

Definição de um processo de medição de software baseado em Seis Sigma e CMMI

Rafael V. M. Santos^{1†}, Marcelo S. Oliveira², Eric B. Ferreira³, Sabrina B. Vargas⁴, Eros E. Moura¹

¹ Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

² Professor Associado IV, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³ Professor Adjunto III, Instituto de Ciências Exatas (ICEEx), Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG)

⁴ Universidade do Espírito Santo (UNES)

Resumo: *Na melhoria contínua de processos são comumente usadas ferramentas estatísticas. Particularmente nos processos de software, a forma com que os dados são armazenados, muitas vezes, dificulta a realização dessas análises. Nesse contexto, o modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) é utilizado para definição de processo de software, a metodologia Seis Sigma se destaca em processos de medição e a ferramenta Practical Software and Systems Measurement Insight (PSM Insight) é utilizada para a organização de dados. Por meio desta dissertação apresenta-se a proposta de um processo de medição baseado em CMMI, Seis Sigma e PSM. O processo proposto revela a correspondência existente entre eles.*

Palavras-chave: Seis Sigma; Estatística; Processo de Software.

Abstract: *Statistical tools are usually used in the continuous process improvement. Particularly in the software process, the way the data are stored sometimes makes these analyses tricky. In this context, CMMI (Capability Maturity Model Integration) is used for defining software processes, the Six Sigma methodology is used for defining measurement processes and the Practical Software and Systems Measurement Insight (PSM Insight) tool is used for data organization. This work presents a proposal of measurement process based on CMMI, Six Sigma and PSM. The considered process reveals an existing correspondence between them.*

Keywords: Six Sigma; Statistics; Software Process.

Introdução

Processos de Medição se tornaram uma parte tão importante quanto necessária nas Organizações que desenvolvem software (McGARRY et al., 2002), pois para competir em um ambiente caracterizado por rápidas e constantes mudanças é fundamental trabalhar de maneira produtiva, eficiente e com alto nível de qualidade. Por estes motivos, os dias de tomadas de decisão baseadas apenas em palpites terminaram, e é neste contexto que a medição se insere: a partir da existência de dados e análises históricas sobre a organização, é possível melhorar em muito o processo de tomada de decisão (HOLMES, 2002).

A maioria dos profissionais da área de desenvolvimento de software compreende a necessidade de realizar medições, mas, infelizmente, a implementação de um processo que venha a se tornar repetível e integrado aos ciclos-de-vida de desenvolvimento e manutenção de software de uma forma geral ainda é um grande problema. As principais razões para o fracasso de programas de

[†] Autor correspondente: ravarmes@gmail.com.

medidas não são problemas técnicos, e sim organizacionais (RUBIN, 1992), tais como: não alinhamento aos objetivos de negócio, resistência cultural, motivação errônea e falta de liderança.

De acordo com Holmes (2002), estes problemas podem ser resolvidos abordando-se a definição e implementação de um processo de medição por meio do uso de uma metodologia organizada de planejamento, que busca envolver todos os profissionais da área de software, cada um no momento adequado.

Um processo de medição de software direcionado aos objetivos produz medidas que provêm informações para importantes questões de negócio previamente identificadas. Uma vez que as medidas podem ser rastreadas de volta aos objetivos da organização, as atividades de coleta de dados não são executadas apenas pelo ato de coletar medidas, e sim com o propósito de que os dados coletados sejam analisados de forma a manter o foco nestes objetivos (GOETHERT; HAYES, 2001; GOETHERT; FISHER, 2003).

Neste contexto se destaca o PSM e a abordagem Seis Sigma, que se baseia na convicção de que, para uma organização medir de forma eficiente, é necessário, primeiro, especificar objetivos a serem alcançados, relacionar estes objetivos com dados reais obtidos por meio de medições e, finalmente, prover um processo de medição para a interpretação destes dados de acordo com os objetivos propostos.

O objetivo principal deste artigo é apresentar um processo de medição, desenvolvido em dissertação de mestrado, o qual levou em consideração o modelo CMMI e a filosofia Estatística Seis Sigma para ser elaborado. Diante da impossibilidade de descrever detalhadamente cada atividade deste processo no espaço deste artigo, procurou-se apresentar sua utilização de maneira resumida na seção Experiência Prática.

