subobjetivos, o que significa traduzir os objetivos de alto nível em objetivos menores relacionados às atividades.
4. Identificar entidades e atributos relacionados aos subobjetivos e necessários à medição.
5. Formalizar os objetivos de medição.
6. Identificar questões quantificáveis e indicadores relacionados às questões que serão usados para apoiar o alcance dos objetivos.
7. Identificar os elementos de dados que serão coletados para compor os indicadores que ajudarão a responder às questões.

8. Definir as medidas que serão usadas e realizar sua definição operacional.
9. Identificar as ações que serão realizadas para implementar as medidas.
10. Preparar um plano para implementar as medidas.

Inicialmente, são definidos os objetivos de negócios e, em seguida, são identificados os aspectos a serem compreendidos para que seja possível entender, avaliar, prever ou melhorar as atividades relacionadas aos objetivos. Do passo 1 ao passo 4, são derivados os subobjetivos a partir dos objetivos de negócios, que servirão de entrada para os objetivos da medição. Do passo 5 ao passo 7, são utilizados os princípios do GQM, onde os objetivos de medição são definidos. Então é necessário definir questões e indicadores que ajudarão a entender os objetivos definidos.

Os indicadores do GQIM auxiliarão na identificação do que realmente deve ser medido, permitindo a visualização de como os dados serão apresentados e facilitando na identificação dos dados a serem coletados.

Do passo 8 ao passo 10, são abordados, a definição das medidas e a elaboração do plano de medição. O plano especifica o que deve ser medido, como será medido e o que será incluído e excluído na atividade de medição. No plano deve conter os objetivos de negócios, os objetivos de medição e os objetivos do plano, como também, as medidas que serão implementadas e as ações para implementar as medidas.

O plano de medição também trata das questões de armazenamento de dados, atividades, tarefas, cronograma, recursos, responsabilidades, monitoramento e controle das atividades de medição e ações para dar suporte ao uso dos resultados da medição.

2.5.3 Practical Software Measurement (PSM)

A abordagem PSM (*Practical Software Measurement*) é um *framework* para estruturar medições em projetos de Software. Foi criado sob o patrocínio do DoD (Departamento de Defesa dos Estados Unidos) e é atualizado atualmente por vários profissionais renomados da área mantido pelo DoD (WANGENHEIM et al, 2012).

O PSM foi utilizado como base para a construção da norma ISO/IEC 15939: *Software Engineering – Software Measurement Process* e para a definição da área de processo de medição e análise do CMMI, sendo compatível com esses padrões.

O PSM é uma abordagem robusta para a definição e implantação de um programa de medição de software. É capaz de suportar as necessidades de informação de uma organização e tem como objetivo fornecer aos gerentes de projetos informações quantitativas

que são necessárias para a tomada de decisão ao longo dos projetos (WANGENHEIM et al, 2012, p.79).

O PSM é formado por dois componentes: um modelo de informação e um processo de medição. O modelo de informações do PSM (ver Figura 5) é uma estrutura para a definição e seleção das medidas a serem utilizadas em um projeto e inclui os seguintes conceitos (AGUIAR, 2002):

- Atributo – propriedade relevante do ponto de vista das necessidades de informações;
- Método – operação que mapeia um atributo para uma escala;
- Medida básica – função algoritmo combinando duas ou mais medidas básicas;
- Medida derivada – valor resultante da aplicação de uma função;
- Modelo – algoritmo combinando medidas e critérios de decisão;
- Indicador – estimativa que provê uma base para a tomada de decisão.

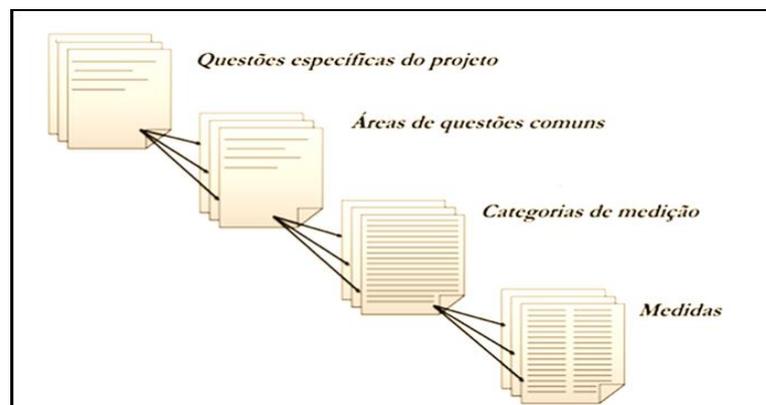


Figura 4: Visão geral do Modelo de Informação do PSM

Fonte: WANGENHEIM et al (2012)

O processo de medição PSM é baseado em um conjunto de princípios de medição, que correspondem às melhores práticas de medição, que fazem do processo de medição PSM uma ferramenta eficaz de gerenciamento.

O processo de medição PSM fornece uma fundamentação para gerenciar objetivamente projetos de software, sendo direcionado por questões que correspondem aos objetivos, riscos, problemas e incertezas que devem ser gerenciados para alcançar o sucesso do projeto. O processo de medição PSM define quatro atividades de medição conforme mostra a Figura 6.

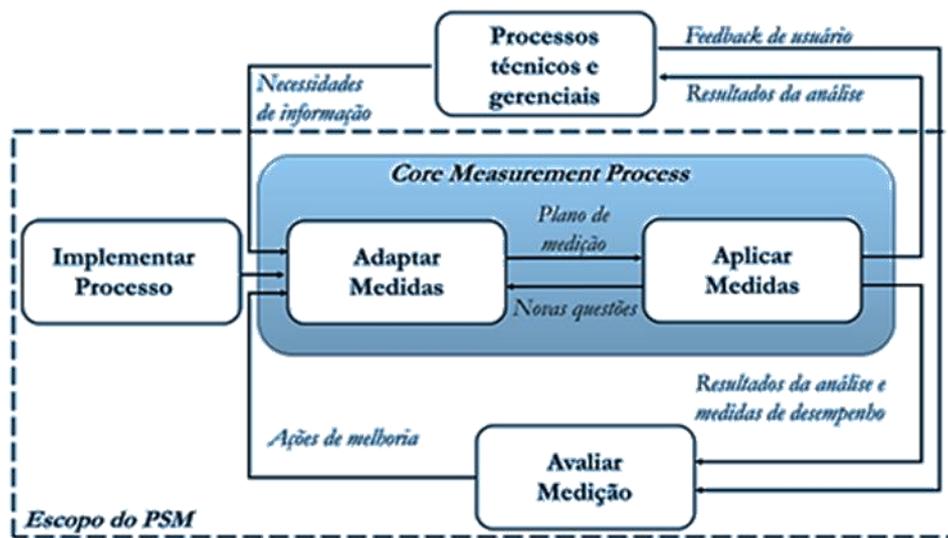


Figura 5: Processo de Medição do PSM

Fonte: WANGENHEIM et al (2012)

As duas primeiras atividades, “*Adaptar medidas*” e “*Aplicar medidas*” formam o núcleo desse processo. Estas são as atividades que fornecem informações para apoiar a tomada de decisão. A terceira atividade “*Implementar processo*” inclui as tarefas que determinam o processo de medição de acordo com cada empresa. A quarta atividade, “*Avaliar a medição*”, identifica tarefas de avaliação e melhoria para o programa de medição.

2.6 Trabalhos Relacionados

A definição e implantação de um processo de medição de software em uma organização tem como objetivo a padronização de atividades, procedimentos, documentação e o modo de execução das atividades, dentre outros. O propósito maior de um processo de medição de software é a busca pela melhoria contínua da organização. Porém, essa atividade é considerada uma atividade complexa e desafiadora. Complexa, porque cada organização possui suas características, especificidades e necessidades diferentes e, o seu processo deve ser modelado de acordo com tais aspectos. Desafiadora, porque é difícil transformar os objetivos estratégicos de negócios em medidas efetivas. Além disso, os modelos de processos de medição existentes (CMMI e MR-MPS) são focados em organizações de grande e médio porte. Para serem utilizados em empresas de pequeno porte, precisam ser adaptados e sua implantação custa muito caro. Além do mais, esses modelos não disponibilizam detalhes de como deve ser o processo, nem como ele deve ser executado. Para tanto, deve-se utilizar uma das várias abordagens de medição existentes no mercado. Dentre os vários métodos de

medição, dois são especialmente importantes: o PSM (Practical Software Measurement) e o GQM (Goal Question Metric). Apesar do desafio e da complexidade de implantar um processo de medição, os benefícios são bem maiores, principalmente, quando ele for bem planejado e estiver alinhado aos objetivos da organização.

Visando a obtenção dos benefícios oferecidos pela mensuração, empresas e ambientes acadêmicos vem aplicando mensurações no desenvolvimento de projetos de software. Com o intuito de conhecer como são realizadas as aplicações de mensurações nesses ambientes, foi realizado um levantamento de alguns trabalhos de definição e implantação de processos de medição em ambientes empresariais e acadêmicos. Nesse estudo foram identificadas algumas práticas que serão consideradas na implementação do trabalho proposto, que serão apresentadas na metodologia desse trabalho.

2.6.1 Incubadora Centro GENESS

O Centro *GENESS* (ANACLETO et al, 2001) é uma incubadora de desenvolvimento tecnológico de iniciativa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). As empresas incubadas nesse centro são do setor de desenvolvimento de software.

No Centro *GENESS*, foi implantado um processo de medição de software com foco na gerência de projetos. O processo implantado teve como modelo o Método GQM adaptado ao contexto da microempresa. Para implantar o processo, foi escolhido um projeto piloto, que tinha como objetivo “entender a duração, o esforço e o custo do projeto sob o ponto de vista do gerente de projetos”. A implantação foi realizada de forma gradual seguindo todos os passos do método GQM e quando necessário o processo foi revisado para atender as necessidades que foram surgindo (ANACLETO et al, 2001).

A principal diferença entre o trabalho desenvolvido por Anacleto (2001) e esse trabalho é que, no trabalho de Anacleto (2001) não foi criado um processo novo, apenas foi realizada uma adaptação de um método existente para o contexto da empresa onde o processo foi implantado.

2.6.2 Projeto Via Digital

O Via Digital é um projeto formado da parceria entre a Sociedade SOFTEX, CenPRA, OpenS, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e o Centro *GENESS* da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É uma iniciativa inovadora que visa estimular uma nova dinâmica em torno da oferta de soluções de *software* livre para prefeituras, envolvendo desenvolvimento tecnológico, geração de oportunidades de negócios,

capacitação e informação, reunindo informação, softwares, conhecimento e aproximando pessoas, empresas, universidades e prefeituras para trabalhar na construção de soluções para o setor público e de oportunidades para os empreendedores (SANTOS, 2007).

No Via Digital, foi implantado um processo de medição em que a implantação foi realizada em um conjunto de cinco projetos de desenvolvimento de software para cinco prefeituras ligadas ao Via Digital e foi dividida em duas fases: projeto piloto e projeto de expansão (SANTOS, 2007). As atividades do processo podem ser visualizadas no Quadro 7.

