

Métricas de Software: Um Mapeamento entre *Six Sigma* e CMMI

Paula Donegan¹, Liane Bandeira¹, Márcia Sampaio^{1,2}, Carlo Giovano Pires¹,
Arnaldo Dias Belchior²

¹Instituto Atlântico, Rua Chico Lemos, 946, 60822-780, Fortaleza - Ceará
{donegan, liane, marcia, cgiovano}@atlantico.com.br

²Universidade de Fortaleza, Mestrado em Informática Aplicada - MIA, 60811-341,
Fortaleza - Ceará
belchior@unifor.br

Abstract. *Measurement has been part of the software developing process, allowing costs and schedules to be predicted and monitored, controlling quality and enhancing its comprehension and validation. CMMI and Six Sigma are two notorious models that approach measurements in an efficacious way. In this context, this work aims to map Six Sigma activities with process areas of the CMMI under the perspective of Software Metrics, with the objective of guiding the implantation and management of metrics, serving as reference for project managers, quality analysts and researchers.*

Resumo. *A medição tem feito parte do processo de desenvolvimento de software, permitindo previsão e monitoração de custos e prazos, controlando qualidade e melhorando a compreensão e a validação do mesmo. O CMMI e o Six Sigma são dois modelos conhecidos no mercado de software, os quais abordam medições de forma eficaz. Neste contexto, esse trabalho vem mapear as atividades do Six Sigma com as áreas de processo do CMMI sob a perspectiva de Métricas de Software, com o objetivo de orientar a implantação e o gerenciamento de métricas, servindo como referência para gerentes de projetos, analistas de qualidade e pesquisadores.*

1. Introdução

Organizações desenvolvedoras de software têm almejado a excelência na qualidade de seus produtos em decorrência da crescente exigência de clientes. Elas também têm buscado minimizar custos, aumentar produtividade e cumprir prazos, a fim de se manterem competitivas no mercado. Para apoiar o alcance de tais objetivos, têm-se utilizado dados obtidos em projetos, referentes a estas variáveis.

A qualidade de software é caracterizada por diversos aspectos como eficiência, confiabilidade, usabilidade, portabilidade ou facilidade de manutenção. Para introduzir melhorias no processo de desenvolvimento é fundamental a obtenção de dados quantitativos referentes a estas características do produto, assim como, àquelas relativas

ao próprio processo. Sem esses dados torna-se difícil estabelecer, de uma forma consciente, prazos e orçamentos e tomar decisões críticas. Neste âmbito, as métricas de software apresentam-se como instrumento para análise de dados obtidos durante o processo de desenvolvimento.

As métricas são úteis para determinar, dentre outros enfoques, em que nível os produtos satisfazem as expectativas dos clientes e em que nível os processos internos estão sendo eficazes e efetivos. Ao longo do tempo, elas indicam se o nível de qualidade está crescendo ou decrescendo, permitindo maior maturidade em processos organizacionais de desenvolvimento de software.

Vários benefícios são contemplados pela implementação de métricas, alguns são citados por Pressman (2000): “... indicar a qualidade do produto; avaliar a produtividade das pessoas que produzem o produto; formar uma linha básica para estimativas; ajudar a justificar os pedidos de novas ferramentas ou treinamento adicional.”. Quando são utilizadas em conjunto com outras atividades, tais como treinamento de colaboradores, desenvolvimento e controle de qualidade, as métricas estimulam ainda mais a qualidade e a produtividade.

O *Six Sigma* e o CMMI são modelos fortemente utilizados por organizações desenvolvedoras de software. Eles possuem objetivo comum de fornecer subsídios para melhoria contínua dos produtos desenvolvidos e organizações que os implementam são desafiadas a atingir um patamar de qualidade.

Neste contexto, apresenta-se um mapeamento entre o *Six Sigma* (2005) e o CMMI (2002a), para as áreas de processo (PA's) relacionadas a métricas (níveis 2 e 4 de maturidade), visando a implementação de métricas em organizações. Esse mapeamento foi estruturado relacionando práticas específicas das PA's citadas com correspondentes passos no *Six Sigma*, podendo ser aplicado às duas representações do CMMI – contínua e por estágio.

Esse trabalho está organizado em cinco seções: a seção 2 apresenta conceitos do *Six Sigma*, descrevendo as fases do modelo DMAIC; a seção 3 delinea áreas de processo do CMMI diretamente relacionadas a métricas; a seção 4 expõe o mapeamento anteriormente citado; e a última seção tece as considerações finais.

2. Six Sigma

Six Sigma é uma metodologia de melhoria de processo criado pela Motorola que utiliza a análise estatística para identificar causas primárias de problemas. Para medição de processo utiliza, por exemplo, a métrica de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades [Ketch 2005].

O objetivo fundamental do *Six Sigma* é implementar uma estratégia baseada em medições, que foca na melhoria de processo e redução de variação através do uso de um de seus modelos: DMAIC ou DCOV [iSixSigma 2005].

O modelo DMAIC [Eckes 2003] é um sistema de melhoria para processos que necessitam de melhorias incrementais, sendo este o mais adotado pelas organizações

desenvolvedoras de software que usam o *Six Sigma*. Ele corresponde a um acrônimo para as suas cinco fases: definir (*Define*), medir (*Measure*), analisar (*Analyse*), melhorar (*Improve*) e controlar (*Control*). Cada uma dessas fases apresenta diversos passos [Stamatis 2004], [Tayntor 2003] a serem executados. Uma explicação geral de cada fase é dada a seguir.

A fase de **Definição** é utilizada como base para a equipe organizar-se, determinar seus papéis e responsabilidades, estabelecer metas e marcos (*milestones*) e rever passos do processo. Os pontos-chave a serem definidos são os requisitos do cliente, escopo do projeto, priorização de causa e escopo e o planejamento do projeto.