Base Teórica

Nesta seção serão resumidamente descritos os embasamentos teóricos utilizados para elaboração do processo de medição aqui mencionado.

PSM

De acordo com McGarry (2002) o PSM “Practical Software Measurement” é um modelo para a estruturação da atividade de mensuração em um projeto de software. Por intermédio desse modelo percebe-se um direcionamento para a execução de atividades de medição de um projeto de software.

PSM *Insight*

O PSM *Insight* (2009) é uma ferramenta baseada na idéia de um software que automatize o processo prático de medição de software e sistemas (PSM). O software é altamente gráfico, e inclui muitas telas de ajudas na finalidade de ajudar na organização do projeto e na definição de medidas e indicadores. A ferramenta PSM *Insight* inclui três módulos principais: Organização, entrada de dados e análise. Esta ferramenta foi utilizada pelo processo de medição para o armazenamento dos dados coletados.

Seis Sigma

Para Snee (2000) o Seis Sigma é um sistema que liga ideias, tendências e ferramentas, o qual o foco no cliente torna-se a prioridade principal. As melhorias Seis Sigma são definidas pelo seu impacto sobre a satisfação e valores dos clientes.

Os conceitos fundamentais do Seis Sigma consideram o fato de que a variação dos produtos e processos deve ser conhecida por ser um fator que afeta tempos de fabricação, custos de produto e processo, qualidade do produto e, finalmente, a satisfação do cliente. A etapa crucial do Seis Sigma consiste na definição e medição da variação dos processos com o objetivo de descobrir suas causas, desenvolvendo meios operacionais eficientes para controlar e reduzir esta variação (USEVICIUS, 2004).

Controle Estatístico de Processo (CEP)

Deming (1990) afirma que, para finalidades analíticas (tais como para melhoria de um processo da organização), as análises estatísticas não têm qualquer valor prático para se fazer a melhoria de um processo, a não ser que os dados sejam produzidos por um sistema (um processo) que esteja em um estado de controle estatístico.

A carta (ou gráfico) de controle de processo, também conhecida como carta de controle de Shewhart, é uma técnica usada para medição e análise do comportamento de um processo. No âmbito da engenharia de software, ela pode ser utilizada para identificar causas especiais de variação, medir e analisar o desempenho das atividades que produzem o produto de software (FLORAC; CARLETON, 1999), sendo essencial para o gerenciamento quantitativo, predição, controle e melhoria dessas atividades com vistas a alcançar, de forma mais efetiva, as metas de negócio da organização.

A carta de controle de processo é um gráfico que consiste numa linha central (LC), um limite inferior de controle (LIC) e um limite superior de controle (LSC), e valores do parâmetro de interesse (uma característica do processo), grafados sequencialmente ao longo do tempo, que representam o estado atual de um processo.

A linha central representa um valor central ou médio das medidas da característica do processo. Os limites de controle – que são estimativas dos limites do processo, baseadas nas medições do parâmetro em consideração - indicam fronteiras para separar e identificar pontos excepcionais; estes limites de controle se encontram à distância de 3-sigma (ou 3σ) da linha central (sigma, σ , é o desvio padrão). Se todos os valores do parâmetro em exame estão dentro dos limites de controle, sem qualquer padrão anormal, o processo apresenta somente causas comuns de variação e é dito estar sob estado controlado estatisticamente, sendo considerado um processo estável; caso contrário, o processo apresenta também causas especiais de variação, e é dito estar fora de controle estatístico, sendo considerado um processo instável, caso em que a análise de causas deve ser feita e ações corretivas tomadas para se alcançar a estabilidade do processo. A Figura 1 ilustra dois exemplos de cartas de controle.