Atividades	Objetivo
<i>Definir Problemas</i>	Identificar por meio de questionários voltados aos clientes ou por <i>Benchmark</i> os principais problemas a serem resolvidos.
<i>Formar Equipe</i>	Identificar e mapear a equipe envolvida no projeto segundo a teoria da metodologia Seis Sigma: Campeão, faixas pretas e faixas verdes.
<i>Identificar Medições</i>	Identificar as principais medições (ou variáveis) relacionados aos problemas identificados em atividade anterior.
<i>Desenvolver Plano de Coleta de Dados</i>	Identificar no processo de desenvolvimento de software da Empresa as atividades deste, aonde serão coletados os dados e a periodicidade dessa coleta, bem como, as ferramentas que auxiliarão nesta.
<i>Conduzir Medições</i>	Coletar os dados das medições (ou variáveis) nos pontos anteriormente pré-estabelecidos pelas atividades anteriores.
<i>Determinar a Capacidade do Processo</i>	Construir gráficos de controle para cada uma das medidas ou variáveis identificadas e calculada a capacidade do processo para cada uma delas. Esta atividade tem por finalidade ajudar no controle do processo.
<i>Determinar Causas de Variação</i>	Identificar no gráfico de controle as causas especiais relacionadas a cada uma das medidas (ou variáveis). Como também, são identificados os limites de especificações para as variáveis medidas.
<i>Brainstorm de Ideias</i>	Discutir em reuniões sobre as causas especiais identificadas para cada uma das medidas (ou variáveis), com a finalidade de levantar os principais motivos causadores dessas observações fora dos limites de especificação.
<i>Identificar Mudanças</i>	Realizar delineamento experimentais para verificar a correlação entre os fatores relacionados as medições definidas. E de acordo com a correlação identificada, propor mudança a serem realizadas no processo de desenvolvimento.
<i>Implementar Mudanças</i>	Alterar o processo de desenvolvimento de software segundo as melhorias identificadas no passo anterior.
<i>Medir e Comunicar Melhorias</i>	Verificar - através dos dados coletados, pós alterações no processo de desenvolvimento de software - a nova capacidade do processo e compará-la com a capacidade pré-alterações no processo de desenvolvimento de software. E

	comunicar índices da capacidade do processo de desenvolvimento para efeito de comparação do processo de desenvolvimento antes e depois das alterações.
--	--

Quadro 6: Atividades e Objetivos do Processo de Medição do Via Digital

Fonte: (SANTOS, 2007).

Esse processo foi construído baseando-se nos modelos Seis Sigma e PSM. Na execução do processo de medição, utilizaram a ferramenta *PSM Insight* para definir as medições a serem realizadas e armazenar os dados coletados (SANTOS, 2007).

No trabalho desenvolvido por Santos (2007), a implantação do processo foi realizada em 5 projetos, enquanto o trabalho proposto utilizou apenas um projeto para implantar o processo. Outra diferença entre o trabalho proposto e o trabalho desenvolvido por Santos (2007), é que no trabalho proposto utiliza-se um *checklist* para verificar a execução do processo.

2.6.3 Empresa HBSIS Informática

Em Burgos (2009), foi construído um Modelo de Processo para Medição e Análise baseado no CMMI voltado para organizações de desenvolvimento de software que tinham como objetivo a certificação CMMI.

Este modelo é constituído de uma política, procedimentos documentados, contemplando definições e passos essenciais para sua execução, definições de papéis, modelos de artefatos e sugestões de ferramentas de maneira a permitir a sua implantação em diversas organizações.

O modelo de Burgos (2009) foi instanciado na empresa HBSIS Informática. A HBSIS Informática é uma empresa com sede em Blumenau (Santa Catarina), especializada em desenvolver soluções em projetos de Tecnologia da Informação (BURGOS, 2009).

Inicialmente, antes da implantação do modelo na HBSIS, foi utilizada uma estratégia que consistia na obtenção de um diagnóstico inicial da empresa e a adaptação do modelo a realidade da organização e após isso o modelo foi institucionalizado e teve as seguintes etapas (BURGOS, 2009):

- Avaliação das demandas organizacionais;
- Adaptação do modelo de medição e análise;
- Institucionalização do modelo; e
- Avaliação formal do CMMI.

O modelo de Burgos (2009) possibilitou a HBSIS a alcançar o seu objetivo, ser certificado pelo CMMI no nível 2 de maturidade. Desse modo, a empresa alcançou maior prestígio no mercado nacional e internacional de desenvolvimento de software.

O trabalho de Borges (2009), foi desenvolvido para ser executado em qualquer organização que quisesse alcançar o nível 2 de maturidade do CMMI. O seu modelo não considera as características da organização como o processo proposto, que foi modelado para atender as características e necessidades do NPI.

2.6.4 O GREat (Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas)

O GREat é um grupo constituído pelas áreas de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas do Departamento de Computação da Universidade Federal do Ceará (UFC), que desenvolve projetos de pesquisas e desenvolvimento de softwares para empresas nacionais e multinacionais. O GREat foi fundado em 2002 e é composto por funcionários e estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC).

No GREat, foi implantado um processo de medição de software com foco no gerenciamento de projetos denominado PRoMePE (Processo de Medição para Micro e Pequenas Empresa). O processo não foi definido exclusivamente para o GREat, foi definido para o contexto das Micro e Pequenas Empresas (MPEs), mas antes da implantação o processo foi adaptado as necessidades do GREat. No entanto, o GREat é uma Micro e Pequena Empresa, de acordo com a classificação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que considera como MPE uma empresa que possui até 50 pessoas e o GREat contava com 45 pessoas no seu efetivo de pessoal (ANDRADE, 2010).

O processo de medição foi construído baseado no PSM adaptado a realidade das MPEs. O processo conta com um total de 4 (quatro) atividades, uma pré-condição e um conjunto de medidas com foco na disciplina de gerência de projeto. Os detalhes do processo são mostrados na Figura 7 (ANDRADE, 2010).

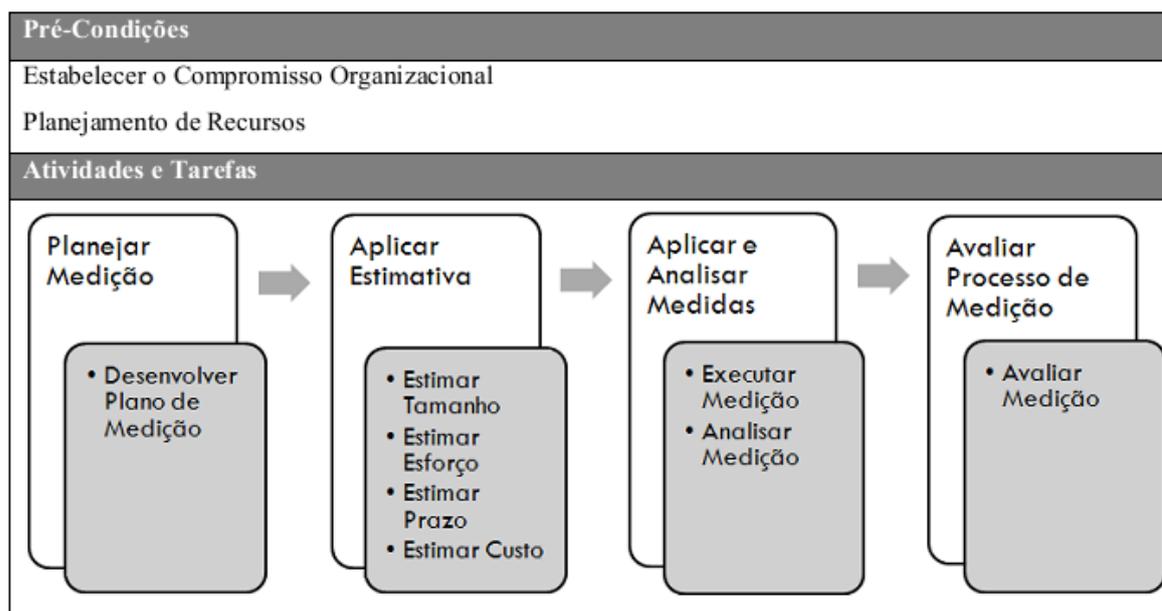


Figura 6: Detalhes do Processo ProMePE

Fonte: ANDRADE (2010)

O Quadro 7 apresenta as atividades desse processo e a descrição de cada atividade.

Atividades	Descrição da Atividade
Planejar Medição	Esta atividade tem como objetivo realizar a escolha das medidas a serem coletadas de acordo com as necessidades de informação do projeto e como as medidas serão coletadas, por quem e em qual momento dentro desse processo.
Aplicar Estimativas	O objetivo desta atividade é a realização das estimativas iniciais do projeto.
Aplicar e Analisar medidas	Esta atividade tem como objetivo a realização da coleta e a transformação dos dados coletados em dados úteis para serem analisados de modo a fornecerem informações para apoiar a gerência de projetos.
Avaliar o Processo de Medição	Esta atividade tem como objetivo a identificação de melhoria dentro do processo de medição.

Quadro 7: Atividades do Processo de Medição ProMEPE

Fonte: ANDRADE (2010)

Para a implantação do processo de medição, foi escolhido um projeto piloto, que já se encontrava em desenvolvimento há três anos e no momento da implantação do processo de medição estava na fase de teste e implantação. A implantação desse processo durou cerca de quatro meses e todas as tarefas previstas nesse processo foram executadas.

A implantação do processo foi dividida nas seguintes etapas: *i)* Identificação do perfil da empresa, onde o estudo de caso foi realizado, incluindo: Caracterização do ambiente, do processo de desenvolvimento de software e o entendimento da forma de gerenciamento dos projetos; *ii)* Aplicação do P_{Ro}MePE a um projeto específico da empresa, incluindo a caracterização do projeto e a execução de todas as fases do processo; *iii)* Avaliação da implantação do P_{Ro}MePE no projeto.

A implantação do P_{Ro}MePE no GREat permitiu ao gerente de projeto acompanhar mais de perto o andamento do projeto e possibilitou que as decisões do projeto fossem tomadas baseadas em dados reais. Além disso, permitiu criar uma base histórica de medições passadas para auxiliar no planejamento de projetos futuros.

O trabalho de Andrade (2010), se diferencia do trabalho proposto por não ter criado o processo exclusivamente para o Great e sim, para o contexto das microempresas. A implantação do processo de Andrade (2010), foi realizada em um processo que já se encontrava em desenvolvimento, diferente da implantação realizada nesse trabalho.

2.6.5 Laboratórios de Engenharia de Software (LABES/UFPA)

O LABES é um ambiente de desenvolvimento de *Software* dentro da Universidade Federal do Pará, que desenvolve projetos de *softwares* para seus parceiros e demanda interna. O efetivo pessoal do LABES é formado por alunos de graduação e pós-graduação que possuem sua formação ligada ao desenvolvimento de *software* (NASCIMENTO, 2010).

A implantação do processo de medição no LABES foi impulsionada pela necessidade de gerenciar um projeto que deveria ser desenvolvido de forma eficiente e efetiva, uma vez que o referido projeto apresentava altos riscos quanto a adequabilidade do software aos propósitos do cliente. Além dessa necessidade, o LABES também identificou a oportunidade de aperfeiçoar as estratégias utilizadas, observar dificuldades e coletar lições aprendidas (NASCIMENTO, 2010).

As abordagens de medição utilizadas como base para a definição do processo de medição implantado no LABES foram o GQM e GDSM. A implantação do processo no LABES ocorreu durante o desenvolvimento do sistema SIGAP (Sistema Integrado de Gestão

de Grupos e Atividades de Pesquisas do Estado do Pará), que tem o objetivo de realizar a obtenção de informações sobre as pesquisas científicas no estado do Pará e pertencem a Secretaria de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia do Estado do Pará (SEDECT) (NASCIMENTO, 2010).

Todas as atividades do processo de medição implantado no LABES foram executadas. Esse processo consiste na pré-condição *realizar levantamento das necessidades de informação* e as seguintes atividades: *Definir Metas de Negócio, Identificar metas de medição, Elaborar Questões Quantitativas, Elaborar Indicadores e Elaborar Métricas*. A execução dessas atividades culminou na *elaboração preliminar do plano de medição*. Em seguida, foram executadas as atividades de medição, que no caso, *foram Coletar Métricas, Elaboração dos Indicadores, Revisão dos Indicadores, Análise Preliminar dos Indicadores, Apresentação e Análise dos Indicadores e Revisão do Plano de Medição e Análise*. Em paralelo a execução dessas atividades, foi realizada a *observação participativa para a coleta de informações de contexto e também fatos que possam prejudicar a fidedignidade das métricas coletadas* (NASCIMENTO, 2010).