A fase de **Medição** apresenta os objetivos de confirmar e quantificar o problema; identificar variáveis importantes de entrada no processo (*Key Process Input Variables* - KPIV) [Stamatis 2004]; medir os passos do processo atual; se necessário, revisar o problema; definir os resultados esperados e exibir as variações usando, por exemplo, Diagrama de *Pareto*, histogramas, *run charts*. Medição é mais um passo para tomar decisões baseadas em fatos.

A fase de **Análise** tem como foco analisar dados coletados na fase anterior, após seleção de ferramentas de análise, determinar a causa primária dos problemas e propor soluções para os mesmos a partir de um *brainstorm* de idéias para melhoria do processo, a fim de determinar as melhorias de maior impacto nos requisitos do cliente, levando em consideração os riscos associados.

A fase de **Melhoria** é responsável por colocar o planejamento e a análise realizados em execução. As decisões baseadas em fatos foram realizadas na fase de análise utilizando métricas da fase de medição, e agora as melhorias do processo resultante poderão ser implementadas, após serem aprovadas.

A fase de **Controle** é projetada para garantir que os ganhos conseguidos nas fases anteriores não sejam perdidos, medindo as melhorias e garantindo que sejam mantidas. Como forma de aumentar o trabalho em equipe, o *Six Sigma* encoraja a “celebração” da conclusão de marcos com todos os integrantes da equipe, além de ser uma forma de comunicar o sucesso alcançado.

A partir das fases é possível ter uma visão geral do *Six Sigma* e compreender o fundamento de cada uma delas, pois seus passos foram utilizados no mapeamento descrito neste trabalho.

3. CMMI

O CMMI é um modelo que possui os elementos necessários para tornar um processo de desenvolvimento de software mais eficiente e controlado [Bartié 2002] e foi construído para integrar diferentes modelos criados a partir do sucesso alcançado pelo SW-CMM. É utilizado como guia e suporte para atividades gerenciais e técnicas, através dos objetivos citados em [Ahern 2003]: produzir produtos e serviços de qualidade; experiência de funcionários; melhorar satisfação do cliente; implementar economia de custo e melhores práticas, além de encorajar a medição como ferramenta de gerência.

O modelo possui duas representações para apresentar seu conteúdo: por estágios e contínua, permitindo à organização optar pela mais adequada a seu contexto. A representação por estágios [CMMI 2002a] focaliza em uma melhoria organizacional esperada de processos. Entretanto, esta habilidade de funcionamento maduro está restrita a níveis de maturidade ou estágios. Existem cinco níveis de maturidade, cada um fornecendo fundamentos para posteriores melhorias. A representação contínua [CMMI 2002b], abordagem também utilizada pela ISO 15504 (2003), é organizada através de seis níveis de capacidade, os quais são divididos em categorias.

As duas formas de representação mencionadas são compostas por áreas de processo (PA), que se constituem de um conjunto de práticas relacionadas em uma determinada área que, quando executadas coletivamente, satisfazem objetivos considerados importantes para executar significantes melhorias. Cada PA é composta por objetivos específicos e objetivos genéricos. Cada objetivo específico pode ser composto por um conjunto de práticas específicas [Kulpa 2003].

Uma vez que este estudo está focado em apresentar a aderência entre o *Six Sigma* em termos das áreas que tratam de métricas no CMMI, o escopo deste trabalho será restrito às PA's de *Medição e Análise*, *Desempenho do Processo Organizacional*, e *Gerenciamento Quantitativo do Projeto*.

Medição e Análise é uma PA do nível 2 na representação por estágios, pertencendo à categoria de suporte na representação contínua. Seu objetivo é desenvolver e sustentar uma capacidade de medição que é usada para suportar gerencialmente as necessidades de informação [Ahern 2003].

A PA de *Desempenho do Processo Organizacional* faz parte do nível 4 de maturidade e pertence à área de Gerenciamento de Processo. Seu propósito é estabelecer e manter um entendimento quantitativo do desempenho do conjunto de processos padrões da organização, como forma de apoiar objetivos de desempenho de qualidade e processo, assim como prover dados, *baselines* e modelos de desempenho do processo para o gerenciamento quantitativo de projetos organizacionais [Ahern 2003].

Gerenciamento Quantitativo do Projeto é uma PA pertencente ao nível 4 e à área de Gerenciamento de Projeto. Apresenta o objetivo de gerenciar quantitativamente o processo definido para o projeto, a fim de alcançar objetivos estabelecidos de qualidade e desempenho do processo [Ahern 2003].

4. Mapeamento

Como visto na seção anterior, três PA's do CMMI estão diretamente relacionadas às métricas de qualidade de software: *Medição e Análise*, *Desempenho de Processo Organizacional*, e *Gerência Quantitativa de Projeto*. Essas PA's apresentam metas a serem obtidas alinhadas a práticas que devem ser executadas para alcançar essas metas. Entretanto, o CMMI não apresenta diretrizes de como implementá-las. Já o *Six Sigma* apresenta um conjunto de ferramentas (técnicas) que operacionalizam suas fases [Stamatis 2004].

Visando apoiar na implementação de processos organizacionais de medição, foram mapeadas as práticas específicas das três PA's do CMMI, relacionadas com medição, com os passos correspondentes no *Six Sigma* [Donegan 2005]. Ele pode ser utilizado para as duas representações do CMMI, por estágios e contínua, pois as práticas específicas de cada uma das PA's mapeadas são as mesmas para ambas.

O mapeamento será feito por PA e explanado através de tabelas, agrupando à esquerda as práticas específicas das metas de cada PA e, à direita de cada uma delas, será mostrado o mapeamento da fase e seus passos correspondentes do *Six Sigma*. Em cada seção, é realizada uma explicação do mapeamento por práticas específicas.