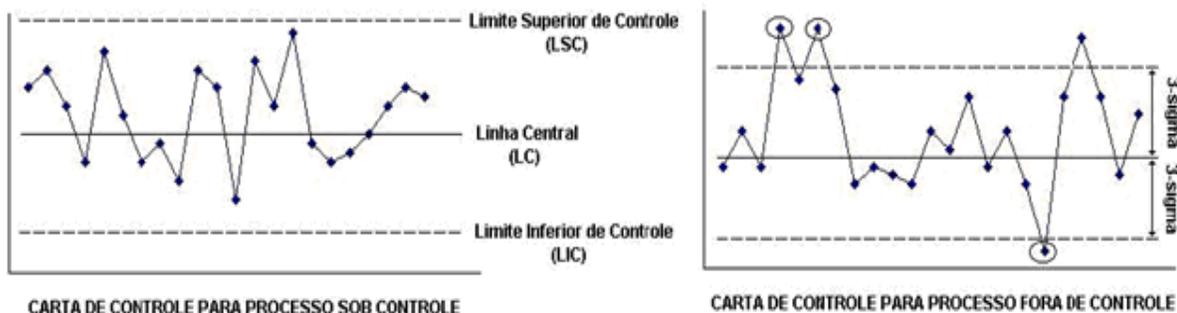


Figura 1. Exemplos de Cartas de Controle

Delineamentos Experimentais (DOE)

Segundo Stell e Torrie (1980), o delineamento de experimentos (e sua análise de variância associada), introduzida por Ronald A. Fisher está essencialmente voltada a um processo de estudo de soma de quadrados e dos componentes associados a conhecidas fontes de variação, podendo ser usada em todos os campos de pesquisa onde os dados são mensurados quantitativamente. No âmbito da engenharia de software os experimentos ajudam na identificação de causas comuns de variação do processo, ou seja, causas inerentes às variações do processo. Estas causas não podem ser identificadas por um gerente de projetos. Por meio desta técnica, alterações a serem realizadas no processo de software podem ser propostas com vista à melhoria do processo.

CMMI

Segundo Oliveira (2006) podemos apresentar em alto nível a ligação entre os níveis do CMMI e a Medição por meio da Figura 2. Nesta figura podemos verificar a importância dos dados para cada um dos níveis, bem como as principais ferramentas estatísticas utilizadas nos níveis 4 e 5 do CMMI, e sua correspondência à filosofia Estatística do Seis Sigma.

	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Medição	Coleta de dados e análise são <i>ad hoc</i> .	Dados são usados no planejamento e na gerência de projetos individuais.	Dados são coletados e usados em todos os processos definidos.	Definição e coleta de dados são padronizados através da organização.	DOE Dados são usados para avaliar e selecionar melhoria de processos.
			Dados são sistematicamente compartilhados entre projetos.	CEP Dados são usados para compreender o processo quantitativamente e estabilizá-lo.	6 σ

Figura 2. Correspondência entre CMMI e Seis Sigma: Resumo

De acordo com a Figura 2, o nível 4 apresenta o CEP (Controle Estatístico de Processo) como ferramenta estatística. Deming (1990) afirma que, para finalidades analíticas (tais como para melhoria de um processo da organização), as análises estatísticas não têm qualquer valor prático para se fazer a melhoria de um processo, a não ser que os dados sejam produzidos por um sistema (um processo) que esteja em um estado de controle estatístico. O primeiro passo no exame de dados estatísticos é, portanto, segundo Deming, questionar o estado de controle estatístico que produziu esses dados. Tais conceitos são também aplicáveis à melhoria de processos de software, segundo reconhece Humphrey (1988), sendo que a maneira mais fácil de examinar os dados é colocá-los numa carta de controle, na ordem em que são produzidos, para se averiguar qual proveito pode ser tirado da distribuição dos dados ao longo da carta.

Para que uma empresa de software alcance o nível 5 do CMMI, conforme apresentado na figura anterior, delineamentos experimentais (DOE) devem ser realizados.

Processo de Medição de Software

O Processo de Medição de Software definido é apresentado detalhadamente nesta seção. Estudos referentes aos modelos CMMI, PSM e a abordagem Seis Sigma, bem como a correspondência conceitual entre o modelo PSM e a Estatística elaborada por Santos (2007), influenciaram na definição deste processo.

O principal objetivo deste processo é facilitar a obtenção dos níveis 4 e 5 do CMMI, por parte das empresas de software. Por meio dele, as atividades de medição são sistematizadas e definidas, considerando aspectos de modelos conceituados e amplamente utilizados (Seis Sigma e PSM).

A sequência de utilização do processo é mostrada na Figura 3.