A coleta dos dados foi realizada de forma automática, utilizando a ferramenta WebAPSEE adotada no projeto (NASCIMENTO, 2010).

O trabalho de Nascimento (2010), utiliza uma ferramenta para realizar a coleta dos dados, enquanto que neste trabalho não foi utilizada nenhuma, a coleta foi realizada com o uso de formulários. Outra diferença entre os dois trabalhos, é que no trabalho proposto existe a tarefa para a realização de estimativa e no trabalho de Nascimento (2010), não é mencionado nada sobre a realização de estimativas.

2.5 Conclusões da seção

Nesta seção, foi apresentado a fundamentação teórica deste trabalho, explorando os pontos necessários para o entendimento do tema e desenvolvimento do trabalho proposto. A seguir, seguem os assuntos estudados e o conhecimento obtido com cada um deles:

- Conceitos básicos sobre medições - permitiu entender os termos técnicos sobre mensurações;
- Processo de medição em software: permitiu entender o que é um processo de medição e como ele pode auxiliar a organização a implementar melhorias;
- Modelos de processos de medição: possibilitou entendimento sobre a estrutura e os objetivos definidos nos modelos de processos de medição

para ter ideias de como será o desenho do arcabouço do processo proposto;

- **Paradigmas de medição:** possibilitou a compreensão de como aplicar mensurações na prática, seguindo abordagens já testadas, o que será útil para a definição das tarefas que comporão o processo proposto.

3. METODOLOGIA

Este trabalho visa a criação de uma infraestrutura de medição para o Núcleo de Práticas em Informática da Universidade Federal do Ceará campus Quixadá. Para alcançar este objetivo, algumas etapas foram traçadas. As etapas para a elaboração desse trabalho são:

- **Primeira Etapa:** Identificar os objetivos organizacionais do NPI e analisar o desenvolvimento das suas atividades.
- **Segunda Etapa:** Realizar pesquisas em trabalhos de definição de processos de medição de software identificando as estratégias empregadas e selecionar boas práticas de modelos de processos de medição de software.
- **Terceira Etapa:** Definir um processo de medição baseado nas boas práticas de modelos estudados e nas necessidades do NPI.
- **Quarta Etapa:** Realizar a identificação das necessidades de informações do NPI e definir um conjunto de medidas para atender as essas necessidades;
- **Quinta Etapa:** implantação do processo de medição em projetos pilotos e coleta de resultados.

A primeira etapa consistiu na captura de informações pertinente ao desenvolvimento das atividades do NPI. A obtenção dessas informações deu-se por meios de questionários e entrevistas ao responsável e integrantes do NPI.

A segunda etapa consistiu na realização de pesquisas em trabalhos de definição de processos voltados para medições e na análise de abordagens de medições. A pesquisa tem como objetivo identificar estratégias utilizadas na definição de processos de medição e a análise visa conhecer como é a aplicação das medições utilizando as várias estratégias.

A terceira etapa visava a definição do processo de medição. O processo será definido baseado na análise das informações obtidas nas etapas anteriores. O processo será

modelado na ferramenta *Eclipse Process Framework Composer* (EPF Composer) (ECLIPSE FOUNDATION, 2011). Essa ferramenta foi escolhida por ser bastante utilizada para modelar processos em empresas de desenvolvimento de software.

A quarta etapa teve como objetivo definir um conjunto de medidas de projetos de software para o NPI SI, com o intuito de tirar a complexidade da definição das medidas durante a execução do processo de medição e direcionar as medições para as necessidades de informações do NPI SI.

A quinta etapa consistiu na implantação do processo para a validação do mesmo em projetos pilotos, iniciando com um seminário de apresentação do processo aos envolvidos no NPI. Com o intuito de garantir que o processo fosse seguido, foi realizado o acompanhamento da utilização deste processo. Ao final da execução do processo foi realizado um relatório analisando a implantação e seus resultados.

3.1 Conclusão da seção

Espera-se que, as etapas definidas na metodologia apresentada, sejam suficientes para implementar o trabalho proposto e, que esse trabalho consiga ser concluído e alcance os objetivos desejados.

4. DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE MEDIÇÃO NPI

As atividades do NPI iniciaram-se em 2009, então com o nome “Escritório de Projetos”, através de projetos executados por docentes e alunos do programa do PET do curso de Sistemas de Informação (SI). Posteriormente, foi estabelecido o Núcleo de Práticas em Informática e, em 2011, foram iniciados projetos de desenvolvimento de *software* com os alunos concludentes do curso de SI. Em 2013, alunos concludentes do curso de Engenharia de Software também passaram a atuar nos projetos e o NPI passou a operar na sua infraestrutura própria. Atualmente, o núcleo de SI conta com 6 projetos em andamento, 20 alunos e 1 professor como membro dos projetos.

Esta seção tem como objetivo apresentar de forma detalhada todas as etapas que culminaram na elaboração desse trabalho. Esta seção é composta de seis subseções. A subseção 4.1 apresenta a primeira etapa, onde foi realizada a captura de informações pertinentes a estrutura organizacional, a divisão de trabalho, o desenvolvimento das atividades e sua análise. A subseção 4.2 apresenta a segunda etapa, na qual foi realizado um estudo sobre trabalhos de definição e implantação de processos de medição de software e a análise de boas

práticas no contexto de medição de software. A subseção 4.3 apresenta a definição do processo de medição, que foi concebido tendo como base as informações obtidas nas fases anteriores. Após sua definição, o processo passou por vários refinamentos até sua versão final. A subseção 4.4 apresenta a identificação de um conjunto de medidas para o NPI SI e a subseção 4.5 apresenta a implantação do processo. A subseção 4.6 apresenta conclusão desta seção.

4.1 Primeira Etapa

A primeira etapa teve início com entrevistas com os integrantes do núcleo de SI, o professor supervisor, o gerente de projeto e os desenvolvedores. A aplicação das entrevistas teve como propósito capturar informações para identificar os objetivos organizacionais do NPI SI e o funcionamento do desenvolvimento de suas atividades.

As entrevistas foram aplicadas de maneira individual. Primeiramente foram entrevistados o professor supervisor e posteriormente o gerente de projeto e os desenvolvedores. A entrevista serviu para capturar as informações necessárias ao andamento do restante do trabalho.

Nas entrevistas, foram feitas quinze perguntas aos integrantes do NPI SI. As perguntas e respostas são apresentadas no Quadro 8.

Perguntas	Respostas Obtidas
A organização possui algum processo de medição definido? Se sim, explique-o?	100% dos entrevistados responderam que não.
Como o Núcleo de Prática de SI é estruturado? Quais os papéis e suas responsabilidades?	60% dos entrevistados responderam que a organização do NPI é estruturada de forma hierárquica, sendo que no topo da hierarquia estar o supervisor responsável pelo NPI SI e, em seguida vem o gerente de projetos responsáveis pela condução dos projetos. No nível abaixo estão os desenvolvedores, responsáveis pelas atividades de desenvolvimento de software.
Como são alocados os recursos humanos para a realização dos projetos?	Os estagiários são inseridos em equipes e cada equipe desenvolve um projeto. O número de integrantes por equipe depende da disponibilização de recursos humanos e da necessidade dos projetos, pois o número de integrantes oscila muito de semestre a semestre.
O Núcleo de Prática de SI possui um processo definido? Se sim, defina-o.	Todos os integrantes responderam que sim, porém afirmaram que o processo não é seguido.
Como o Núcleo de Prática de SI garante a qualidade nos seus projetos?	80% dos entrevistados responderam que utilizam testes e validação com o cliente.

O Núcleo de Prática de SI avalia a qualidade dos seus produtos?	100% dos entrevistados responderam que não.
Quem são os seus clientes?	100% dos entrevistados responderam que os clientes do NPI são a comunidade acadêmica, a prefeitura local e os parceiros da região.
O Núcleo de Prática de SI avalia a satisfação dos seus clientes?	100% dos entrevistados responderam que não.
O Núcleo de Prática de SI já possui alguma medida definida? Se sim, defina-o.	5% dos entrevistados responderam que sim, que utilizam a medida esforço para realizar o planejamento das atividades, mas que nada está documentado. 95% dos integrantes responderam que não.
O Núcleo de Prática de SI mede a produtividade das equipes de desenvolvimento de software? Se sim, explique como isso é feito?	50% dos entrevistados responderam que nenhum tipo de medição é realizada, que apenas é feito o acompanhamento das atividades usando a Ferramenta Readmine. Os outros entrevistados responderam que não.
Como o gerente de projeto fundamenta as tomadas de decisões ao longo dos projetos?	Os integrantes responderam que a tomada de decisão é feita de acordo a experiência do gerente de projeto e com o auxílio e respaldo do professor supervisor.
Qual é a maturidade do Núcleo de Prática de SI com relação ao processo de software? O processo de software está (sendo) alinhado a um modelo ou norma de referência (p.ex. CMMI, ISO/IEC 15504, MPS.BR)?	100% dos entrevistados responderam que o núcleo de Prática não possui maturidade. Entretanto, responderam que o seu processo de desenvolvimento foi construído tendo como base o MPS.BR, SCRUM e XP.
Quais são os objetivos organizacionais do NPI SI? (Essa pergunta foi dirigida apenas aos professores supervisores)	Segundo o supervisor, o NPI SI possui os seguintes objetivos organizacionais, que são: <ul style="list-style-type: none"> • Oferecer um ambiente de desenvolvimento de software de qualidade aos alunos dos cursos de computação da UFC do campus de Quixadá; • Produzir produtos de software com uma qualidade mínima; • Obter boa produtividade nos projetos; • Cumprir o compromisso com os prazos estabelecido.
Quais são as estratégias utilizadas para que os objetivos organizacionais sejam alcançados? (Essa pergunta foi dirigida apenas ao professor supervisor)	Os responsáveis pelo NPI responderam que é investido em programação em pares, na validação com os clientes e em testes nos produtos.

Quadro 8: Perguntas e respostas das entrevistas

As respostas obtidas com a entrevista demonstram que o NPI SI não possui um processo de medição definido e que utilizam apenas um tipo de medida para auxiliar nos planejamentos das atividades, mas que essa medida ainda não está documentada, utilizam apenas uma ferramenta para fazer o acompanhamento das atividades, não medem produtividade e nem avaliam a qualidade dos seus produtos, apenas realizam testes e validação com o cliente, tem como objetivos: oferecer um ambiente de ensino de qualidade aos estagiários, produzir software com uma qualidade mínima, obter boa produtividade nos

projetos e cumprir o compromisso com os prazos estabelecidos. Todas as informações obtidas servirão de insumo para as próximas atividades deste trabalho.

4.2 Segunda Etapa

Na segunda etapa deste trabalho, foi realizada uma pesquisa em trabalhos de definição processos de medição de software com o intuito de conhecer como os trabalhos foram realizados, quais as dificuldades foram encontradas e quais lições aprendidas. A seguir, alguns passos que foram identificados nos trabalhos de definição e implantação de processo de medição de software são apresentados:

- Conhecer a organização (entender os papéis e o seu funcionamento), identificar os objetivos estratégicos (onde ela quer chegar) e levantar necessidades da organização (o que ela precisa). Para isso foram empregadas várias estratégias, aplicação de questionários, entrevistas e observações do ambiente;
- Analisar modelos de referências e abordagens de medição para entender os requisitos exigidos nestas metodologias e identificar as atividades, tarefas e artefatos que podem ser adaptados ao contexto da organização.
- Construir o processo de medição focando nas necessidades levantadas com o auxílio das várias metodologias tradicionais existentes voltadas para medição.
- Implantar o processo de medição em projetos pilotos, visando a validação do mesmo.