4.1. Medição e Análise

A *Medição e Análise* apresenta duas metas específicas:

- Alinhar Atividades de Medição e Análise: planejamento dos objetivos e das atividades de medição das necessidades de informação.
- Prover Resultados das Medições: fornecimento de resultados de medição para as necessidades de informação e os objetivos obtidos.

A Tabela 1 mostra o mapeamento da PA de *Medição e Análise* com o *Six Sigma*.

Tabela 1 – Mapeamento do *Six Sigma* na PA de Medição e Análise

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo	
Alinhar atividades de medição e análise			
	Estabelecer objetivos de medição	Medição	Determinar medições e variações
	Especificar medições	Medição	Determinar medições e variações
			Determinar tipos de dados
	Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados	Medição	Desenvolver plano de coleta de dados
			Executar a análise do sistema de medição
Especificar procedimentos de análise	Análise	Selecionar ferramentas de análise	
Prover resultados das medições			
	Coletar dados das medições	Medição	Conduzir medições
			Calcular nível sigma atual
			Determinar capacidade do processo
	Analisar dados das medições	Medição	Conduzir Medições
	Armazenar dados e resultados	-	-
Divulgar resultados	-	-	

4.1.1 Estabelecer Objetivos de Medição

Esta prática consiste em estabelecer e manter os objetivos que são derivados de necessidades de informação e objetivos. No *Six Sigma*, apresenta-se o passo “Determinar Medições e Variações” correspondente para essa prática. Este passo irá

suprir os objetivos da prática, entretanto, não é um passo específico apenas para o estabelecimento dos objetivos de medição.

4.1.2 Especificar Medições

Após estabelecer os objetivos, especificam-se as medições que os endereçarão. Esta prática é uma consequência direta dos objetivos de medição, como se percebe no *Six Sigma*, no qual não existe a divisão, estando as duas práticas supridas em “Determinar Medições e Variações”. Como no *Six Sigma* há uma grande importância para medições, existe ainda outro passo para essa prática “Determinar Tipos de Dados”, onde são aprofundadas as especificações, definindo os tipos de dados necessários.

4.1.3 Especificar Procedimentos para Coleta e Armazenamento de Dados

Nesta prática são identificadas fontes de dados, especificadas formas e procedimentos para coletar e armazenar dados para cada medida, criados mecanismos de coleta de dados, revisados procedimentos de coleta de dados e atualizadas as medições e seus objetivos. No *Six Sigma*, isto é contemplado no “Desenvolver Plano de Coleta de Dados”, assim como, no “Desempenhar Análise do Sistema de Medição”, pois neste passo faz-se a análise das medições estabelecidas para ver se estão representando corretamente os objetivos estabelecidos e se são necessárias alterações para prevenir medições incorretas e que não sejam necessárias.

4.1.4 Especificar Procedimentos de Análise

Esta prática consiste em especificar a forma com que os dados de medição serão analisados e reportados. O *Six Sigma* não apresenta um passo para especificar como os dados serão analisados e reportados, mas existe o passo “Selecionar Ferramentas de Análise” em que são verificadas as ferramentas de análise a serem utilizadas, ou seja, técnicas que serão usadas para realizar a análise.

As práticas acima fazem parte da meta de alinhar atividades de Medição e Análise e, a seguir, estão as práticas responsáveis por fornecer resultados das medições.

4.1.5 Coletar Dados das Medições

Nesta prática, deve-se obter os dados de medição especificados anteriormente, incluindo as medições derivadas. O passo correspondente no *Six Sigma* é o de “Conduzir Medições”. Porém, é dada uma importância especial para as medições do nível sigma atual e a capacidade do processo, existindo passos específicos para isto.

4.1.6 Analisar Dados das Medições

Realiza-se a análise e a interpretação dos dados mensurados nesta prática específica. Não são consideradas as causas das variações, que são apenas consideradas em níveis maiores de maturidade, portanto, essa análise não é tão detalhada como a realizada no

Six Sigma. Logo essa prática específica está mapeada no *Six Sigma* apenas no passo “Conduzir medições”, sendo uma consequência direta da medição propriamente dita e a análise detalhada só é necessária no CMMI nível 4.

4.1.7 Armazenar Dados e Resultados

Esta prática consiste da gerência e do armazenamento de dados mensurados, especificações de mensuração e resultados de análise. No *Six Sigma*, não se fala em armazenamento de dados e resultados, pois se considera uma atividade implícita durante a coleta e análise.

4.1.8 Divulgar Resultados

Após a medição e a análise, os seus resultados são divulgados para os *stakeholders* relevantes. Não há um passo no *Six Sigma* que seja correspondente a esta prática; porém, existe a idéia de realizar um *brainstorm* de idéias para a melhoria do processo de acordo com a análise de causas de variação de medições realizada, subentendendo-se que exista uma divulgação de resultados para que o passo possa ser executado.

4.2. Desempenho de Processo Organizacional

A área de processo *Desempenho de Processo Organizacional* tem apenas uma meta específica:

- Estabelecer *Baselines* e Modelos de Desempenho: apresenta o objetivo de estabelecer e manter *baselines* e modelos que caracterizem o desempenho esperado de um processo, de acordo com um conjunto de processos padrão da organização. A seguir, são apresentadas suas práticas específicas.

A Tabela 2 exhibe o mapeamento do *Six Sigma* com a PA de *Desempenho de Processo Organizacional*.