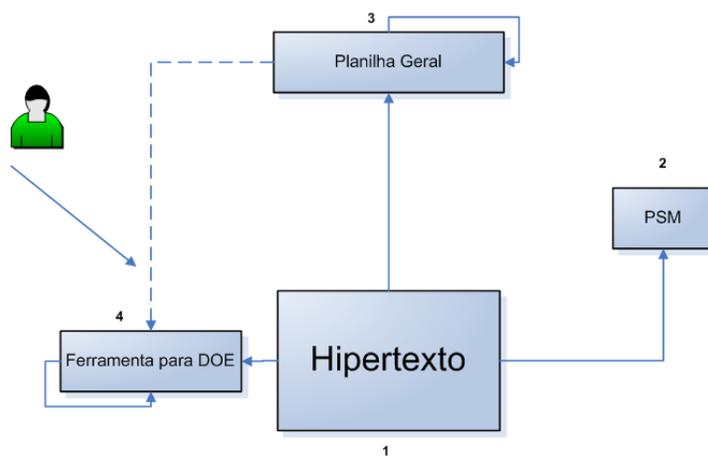


Figura 3. Sequencia de Utilização do Processo de Medição

- Hipertexto: nele estão todas as atividades do processo, bem como os artefatos de entrada e saída para cada uma delas e a sequência de suas execuções. Estas atividades estão todas baseadas nas fases do DMAIC do Seis Sigma, e na correspondência entre CMMI vs Seis Sigma (SANTOS, 2007). As atividades existentes no Hipertexto podem ser observadas na Figura 2.
 - PSM: na Ferramenta PSM *Insight* serão definidas as medições a serem realizadas no processo de medição e armazenados todos os dados relacionados a estas medições.
 - Planilha Geral: nesta planilha são mapeadas as necessidades de informação e as medições definidas para estas necessidades. Os Indicadores, gráficos de controle e os delineamentos experimentais são definidos e seus resultados documentados.
 - Ferramenta para DOE: esta ferramenta, que pode ser o software ‘R’ ou o ‘Sisvar’, entre outros, serve para realizar os experimentos e obter os resultados.
- O usuário deste processo deve utilizar a sequência mostrada na Figura 1.

Primeiramente o usuário do processo deverá seguir as atividades do Hipertexto. Dentre essas atividades, algumas estão ligadas à definição das medições e dos indicadores. Para tal, deve ser utilizada a Ferramenta PSM *Insight*.

Uma vez sendo definidas as medições e indicadores, o próximo passo é definir os gráficos de controle e delinear os experimentos, tudo isso feito na planilha geral. Nesta planilha são resumidos e documentados todos os resultados do processo de medição. Por fim, depois de delineados, os experimentos são realizados efetivamente. A partir do resultado desses experimentos

são identificadas propostas de melhoria para o processo de desenvolvimento de software da empresa.

Dentre muitas informações existentes no hipertexto do processo de medição de software, encontram-se as atividades deste processo, conforme apresentado na Figura 4.