Também nesta etapa foi realizada uma pesquisa em várias abordagens de medições existentes (GQM, PSM, ISO/IEC 15939, GQIM) e nos modelos de melhoria de qualidade CMMI (Área de medição e Análise) e MPS.BR (Processo de Medição) para selecionar boas práticas que foram usadas para compor o processo proposto.

O Quadro 10 apresenta as práticas selecionadas, associadas ao seu respectivo modelo e a tarefa no processo onde esta prática foi aplicada.

Modelo ou Abordagem	Práticas do Modelo	Tarefa do Processo
CMMI - APMA	PE 1.3 - Especificar procedimentos de coleta e armazenamento.	Criar o plano de medição
	PE 1.4 - Especificar procedimento de análise.	

GQM	Elaborar o Plano de medição	
MPS.BR	MED 3	
	MED 4	
CMMI - APMA	PE 1.5 – Coletar Dados	Coletar dados
MPS.BR	MED 5	
GQM	Coletar dados	
CMMI - APMA	PE 1.6 – Analisar dados	Analisar dados
MPS.BR	MED 5	
GQM	Analisar dados	
CMMI – APMA	PE 1.7 – Armazenar dados	Armazenar dados
MPS.BR	MED 6	
GQM	Armazenar dados	
CMMI - APMA	PE 1.8 – Comunicar resultados	Analisar e comunicar resultados
MPS.BR	MED 7	
GQM	Realizar reunião de feedback session	

Quadro 9: Mapeamento das boas práticas dos modelos e o processo de medição do NPI

Neste trabalho, as práticas citadas acima foram utilizadas para construir o processo de medição proposto.

Além das tarefas selecionadas nos modelos, o processo é composto de outras tarefas, que foram definidas a partir das necessidades do NPI e do modo de operação do ambiente. Pretende-se com isso definir um processo que atenda às necessidades do NPI e que esteja em consonância com as recomendações da área de processo de Medição e Análise do CMMI e satisfazer os resultados esperados do processo de medição do MPS.BR.

4.3 Terceira Etapa

A terceira etapa teve com insumo as informações levantadas nas etapas anteriores, através da aplicação de entrevistas, do estudo de trabalhos de definição de processo de medição, da seleção das boas práticas de medição para constituir o núcleo do processo e, o mais importante, as necessidades do NPI.

A partir daí, as atividades, tarefas, procedimentos, artefatos e papéis começaram a ser definidos e elaborados. Alguns refinamentos foram realizados nas atividades e tarefas do processo, quando surgia uma nova necessidade ou quando percebia-se que algo não era mais necessário.

O segundo passo desta etapa foi a modelagem do processo na ferramenta Eclipse *Process Framework Composer* (EPF Composer) (ECLIPSE FOUNDATION, 2011).

4.4 Quarta Etapa

A Quarta etapa consistiu na identificação de um conjunto de necessidades de informações e na definição de um conjunto de medidas para compor o guia de medidas do NPI. O Guia de medidas é um modelo que contém um mapeamento entre as necessidades de informações do NPI e as medidas que servem para suprir tais necessidades.

A identificação das medidas procedeu mediante a um levantamento de informações realizado junto ao gerente projetos do NPI. Esse levantamento buscou obter as necessidades de informações do gerente de projetos. As necessidades de informações obtidas e as medidas especificadas são apresentadas no Quadro 11.

Após, terem sido obtidos os aspectos que necessitavam serem compreendidos, foi realizado uma análise, buscando identificar entidades explícitas e implícitas que pudessem ser transformadas em medidas e possam ser utilizadas para responderem as necessidades de informações do NPI.

Guia de medidas	
Necessidades de informações	Medidas
Quantas tarefas estão atrasadas?	<i>Data de início</i>
	<i>Data de termino</i>
	<i>Data de início real</i>
	<i>Data de termino real</i>
Quantas tarefas foram concluídas no prazo?	<i>Quantidade de tarefas que foram concluídas na data estimada.</i>
O quão estável estão os requisitos?	<i>Quantidade de requisitos alocados</i>
	<i>Quantidade de requisitos alterados</i>
Como está o andamento dos testes?	<i>Quantidade de casos de testes especificados</i>
	<i>Quantidade de casos testes realizados</i>
Qual a estimativa de defeitos para uma entrega?	<i>Quantidade de defeitos estimados para uma entrega</i>
Qual o esforço gasto nas atividades de testes?	<i>Quantidade de horas empregadas na (s) atividade (s) de teste(s)</i>
Qual a distribuição do esforço nas atividades de desenvolvimento do projeto?	<i>Quantidade de horas empregadas em cada atividade realizada</i>
Qual o tamanho do software?	<i>Calcular por Pontos por Função</i>
Quantos defeitos são descobertos nas atividades de teste?	<i>Quantidade total de defeitos</i>
Quantos defeitos foram corrigidos após a detecção?	<i>Quantidade de defeitos corrigidos após a detecção</i>

Qual é a produtividade por desenvolvedor?	<i>Tamanho do produto desenvolvido (APF) / esforço empregado (h)</i>
Qual a produtividade da equipe?	<i>Tamanho do produto final (APF) / esforço total empregado (h)</i>
Qual a estimativa de esforço total do projeto?	<i>Estimativa de esforço total do projeto (h)</i>
Qual a estimativa de prazo total do projeto?	<i>Estimativa de duração do projeto em dias úteis</i>
Qual o esforço gasto para correção de cada defeito	<i>Quantidade de esforço empregado para correção de cada defeito (h)</i>
Quais os tipos de defeitos mais comuns em cada fase?	<i>Tipos de defeitos mais frequente em cada fase</i>
Qual o esforço gasto em cada iteração do processo?	<i>Quantidade de horas realizada em cada iteração do processo</i>
Quantos requisitos foram aprovados pelo cliente?	<i>Quantidade dos requisitos aprovados</i>

Quadro 10: Guia de medição do NPI

As medidas definidas acima são medidas simples e medidas indiretas. As medidas simples podem ser facilmente obtidas, já as medidas indiretas são mais difíceis de serem coletadas. Além das medidas exploratórias, são definidas neste trabalho as medidas preditivas, que são medidas de estimativas. Para cada medida exploratória, deve ser coletado a correspondente preditiva. Antes das medidas exploratórias serem coletadas, na execução do processo de medição, devem-se realizar as estimativas para possibilitar a comparação dos valores planejados com os valores obtidos. Os templates recomendados para coletar as estimativas devem ser utilizados.

Vale destacar que o NPI está no estágio de utilização de medidas simples, sendo justificado, pelo fato, de estar iniciando a realizar medições. Isso é o que acontece com toda organização que começa a utilizar medições, começando com medições simples e vai avançando para medições mais complexas, como, por exemplo, o controle estatístico de processos (Barcelos, 2012).

As medidas identificadas serão utilizadas na execução do processo construído neste trabalho. A identificação dessas medidas foi uma estratégia utilizada para que a execução das medições não venha a implicar em gastos de tempo desnecessários ao NPI. Sabe-se que toda medição tem um custo e, para que esse custo seja justificável, a medição precisa estar apoiada em medidas úteis que possam trazer benefícios ao NPI.

4.5 Quinta Etapa

A quinta etapa consistiu na implantação da versão final do processo de medição no NPI, que iniciou em 14 de abril de 2014.

Inicialmente, o processo foi apresentado aos integrantes do NPI por meio de um seminário, detalhando todas as suas atividades, tarefas, papéis e os artefatos do processo. Além disso, neste seminário, foi discutido a importância de medições nas atividades de desenvolvimento de um projeto de software e os benefícios que as medições podem fornecer.

O segundo passo foi a seleção de um projeto piloto para que o processo fosse instanciado. A seleção do projeto piloto aconteceu em conversas com o professor supervisor responsável pelos projetos dos concludentes do curso de SI. Desse modo, os projetos desenvolvidos foram apresentados e foi selecionado qual o projeto era o mais indicado para a implantação do processo. O projeto piloto escolhido denomina-se “Gestão de Projetos Acadêmicos”, que visa gerenciar todos os projetos realizados no Campus Quixadá. Esse projeto possui um escopo grande e será implementado em módulos. O módulo 1, denominado de MAE- Módulo de Assistência Estudantil, tem como objetivo gerenciar as bolsas disponibilizadas pela Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis da Universidade Federal do Ceará ao Campus Quixadá. O projeto Gestão de Projetos Acadêmicos foi selecionado entre os vários projetos desenvolvidos no NPI, por ele ser o único projeto que se encontrava em fase inicial de desenvolvimento e possibilitar, dessa forma, ao processo de medição acompanhar o desenvolvimento de todas as fases do módulo 1.

O módulo MAE foi dividido em três partes: *back-end*, *front-end* e *teste*. Para cada parte do módulo, uma equipe foi designada para realizar o trabalho. A equipe *back-end* ficou responsável por implementar a interface, a equipe *front-end* ficou responsável por implementar as regras de negócio e criar a estrutura do banco de dados. Já a equipe de teste ficou responsável por implementar e aplicar os casos de testes. O projeto conta com 11 alunos e um professor supervisor para realizar o trabalho do projeto, sendo que um desses alunos tem a função de gerente de projeto e os outros desempenham uma das duas funções a seguir: desenvolvedor ou testador.

Além dos papéis citados acima, a autora deste trabalho realizou a função de analista de medição, sendo responsável pela condução do processo de medição em conjunto com o gerente de projeto do projeto piloto.

Enquanto o processo estava em execução, foi desenvolvido um *checklist* (anexo 1) para avaliar a execução do processo proposto. O *checklist*, que é composto de perguntas sobre

cada tarefa do processo, tem como propósito verificar se o processo foi executado de forma correta.

Na execução do processo, até o fechamento deste trabalho, somente tinham sido executadas as atividades de Iniciar medição, Planejar a *Sprint* de medição, Planejar a medição, executar a medição. As demais atividades não tinham sido iniciadas, portanto não puderam ser avaliadas quanto a sua execução. Além disso, foi realizada uma entrevista com o gerente de projetos para entender como ocorreu a execução do processo de medição, buscando identificar as não-conformidades que existiram, as sugestões de melhorias e as lições aprendidas. As respostas obtidas na entrevista são apresentadas na seção 6.

4.5 Conclusão da Seção

As etapas apresentadas nesta seção foram de fundamental importância para realização e estruturação deste trabalho. A Metodologia foi dividida em 5 etapas. A primeira etapa foi necessária para levantar informações importantes para dar continuidade ao trabalho; a segunda etapa foi fundamental para compreender como deve ser realizada a definição e a implantação de um processo de medição; a terceira etapa foi necessária para modelar o processo no EPF-Composer, a quarta etapa definiu os passos necessários para identificar o conjunto de medidas para constituir o Produto de Informações do NPI; e a quinta etapa trata dos aspectos necessários a implantação do processo no NPI.

5. O PROCESSO DE MEDIÇÃO DO NPI

Esta seção tem como objetivo apresentar o processo de medição criado para introduzir medições nos projetos de softwares desenvolvidos no NPI.

O processo de medição desenvolvido para o NPI foi modelado na ferramenta EPF Composer. O processo define as atividades, tarefas, papéis e os artefatos necessários. A seguir, a Figura 8 apresenta o fluxo principal do processo.



Figura 7: Fluxo principal do processo de medição

A seguir, são apresentadas as atividades, as tarefas, os papéis e os artefatos gerados.

5.1 A atividade “Iniciar Medição”

A atividade “Iniciar Medição” é a primeira atividade a ser executada na execução do processo. Ela é a atividade que dá início à introdução de medições nos projetos. Dentro desta atividade, existem algumas tarefas que devem ser realizadas seguindo o fluxo definido. A Figura 9 apresenta o fluxo e as tarefas da atividade “Iniciar Medição”.