Tabela 2 – Mapeamento do *Six Sigma* na PA de Desempenho de Processo Organizacional

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas		Fase	Passo
Estabelecer <i>baselines</i> e modelos de desempenho			
Selecionar processos		-	-
Estabelecer medidas de desempenho de processo		Medição	Determinar medições e variações
			Determinar tipos de dados
			Desenvolver plano de coleta de dados
			Desempenhar análise do sistema de medição
		Controle	Estabelecer métricas
Estabelecer objetivos de desempenho de qualidade e de processo		Medição	Desempenhar análise do sistema de medição
		Análise	Determinar melhorias de maior impacto nos requisitos
		Melhoria	Obter aprovação de mudanças propostas

Estabelecer <i>baselines</i> de desempenho de processo	Medição	Conduzir medições
		Desempenhar análise do sistema de medição
	Controle	Estabelecer métricas
Estabelecer modelos de desempenho de processo	-	(*)

* Ver seção 4.2.5

4.2.1 Selecionar Processos

Esta prática consiste da seleção de processos ou elementos de processo da organização que serão incluídos na análise de desempenho de processos organizacionais. Isso não se aplica no *Six Sigma*, pois nele todos os processos são medidos, pois ele expõe a necessidade de tomar decisões apenas baseadas em fatos.

4.2.2 Estabelecer Medidas de Desempenho de Processo

Responsável em estabelecer e manter definições das medições que serão incluídas na análise de desempenho do processo organizacional. Para realizar o estabelecimento de medidas, utiliza-se o correspondente “Estabelecer Métricas” do *Six Sigma* e para realizar a manutenção tem-se os passos: “Determinar Medições e Variações” que define medições necessárias para o processo; “Determinar Tipos de Dados” que caracteriza os tipos de dados para as medições determinadas; “Desenvolver Plano de Coleta de Dados” que desenvolve o plano de coleta de dados, para estabelecer a coleta de dados para as medidas definidas do desempenho de processo; e “Desempenhar Análise do Sistema de Medição” que realiza a análise do sistema de medição estabelecido, para ver se necessita de alterações para prevenir o uso de medições que não serão úteis.

4.2.3 Estabelecer Objetivos de Desempenho de Qualidade e de Processo

Nesta prática, são estabelecidos e mantidos objetivos quantitativos de desempenho de qualidade e do processo organizacional. Também não existe um passo específico para essa prática e sim algumas ações espalhadas por alguns passos de diversas fases. No “Desempenhar Análise do Sistema de Medição”, pode-se realizar a subprática de revisão dos objetivos organizacionais quantitativos. Como forma de priorizar os objetivos, realiza-se o passo “Determinar Melhorias de maior Impacto nos Requisitos”. Os objetivos que vão sendo estabelecidos necessitam passar por revisão dos *stakeholders* relevantes, através do passo “Obter Aprovação de Mudanças Propostas”.

4.2.4 Estabelecer Baselines de Desempenho de Processo

Nesta prática, devem-se coletar medições de projetos organizacionais e estabelecer e manter *baselines* de desempenho de processos organizacionais a partir das medições e análises coletadas. Como foi visto em práticas anteriores, para realizar a coleta de medições utiliza-se o passo “Conduzir Medições”. Realiza-se então uma análise do sistema de medição para, então, estabelecer métricas que farão parte da *baseline* de desempenho de processo, através do passo “Estabelecer Métricas”.

4.2.5 Estabelecer Modelos de Desempenho de Processo

Com esta prática, são estabelecidos e mantidos modelos de desempenho de processo para o conjunto organizacional de processos padrões. O próprio *Six Sigma* já seria o modelo de desempenho de processo. Os passos do *Six Sigma*, nos quais se pode visualizar de forma direta o resultado do estabelecimento do *Six Sigma* como modelo, são: “Calcular nível sigma atual” e “Determinar capacidade do processo”.

4.3. Gerência Quantitativa de Projeto

A *Gerência Quantitativa de Projeto* é uma área de processo que apresenta duas metas específicas:

- Gerenciar Quantitativamente o Projeto: o projeto é quantitativamente gerenciado, usando objetivos de desempenho de qualidade e processo.
- Estatisticamente Gerenciar Desempenho de Subprocesso: o desempenho de subprocessos selecionados do processo definido do projeto é gerenciado estatisticamente.

A Tabela 3 apresenta o mapeamento da PA *Gerência Quantitativa de Projeto* com o *Six Sigma*.

Esta prática é responsável por estabelecer e manter os objetivos de desempenho de qualidade e do processo. No passo “Estabelecer Termo de Abertura do Projeto” da fase de Definição do *Six Sigma*, os objetivos de um processo/projeto são determinados.

Tabela 3 – Mapeamento do *Six Sigma* na PA de Gerência Quantitativa de Projeto

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo	
Gerenciar quantitativamente o projeto			
Estabelecer objetivos do projeto	Definição	Estabelecer termo de abertura do projeto	
Elaborar o processo definido	-	-	
Selecionar os subprocessos a serem gerenciados estatisticamente	-	-	
Gerenciar desempenho do projeto	Medição	Calcular o nível sigma atual	
		Determinar capacidade do processo	
	Análise	Determinar causas da variação	
		Brainstorm de idéias para melhoria de processo	
		Desenvolver mapa de processo proposto	
		Avaliar riscos associados com o processo revisado	
Estatisticamente gerenciar desempenho de subprocesso			
Selecionar medições e técnicas analíticas	Medição	Determinar medições e variações	
		Desenvolver plano de coleta de dados	
		Desempenhar análise do sistema de medição	

	Análise	Selecionar ferramentas de análise
Aplicar métodos estatísticos para entender variação	Medição	Conduzir medições
	Análise	Determinar causas da variação
		<i>Brainstorm</i> de idéias para melhoria do processo
Monitorar desempenho dos subprocessos selecionados	Medição	Calcular o nível sigma atual
		Determinar capacidade do processo
	Análise	Determinar causas da variação
		<i>Brainstorm</i> de idéias para melhoria do processo
Gravar dados de gerência estatística	-	-

4.3.1 *Elaborar o Processo Definido*

A elaboração do processo definido consiste da seleção de subprocessos, que compõem o processo definido do projeto, baseando-se em dados históricos de estabilidade e capacidade. O *Six Sigma* não apresenta uma atividade correspondente a essa prática.