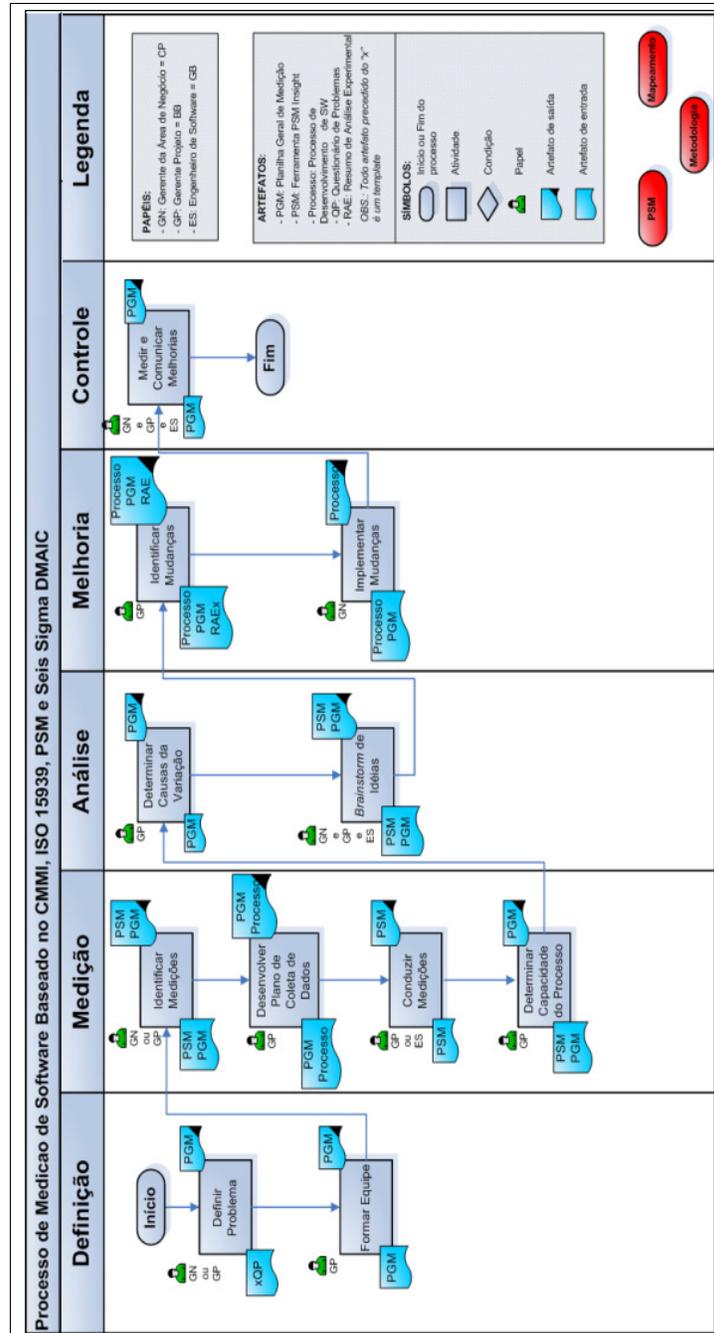


Figura 4. Processo de Medição de Software

Experiência Prática

Este processo de medição foi utilizado por meio de simulação de dados, proporcionando a verificação de sua aplicabilidade a um desenvolvimento de software real. Os resultados obtidos por meio dessa simulação foram significativos, pois possibilitaram a construção de gráficos de controle, bem como a análise de experimentos, confirmando a possibilidade da aplicação do processo de medição de software em situações reais, contribuindo consideravelmente ao controle e melhoria do processo.

Definir Problema: Por meio de questionários voltados ao cliente ou por meio de Benchmark são identificados os principais problemas a serem resolvidos.

Problemas ou Necessidades de Informação
Escopo
Cronograma
Custo

Figura 5. Definir Problema

Formar Equipe: A equipe envolvida no projeto deve ser identificada e mapeada segundo a teoria da metodologia do Seis Sigma: Campeão, Faixas Pretas e Faixas Verdes.

Empresa	Swfactory Consultoria e Sistemas	
Projeto	Via Digital	
Responsável:	Rafael Vargas Mesquita	
Equipe		
Nome	Cargo em Informática	Cargo no Seis Sigma
Rafael Vargas Mesquita	Gerente de Medição	Black Belt
Adler Diniz	Gerente de Projetos Sênior	Black Belt
Thiago	Gerente de Projetos Júnior	Green Belt
Prefeituras	Equipe de Desenvolvimento	Green Belt

Figura 6. Formar Equipe

Identificar Medições: Devem ser identificadas as principais medições (ou variáveis) relacionadas aos problemas identificados em atividade anterior.

Problemas ou Necessidades de Informação	PSM		
	Acompanhar performance do processo	Problema	Medida
Escopo	Tamanho do Produto e Estabilidade	Tamanho Funcional e Estabilidade	Requisitos
Cronograma	Recursos e Custo	Desempenho Financeiro	Custo
	Recursos e Custo	Pessoal	Esforço
	Cronograma e Progresso	Desempenho Milestone	Datas de Milestone
	Cronograma e Progresso	Trabalho	Status de Requisitos
	Cronograma e Progresso	Trabalho	Status de Componente
	Cronograma e Progresso	Trabalho	Status de Teste
Custo	Recursos e Custo	Desempenho Financeiro	Custo
	Recursos e Custo	Desempenho Financeiro	Valor Agregado

Figura 7. Identificar Medições

Desenvolver Plano de Coleta de Dados: Identificar no Processo de Desenvolvimento de Software da Empresa, as atividades deste, onde serão coletados os dados e a periodicidade dessa coleta, bem como, as ferramentas que auxiliarão nesta.