Figura 9- Fluxo da Atividade “Iniciar Medição”



Figura 8: Fluxo da Atividade “Iniciar medição”

5.1.1 Tarefa “Realizar reunião de compromisso com a medição”

A tarefa “Realizar reunião de compromisso com a medição” tem como propósito estabelecer o compromisso com as medições que serão realizadas nos projetos. Nesta tarefa, os participantes do NPI serão informados sobre a introdução de medições nas atividades dos projetos e os recursos humanos necessários serão alocados. O Quadro 12 mostra as informações desta tarefa.

Objetivo: Esta tarefa tem como objetivo estabelecer o compromisso com a medição.	
Papéis principais: Professor Supervisor e integrantes do NPI.	Papéis secundários: -
Entrada: -	Saída: Ata de Reunião da medição

Passos:

- 1) Realizar reunião de compromisso com a medição

Quadro 11: Representação da Tarefa “Realizar reunião de compromisso com a medição”

Esta tarefa apresenta um único passo que será descrito a seguir.

Passo 1 - Realizar reunião de compromisso com a medição: A reunião tem como propósito informar sobre a introdução de medições nas atividades do NPI. O responsável pelo seu conteúdo é o Professor supervisor. Nesta reunião, projetos devem ser selecionados para aplicações de mensurações, a seleção dos projetos fica a critério do professor supervisor. Ainda nesta reunião, será escolhido o analista medição, como também, determinar suas reponsabilidades. Deve ser criada uma Ata de Reunião onde deve ser registrado tudo que foi dito na Reunião de compromisso com a medição.

5.1.2 Tarefa “Selecionar as necessidades de informações”

Esta tarefa tem como propósito selecionar as necessidades de informações a serem contempladas pela medição. Nesta tarefa, as necessidades de informações do supervisor e do gerente de projeto devem ser informadas ao analista de medição, que a partir dessas necessidades, vai direcionar a medição para obter as informações objetivas desejadas. As necessidades de informações são aspectos do desenvolvimento de software que necessitam ser bem compreendidos. O Quadro 13 apresenta as informações pertinentes desta tarefa.

Objetivo: O objetivo dessa tarefa é informar ao analista de medição as necessidades de informações a serem contempladas pela medição.	
Papéis Principais: Professor Supervisor, Gerente de projetos, analista de medição	Papéis Secundários:
Entrada: Produto de Informações	Saída: Formulário de registro de necessidades de informações
Passos: 1) Selecionar as necessidades de informações	

Quadro 12: Representação da Tarefa “Selecionar as necessidades de informações”

Passo 1- Selecionar as necessidades de informações: As necessidades de informações devem ser informadas ao analista de medição. Os responsáveis por informar as necessidades de informações ao analista são o professor supervisor e o gerente de projeto.

Eles terão como auxílio o Produto de informações do NPI para selecionar algumas ou todas as necessidades de informações do Produto de Informações. Caso exista alguma necessidade de informação que não esteja no produto de informações, esta deve ser adicionada no Produto de informações e devem ser definidas as medidas que atendem a essa necessidade. O Produto de informações é um dos componentes que contém as necessidades de informações e as medidas do NPI. O analista de medição é o responsável por registrar, no formulário de registro de necessidades de informações, as necessidades identificadas para serem atendidas pela medição.

5.2 Atividade “Planejar o ciclo de Medição”

A atividade “*Planejar o ciclo de Medição*” é a segunda atividade a ser executada, tendo como objetivo planejar o próximo *ciclo* de medição. A Figura 10 apresenta o fluxo e as tarefas da Atividade “*Planejar o ciclo de Medição*”.



Figura 9: Fluxo da Atividade “Planejar o ciclo de medição”

5.2.1 Tarefa “Identificar Medidas”

Essa tarefa tem como propósito identificar as medidas que serão utilizadas no Ciclo de medição. As informações pertinentes a essa tarefa são apresentadas no Quadro 14.

Objetivo: O objetivo dessa tarefa é identificar as medidas a serem utilizadas no Ciclo de medição.	
Papéis Principais: Analista de medição	Papéis Secundários:
Entrada: Produto de Informações e formulário	Saída: Formulário de registro de medidas

de registro de necessidades de informações	
Passos: 1) Identificar medidas	

Quadro 13: Representação da Tarefa "Identificar Medidas"

Passo 1- Identificar Medidas: Nesse passo, as medidas a serem coletadas devem ser identificadas. O responsável por essa tarefa é o analista de medição, que deve utilizar o Produto de Informações para identificar as medidas que servem para satisfazerem as necessidades de informações selecionadas na tarefa anterior. O Produto de informações especifica quais são as medidas que devem ser utilizadas para satisfazer as necessidades de informações dos interessados. As medidas identificadas devem ser registradas no formulário de medidas.

5.3 A iteração "Ciclo de Medição"

Uma iteração é uma fase que pode ser repetida diversas vezes durante a execução do processo (SILVA, 2013). A iteração "Ciclo de Medição" contém um conjunto de atividades que devem ser executadas seguindo o fluxo. Haverá sempre um fluxo em execução quando houver medições a serem realizadas. A Figura 11 apresenta o fluxo e as atividades da iteração.

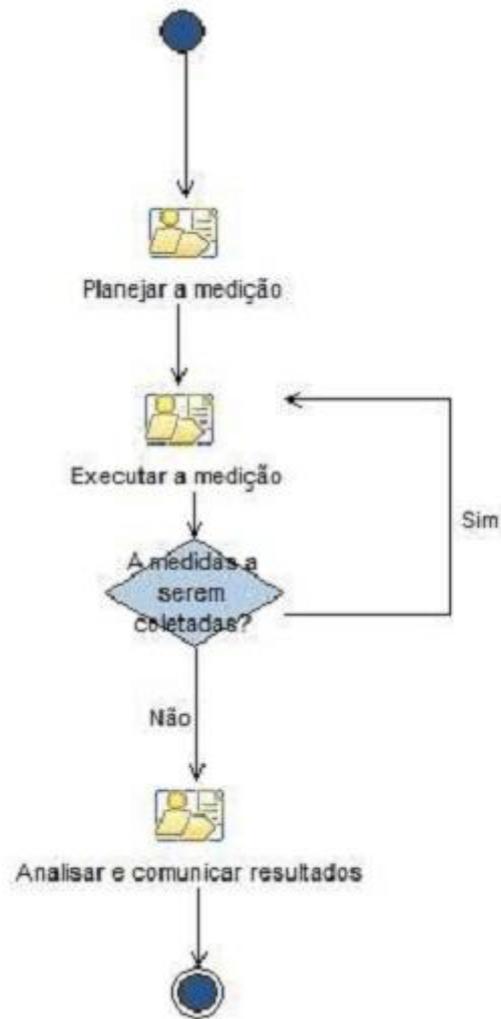


Figura 10 : Fluxo da iteração Ciclo de Medição

5.3.1 Atividade “Planejar a medição”

A atividade “*Planejar a medição*” tem como objetivo o planejamento das medidas que serão contempladas na Sprint corrente. Esse planejamento consiste basicamente em estabelecer como, quando e por quem as medidas devem coletadas. A Figura 12 mostra o fluxo e as tarefas dessa atividade.



Figura 11: Fluxo da Atividade planejar a Medição

5.3.1.1 Tarefa “Criar o plano de medição”

Esta tarefa tem como propósito criar o Plano de medição. O Plano de medição é um formulário que deve conter as informações necessárias para realizar a coleta dos dados para as medidas. Todas as medidas selecionadas na tarefa anterior devem ser inseridas no plano de medição. As informações referentes a esta tarefa são representadas no Quadro 16.

Objetivo: Esta tarefa objetiva a criação do plano de medição.	
Papéis principais: Equipe de medição	Papéis secundários:
Entradas: Formulário de registro de medidas	Saídas: Plano de medição
Passos: 1) Cria o plano de medição	

Quadro 14: Representação da Tarefa “Criar o Plano de medição”

Passo 1- Criar o plano de medição: O Plano de Medição deve ser criado a partir do Formulário de registro de medidas, que contém todas as medidas que devem ser coletadas. O responsável por essa tarefa é o analista de medição. Todas as medidas do Formulário de registro de medidas devem ser inseridas no Plano de Medição, especificando o nome da

medida, o objeto ou atributo a ser medido, o nível, a faixa, o evento, o instante de tempo, o recurso coletor de dados, o responsável pela coleta e o instrumento de coleta.

5.3.1.2 Tarefa “*Realizar Estimativas*”

Esta tarefa tem como propósito a realização das estimativas do projeto. Essa tarefa é importante porque vai permitir comparação do trabalho planejado (estimativas) com o trabalho realizado. O Quadro 15 apresenta as informações referentes a essa tarefa.

Objetivo: O objetivo dessa tarefa é a realização das estimativas para o trabalho do projeto.	
Papéis Principais: Gerente de projetos	Papéis Secundários:
Entrada: Casos de usos	Saída: formulário de marco do projeto e registro de acompanhamento do projeto.
Passos: <ol style="list-style-type: none"> 1) Calcular o tamanho de casos de uso; 2) Estimar o esforço; 3) Estimar o prazo; 4) Estimar a produtividade; 	

Quadro 15: Representação da Tarefa “*Realizar Estimativas*”

Passo 1- Calcular o tamanho de casos de uso: O tamanho dos casos de uso serve como insumo para a realização de diferentes estimativas. O gerente de projetos é o responsável por calcular o tamanho dos casos de uso aprovados para serem implementados na próxima fase de desenvolvimento do produto. Ele deve utilizar a técnica Pontos por caso de uso para obter o tamanho dos casos de uso. Cada caso de uso deve ser registrado no formulário de marco do projeto, informando o identificador do caso de uso e o seu tamanho.

Passo 2 – Estimar o esforço: O esforço necessário para desenvolver cada caso de uso deve ser estimado. Para a realização da estimativa de esforço o gerente de projetos deve basear-se no tamanho do caso de uso e estimar o esforço em horas necessário para implementar o caso de uso. O esforço estimado deve ser registrado também no formulário de marco do projeto.

Passo 3 – Estimar Prazo: A duração de cada caso de uso deve ser estimada em horas. Para isso, o gerente de projetos deve analisar o tamanho do caso de uso e o esforço necessário para implementá-lo. A duração estimada deve ser registrado no formulário de registro de acompanhamento do projeto.

Passo 4 – Estimar produtividade: O desempenho dos desenvolvedores deve ser estimado. O gerente de projetos deve aplicar a fórmula $P=t/esf$, onde o t é o tamanho do caso de uso e o esf é o esforço em horas. Se o esforço for alto, a produtividade vai ser baixa e se o esforço for baixo a produtividade vai ser alta. A produtividade obtida deve ser registrada no formulário de registro de marco.

5.3.2 Atividade “Executar Medição”

Esta atividade tem como propósito a execução das medições, ou seja, a coleta dos dados propriamente dita. O responsável pela coleta terá como guia o Plano de Medição para realizar a coletas dos dados, onde consta todas as informações necessárias à execução desta atividade. A Figura 13 apresenta o fluxo da Atividade “Executar medição”.



Figura 12: Fluxo da Atividade “Executar medição”

5.3.2.1 Tarefa “Coletar dados”

A tarefa “Coletar dados” visa realizar a coleta dos dados especificados no plano de medição. O Quadro 17 apresenta as informações referentes a tarefa “Coletar dados”.

Objetivo: Esta tarefa tem como objetivo as realizações das coletas de dados.	
Papéis principais: Desenvolvedores, testadores e gerente de projeto	Papéis secundários:
Entrada: Plano de Medição, Formulário de coleta	Saída: Formulário de coleta
Passos: 1) Coletar dados	

Quadro 16: Representação da Tarefa “Coletar Dados”

Passo 1 - Coletar Dados: Os dados devem ser coletados de acordo com o plano de medição. O responsável pela coleta deve seguir todas as especificações presente no plano de medição para coletar os dados. Deve-se utilizar o instrumento de coleta especificado, respeitar a frequência da coleta e seguir o cronograma de medição.

5.3.2.2 Tarefa “Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados”

Esta tarefa tem como propósito verificar inconsistências nos dados coletados visando garantir a veracidade e corretude dos dados. O Quadro 18 apresenta as informações necessárias à execução da tarefa “Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados”.

Objetivo: Esta tarefa tem como objetivo aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados.	
Papéis principais: Analista de medição	Papéis secundários:
Entrada: Formulário de coleta	Saída: Formulário de coleta
Passos: 1) Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados	

Quadro 17: Representação da Tarefa “Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados”

Passo 1 - Aplicar a garantia de qualidade nos dados coletados: Os dados coletados devem ser verificados. Essa responsabilidade é do analista de medição, que deve conferir se o instrumento de coleta utilizado foi o especificado no plano, se o tipo de dado coletados correspondem ao tipo especificado no plano e se os valores coletados correspondem aos valores produzidos no projeto. Se alguma irregularidade for constatada, o responsável pela coleta deve ser comunicado e deve corrigir os erros.

5.3.2.3 Tarefa “Armazenar Dados”

Esta tarefa tem como objetivo armazenar os dados coletados na *Sprint* de medição. O Quadro 19 mostra as informações referentes a tarefa “*Armazenar dados*”.

Objetivo: Esta tarefa tem como propósito armazenar os dados coletados na Sprint de medição.	
Papéis principais: Analista de medição	Papéis secundários:
Entrada: Formulário de coleta	Saída: Repositório de medidas.
Passos: 1) Armazenar dados	

Quadro 18: Representação da Tarefa “Armazenar dados”

Passos 1- Armazenar Dados: Os dados coletados devem ser armazenados após passarem pela verificação de qualidade. O responsável pela coleta também é responsável pelo armazenamento dos dados no repositório de medidas. O repositório de medidas é uma planilha onde os dados coletados devem ser depositados.

5.3.3 Atividade “Analisar e Comunicar os resultados”

Esta atividade visa analisar os dados coletados no Ciclo de medição atual e comunicar os resultados aos interessados. A Figura 14 apresenta o fluxo da atividade “*Analisar e Comunicar os resultados*”.



Figura 13: Fluxo da Atividade “Analisar e comunicar os resultados”

5.3.3.1 Tarefa “Elaborar o material de apresentação”.

Esta tarefa tem como objetivo preparar os dados coletados para serem apresentados aos interessados. A preparação consiste basicamente na construção de gráficos, o que permite uma leitura mais eficiente dos dados de medição. O Quadro 20 mostra as informações referentes a tarefa “Elaborar o material de apresentação”.

Objetivo: Esta tarefa tem como objetivo a elaboração do material de apresentação dos resultados das medições	
Papéis principais: Analista de medição	Papéis secundários:
Entrada: Repositório de medidas ou formulário de coleta	Saída: Material de Apresentação dos resultados das medições
Passos:	
1) Elaborar o material de apresentação dos resultados das medições	

Quadro 19: Representação da Tarefa “Elaborar o material de apresentação”

Passo 1 - Elaborar o material de apresentação: Os dados coletados e os estimados devem ser preparados para serem apresentados aos interessados. Nesta tarefa, o analista de medição deverá elaborar gráficos dos dados estimados e dos dados coletados, permitindo a realização de comparações, outra opção é utilizar o gráfico *burndown* para

mostrar os resultados das medições. Pode-se utilizar a ferramenta Excel na elaboração dos gráficos.

5.3.3.2 Tarefa “*Analisar e Comunicar resultados*”

Esta tarefa tem como objetivo analisar e comunicar os resultados das medições aos interessados. O Quadro 21 mostra as informações pertencentes a essa tarefa.

Objetivo: Esta tarefa tem como objetivo analisar os resultados das medições e comunicar estes resultados aos interessados.	
Papéis principais: Analista de medição	Papéis secundários:
Entrada: Material de Apresentação dos resultados	Saída:
Passos: 1)	

Quadro 20: Representação da Tarefa “*Analisar e Comunicar resultados*”

Passo 1 - Analisar e comunicar os resultados: Neste passo, os resultados das medições devem ser comunicados aos interessados. O responsável por esta tarefa é o analista de medição, que deverá fazer uma leitura dos indicadores aos interessados. Uma reunião pode ser realizada para comunicar e discutir os resultados das medições. Observações e pareceres levantados devem ser registrados.

5.5 Atividade “*Encerrar as Medição*”

A atividade “*Encerrar a Medição*” visa avaliar a execução do processo de medição nas atividades dos projetos e encerrar as atividades de medição. A Figura 15 mostra o fluxo da atividade “*Encerrar a Medição*”.



Figura 14: Fluxo da Atividade “Encerrar a medição”

5.5.1 Tarefa “Encerrar a Medição”

A tarefa “Encerrar a Medição” visa a avaliação do processo de medição e o encerramento de todas as atividades de medições dos projetos desenvolvidos no NPI. O Quadro 22 apresenta as informações referentes à tarefa “Encerrar a Medição”.

Objetivo: Esta tarefa tem como objetivo avaliar o processo de medição e encerrar as atividades de medições.	
Papéis principais: Professor supervisor, analista de medição e equipe de desenvolvimento.	Papéis secundários:
Entrada:	Saídas:
Passos:	
1) Avaliar o processo de medição	
2) Liberar recursos	

Quadro 21: Representação da Tarefa “Encerrar a medição”

Passo 1- Avaliar o processo de medição: A avaliação do processo consiste na identificação dos pontos fortes, pontos fracos, lições aprendidas e oportunidades de melhorias para o processo. As informações levantadas devem ser documentadas. O registro das lições aprendidas visa a reutilização dos conhecimentos obtidos nas medições em projetos futuros. Já o registro das oportunidades de melhorias visa a implementação das melhorias identificadas para sanar os pontos fracos do processo.

Passo 2- Liberar recursos: O professor supervisor deve desalocar todos os recursos que foram alocados nas atividades de medição.

5.6 Conclusão da Seção

O processo de medição proposto foi pensado para ser simples e fácil, em função do NPI ter uma grande rotatividade de pessoal e nenhuma experiência efetiva com medições. Buscou-se tirar toda complexidade existente em definir as medidas adequadas criando o Produto de informações do NPI, que contém as necessidades de informações do NPI, o conjunto de medidas e suas especificações. Desta forma, espera-se que o trabalho de aplicar medições no NPI seja simplificado.

6. RESULTADOS

Esta seção tem como objetivo apresentar os resultados obtidos na implantação do processo de medição em um projeto piloto no NPI. A implantação do processo de medição teve início em 14 de abril de 2014 com a seleção de um projeto piloto e terminou em 10 de junho de 2014.

6.1 Checklist de Verificação da Execução do Processo de Medição

O processo de medição foi instanciado em um projeto desenvolvido no NPI. Até a finalização deste trabalho, o projeto não tinha sido finalizado, dessa forma, nem todas as atividades do processo de medição foram executadas. Enquanto o processo estava em execução, foi elaborado um *checklist* para avaliar a aderência da execução ao processo proposto. O *checklist* foi aplicado apenas para as atividades do processo que foram executadas. O gerente de projetos foi o responsável por seguir e obter as respostas do processo de medição. Os resultados da implantação do processo são apresentados a seguir. O Quadro 23 apresenta os resultados da aplicação do *Checklist* na Atividade “Iniciar medição”.

Atividade: Iniciar Medição	
Tarefa	Realizar reunião de compromisso com a medição
Perguntas	Todos os integrantes da equipe de desenvolvimento participaram da reunião de compromisso com a medição presidida pelo professor supervisor? A ata de reunião foi elaborada?

Saídas	Ata da reunião
Resultado	Atende parcialmente
Não conformidades e/ou observações	Todos participaram da reunião, mas quem esteve à frente da reunião foi o gerente de projeto. A ata de reunião não foi elaborada.
Tarefa	Selecionar as necessidades de informações
Perguntas	O Documento de registro de necessidades de informações foi elaborado pelo analista de medição, de acordo com as informações passadas pelo professor supervisor e o gerente de projetos?
Saídas	Formulário de registro de necessidades de informações
Resultado	Atende
Não conformidades e/ou observações	O Documento foi elaborado de acordo com as informações passadas pelo gerente de projeto.

Quadro 22: Checklist da Atividade "Iniciar medição"

A partir das respostas obtidas no *checklist*, pode-se entender como ocorreu a execução de cada tarefa e quais dificuldades foram encontradas.

Na atividade Iniciar medição, o gerente de projetos realizou a reunião de compromisso com a medição e todos os integrantes da equipe de desenvolvimento participaram. Nessa reunião, o gerente de projetos relatou sobre a importância da utilização de medição para auxiliar o gerenciamento do projeto. Nesta etapa, foi escolhido o analista de medição para conduzir as medições. O analista escolhido foi a própria autora deste trabalho por ela precisar acompanhar a execução do processo.

Ainda na execução da Atividade Iniciar medição, foram identificadas as necessidades de informações do gerente de projeto e registradas no formulário de necessidades, conforme propõe o processo.

Durante a execução desta atividade, algumas inconformidades ocorreram e serão explanadas a seguir.

Na execução dessa atividade, o papel do professor supervisor foi realizado pelo gerente de projeto. Essa mudança não implicou em grandes prejuízos para execução da atividade.

Seguindo o fluxo do processo de medição, após a atividade Iniciar medição, temos a atividade Planejar o ciclo de medição. A seguir, o Quadro 24 apresenta o *checklist* de aderência do processo na atividade Planejar o ciclo de medição.

Atividade: Planejar o ciclo de medição	
Tarefa	Identificar medidas
Perguntas	As medidas foram identificadas a partir das necessidades de informações do professor supervisor e do gerente de projetos? As medidas foram registradas no formulário de registro de medidas?
Saídas	Formulário de registro de medidas
Resultados	Atende
Não conformidades e/ou observações	As medidas foram identificadas só a partir das necessidades do gerente de projetos. Sim.

Quadro 23: Checklist da Atividade "Planejar o ciclo de medição"

Na atividade Planejar o ciclo de medição, as medidas para serem coletadas na Sprint de medição foram identificadas. O analista de medição identificou quais seriam as medidas que corresponderiam as necessidades do gerente de projeto e registrou no Documento de registro de medidas.

Após a execução da atividade Planejar o ciclo de medição, o próximo passo do processo é a execução da iteração *Ciclo* de medição, que contém as atividades Planejar a medição, Executar a medição e Analisar e comunicar resultados. O Quadro 25 apresenta o *checklist* da execução da atividade Planejar a medição da iteração Ciclo de medição.

Atividade: Planejar a medição	
Tarefa	Criar o plano de medição
Perguntas	Todas as medidas presentes no Documento de registro de medidas foram inseridas no Plano de medição? Para cada medida todos os campos exigidos no plano de medição foram preenchidos?
Saídas	Plano de medição
Resultados	Atende parcialmente
Não conformidades e/ou observações	Sim.
Tarefa	Realizar estimativas

Perguntas	<p>O gerente de projetos realizou as estimativas de esforço levando em consideração o tamanho dos casos de uso?</p> <p>O gerente de projetos realizou as estimativas de prazos mediante ao tamanho dos casos de usos e dos esforços estimados?</p> <p>O gerente de projetos calculou a produtividade individual usando a fórmula especificada e os parâmetros exigidos?</p>
Resultados	Não atende
Não conformidades e/ou observações	Essa tarefa não foi realizada. O gerente de projetos teve dificuldades em utilizar a Análise de Pontos por Função para calcular o tamanho dos casos de usos, como consequência as estimativas não puderam ser realizadas.