4.3.2 *Selecionar os Subprocessos a serem Gerenciados Estatisticamente*

A seleção de subprocessos que serão gerenciados estatisticamente não tem um passo correspondente no *Six Sigma*, porque o *Six Sigma* executa a gerência quantitativa com todo o processo (todos os subprocessos) para poder prevenir erros através de um estudo estatístico e basear-se apenas em fatos (medidas) para a tomada de decisões.

4.3.3 *Gerenciar Desempenho do Projeto*

Nesta prática, realiza-se um monitoramento do projeto para determinar se os objetivos de desempenho de qualidade e do processo serão satisfeitos e identificar ações corretivas quando for apropriado. Existem seis passos do *Six Sigma* que auxiliarão a executar essas práticas: “Calcular o Nível Sigma Atual” que é utilizado para fazer uma revisão periódica do desempenho de cada subprocesso; “Determinar Capacidade do Processo” que é executado periodicamente para revisar o desempenho de cada subprocesso em termos de sua capacidade; “Determinar Causas da Variação” que determina as ações necessárias para mitigar deficiências; “*Brainstorm* de Idéias para Melhoria de Processo” que verifica as melhores idéias para poder melhorar o processo de acordo com as causas de variação; “Desenvolver Mapa de Processo Proposto” que são determinadas e documentadas as ações necessárias para mitigar as deficiências encontradas e implantar as idéias de melhoria; e “Avaliar Riscos Associados com o Processo Revisado” que identifica e avalia os riscos associados com os objetivos estabelecidos para qualidade e desempenho do processo.

4.3.4 *Selecionar Medições e Técnicas Analíticas*

Esta prática consiste da seleção de medições e de técnicas de análise a serem utilizadas para a gerência estatística dos subprocessos selecionados. Para aplicá-la, três passos do *Six Sigma* podem ser utilizados: “Determinar Medições e Variações” que define medições a serem usadas para a gerência estatística; “Desenvolver Plano de Coleta de Dados” que fornece definições operacionais das medições; “Selecionar Ferramentas de Análise” que identifica ferramentas (técnicas) de análise estatísticas apropriadas para a gerência estatística dos subprocessos selecionados; e “Desempenhar Análise do Sistema de Medição” que possibilita a revisão de medições e técnicas de análises estatísticas, se for necessário.

4.3.5 Aplicar Métodos Estatísticos para Entender Variação

Estabelecem-se e mantém-se um entendimento da variação dos subprocessos selecionados, usando as medições e técnicas analíticas selecionadas. Para isso, deve ser possível calcular os limites naturais do desempenho do processo para cada atributo medido, o que será feito de acordo com o passo “Conduzir medições”. Além disso, analisam-se as causas especiais de variação do processo através do passo “Determinar causas da variação”. A partir daí, determinam-se ações corretivas, baseando-se em um “*Brainstorm* de idéias para melhoria do processo”.

4.3.6 Monitorar Desempenho dos Subprocessos Selecionados

Esta prática é responsável pela monitoração dos subprocessos selecionados para determinar suas capacidades e satisfazer seus objetivos de qualidade e desempenho de processo, assim como, identificar ações corretivas se necessário. No *Six Sigma*, além de “Determinar a capacidade do processo”, calcula-se o nível sigma atual. A partir destes dois passos, identificam-se variações e suas causas, para assim identificar as ações corretivas realizando um “*Brainstorm* de idéias para melhoria do processo”.

4.3.7 Gravar Dados de Gerência Estatística

Esta prática consiste no registro de dados de gerência estatística e de gerência de qualidade no repositório de medições da organização. Como foi visto no armazenamento de dados da Medição e Análise, o *Six Sigma* deixa o armazenamento subentendido para as atividades realizadas de gerência estatística.

Assim, finaliza-se o mapeamento dos passos do *Six Sigma* nas práticas específicas das áreas de processo relacionadas a métricas do CMMI.

5. Considerações Finais

Embora o CMMI seja um modelo que indique as práticas a serem executadas para atingir o objetivo de cada PA, ele não fornece diretrizes de como realizá-las. Neste contexto, o mapeamento realizado pode vir a auxiliar neste sentido, pois apresenta um conjunto de atividades relevantes para uma definição de uma estratégia organizacional, especificamente quanto a métricas. O estudo desenvolvido rastreia as práticas

específicas das PA's referentes a métricas de qualidade de software do CMMI e os respectivos passos do *Six Sigma*, com objetivo de fornecer um guia prático de implantação das mesmas em organizações desenvolvedoras de software. Abordam-se as etapas que devem ser seguidas, que correspondem às práticas recomendadas pelo CMMI, tanto na representação por estágio quanto na contínua.

Não obstante, o mapeamento apresentado apóia fortemente organizações que desejam implantar métricas de software, uma prática salutar no mercado, durante todo o processo, desde a fase de planejamento, passando pela execução e chegando ao monitoramento. A implantação de um sistema de coleta de métricas permite uma melhor avaliação da produtividade e adaptabilidade ao processo de desenvolvimento, como também melhora a estimativa de tempo e custo.

Como trabalho futuro, pretende-se incluir neste mapeamento a PA *Gerência Quantitativa de Projeto* correspondente ao nível 5. Essa PA é intimamente ligada às PA's relacionadas a métricas e, comumente, organizações brasileiras que possuem nível 3 de maturidade têm buscado alcançar o nível de maturidade 5 do CMMI de forma mais ágil, implantando simultaneamente as PAs dos níveis de maturidade 4 e 5. Deseja-se também aplicar o mapeamento aqui apresentado em organizações que estejam implantando Métricas de Software, a fim de acompanhar todo esse processo e verificar os resultados da aplicação desse mapeamento.