Problemas ou Necessidades de Informação	PSM		
	Problema	Categoria	Medida
Acompanhar performance do processo	Tamanho do Produto e Estabi	Tamanho Funcional e Estabilida	Requisitos
Escopo	Recursos e Custo	Desempenho Financeiro	Custo
Cronograma	Recursos e Custo	Pessoal	Esforço
...			
PSM - Engenharia de Software Artigos de dados típicos - Número das horas de trabalho - Número de pessoas Atributos típicos - Iteração (1, 2, 3) - Organização (Santa Clara, Canela, Recreio, Amparo, Campina Grande) Estrutura típica de Agregação - Atividade (Planejamento, Desenvolvimento e Teste)			
Plano de Coleta de Dados Ferramenta: >> Dot Project Atividade: >> Em todas atividades estimadas no cronograma Periodicidade: >> Dados coletados a cada atividade realizada >> Dados analisados a cada iteração (início da fase de planejamento)			

Figura 8. Desenvolver Plano de Coleta de Dados

Conduzir Medições: Coletar os dados das medições (ou variáveis) nos pontos anteriormente pré-estabelecidos pela atividade anterior.

A Figura 11 a seguir denota uma pequena parte dos dados simulados para a medida esforço:

Iteração	Fatores		Variáveis
	Atividade	Organização	Horas*Pessoa
1	Desenvolvimento	PM Santa Clara	55,30
1	Desenvolvimento	PM Canela	34,50
1	Desenvolvimento	PM Teresina	90,20
1	Desenvolvimento	PM Recreio	68,49
1	Desenvolvimento	PM Amparo	73,79
...
3	Teste	PM Amparo	59,45

Figura 9. Conduzir Medições

Determinar Capacidade do Processo: Esta atividade tem por finalidade principal ajudar no controle do processo. Para tal, são gerados gráficos de controle para cada uma das medidas ou variáveis identificadas e calculada a capacidade de processo para cada uma delas.

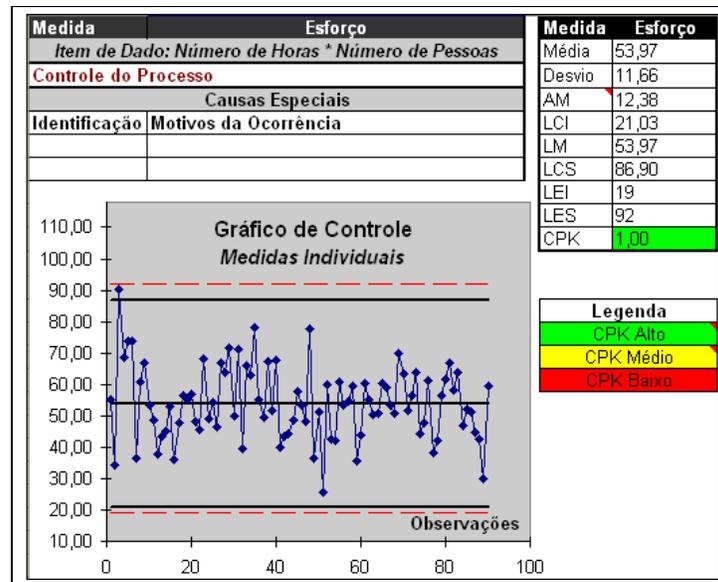


Figura 10. Determinar Capacidade do Processo

Determinar Causas de Variação: Identificar no gráfico de controle as causas especiais relacionadas a cada uma das medidas (ou variáveis). Nesta atividade também são identificados os limites de especificação para as variáveis medidas. Periodicamente estes gráficos devem ser atualizados considerando as observações sobre periodicidade de análises realizadas para as medidas na atividade anterior.

Medida	Esforço
<i>Item de Dado: Número de Horas * Número de Pessoas</i>	
Controle do Processo	
Causas Especiais	
Identificação	Motivos da Ocorrência
	3 Dificuldade de comunicação

Figura 11. Determinar Causas de Variação

Brainstorm de Idéias: Discutir em reunião 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.

Nesta experiência prática: Dificuldade de comunicação entre a organização PM Teresina com a equipe de análise de requisitos. Isto levou a falta de entendimento sobre a atividade a ser desenvolvida por parte dos desenvolvedores na iteração 1, na fase de desenvolvimento.