Quadro 24: Checklist da Atividade "Planejar a medição"

Na atividade Planejar a medição, o Plano de medição foi elaborado para as medidas que estavam contidas no Documento de registro de medidas. Para cada medida, foi especificado o nome da medida, o objeto ou o atributo a ser medido, o nível, a faixa, o evento, o instante de tempo, o recurso coletor de dados, o responsável pela coleta e o instrumento da coleta. Essa tarefa exigiu muita atenção do analista de medição em função da necessidade de especificar detalhes peculiares de cada medida.

Na tarefa Realizar estimativas, o gerente de projeto teve dificuldades na utilização da técnica APF e não calculou o tamanho dos casos de usos, consequentemente, não pode realizar as estimativas de esforço, prazo e produtividade, uma vez que, a estimativa de desses atributos dependem do tamanho dos produtos que serão desenvolvidos.

Seguindo o fluxo do processo, após execução da atividade Planejar a medição foi executada a atividade Executar a medição. O Quadro 27 apresenta o *Checklist* de aderência ao processo da atividade Executar medição.

Atividade: Executar medição	
Tarefa	Coletar dados
Perguntas	A coleta dos dados foi realizada de acordo com as especificações do plano de medição?
Saídas	Formulário de coleta de dados
Não conformidades	Nas coletas das medidas estabilidade de requisitos, esforço e

e/ou observações	cronograma, foram encontradas algumas inconformidades. As coletas foram realizadas depois do evento especificado e não foram utilizados os instrumentos de coletas especificados no plano.
Tarefa	Aplicar garantia de qualidade nos dados coletados
Perguntas	Os valores coletados correspondem aos valores produzidos pelo projeto?
Saídas	Formulário de coleta de dados
Não conformidades e/ou observações	Houve algumas diferenças entre os valores coletados e os valores produzidos no projeto. A coleta da medida esforço apresentava discrepâncias, algumas atividades levaram mais tempo para serem concluídas do que o registrado. Os dados coletados para as outras medidas não apresentaram irregularidades
Tarefa	Armazenar dados
Perguntas	Os dados coletados foram armazenados com todas as informações de identificação?
Saídas	Dados armazenados
Não conformidades e/ou observações	Sim.

Quadro 25: Checklist de aderência da Atividade "Executar medição".

Na atividade Executar medição, foram encontradas algumas inconformidades relatadas a seguir.

Na tarefa Coletar dados, a coleta para a medida estabilidade de requisitos não foi respeitada a frequência da coleta. A coleta deveria acontecer de acordo com o evento especificado no plano de medição. No caso, toda vez que uma mudança nos requisitos ocorresse. Além disso, o instrumento da coleta especificado no plano não foi utilizado.

Nas coletas para as medidas esforço e cronograma, também houve o mesmo problema da medida estabilidade de requisitos, a frequência da coleta não foi respeitada. Isso ocorreu em pelo menos 40% das coletas para a medida esforço e 30% para a medida cronograma. Os dados eram informados em outro instante de tempo diferente do especificado no plano de medição, o que pode ocasionar valores não exatos. Isso pode ter sido causado devido a inexperiência da equipe de desenvolvimento com medições.

Seguindo o fluxo da atividade, temos a tarefa Aplicar garantia de qualidade nos dados coletados. Essa tarefa foi executada para cada coleta realizada. Percebeu-se que, nos dados coletados para a medida esforço, foi encontrado discrepância entre os valores fornecidos e os valores reais produzidos no projeto. Geralmente, os valores para o esforço real eram sempre maiores do que os fornecidos. Os dados coletados para as outras medidas não apresentavam disparidades, estando todos exatos como os valores reais produzidos pelo projeto.

Após a execução da tarefa Aplicar garantia de qualidade nos dados coletados, a tarefa Armazenar dados foi executada. Na execução dessa tarefa, os dados coletados foram armazenados juntos com o contexto.

As atividades apresentadas acima foram as únicas atividades executadas do processo proposto no desenvolvimento do projeto piloto. As demais atividades não puderam ser executadas por conta do tempo. A seguir será apresentado a análise da entrevista realizada com o gerente de projetos.

6.2 Análise da entrevista com o gerente de projeto

Na entrevista com o gerente de projeto, buscou-se identificar a visão dele sobre a execução do processo e como tudo ocorreu.

De acordo com as informações obtidas na entrevista, o processo de medição ainda é imaturo e precisa passar por aperfeiçoamentos para chegar em uma versão mais madura. No entanto, quando se busca a melhoria o primeiro passo precisa ser dado. Além disso, um processo sempre precisa ser melhorado ou adequado a nova realidade.

Pode-se perceber, que uma das primeiras deficiências na implantação do processo de medição foi a inexperiência por parte da equipe de desenvolvimento na área de medição. Outro problema percebido foi o pouco tempo para implantar o processo, sendo um semestre insuficiente. Além disso, percebeu-se uma resistência na aplicação das medições no NPI. Esse fato pode ser justificado pela cultura do NPI, que emprega o tempo somente em atividades de desenvolvimento em si como: especificação de requisitos, implementação e teste. Essa resistência foi demonstrada apenas pelos desenvolvedores.

No início da implantação, o gerente de projetos achou desnecessário o desenvolvimento da ata de reunião. Segundo o gerente, desenvolver ata seria algo muito formal que exigiria tempo e que não teria necessidade. Na tarefa Selecionar necessidades de informações, o gerente de projetos não deu nenhuma sugestão de melhoria. Mas, vale

destacar, que considerou como uma das atividades mais importantes do processo por determinar os reais motivos de se aplicar medições.

Na atividade Planejar o ciclo de medição, a execução da tarefa Identificar medidas ocorreu de acordo com o esperado no processo. O analista de medição identificou as medidas como propõe o processo.

Na atividade Planejar a medição, a execução da tarefa criar o plano de medição ocorreu tudo como esperado, foram especificados como, quando e por quem cada medida dever ser coletada. No entanto, a execução da tarefa realizar estimativas, teve um contratempo: o gerente não calculou o tamanho do software. Como consequência disso, não foi possível estimar os valores para as medidas de produtividade, prazo esforço como recomenda o processo. Para o gerente de projeto, essa foi a tarefa mais difícil, por que a técnica recomendada pelo processo não é tão simples e intuitiva de aprender e aplicar. Segundo ele, um treinamento com a técnica APF antes da implantação do processo poderia ter sanado essa dificuldade.

Durante a execução da atividade Executar a medição, ocorreram alguns contratempos. Para o gerente de projetos, essa foi a atividade que menos foi seguida. Na execução da tarefa Coletar dados, houve coletas que não foram realizadas no instante de tempo recomendado. Em outras coletas, não foi utilizado o instrumento de coleta especificado e ainda houve coletas que não foram realizadas. Para o gerente de projetos, isso aconteceu em função do pouco tempo que os desenvolvedores tinham e também pela inexperiência com medições. Na execução da tarefa Aplicar garantia de qualidade nos dados, tudo ocorreu conforme planejado. As irregularidades de valores que não correspondiam aos valores produzidos no projeto, que foram encontradas nos dados coletados foram informadas e corrigidas. Depois da execução da tarefa Aplicar garantia de qualidade nos dados, foi executada a tarefa Armazenar dados, não apresentando contratempos. Os dados foram armazenados como orienta o processo.

Até a conclusão desse trabalho, foram executadas somente as atividades relatadas acima, o restante das atividades não tivera a oportunidade de serem executadas. No entanto, o gerente de projetos estudou o processo e deu o seu parecer sobre as atividades que não foram executadas. Segundo o gerente de projeto, a atividade Analisar e comunicar os resultados foi bem definida por apresentar como os dados devem ser apresentados aos interessados. Nessa atividade, é recomendado que os dados de medição sejam apresentados na forma de

indicadores, facilitando, desse modo, a leitura e a interpretação dos resultados. Para o gerente de projetos, essa tarefa é um ponto positivo do processo.

A seguir, são apresentadas as dificuldades encontradas na implantação do processo de medição.

6.3 Dificuldades

As dificuldades encontradas na execução do processo foram:

- O público alvo do NPI é sempre imaturo, o processo deve ser simples para que não implique em grandes dificuldades na sua execução.
- A inexperiência da equipe de desenvolvimento em medições, esse tema é pouco abordado na academia.
- A cultura do NPI em não utilizar metodologias que auxilie o gerente de projetos no desenvolvimento das atividades de gerenciamento de projetos.
- O gerente de projetos era inexperiente na realização de estimativas.
- Cada medida possui o seu próprio formulário de coleta de dados, porém não foi especificado o que deveria ser informado em cada campo. Isso gerou dúvidas aos responsáveis pela coleta, os desenvolvedores.
- O tempo disponível para a implantação do processo era limitado.
- O desenvolvimento dos projetos é realizado de forma *ad-hoc*, o que induz aos desenvolvedores a realizar as atividades da forma que bem entendem, sem padronização.
- O tempo que a autora tinha disponível para realizar o trabalho de medição exigido, não foi o suficiente, o que pode ter sido a causa de alguns problemas, como por exemplo, a pouca comunicação com o professor supervisor do NPI de SI.

Na subseção seguinte, são apresentadas as lições aprendidas com a execução do processo.

6.4 Lições aprendidas

Durante a execução do processo de medição, algumas lições aprendidas:

- A inexperiência da equipe de desenvolvimento com medições fez com que a implantação não tivesse um efeito positivo como o esperado. Um

treinamento, antes da execução em si, poderia ter sanado algumas dificuldades encontradas.

- O gerente de projetos se mostrou inseguro na realização das estimativas. Essa tarefa deveria ser realizada com a participação do responsável pela realização do trabalho para o qual está se estimando os valores, desta forma a estimativa poderia ser mais realista.
- Deveria ter sido realizado um treinamento na Técnica APF com o gerente de projeto antes da implantação do processo. Essa foi uma falha que deveria ter sido percebida.
- Cada formulário de registro de medidas precisa ser discriminado, informado o que deve ser inserido em cada campo visando eliminar as dúvidas no preenchimento dos formulários.
- O tempo para a execução do processo de medição precisa ser maior. Um semestre foi insuficiente, talvez um ano fosse o necessário para executar todas as atividades do processo, já que os projetos do NPI possuem.
- A comunicação com o professor supervisor deve ser constante.

6.5 Oportunidades de melhorias

Durante a elaboração desse trabalho, algumas melhorias foram introduzidas. As sugestões de melhorias sugeridas durante a implantação desse processo são apresentadas a seguir:

- Discriminar todos os formulários de coleta de dados, especificando o que deve ser informado em cada campo;
- Na atividade Iniciar medição e modificar a tarefa Realizar reunião de compromisso com a medição e deixar essa tarefa menos formal. A sugestão é não utilizar o *template* especificados no processo para registrar o que foi discutido, pode-se tirar fotos de rascunhos construído durante a reunião.
- Realizar um treinamento prático com a técnica Pontos por casos de uso antes da execução do processo;

- Realizar um treinamento com medições antes da execução do processo, simulando a execução de cada tarefa e,
- Reformular a tarefa Realizar estimativas, incluindo a presença do responsável pela execução da tarefa para facilitar a realização dessa tarefa por parte do gerente de projetos.
- As medições devem fazer parte das atividades que são desenvolvidas no NPI, só assim os desenvolvedores darão importância e terão que realizar todo o trabalho exigido.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Nesta seção são feitas as considerações finais acerca deste trabalho, as contribuições e trabalhos futuros são descritas a seguir.

7.1 Considerações Finais

De forma geral, os processos de software são uma maneira organizada e padronizada de realizar trabalhos. Eles contribuem para que um objetivo possa ser alcançado mais facilmente através do reuso de conhecimentos.

A definição de um processo, seja ele voltado para o desenvolvimento ou para medições em software, não é uma tarefa simples. É necessário que a definição seja bem planejada para que seus objetivos possam ser atingidos.

O trabalho proposto teve como objetivo estabelecer um processo de medição em software para o Núcleo de Práticas em Informática de Sistemas de Informação do campus Quixadá da Universidade Federal do Ceará, baseado em abordagens com casos de sucesso no mercado. O processo proposto foi desenhado a partir das necessidades levantadas em entrevistas e aplicações de questionários com os integrantes do NPI SI. Além disso, foram realizadas pesquisas em trabalhos de definição de processos de medição em softwares na busca de identificar estratégias empregadas. Realizou-se também um estudo em abordagens de medição para selecionar práticas que pudessem ser adaptadas ao contexto em questão.

Além disso, foi especificado um conjunto de medidas visando simplificar a aplicações das medições no NPI. As medidas foram identificadas a partir de um levantamento realizado junto aos responsáveis pelo NPI. Nesse levantamento, buscou-se identificar as necessidades de informações dos envolvidos e a partir daí gerar medidas úteis a essas necessidades. Até a conclusão deste trabalho, o processo não tinha executado todas as suas

atividades, desta forma não foi possível obter um resultado completo da execução do processo.

7.2 Trabalhos Futuros

Algumas propostas de trabalhos futuros foram identificadas:

- integrar esse processo ao processo de desenvolvimento do NPI;
- criar um guia prático do processo;
- Executar o processo de medição considerando uma quantidade menor de métricas;
- analisar as necessidades do NPI visando capturar outras necessidades que motivem a especificação de outras medidas;
- elaborar versões deste processo introduzindo melhorias;
- Automatizar a coleta das métricas de teste;
- criar uma ferramenta de software para armazenar as medidas coletadas nas medições e gerar indicadores de forma automática.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M., **Practical Software Measurement: O CMMI da Medição**. Revista Developers, 2002.

ANDRADE, T. C., **ProMePE: Processo de Medição Simplificado baseado em Padrões para Micro e Pequenas Empresas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: http://www.fsma.edu.br/si/edicao5/FSMA_SI_2010_1_Estudantil_3.pdf. Acessado em: 10/05/2013.

ANACLETO, A. et al. **Aplicando a Mensuração em Microempresas de Software para Suporte a Gerência de Projetos**. In: I Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2002, Gramado- Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~gresser/download/SBQS2002-vref.pdf>. Acessado em: 20/08/2013.

ARAÚJO, M. A. P. et al. **Métricas de Softwares: Como utilizá-los no Gerenciamento de Projetos**. Revista: Engenharia de Software Magazine, 2011. Edição 21. Disponível em <http://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-software-21-metricas-de-software/15776>. Acessado em: 02/09/2013.

BARCELLOS, P. R. **Uma estratégia para medição de software e avaliação de bases de medidas para controle estatístico de processos de software em organizações de alta maturidade**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) – COOPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: nemo.inf.ufes.br/files/TeseDoutoradoMonalessa.pdf. Acessado em: 01/12/2013.

BARCELLOS, P. R et al. **Medição de Software – Controle Estatístico de Processos**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Secretária de Política de Informática, 2012.

BASILI, V. et al. 1994. **Goal Question Metrics**. s.l.: Encyclopedia of Software Engineering, 1994.

BORGES, P. E. **Um Modelo de Medição para Processos de Desenvolvimento de Software**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: homepages.dcc.ufmg.br/~wilson/pesquisa/DissertacaoEduardo.pdf. Acessado em: 10/03/2013.

BURGOS, O., A. **Modelo de Processo para Medição e Análise em Desenvolvimento de Software Baseado no CMMI**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologias) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento em parceria com Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, Paraná, 2009. Disponível em: sistemas.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/OctavioBurgos.pdf. Acessado em: 10/05/2013.

ECLIPSE FOUNDATION. **Eclipse Process Framework Composer**. Versão 1.5.1.3. 2011. Disponível em: <http://www.eclipse.org/epf/>. Acesso em: 08 de junho de 2013.

ISO/IEC, 2003, ISO/IEC 15504-2 - **Information Technology – Software Process Assessment**, International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.

GARCIA, P. R. et al. **APSEE-Metrics: um Modelo para Mensuração em Processos de Software**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2006. (599397).

HAZAN, C. **Uma ferramenta na busca da excelência Medições de Software**. 2004. Disponível em: <http://www4.serpro.gov.br/imprensa/publicacoes/tema-1/tematec/2004/ttec75/?searchterm=>. Acessado em 06/03/2014.

ISO/IEC, 2007, ISO/IEC 15939 (E) **Software Engineering - Software Measurement Process**, International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.

MCGARRY, J. et al. 2001. **Practical Software Measurement: Objective Information for Decison Makers**. [Online] 24 de Agosto de 2001. [Citação: 15 de Junho de 2009.] <http://www.psmc.com/Downloads/GuideMPM/McGarry01.pdf>.

NASCIMENTO, L. et al. **Implantação de Medição no Processo de Desenvolvimento de Software- Relato de Experiências e Lições Aprendidas**. 2010. Disponível em: seer.ufrgs.br/rita/article/viewFile/rita_v17_n3_p412/11222. Acesso em: 21/01/2014.

PAULA, F. W. P. **Engenharia de software; fundamentos, métodos e padrões**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003. 602 p.

SEI. **CMMI for Development**. v. 1.3, 2010. Disponível em: www.sei.cmu.edu/reorts/10tr033.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2013.

SILVA, S. P. M. **Definição e Implantação de Um processo de Software para o Núcleo de Práticas de uma Universidade**. Monografia. Universidade Federal do Ceará. 2013.

SOFTEX. **Melhoria de Processo de Software Brasileiro: Guia Geral**. 2011. Disponível em: www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_Geral_2011.pdf. Acesso em: 12 de junho de 2013.

SANTOS, R. V. M. **Definição de um Processo de Medição de Software baseado em Seis Sigma e CMMI**. 2007. Dissertação (Mestrado em Área de Concentração em Estatística e experimentação Agropecuária). Universidade Federal de Lavras. 2007

WANGENHEIM, G. V. et al. **Medição de Software – Guia Prático**. São Paulo: Editora Bookess, 2012, p.6.

APÊNDICES

APÊNDICE A

FORMULÁRIOS DE REGISTRO DE MEDIDAS

Formulário de registro de estimativa de defeitos	
NPI- Núcleo de Prática de Informática	
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos
Identificador do	

planejamento					
Número estimado de defeitos injetados por iteração e fluxo					
Iteração/Fluxo	RQ	IM	TS	RV	Total
IT-01					
IT-02					
IT-03					
IT -04					
IT-05					
IT-06					
IT-07					
% do esforço total dedicado a correções de defeitos					

Quadro 26: Formulário de estimativas de defeitos

Formulário de cadastro de planejamentos de projeto		
NPI- Núcleo de Prática de Informática		
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos	
Planejamentos cadastrados		
Data	Identificador	Descrição

Quadro 27: Formulário de cadastro de planejamento de projeto.

Formulário de registro de alteração em requisitos	
NPI- Núcleo de Prática de Informática	
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos
Identificador da alteração	
Data da solicitação	
Data da conclusão	

Descrição	
Esforço dedicado (h)	
Requisitos alterados	
Identificador	Descrição

Quadro 28: Formulário de registro de alterações em requisitos

Formulário de registro de cronograma		
NPI – Núcleo de Prática de Informática		
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos	
Natureza dos dados	Reais	
Identificador do planejamento		
Iterações do projeto		
Iteração	Data de início	Data de término
It-01		
It-02		
It-03		
It-04		
It-05		
Marcos adicionais de projeto		
Nome do marco	Data	

Quadro 29: Forma de registro de cronograma

Formulário de registro de estimativa de esforço					
NPI- Núcleo de Prática de Informática					
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos				
Identificador do planejamento					
Estimativa de esforço por iteração e fluxo					
Iteração/Fluxo	RQ	IM	TS	RV	Total
IT-01					
IT-02					
IT-03					
IT -04					
IT-05					
IT-06					
IT-07					
Total					

Quadro 30: Formulário de registro de estimativa de esforço

Formulário de registro de estimativa de revisões					
NPI- Núcleo de Prática de Informática					
Nome do projeto		Gestão de Projetos Acadêmicos			
Identificador do planejamento					
Esforço estimado para as atividades de revisão (em horas)					
Iteração/Fluxo	RQ	IM	TS	RV	Total
IT-01					
IT -02					
IT-03					
IT-04					
IT-05					
IT-06					
IT-07					
Total					
% esperado de defeitos detectados em revisões					

Quadro 31: Formulário de registro de estimativa de revisões

Formulário de Registro de Revisão NPI- Núcleo de prática de Informática	
Projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos
Identificador da revisão	
Descrição	
Data	
Método de verificação	
Fase	
Esforço total (horas)	

Quadro 32: Formulário de registro de revisões

Formulário para Registro de Defeitos		
NPI – Núcleo de Prática de Informática		
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos	
Número do defeito		
Descrição do defeito		
Data da detecção		
Data da correção		
Esforço para correção (h)		
Fase em que foi injetado		
Fase em que foi detectado		
Revisão em que foi detectado		
Iteração em que foi injetado		
Classificação do defeito		
Propriedade	Taxonomia utilizada	Espécie de defeito
Duplicidade		
Defeito duplicado?		
Número do defeito original		

Quadro 33: Formulário de registro de Defeitos

Formulário para registro de esforço				
NPI –Núcleo de Prática de Informática				
Período: 14/ 04 /2014 a 14/05/2014				
Desenvolvedor	Data	Projeto	Fase	Duração (h)

Quadro 34: Formulário para registro de esforço

Formulário para registro de marco de projeto		
NPI- Núcleo de prática de Informática		
Nome do projeto	Gestão de Projetos Acadêmicos	
Nome do marco de projeto		
Data do marco		
Natureza dos dados	Reais	
Identificador do planejamento		
Situação dos requisitos		
Requisito	Descrição	Tamanho
CU-01		
CU-02		
CU-03		
CU-04		
CU-05		
CU-06		
CU-07		
CU-08		
CU-09		
CU-10		
CU-11		
CU-12		

Quadro 35: Formulário para registro de marco de projeto

Formulário de registro de acompanhamento do projeto				
NPI- Núcleo de Prática de Informática				
Nome do projeto		Gestão de Projetos Acadêmicos		
Planejamentos cadastrados				
Caso de uso	Data de início	Data de término planejada	Data de término real	Duração

Quadro 36: Formulário de registro de acompanhamento do projeto

APÊNDICE B
PLANO DE MEDIÇÃO

Plano de Medição

NPI- Núcleo de Prática de Informática

Nome	Objeto/atributo	Unidade	Nível	Faixa	Evento	Instante de Tempo	Recurso coletor de dados	Responsável	Instrumento
Esforço de projeto	Projeto/esforço	Homens/h	Racional	-	Periódico	Semana	Humano/Desenvolvedor	Gerente de projetos	Formulário de registro de esforço
Defeito do produto	Projeto/Defeito	-	Racional	-	Fase Teste	Durante os teste	Humano/Testador	Testador	Formulário de registro de defeitos
Marco do projeto	Projeto/marco	-	Nominal	-	Planejamento	Início de iteração	Humano/Gerente de projetos	Gerente de projetos	Formulário de registro de marcos
Correções	Projeto/revisões	-	Racional	-	Revisão	Durante a revisão	Humano/desenvolvedor	Desenvolvedor	Formulário de registro de revisões
Cronograma	Projeto/cronograma	-	Nominal		Iteração	Início e fim de cada iteração	Humano/Gerente de projeto	Gerente de projeto	Formulário de Registro de cronograma

Quadro 37: Plano de Medição