Referências Bibliográficas

- [Ahern 2003] AHERN, Dennis M.; CLOUSE, Aaron; TURNER, Richard. **CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement**. – 2nd edition: Addison Wesley, 2003.
- [Bartié 2002] BARTIÉ, Alexandre. **Garantia da Qualidade de Software: adquirindo maturidade organizacional**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2002.
- [CMMI 2002a] CMMI Product Development Team. **CMMI for Systems Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development/Supplier Sourcing, Version 1.1 Staged Representation (CMU/SEI-2002-TR-012, ESC-TR-2002-012)**. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2002.
- [CMMI 2002b] CMMI Product Development Team. **CMMI for Systems Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development/Supplier Sourcing, Version 1.1 Continuous Representation (CMU/SEI-2002-TR-011, ESC-TR-2002-011)**. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2002.
- [Donegan 2005] DONEGAN, Paula Marques. **Medição de Qualidade de Software sob a Perspectiva do Six Sigma e CMMI**. Monografia

de conclusão do curso de Ciência da Computação. da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza 2005.

- [Eckes 2003] ECKES, George. **Six Sigma for Everyone**. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.
- [iSixSigma 2005] ISIXSIGMA. **i Six Sigma – Six Sigma Resources for Achieving Six Sigma Results**. Disponível em <http://www.isixsigma.com>. Acessado em 20/08/2005.
- [ISO15504 2003] ISO/IEC 15504. Information Technology – Process Assessment, 2003.
- [Ketch 2005] KETCH Consulting. **Six Sigma Glossary**. Disponível em http://www.ketch.ca/resources_glossary.html. Acessado em 20/08/2005.
- [Kulpa 2003] KULPA, Margaret K.; JOHNSON, Kent A. **Interpreting the CMMI: A Process Improvement Approach**. Auerbach Publications, 2003.
- [Pressman 2000] PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: uma abordagem prática**. 5ª edição: McGrall-Hill, 2000. Makron Books, 2000.
- [Stamatis 2004] STAMATIS, Dean H. **Six Sigma Fundamental: A Complete Guide to the System, Methods and Tools**. – New York: Productivity Press, 2004.
- [Tayntor 2003] TAYNTOR, Christine B. **Six Sigma Software Development**. – Florida: Auerbach, 2003.



**Métricas de Software:
Um Mapeamento entre
Six Sigma e CMMI**

Liane Bandeira
Paula Donegan
Márcia Sampaio
Carlo Giovano Pires
Arnaldo Dias Belchior


ISO9001:2000 | CMM2



Agenda

- Contextualização
- Six Sigma
- Métricas no CMMI
- Six Sigma e CMMI
- Mapeamento
- Considerações Finais


Novembro/2005 SIMPROS ISO9001:2000 | CMM2



Contextualização

- **Definição de Processos:**
 - Modelos, normas e metodologias
- **Medição:**
 - Base científica para a Engenharia de Software
 - Papel importante no desenvolvimento efetivo e eficaz de software
- **Não se consegue controlar aquilo que não se consegue medir** [DeMarco, 1982]
- **Melhorar entendimento:**
 - Processo, produto, recursos e ambiente
- **Avaliar o andamento do projeto**
 - Comparar com dados planejados
- **Previsões com base em comportamentos existentes e promover melhorias**

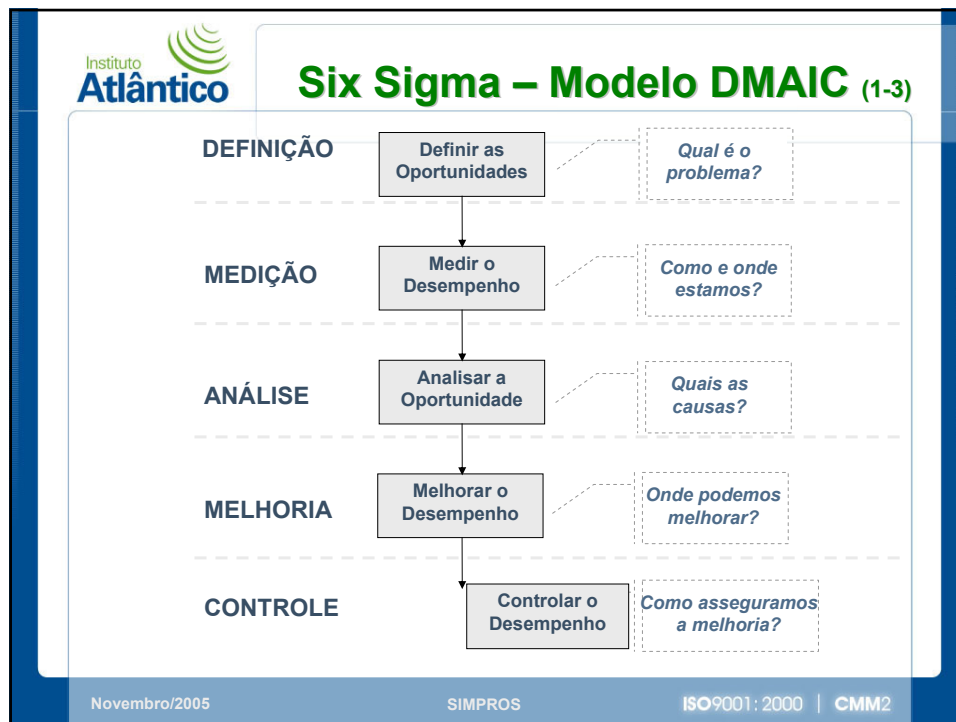
Novembro/2005SIMPROSISO 9001:2000 | CMM2



Six Sigma

- **Termo Estatístico (6σ):**
 - 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (99,99966% de perfeição)
- **Metodologia**
- **Princípios do Six Sigma**
 - Prevenção de Defeitos
 - Variação Reduzida
 - Foco no Cliente
 - Decisões baseadas em Fatos
 - Trabalho em Equipe
 - Ferramentas e Treinamento
- **Modelo DMAIC x Modelo DCOV**

Novembro/2005SIMPROSISO 9001:2000 | CMM2




Instituto Atlântico

Six Sigma – Modelo DMAIC (2-3)

Fase	Passos
Definição	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir Problema 2. Formar Equipe 3. Estabelecer Termo de Abertura do Projeto 4. Desenvolver Plano do Projeto 5. Identificar Clientes 6. Identificar Artefatos Resultantes 7. Identificar e Priorizar Requisitos do Cliente 8. Documentar Processo Atual 9. Reunião de Equipe com Clientes
Medição	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar Medições e Variações 2. Determinar Tipos de Dados 3. Desenvolver Plano de Coleta de Dados 4. Desempenhar Análise do Sistema de Medição 5. Conduzir Medições 6. Calcular o Nível <i>Sigma</i> Atual 7. Determinar Capacidade do Processo 8. <i>Benchmark</i> dos Líderes do Processo

Novembro/2005 SIMPROS ISO9001:2000 | CMM2




Six Sigma – Modelo DMAIC (3-3)

Fase	Passos
Análise	<ol style="list-style-type: none">1. Selecionar Ferramentas de Análise2. Determinar Causas da Variação3. Brainstorm de Idéias para Melhoria de Processo4. Determinar Melhorias de Maior Impacto nos Requisitos do Cliente5. Desenvolver Mapa de Processo Proposto6. Avaliar Riscos associados com o Processo Revisado
Melhoria	<ol style="list-style-type: none">1. Medir e Comunicar Melhorias2. Obter Aprovação de Mudanças Propostas3. Finalizar Plano de Implementação4. Implementar Mudanças Aprovadas
Controle	<ol style="list-style-type: none">1. Estabelecer Métricas2. Desenvolver Estratégia de Controle3. Celebrar e Comunicar Sucesso4. Implementar Plano de Controle5. Medir e Comunicar Melhorias

Novembro/2005

SIMPROS

ISO9001:2000 | CMM2



Métricas no CMMI

- **Gerenciado (Nível 2)**
 - Objetivo: Instucionalizar processos gerenciados
 - PA:
 - Medição e Análise
 - CMM: Aspecto Comum
 - CMMI: Área de Processo
- **Gerenciado Quantitativamente (Nível 4)**
 - Objetivo: Tornar processos estáveis e previsíveis
 - PAs:
 - Desempenho de Processo Organizacional
 - Gerência Quantitativa de Projeto

Novembro/2005

SIMPROS


ISO9001:2000 | CMM2

Six Sigma e CMMI

- **Six Sigma:**
 - Melhoria contínua guiada por medições
 - Visão sistemática: como implementar a melhoria contínua (como fazer)
- **CMMI:**
 - Melhoria contínua através de disseminação de melhores práticas
 - Visão estratégica: requisitos a serem cumpridos (o quê precisa)

Mapeamento do Six Sigma no CMMI

- **Passos do Six Sigma para implementar as práticas do CMMI**
- **Áreas de Processo mapeadas**
 - Medição e Análise
 - Desempenho de Processo Organizacional
 - Gerência Quantitativa de Projeto
- **Áreas equivalentes para os modelos do CMMI**



Mapeamento: **Medição e Análise**

CMMI	Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo
Alinhar atividades de medição e análise		
Estabelecer objetivos de medição	Medição	Determinar medições e variações
Especificar medições	Medição	Determinar medições e variações
		Determinar tipos de dados
Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados	Medição	Desenvolver plano de coleta de dados
		Desempenhar análise do sistema de medição
Especificar procedimentos de análise	Análise	Selecionar ferramentas de análise
Prover resultados das medições		
Coletar dados das medições	Medição	Conduzir medições
		Calcular nível sigma atual
		Determinar capacidade do processo
Analisar dados das medições	Medição	Benchmark dos líderes do processo
	Análise	Determinar causas da variação
Armazenar dados e resultados	-	-
Divulgar resultados	-	-

Novembro/2005

SIMPROS

ISO9001:2000 | CMM2

Novembro/2005

SIMPROS

ISO9001: 2000 | CMM2

Instituto
Atlântico

Mapeamento: **Medição e Análise**

METAS

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas		Fase	Passo
Alinhar atividades de medição e análise			
Estabelecer objetivos de medição		Medição	Determinar medições e variações
Especificar medições		Medição	Determinar medições e variações
			Determinar tipos de dados
Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados		Medição	Desenvolver plano de coleta de dados
			Desempenhar análise do sistema de medição
Especificar procedimentos de análise		Análise	Selecionar ferramentas de análise
Prover resultados das medições			
Coletar dados das medições		Medição	Conduzir medições
			Calcular nível sigma atual
			Determinar capacidade do processo
Analisar dados das medições		Medição	Benchmark dos líderes do processo
		Análise	Determinar causas da variação
Armazenar dados e resultados		-	-
Divulgar resultados		-	-

Novembro/2005

SIMPROS

ISO9001:2000 | CMM2

METAS

Novembro/2005


SIMPROS

ISO9001: 2000 | CMM2

 Mapeamento: **Medição e Análise**

CMMI	Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo
Alinhar atividades de medição e análise		
Estabelecer objetivos de medição	Medição	Determinar medições e variações
Especificar medições	Medição	Determinar medições e variações Determinar tipos de dados
Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados	Medição	Desenvolver plano de coleta de dados
Especificar procedimentos de análise	Análise	Desempenhar análise do sistema de medição Selecionar ferramentas de análise
PRÁTICAS		
Coletar dados das medições	Medição	Conduzir medições Calcular nível sigma atual Determinar capacidade do processo
Analisar dados das medições	Medição	Benchmark dos líderes do processo
	Análise	Determinar causas da variação
Armazenar dados e resultados	-	-
Divulgar resultados	-	-

Novembro/2005 SIMPROS ISO9001: 2000 | CMM2

 Mapeamento: **Medição e Análise**

CMMI	Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo
Alinhar atividades de medição e análise		
Estabelecer objetivos de medição	Medição	Determinar medições e variações
Especificar medições	Medição	Determinar medições e variações Determinar tipos de dados
Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados	Medição	Desenvolver plano de coleta de dados
Especificar procedimentos de análise	Análise	Desempenhar análise do sistema de medição Selecionar ferramentas de análise
PASSOS		
Coletar dados das medições	Medição	Conduzir medições
	Medição	Calcular nível sigma atual
	Medição	Determinar capacidade do processo
	Medição	Benchmark dos líderes do processo
	Análise	Determinar causas da variação
Armazenar dados e resultados	-	-
Divulgar resultados	-	-

Novembro/2005 SIMPROS ISO9001: 2000 | CMM2

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas		Fase	Passo
Alinhar atividades de medição e análise			
Estabelecer objetivos de medição	Medição	Determinar medições e variações	
Especificar medições	Medição	Determinar medições e variações	
		Determinar tipos de dados	
Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados	Medição	Desenvolver plano de coleta de dados	
		Desempenhar análise do sistema de medição	
Especificar procedimentos de análise	Análise	Selecionar ferramentas de análise	
Prover resultados das medições			
Coletar dados das medições	Medição	Conduzir medições	
		Calcular nível sigma atual	
		Determinar capacidade do processo	
Analisar dados das medições	Medição	Benchmark dos líderes do processo	
	Análise	Determinar causas da variação	
Armazenar dados e resultados	-	-	
Divulgar resultados	-	-	

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas		Fase	Passo
Estabelecer baselines e modelos de desempenho			
Selecionar processos	-	-	
Estabelecer medidas de desempenho de processo	Medição	Determinar medições e variações	
		Determinar tipos de dados	
		Desenvolver plano de coleta de dados	
		Desempenhar análise do sistema de medição	
Estabelecer objetivos de desempenho de qualidade e de processo	Controle	Estabelecer métricas	
	Medição	Desempenhar análise do sistema de medição	
	Análise	Determinar melhorias de maior impacto nos requisitos	
	Melhoria	Obter aprovação de mudanças propostas	
Estabelecer baselines de desempenho de processo	Medição	Conduzir medições	
	Controle	Desempenhar análise do sistema de medição	
Estabelecer modelos de desempenho de processo	-	Estabelecer métricas	
		(*)	

Mapeamento: **Gerência Quantitativa
de Projeto (1-2)**

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo	
Gerenciar quantitativamente o projeto			
Estabelecer objetivos do projeto	Definição	Estabelecer termo de abertura do projeto	
Elaborar o processo definido	-	-	
Selecionar subprocessos p/ gerenc. estat.	-	-	
Gerenciar desempenho do projeto	Medição	Calcular o nível sigma atual	
		Determinar capacidade do processo	
	Análise	Determinar causas da variação	
		Brainstorm de idéias para melhoria de processo	
		Desenvolver mapa de processo proposto	
		Avaliar riscos associados com o processo revisado	

Mapeamento: **Gerência Quantitativa
de Projeto (2-2)**

CMMI		Six Sigma	
Metas / Práticas Específicas	Fase	Passo	
Estatisticamente gerenciar desempenho de subprocesso			
Selecionar medições e técnicas analíticas	Medição	Determinar medições e variações	
		Desenvolver plano de coleta de dados	
		Desempenhar análise do sistema de medição	
Aplicar métodos estatísticos para entender variação	Análise	Selecionar ferramentas de análise	
	Medição	Conduzir medições	
	Análise	Determinar causas da variação	
Monitorar desempenho dos subprocessos selecionados	Medição	Brainstorm de idéias para melhoria do processo	
		Calcular o nível sigma atual	
	Análise	Determinar capacidade do processo	
		Determinar causas da variação	
Gravar dados de gerência estatística	-	Brainstorm de idéias para melhoria do processo	
		-	

Considerações Finais

- **Six Sigma** é útil para implantar as PAs referentes a métricas no CMMI
- **Six Sigma** pode guiar a implementação de quase todas as práticas das PAs de métricas do CMMI
- O mapeamento ajuda a entender como usar o **Six Sigma** para as PAs abordadas
- **Trabalhos Futuros:**
 - Estender o mapeamento para o nível 5 do CMMI
 - Aplicar o mapeamento em instituições

Bibliografia

- BRUSSEE, Warren. **Statistics for Six Sigma Made Easy!** – New York: McGraw Hill, 2004.
- CHRISSIS, Mary B.; KONRAD, Mike; SHRUM, Sandy. **CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement**. – Boston: Addison Wesley, 2003.
- CMMI Product Team. **Capability Maturity Model Integration, version 1.1. CMMI for Software Engineering (CMMI-SW/PPD, v1.1) Staged Representation**. – Software Engineering Institute, 2002.
- DEMARCO, Tom. **Controlling Software Projects**. – Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1982.
- PS&J. Software Six Sigma - Measurable, Managed Process Improvement Structured to Meet Business Goals. **Six Sigma, the CMM, and the CMMI**. Disponível em: http://www.softwaresixsigma.com/CMM_A_SixSigma.htm. Acessado em 20/06/2005.
- STAMATIS, Dean H. **Six Sigma Fundamental: A Complete Guide to the System, Methods and Tools**. – New York: Productivity Press, 2004.
- TAYNTOR, Christine B. **Six Sigma Software Development**. – Florida: Auerbach, 2003.



Obrigada!

Contatos
{ [liane](#), [donegan](#), [marcia](#), [cgiovano](#) }
@atlantico.com.br
belchior@unifor.com.br

ISO9001:2000 | CMM2