Identificar Mudanças: Realizar delineamentos experimentais para verificar a correlação entre os fatores relacionados às medições (ou variáveis) definidas. E de acordo com a correlação identificada, propor mudanças a serem realizadas no Processo de Desenvolvimento de Software.

Medida	Esforço
Melhoria do Processo	
Causas Comuns	
Identificação	Principais Conclusões das Análises
1	A atividade de desenvolvimento é superior a todas as outras em média
2	A atividade de planejamento e de teste não diferem estatisticamente entre si
3	A Organização da PM Canela é inferior, estatisticamente, em média, se comparada com as outras PMs
4	Os níveis do fator iteração não diferem estatisticamente entre si
Alteração do Processo	
Identificação	Propostas para Alteração do Processo
1	Prover treinamentos em desenvolvimento e alocar uma quantidade maior de pessoas nesta atividade
Legenda Conclusões	Legenda Alteração
Causa Boa	Alteração Implementada
Causa Informativa	Alteração em Estudo
Causa Ruim	Alteração Descartada

Figura 12. Identificar Mudanças

Implementar Mudanças: Alterar o Processo de Desenvolvimento de Software segundo as melhorias identificadas na atividade anterior.

Medir e Comunicar Melhorias: Por meio dos dados coletados pós-alterações no Processo de Desenvolvimento de Software deve-se verificar a nova capacidade do processo e compará-la com a capacidade pré-alterações no Processo de Desenvolvimento de Software. Estes índices de capacidade devem ser comunicados para efeito de comparação do Processo de Desenvolvimento antes e depois das alterações.

Conclusões e Trabalhos Futuros

O Processo de Medição de Software construído, com base no Modelo CMMI e na metodologia Estatística do Seis Sigma, se mostrou fortemente aplicável e informativo, no projeto piloto no qual foi utilizado.

O principal objetivo do artigo foi o de criar um facilitador para as empresas de software. Um Processo de Medição de Software que serve como um “intérprete”, que faz com que as boas práticas da Engenharia de Software se comuniquem com as técnicas já consolidadas da Estatística.

Em conjunto a elaboração da estratégia proposta, foi desenvolvido um processo de medição de software baseado em Seis Sigma e CMMI (Santos, 2007). O passo seguinte desta pesquisa está direcionado à construção de uma ferramenta de software na finalidade de auxiliar as empresas de software na realização de medição de seus processos de software, bem como, em uma melhor análise para com estas medições, uma vez que a ideia principal da ferramenta é prover uma organização estatística dos dados coletados.

Referências bibliográficas

DEMING, W. E. *Qualidade: a revolução da administração*. Editora: Marques – Saraiva, Rio de Janeiro, 1990.

HUMPHREY, W. S. *Characterizing the software process*. IEEE Software, 1988.

MCGARRY, J.; CARD, D.; JONES, C.; LAYMAN, B.; CLARK, E.; DEAN, J.; and HALL, F. *Practical Software Measurement – Objective Information for Decision Makers*. Addison Wesley, 2002.

OLIVEIRA, M. S. *Qualidade de Processo Software: Medição e Análise*. Editora UFLA, 2006.

PARK, R.E.; GOETHERT, W.B.; FLORAC, W.A. *Goal-Driven Software Measurement*. In: A Guidebook, CMU/SEI-96-HB-002, Pittsburgh, PA, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996.

PAULK, M. C.; WEBER, C. V.; CURTIS, B.; CHRISISS, M. B. et al. *The capability maturity model: guidelines for improving the software process*. Addison Wesley, 1995.

PSM. *PSM Insight Software, Version 4.2.3*. Disponível em <http://www.psmc.com>. Acesso em 03/03/2013.

SANTOS, R. V. *Definição de um processo de medição de software baseado em Seis Sigma e CMMI*. Lavras, UFLA, 2007. 177 p. (Dissertação de Mestrado)

SNEE, R. D. *Impact of Six Sigma on quality engineering*, Quality Engineering, 2000.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*, 2.edition, New York : McGraw-Hill, 631p, 1980.

USEVICIUS, L. A. *Implantação da metodologia Seis Sigma e aplicação da técnica estatística projeto de experimentos na resolução de problemas e otimização de processos de fabricação*. (Dissertação de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio