

MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro

Guia de Implementação – Parte 7: Fundamentação para Implementação do Nível A do MR-MPS-SW:2016

Este guia contém orientações para a implementação do nível A do Modelo de Referência MR-MPS-SW:2016.

Maio de 2016

Copyright © 2016 - SOFTEX

Direitos desta edição reservados pela Sociedade SOFTEX

A distribuição ilimitada desse documento está sujeita a *copyright*

ISBN (Solicitado à Biblioteca Nacional)

Sumário

1	Prefácio	3
2	Introdução	4
3	Objetivo	6
4	Evoluindo do nível B para o nível A.....	6
5	Os atributos de processo no nível A.....	8
5.1	Fundamentação teórica	9
5.2	AP 5.1 - O processo é objeto de melhorias incrementais e inovações	15
5.3	AP 5.2 - O processo é objeto de implementação de melhorias inovadoras e incrementais	20
	Referências bibliográficas.....	23
	Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7:2016	26
	Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7:2011	27
	Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7:2009	28
	Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7 versão 1.0 – Julho/2007	29

1 Prefácio

O Programa MPS.BR¹ é um programa mobilizador, de longo prazo, criado em dezembro de 2003, coordenado pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), com apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID/FUMIN).

O objetivo do programa MPS.BR é o aumento da competitividade das organizações pela melhoria de seus processos. O programa tem duas metas a serem alcançadas a médio e longo prazos:

a) meta técnica, visando o aprimoramento do programa, com: (i) edição de guias dos Modelos de Maturidade do MPS; (ii) formação de Instituições Implementadoras (II) credenciadas para prestar serviços de consultoria de implementação do Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW), e/ou do Modelo de Referência MPS para Serviços (MR-MPS-SV) e/ou do Modelo de Referência MPS para Gestão de Pessoas (MR-MPS-RH); (iii) formação de Instituições Avaliadoras (IA) credenciadas para prestar serviços de avaliação seguindo o método de avaliação MPS (MA-MPS); (iv) formação de Instituições de Consultoria de Aquisição (ICA) credenciadas para prestar serviços de consultoria de aquisição de software e/ou serviços relacionados;

b) meta de negócio, visando à disseminação e viabilização na adoção dos Modelos do MPS para a melhoria da competitividade das micro, pequenas e médias empresas (foco principal) quanto em grandes organizações privadas e governamentais, com: (i) criação e aprimoramento do modelo de negócio MN-MPS; (ii) realização de cursos, provas e workshops MPS; (iii) apoio para organizações que implementaram o Modelo MPS; (iv) transparência para as organizações que realizaram a avaliação MPS.

O programa MPS.BR conta com uma Unidade de Execução do Programa (UEP) e duas estruturas de apoio para a execução de suas atividades, o Fórum de Credenciamento e Controle (FCC) e a Equipe Técnica do Modelo (ETM). Por meio destas estruturas, o Programa MPS.BR pode contar com a participação de representantes de universidades, instituições governamentais, centros de pesquisa e organizações privadas, os quais contribuem com suas visões complementares que agregam valor e qualidade ao Programa.

Cabe ao FCC: (i) emitir parecer que subsidie as decisões da SOFTEX sobre o credenciamento de Instituições Implementadoras (II), Instituições de Consultoria de Aquisição (ICA) e Instituições Avaliadoras (IA); (ii) monitorar os resultados das

¹ MPS.BR, MPS, MR-MPS-SW, MR-MPS-SV, MR-MPS-RH, MA-MPS e MN-MPS são marcas da SOFTEX. A sigla MPS.BR está associada ao Programa MPS.BR, que é coordenado pela SOFTEX. A sigla MPS é uma marca genérica associada aos Modelos MPS, compreendendo as siglas MPS-SW associada à Melhoria de Processo de Software, a sigla MPS-SV associada à Melhoria de Processo de Serviços e a sigla MPS-RH associada à melhoria de Processo de Recursos Humanos.

Instituições Implementadoras (II), Instituições de Consultoria de Aquisição (ICA) e Instituições Avaliadoras (IA), emitindo parecer propondo à SOFTEX o seu descredenciamento no caso atuação que comprometa a credibilidade do Programa MPS.BR.

Cabe à ETM (i) apoiar a SOFTEX nas questões estratégicas relacionadas ao programa MPS.BR e aos modelos MPS, com o envolvimento dos sênior advisor, (ii) tomar decisões sobre os aspectos técnicos relacionados aos Modelos MPS no que se refere à sua criação e aprimoramento contínuo; (iii) propor ações visando a capacitação de profissionais das empresas, dos implementadores dos modelos e guias MPS e dos avaliadores MPS; (iv) apoiar a SOFTEX nas tarefas relacionadas à divulgação, disseminação e internacionalização dos Modelos MPS; (v) apoiar a SOFTEX na organização dos workshops do MPS (WAMPS).

A criação e o aprimoramento deste Guia de Implementação são também atribuições da ETM. Este Guia de Implementação MPS de Software – Parte 1 faz parte do conjunto de documentos dos Modelos MPS (disponíveis em www.softex.br/mpsbr).

Este Guia de Implementação fornece orientações para implementar o nível G nas organizações de acordo com o Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW), detalhando os processos contemplados no respectivo nível de maturidade e os resultados esperados com a implementação dos processos.

As alterações deste Guia de Implementação em relação à versão 2013 são decorrentes de:

- mudanças realizadas na versão 2016 do Modelo de Referência para Software (MR-MPS-SW).

As alterações deste Guia de Implementação em relação à versão 2012 são decorrentes de:

- inclusão do Modelo de Referência para Serviços (MR-MPS-SV); e
- alteração do logo da SOFTEX.

As alterações deste Guia de Implementação em relação à versão 2009 são decorrentes de:

- mudanças realizadas na versão 2009 do Guia Geral;
- correção ortográfica e gramatical;
- adequação das referências bibliográficas;
- inclusão de notas explicativas contidas nas partes 8, 9 e 10 do Guia de Implementação;
- revisão do texto devido à reorganização dos resultados esperados de atributos de processo do nível A do MR-MPS.

2 Introdução

As mudanças que estão ocorrendo nos ambientes de negócios têm motivado as empresas a modificar estruturas organizacionais e processos produtivos, saindo da

visão tradicional baseada em áreas funcionais em direção a redes de processos centrados no cliente. A competitividade depende, cada vez mais, do estabelecimento de conexões nestas redes, criando elos essenciais nas cadeias produtivas. Alcançar competitividade pela qualidade, para as empresas de software, implica tanto na melhoria da qualidade dos produtos de software e serviços correlatos, como dos processos de produção e distribuição de software.

Desta forma, assim como para outros setores, qualidade é fator crítico de sucesso para a indústria de software. Para que se tenha um setor de software competitivo, nacional e internacionalmente, é essencial que os empreendedores do setor coloquem a eficiência e a eficácia dos seus processos em foco nas empresas, visando à oferta de produtos de software e serviços correlatos conforme padrões internacionais de qualidade e desta forma, aumentando também a produtividade nas empresas.

É objetivo do Programa MPS.BR que os modelos MPS sejam adequados ao perfil de empresas com diferentes tamanhos e características, privadas e governamentais, embora com especial atenção às micro, pequenas e médias empresas (mPME). Também é objetivo do Programa que os modelos do MPS sejam compatíveis com os padrões de qualidade aceitos internacionalmente e que tenha como pressuposto o aproveitamento as boas práticas representadas nos padrões e modelos de melhoria de processo já disponíveis. Dessa forma, os modelos MPS estão em consonância com as principais abordagens internacionais para definição, avaliação e melhoria de processos.

Os modelos MPS estão descritos por meio de documentos em formato de guias, disponíveis em www.softex.br:

- Guia Geral MPS de Software: contém a descrição da estrutura dos modelos MPS e detalha o Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW), seus componentes e as definições comuns necessárias para seu entendimento e aplicação;
- Guia Geral MPS de Serviços: contém a descrição da estrutura dos modelos MPS e detalha o Modelo de Referência MPS para Serviços (MR-MPS-SV), seus componentes e as definições comuns necessárias para seu entendimento e aplicação;
- Guia Geral MPS de Gestão de Pessoas: contém a descrição da estrutura dos modelos MPS e detalha o Modelo de Referência MPS para Gestão de Pessoas (MR-MPS-RH), seus componentes e as definições comuns necessárias para seu entendimento e aplicação;
- Guia de Avaliação: descreve o processo e o método de avaliação MA-MPS, os requisitos para avaliadores líderes, avaliadores adjuntos e Instituições Avaliadoras (IA);
- Guias de Implementação: série de documentos que fornecem orientações para implementar, nas organizações, os níveis de maturidade descritos nos Modelos de Referência;
- Guia de Aquisição de Software: descreve um processo de aquisição de software e serviços correlatos. É descrito como forma de apoiar as instituições que

queiram adquirir produtos de software e serviços correlatos apoiando-se no MR-MPS-SW.

3 Objetivo

O Guia de Implementação fornece orientações para implementar nas organizações os níveis de maturidade descritos no Modelo de Referência MR-MPS, detalhando os processos contemplados nos respectivos níveis de maturidade e os resultados esperados com a implementação dos processos. Este documento corresponde à parte 7 do Guia de Implementação e aborda a implementação do nível de maturidade A.

Este documento é destinado, mas não está limitado, a organizações interessadas em utilizar o MR-MPS-SW para melhoria de seus processos de software e a Instituições Implementadoras (II). O conteúdo deste documento é informativo, ou seja, não se espera que uma organização implementando o MR-MPS-SW atenda a todos os itens citados na explicação referente aos resultados esperados. As observações presentes neste documento procuram apenas explicitar elementos importantes na interpretação dos resultados esperados. Durante uma avaliação MPS, só é requerido o atendimento aos resultados esperados definidos no Guia Geral. Os avaliadores MPS devem analisar se a implementação dos processos na organização atende a cada resultado, com abertura a múltiplas formas válidas de implementação.

4 Evoluindo do nível B para o nível A

A distinção principal entre o nível B e o nível A do MR-MPS-SW é que no nível A o conjunto de processos padrão da organização selecionado no nível B para ser objeto de controle estatístico deve agora ser melhorado continuamente por meio de alterações e adaptações incrementais e inovadoras para efetivamente atender aos objetivos de negócio atuais e projetados.

Um processo no nível A do MR-MPS-SW é melhorado por meio de realização de mudanças e adaptações de forma ordenada e intencional para efetivamente atender mudanças nos objetivos de negócio da organização. Por exemplo, um objetivo de negócio de uma organização pode ser tornar-se líder de mercado em um nicho de mercado particular, como software de comércio eletrônico. Para atingir objetivos de negócio dessa natureza, a organização depende fortemente do conhecimento quantitativo sobre o comportamento dos seus processos, o que só é obtido com a implementação dos resultados de atributos de processo do nível B do MR-MPS-SW para os processos relevantes da organização.

As diferenças básicas entre processos do nível A do MR-MPS-SW e processos medidos e controlados do nível B do MR-MPS-SW são as seguintes:

- A melhoria no nível A do MR-MPS-SW é implementada de forma proativa e contínua para atender aos objetivos de negócio projetados e relevantes da organização, ou seja, a efetividade e eficiência dos processos são melhoradas por meio de um esforço planejado e intencional.

- Uma abordagem planejada e ordenada é implementada no nível A do MR-MPS-SW para identificar mudanças apropriadas nos processos e introduzi-las de forma adequada para minimizar interrupções não desejadas na operação do software.
- A efetividade das mudanças nos processos no nível A do MR-MPS-SW é avaliada com base nos resultados atuais e ajustes são realizados, quando necessário, para alcançar os objetivos de qualidade e de desempenho do processo.

Tanto no nível B quanto no nível A do MR-MPS-SW, ações devem ser executadas para remover causas de variação de processo. No entanto, o foco no nível B é no tratamento de causas especiais de variação, enquanto no nível A o foco é no tratamento de causas comuns de variação nos processos da organização. Causas especiais de variação se referem a defeitos nos processos que não são inerentes ao processo, mas são acidentais, ou seja, são causas resultantes de problemas de implementação dos processos e não dos processos em si. Causas comuns de variação se referem à variação de processo que existe devido à interação normal e esperada entre os componentes de um processo [SEI, 2010].

É importante ressaltar que, da mesma forma que os atributos de processo do nível B do MR-MPS-SW, os atributos de processo do nível A do MR-MPS-SW não se aplicam a todos os processos da organização, ou seja, os atributos de processo deste nível somente são aplicáveis aos processos e/ou elementos do processo selecionados para serem controlados estatisticamente.

Assim, o foco dos atributos de processo do nível B do MR-MPS-SW é obter conhecimento para prever o comportamento de processos relevantes da organização e possibilitar uma gerência quantitativa desses processos. O foco dos atributos de processo do nível A do MR-MPS-SW é continuamente melhorar o desempenho dos processos para melhor atender aos objetivos de negócio atuais e projetados da organização.

No nível A do MR-MPS-SW, melhorias de processos e de tecnologias são selecionadas e implementadas nos processos selecionados para controle estatístico, como forma de contribuir para o alcance de objetivos de melhoria de processo. Nesse nível, melhorias de processo e de tecnologias devem ser identificadas de tal forma que, quando implementadas, removam causas comuns de variação de processo, causas raiz de defeitos e outros problemas [SEI, 2010]. Essas melhorias são selecionadas baseadas no entendimento quantitativo da sua contribuição para alcançar os objetivos de melhoria de processo da organização considerando os custos e impacto da implementação das mudanças na organização.

É importante ressaltar que, enquanto a identificação das causas de defeitos é realizada com base nos processos definidos para os projetos, as melhorias de processo identificadas a partir dessas análises têm como objetivo melhorar o conjunto de processos padrão da organização para prevenir a ocorrência desses defeitos em projetos futuros.

5 Os atributos de processo no nível A

De acordo com o guia geral do MR-MPS-SW, “a capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No MR-MPS-SW, à medida que a organização/unidade organizacional evolui nos níveis de maturidade, um maior nível de capacidade para desempenhar o processo deve ser atingido” [SOFTEX, 2016].

Os atributos de processo no nível A visam garantir que o processo é continuamente melhorado por meio de tratamento de causas de defeitos e de implementação de melhorias tecnológicas e de processo inovadoras na organização. Como os atributos de processo são cumulativos, para atingir o nível A, além dos atributos de processo AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1 e AP 4.2, uma unidade organizacional deve implementar para seus processos gerenciados quantitativamente os atributos de processo AP 5.1 e AP 5.2.

Em uma avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2015] é exigido, para se considerar um processo “SATISFEITO” ao nível A, que estes novos atributos de processo (AP 5.1 e AP 5.2) sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado). Todos os demais atributos de processo (AP 1.1 a AP 4.2) devem ser caracterizados como T (Totalmente implementado).

A seguir os atributos de processo AP 5.1 e AP 5.2 são descritos com detalhes, precedidos de uma breve fundamentação teórica.

Comentários adicionais para implementação em diferentes tipos de organização

Adquirentes de Software (Parte 8)

Não há nenhuma alteração nos atributos de processo pelo fato de tratar-se de uma organização que adquire software. Todavia, estes resultados deverão ser interpretados no contexto dos processos definidos para esta situação.

Não são permitidas exclusões de resultados de atributos de processo.

Fábrica de Software (Parte 9)

Não há nenhuma alteração nos atributos de processo pelo fato de tratar-se de uma organização do tipo Fábrica de Software. Todavia, estes resultados deverão ser interpretados no contexto dos processos definidos para a Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados de atributos de processo.

Fábrica de Teste (Parte 10)

Não há nenhuma alteração nos atributos de processo pelo fato de tratar-se de uma organização do tipo Fábrica de Teste. Todavia, estes resultados deverão ser interpretados no contexto dos processos definidos para a Fábrica de Teste.

Não são permitidas exclusões de resultados de atributos de processo.

5.1 Fundamentação teórica

5.1.1 Análise de causas de problemas

A análise de causas de problemas com sua, consequente, resolução melhora a qualidade e produtividade por meio da prevenção da introdução de defeitos nos produtos e da resolução de problemas na execução do processo. A realização de atividades de análise de causas de problemas de forma integrada em cada fase dos projetos ajuda na prevenção de defeitos nos produtos e na resolução de problemas que dizem respeito ao processo. Como consequência, estas atividades ajudam a diminuir a probabilidade de ocorrência de desvios no alcance dos objetivos de qualidade e de desempenho do processo do projeto [SEI, 2010]. Neste contexto, ROBITAILLE [2004] realça a importância de enxergar a análise de causas de problemas e sua resolução como uma forma de identificar oportunidades de melhoria para os processos da organização.

A formalidade e o esforço requeridos para uma análise de causa raiz de problemas podem variar enormemente e podem ser determinados por fatores como [SEI, 2010]: pessoas envolvidas; risco ou oportunidade presente; complexidade da situação; frequência com a qual a situação pode acontecer novamente; disponibilidade de dados, *baselines* e modelos que podem ser utilizados na análise; quanto tempo passou desde os eventos que dispararam a deficiência etc.

De acordo com CARD [2005], independente da definição que um projeto ou uma organização adote para qualidade, a presença de defeitos indica falta de qualidade. Assim, um dos problemas que deve merecer destaque na análise causal é a ocorrência de defeitos de software. Reconhecida esta importância, a análise causal e a resolução de defeitos de software (também conhecida como prevenção de defeitos) tem sido discutida desde a década de 70 [ENDRES, 1975] e é apontada por BOEHM [2006] como uma das principais contribuições desta década para a engenharia de software. Desde então, diversas abordagens têm sido formalizadas e implantadas na indústria, tais como as abordagens [JONES, 1985; PHILIPS, 1986; MAYS *et al.*, 1990] na IBM, [GRADY, 1996] na HP, [CARD, 1998] na *Computer Sciences Corporation*, entre outras.

A análise de causas de problemas e sua resolução visa identificar e analisar causas associadas à ocorrência de determinados tipos de defeito, permitindo identificar oportunidades de melhoria para os processos da organização visando prevenir a ocorrência daquele tipo de defeito em projetos futuros. A análise de causas de problemas e sua resolução envolve a reunião de análise causal, a implementação das melhorias identificadas e a comunicação destas melhorias. CARD [2005] descreve a reunião de análise causal de forma resumida como contendo os seguintes passos:

- (i) Selecionar uma amostra do problema. Normalmente a análise causal de problemas é disparada por uma instabilidade detectada em um gráfico de controle [FLORAC e CARLETON, 1999]. Os dados associados à instabilidade se tornam, então, o foco da análise causal e uma amostra destes dados deve ser selecionada para a reunião de análise causal.

- (ii) Classificar os problemas selecionados. Entre as informações básicas a serem armazenadas a respeito dos problemas, temos o tipo de problema, o momento de inserção, o momento de detecção e o esforço de retrabalho para corrigir o problema. Uma taxonomia que tem sido utilizada para revisões por pares é a descrita por SHULL [1998], que considera como tipos a natureza dos defeitos: ambiguidade, fato incorreto, informação estranha, informação inconsistente e omissão. A natureza dos defeitos pode ser aplicada a todos os artefatos produzidos ao longo do ciclo de vida do software e pode ser utilizada como ponto de partida para que posteriormente seja combinada com uma taxonomia mais específica para os tipos de defeitos. Para defeitos capturados por meio de testes, uma taxonomia comumente utilizada é a definida no ODC (*Orthogonal Defect Classification*) [CHILLAREGE *et al.*, 1992], da IBM, que conta com os seguintes tipos de defeito: interface, função, montagem/empacotamento/junção, atribuição, documentação, verificação, algoritmo e tempo/serialização.

O uso de tabelas de índices cruzados, histogramas e gráficos de Pareto pode ajudar a encontrar agrupamentos de problemas com base em sua classificação. Erros sistemáticos possuem probabilidade maior de serem encontrados nos tipos de problemas mais comuns.

- (iii) Identificar erros sistemáticos. Um erro sistemático resulta em problemas similares se repetindo em diferentes ocasiões [CARD, 2005]. Normalmente erros sistemáticos estão associados com uma atividade ou parte do produto específica. Exemplos de erros sistemáticos podem ser encontrados em [CARD, 1998; LESZAK *et al.*, 2000]. Encontrar erros sistemáticos indica a existência de oportunidades de melhoria para o processo.
- (iv) Identificar as principais causas. Muitos fatores podem contribuir para um erro sistemático e tratar todos eles muitas vezes não é economicamente viável. Assim, deve haver um esforço no sentido de encontrar as causas principais. Neste passo é que a compreensão de sistemas causais, relacionando causas, problemas e sintomas, se torna uma habilidade útil. Entre as técnicas utilizadas para encontrar as causas principais temos o uso dos diagramas de espinha de peixe (ou diagramas de *Ishikawa*) [ISHIKAWA, 1976].

As causas normalmente se enquadram em uma das seguintes quatro categorias [ISHIKAWA, 1976]: métodos, ferramentas/ambiente, pessoas, entradas/requisitos.

- (v) Desenvolver itens de ação. Uma vez que a causa principal de um defeito sistemático foi encontrada, itens de ação devem ser desenvolvidos para promover a prevenção (ou detecção mais cedo, em casos que a prevenção não é possível) dos erros sistemáticos. Normalmente o número de ações é pequeno. As ações devem ser tão pontuais e específicas quanto possível, facilitando o acompanhamento objetivo do estado de sua implantação.
- (vi) Documentar os resultados da reunião de análise causal. Registros dos resultados da reunião de análise causal precisam ser mantidos para assegurar que as ações serão implementadas. De acordo com CARD [2005], para o sucesso de um programa de análise causal é essencial que uma equipe de ação seja formada. Os resultados da reunião de análise causal devem ser fornecidos

para esta equipe, que tem entre suas responsabilidades encontros regulares a respeito das ações propostas.

A aplicação de atividades de análise de causas de problemas e sua resolução também fornece um mecanismo eficiente para disseminação de conhecimento na organização [SEI, 2006]. Por exemplo, lições aprendidas coletadas ao longo dos projetos descrevem problemas, soluções aplicadas e os efeitos obtidos com a aplicação dessas soluções para tratamento dos problemas. Essas lições constituem um ativo de conhecimento importante de ser gerenciado para evitar que os mesmos problemas ocorram em projetos futuros e para auxiliar no tratamento dos problemas caso venham a ocorrer.

5.1.2 Inovação

A implantação de inovações tecnológicas é um fator determinante no crescimento organizacional [ATHAIDE *et al.*, 1996]. No contexto da indústria de software, a inovação de processo de software pode ser definida como uma nova forma de construir produtos de software na organização por meio de implementação de tecnologias que modificam o processo para o desenvolvimento de aplicações de software [FICHMAN e KEMERER, 1993]. Na literatura, os objetivos principais mais comumente citados de inovações de melhoria de processo de software estão relacionados à redução dos custos de desenvolvimento por meio de aumento da produtividade dos desenvolvedores e a melhoria da satisfação do usuário final com o produto por meio de redução de defeitos de software [GREEN *et al.*, 2005]. Essas inovações variam no grau de transformação nos processos de desenvolvimento de software. Por exemplo, o uso de ferramentas CASE (*Computer-Aided Software Engineering* - Engenharia de Software Apoiada por Computador) e a substituição de linguagens de programação por linguagens de quarta-geração servem para automatizar atividades de processos de software existentes. Outros tipos de inovações podem implicar em modificações mais substanciais nos processos, por exemplo, alterar o paradigma de desenvolvimento de software para usar uma abordagem de orientação a objetos.

No entanto, a implantação de melhorias inovadoras é bastante complexa, pois envolve realizar mudanças críticas nos processos de produção que têm impacto direto no seu desempenho [ATHAIDE *et al.*, 1996]. RIFKIN [2001] aponta diversos fatores que têm influência no sucesso da implementação de inovações em organizações, por exemplo, comprometimento da gerência de alto nível, habilidade ou persuasão dos agentes de mudança, grau de interrupção para aplicar a inovação e o formalismo no planejamento e gerência da implementação das mudanças inovadoras. No entanto, RIFKIN [2001] sugere que o fator mais importante para obter sucesso na implementação de inovações tecnológicas é o alinhamento com a estratégia da organização.

Uma abordagem bastante conhecida para alinhamento de ações de melhoria com a estratégia da organização é o *Balanced Scorecard* (BSC) [KAPLAN e NORTON, 1992]. O BSC é um conjunto integrado de medidas de desempenho financeiras e não financeiras, envolvendo tanto indicadores de desempenho atuais quanto direcionadores futuros de desempenho. O ponto principal do BSC é definir o conjunto ideal de medidas mais críticas para a organização por meio de

balanceamento de perspectivas. Essa abordagem foi desenvolvida com o objetivo de focar a missão e a estratégia da organização sob quatro perspectivas: cliente, financeiro, processos internos de negócio e aprendizado e crescimento. A perspectiva de cliente requer medidas específicas relacionadas ao que o cliente obtém em termos de tempo, qualidade, serviço, desempenho e custo. Na perspectiva financeira, medidas financeiras são consideradas essenciais para a sobrevivência da organização. A perspectiva de processos internos de negócio enfatiza as competências fundamentais, processos, decisões e ações. Na perspectiva de aprendizado e crescimento, medidas relacionadas indicam sucesso futuro e melhoria de produtos e processos existentes por meio de inovações.

Diversas teorias e abordagens vêm sendo desenvolvidas na área de inovação tecnológica procurando identificar relações entre inovação e crescimento organizacional. Por exemplo, CHRISTENSEN e RAYNOR [2003] fornecem uma visão geral de uma teoria para analisar inovações considerando o seu papel na estratégia e crescimento da organização. CHRISTENSEN *et al.* [2004] estende essa teoria demonstrando como esta pode ser aplicada para analisar mudanças nas indústrias decorrentes de implantação de inovações.

Considerando a importância de alinhar os indicadores da organização com as estratégias organizacionais para garantir o sucesso da implementação de inovações, os objetivos de negócio da organização devem ser usados para direcionar os objetivos quantitativos para melhoria do desempenho dos processos que serão perseguidos por meio de implementação de melhorias inovadoras. Para implementar estas melhorias, oportunidades de melhoria incrementais e inovadoras para melhorar a habilidade da organização em atender seus objetivos de qualidade e de desempenho de processo devem ser selecionadas e implementadas. Portanto, a seleção dessas melhorias deve ser baseada em um conhecimento quantitativo dos potenciais benefícios e custos previsíveis de implementar as melhorias candidatas e dos recursos disponíveis para essa implementação. Essas melhorias se referem a todas as ideias (provadas ou não) que podem mudar os processos da organização ou tecnologias para melhor atender aos objetivos de qualidade e de desempenho de processo. Um aspecto crítico é que as mudanças devem indicar de forma mensurável que o processo efetivamente melhorou. Portanto, é necessário um forte conhecimento quantitativo sobre o comportamento do desempenho e da capacidade dos processos para medir se as melhorias implementadas estão fazendo com que sejam alcançados os objetivos de melhoria dos processos.

Uma das abordagens quantitativas mais reconhecidas para melhoria de desempenho de processos é o Seis Sigma [ECKES, 2001]. Esta abordagem foi desenvolvida pela Motorola, em 1987, com o objetivo de remover completamente defeitos de produtos e processos. O Seis Sigma é dividido em cinco fases distintas [ECKES, 2001]:

- Definir os objetivos de melhoria do processo de forma consistente com as necessidades do cliente e as estratégias da organização.
- Medir o processo atual com base nas medidas identificadas de eficiência e de eficácia e traduzi-las para o conceito do sigma.

- Analisar as causas dos problemas que precisam ser tratados para melhorar os processos.
- Melhorar o processo por meio do planejamento e implementação de ações de melhoria para resolver as causas dos problemas do processo.
- Controlar para garantir que as melhorias se sustentem ao longo do tempo por meio de tratamento das variações no desempenho dos processos.

No Seis Sigma, o número sigma representa tecnicamente a quantidade de variação do processo [HONG e GOH, 2003]. A representação da qualidade de um produto por números sigma indica que a qualidade de um produto depende, além de outras coisas, da capacidade do seu processo de desenvolvimento. A capacidade de um processo é a maior amplitude de variação de um processo correspondente à diferença entre o maior e menor valor de um atributo medido de um processo na organização. O sigma do processo é, então, representado pelo valor do desvio padrão da medição das distâncias dos valores de um atributo de processo de uma população específica. Tecnicamente, o Seis Sigma pode ser definido como a medição do desempenho atual e a determinação de quantos sigmas existem que possam ser medidos a partir da média corrente até que ocorra a insatisfação do cliente [ECKES, 2001]. A definição desses valores de sigma corresponde aos limites de especificação do desempenho de um processo. No Seis Sigma, os limites de especificação (limites a partir dos quais defeitos são percebidos pelos clientes) correspondem ao dobro dos limites de controle dos processos (limites pelos quais defeitos devem ser analisados e melhorias nos processos devem ser implementadas para evitar ocorrência futura dos defeitos). Normalmente, isso significa que os limites de especificação superior e inferior estão a 6 desvios-padrão da média do processo, enquanto os limites de controle estão a apenas 3 desvios-padrão. Na prática, esse ajuste no limite de controle do processo significa que um processo controlado de forma alinhada ao Seis Sigma gera entre 3 e 4 defeitos perceptíveis ao cliente por um milhão de oportunidades [ECKES, 2001]. A zona entre os 3 e 6 desvios padrões de um processo no Seis Sigma corresponde a uma zona de melhoria na qual controles podem ser implementados no software para evitar que defeitos sejam percebidos pelo cliente. Estes controles não precisam ser necessariamente muito sofisticados, mas podem ser bem simples como, por exemplo, e-mails de notificação à equipe de desenvolvimento informando que defeitos estão ocorrendo na zona de melhoria e precisam ser tratados. Portanto, a essência do Seis Sigma não é desenvolver software sem defeitos, mas evitar que defeitos no software se tornem perceptíveis ao cliente [BIEHL, 2004].

Uma questão relevante de ser considerada na seleção e implementação de inovações em organizações que desenvolvem software é o impacto dessas inovações no desempenho dos processos. Geralmente, inovações são selecionadas para resolver problemas específicos nos processos. No entanto, efeitos colaterais podem ser observados em decorrência da implementação dessas inovações na organização. Por exemplo, um estudo realizado por BARRY *et al.* [2007] indica que a automação de testes permite às organizações aumentarem sua produtividade e ajuda a gerenciar a complexidade de software e melhorar a qualidade por meio de redução de defeitos ao longo do tempo. No entanto, KUILBOER e ASHRAFI [2000] apontam que melhorias inovadoras tendem a aumentar consideravelmente os custos

e cronograma para desenvolvimento de produtos de software; no caso específico da automação de testes, o uso dessa tecnologia demanda um esforço considerável na implementação de testes sendo importante realizar um estudo de custo-benefício previamente à sua adoção. Portanto, análises cuidadosas devem ser realizadas para garantir que a implementação de inovações apoia o alcance dos resultados esperados sem impactar direta ou indiretamente em outros aspectos de desempenho dos processos. Uma forma de realizar estas análises objetivamente é por meio de projetos piloto.

Projetos piloto devem sempre ser conduzidos como forma de avaliar mudanças significativas envolvendo melhorias não testadas, de alto risco ou inovadoras, antes de serem implementadas na organização. FOWLER e RIFKIN [1990] afirmam que a implantação de novos procedimentos e tecnologias que apoiam a melhoria de processos é uma atividade contínua e de longo prazo e que estas implantações devem ser iniciadas com um piloto. O uso de projetos piloto permite avaliar os potenciais benefícios que a introdução de novas tecnologias em processos de software poderá acarretar em uma organização [BRIAND *et al.*, 1995].

No entanto, às vezes, é necessário obter um entendimento dos impactos que uma melhoria pode causar no desempenho de um processo antes mesmo de iniciar um projeto piloto. Neste sentido, simulações podem ser realizadas para testar se uma melhoria resultará em benefícios esperados no desempenho de um processo de software. Por exemplo, a simulação de Monte Carlo é uma técnica provada e eficiente que requer apenas uma tabela de número randômico ou um gerador de número randômico em um computador [KELTON e LAW, 1991]. Um número randômico é uma seleção matemática de um valor gerado conforme uma distribuição de probabilidade. A simulação de Monte Carlo é uma ferramenta considerada crítica para compreender as variações de um processo ou produto. GOLDMAN *et al.* [2003] apresentam uma abordagem que integra o Seis Sigma com a simulação de Monte Carlo com o objetivo de apoiar no entendimento da variação inerente de processos ou produtos e, conseqüentemente, ajudar na identificação e testes de potenciais melhorias nos processos antes de serem implementadas na organização.

A garantia do alcance dos objetivos de melhoria dos processos em longo prazo depende da capacidade da organização em manter a aderência às inovações implantadas. CONRADI e DYBA [2001] destacam que a aderência às melhorias implementadas somente pode ser obtida, entre outras coisas, se os desenvolvedores percebem utilidade na melhoria. DAVIS [1989] ressalta que um pré-requisito para que os desenvolvedores percebam a utilidade de uma melhoria é a facilidade de seu uso, ou seja, apesar de uma tecnologia poder ser considerada como útil, esse benefício potencial poderá não ser obtido devido ao alto esforço de aplicação da melhoria. AGARWAL e PRASAD [2000] também apontam que a aceitação individual de inovações é crítica para obter sucesso na sua adoção na organização. Estas questões devem ser consideradas na seleção e implantação das melhorias inovadoras, para maximizar as chances de obter e manter os resultados esperados. Além do mais, as pessoas que executam os processos devem também estar envolvidas de forma adequada na identificação de melhorias incrementais e inovadoras, pois geralmente essas pessoas têm mais familiaridade com as

atividades e são capazes de identificar objetivamente aspectos que necessitam ser melhorados nos processos, para facilitar o trabalho e aumentar sua produtividade [SEI, 2010].

O nível A do MR-MPS-SW não tem novos processos. A mudança de nível implica, apenas, na implementação dos atributos de processo AP 5.1 e AP 5.2 nos processos selecionados.

5.2 AP 5.1 - O processo é objeto de melhorias incrementais e inovações

O atributo de processo AP 5.1 é a medida do quanto mudanças no processo são identificadas a partir de investigação de enfoques inovadores para a definição e implantação do processo. Como resultado da implementação completa deste atributo de processo:

NOTA: Caso o processo ou elementos de processo a ele relacionados não tenham sido escolhidos para análise de desempenho, AP 5.1 não é executado.

(i) objetivos de negócio da organização são mantidos com base no entendimento das estratégias de negócio e resultados de desempenho do processo.

Como dito anteriormente, para uma organização no nível A do MR-MPS-SW, a melhoria dos processos deve estar alinhada aos objetivos de negócio da organização. Sem a definição de objetivos para a execução e melhoria dos processos, a organização corre o risco de não atender as suas necessidades estratégicas.

A organização, ao se preparar para a implementação do nível A do MR-MPS-SW, provavelmente já tem definidos objetivos de negócio definidos. A partir deste nível, no entanto, estes objetivos devem levar em consideração a voz do processo e não apenas a voz do cliente. Dessa forma, este item pressupõe, portanto, que os objetivos de negócio da organização sejam definidos e mantidos de acordo não só com o entendimento das necessidades e anseios da alta direção, mas também pelo entendimento de como os resultados de desempenho dos processos da organização podem auxiliá-la a atender estes objetivos. Devido a isso, novos objetivos estratégicos ou de qualidade e de desempenho dos processos podem necessitar serem definidos em decorrência do conhecimento estatístico dos processos.

(ii) objetivos de melhoria do processo são definidos com base no entendimento do desempenho do processo, de forma a apoiar o alcance dos objetivos de negócio.

A premissa básica para uma organização atingir o nível A do MR-MPS-SW é que objetivos de melhoria dos processos devem ser definidos explicitamente. Estes objetivos, em conjunto com os objetivos de negócio atuais e projetados, direcionam todos os comportamentos que caracterizam uma organização como sendo aderente ao nível A do MR-MPS-SW.

O objetivo deste item é derivar objetivos de melhoria de processo com base nos objetivos de negócio da organização e de um entendimento detalhado do desempenho e da capacidade do processo no qual se busca uma melhoria. A correta implementação do nível A do MR-MPS-SW envolve o uso de técnicas estatísticas e outras técnicas quantitativas. Os objetivos de melhoria de processo servem de critério para julgar se o desempenho do processo está quantitativamente melhorando a habilidade da organização em atender aos seus objetivos de negócio. Geralmente, os objetivos de melhoria devem ser definidos em valores além do desempenho atual do processo e tanto melhorias incrementais quanto melhorias de inovação tecnológica podem ser necessárias para atingir esses objetivos de melhoria. Além do mais, esses objetivos devem ser revistos frequentemente para que a organização continue a implementar melhorias contínuas nos seus processos.

(iii) dados que influenciam o desempenho do processo foram identificados, classificados e selecionados para análise de causas.

Este item tem como objetivo manter os registros dos problemas encontrados a partir da realização das diferentes atividades dos demais processos. Dados de problemas podem incluir, por exemplo: (i) relatórios de problemas da gerência de projetos que requeiram ações corretivas; (ii) defeitos relatados pelos clientes, (iii) defeitos encontrados nas revisões por pares; (iii) defeitos encontrados nos testes; e (iv) problemas de desempenho do processo, entre outros.

Tais registros devem fazer uso de esquemas de classificação definidos para a organização, contendo um identificador para o problema e as informações a serem armazenadas para permitir a análise causal e resolução de problemas. Entre as informações normalmente coletadas a respeito de problemas temos o momento de inserção, o momento de detecção, o esforço de retrabalho (para corrigir o problema) e o tipo de problema.

Também é objetivo deste item classificar e selecionar os problemas para serem analisados e resolvidos. Diferentes taxonomias podem ser utilizadas para a classificação de problemas em tipos. Conforme descrito na fundamentação teórica a respeito de análise de causas de problemas, uma taxonomia que pode servir como ponto de partida para defeitos provenientes de revisões por pares é a que considera a natureza dos defeitos, definida por [SHULL, 1998], que pode posteriormente ser combinada com uma taxonomia mais específica para os tipos para defeitos. Para defeitos provenientes de testes, uma taxonomia comumente usada é a ODC (*Orthogonal Defect Classification*) [CHILLAREGE *et al.*, 1992]. Vale ressaltar que cada organização tem liberdade para definir sua própria taxonomia, que pode refletir características específicas de seu domínio de atuação ou da natureza dos produtos de software que desenvolve.

Para escolher amostras representativas dos problemas para análise, a classificação dos problemas em tipos pode ser utilizada, permitindo o agrupamento de problemas para determinar as classes de problemas cuja análise de causa trará maiores benefícios. Erros sistemáticos possuem probabilidade maior de serem encontrados nos tipos de defeitos mais comuns. Uma técnica simples para encontrar os tipos de

problemas mais comuns e que merecem atenção especial na análise de causas é o uso de gráficos de Pareto [CARD, 1998]. Outras técnicas possíveis envolvem o uso de tabelas de índices cruzados e histogramas.

(iv) dados selecionados foram analisados para identificar causas raiz e propor soluções aceitáveis para evitar ocorrências futuras de resultados similares ou incorporar melhores práticas no processo.

O objetivo deste item é identificar erros sistemáticos e suas causas principais. Erros sistemáticos são erros que resultam em problemas similares, por exemplo, os tipos de problemas mais comuns identificados no escopo do item anterior (identificados, por exemplo, a partir de um gráfico de Pareto). Encontrar erros sistemáticos indica a existência de oportunidades de melhoria para o processo.

A partir da identificação dos erros sistemáticos, suas causas principais podem ser identificadas. Entre as técnicas utilizadas para encontrar as causas principais, temos o uso dos diagramas de espinha de peixe (ou diagramas de Ishikawa) [ISHIKAWA, 1976]. É sugerido envolver na identificação das causas as pessoas responsáveis por realizarem a tarefa em que os erros sistemáticos ocorreram, uma vez que informações tácitas a respeito da realização da tarefa podem ajudar na identificação das causas dos erros sistemáticos [MAYS *et al.*, 1990; CARD, 2005]. De acordo com ISHIKAWA [1976], as causas normalmente se enquadram em uma das seguintes quatro categorias: métodos, ferramentas/ambiente, pessoas, entradas/requisitos. Entretanto, o esquema de classificação pode ser diferente, refletindo especificidades da organização.

Também é objetivo deste item, desenvolver e registrar itens de ação. Os itens de ação devem ser desenvolvidos para promover a prevenção (ou detecção mais cedo, em casos que a prevenção não é possível) dos erros sistemáticos que resultam no tipo de problema analisado. As ações para resolução do problema devem ser implementadas no âmbito organizacional por meio de alterações em ativos de processo organizacional e, quando pertinente, nos projetos em andamento para prevenir a ocorrência de defeitos similares. Portanto, itens de ação para resolução de causas de problemas podem se referir a propostas de mudanças, por exemplo: (i) no processo, (ii) no treinamento; (iii) de ferramentas; (iv) de métodos; (v) de formas de comunicação; e (vi) de produtos de trabalho. Normalmente, o número de ações é pequeno, referindo-se explicitamente às causas principais. As ações devem ainda ser tão pontuais e específicas quanto possível, facilitando o acompanhamento objetivo da situação de sua implantação.

Os passos acima descritos podem ser realizados em reuniões de análise causal. Os resultados destas reuniões devem ser bem documentados, mantendo registros para assegurar que os itens de ação serão implementados. As reuniões podem ocorrer tanto no escopo da organização quanto no escopo dos projetos. Nos projetos, as reuniões de análise causal podem ser realizadas, por exemplo, em conjunto com as reuniões de monitoração ou análise *post mortem* (retrospectiva) para permitir identificar a causa de problemas específicos no contexto do projeto. No escopo da organização, reuniões periódicas podem ser realizadas para analisar os problemas

ocorridos em diversos projetos e investigar causas de problemas comuns em vários projetos da organização.

(v) dados adequados são analisados para identificar oportunidades para aplicar melhores práticas e inovações com impacto no alcance dos objetivos de negócio.

O objetivo deste item é identificar oportunidades para melhores práticas e inovações a partir da análise dos processos existentes com base nos objetivos de negócio da organização. Essas melhorias podem ser originadas de várias fontes. Exemplos de fontes possíveis são:

- Relatórios de avaliação do processo padrão baseados nas medidas coletadas dos processos;
- Relatórios de avaliações oficiais MPS ou relatórios de avaliações SCAMPI;
- Os objetivos de qualidade e de desempenho do processo;
- Análises de dados sobre problemas e satisfação do cliente e usuário final;
- Análises de dados de causas comuns de variação no desempenho e na capacidade do processo, comparados com os objetivos de melhoria dos processos;
- Ideias coletadas ao longo da execução dos processos nos projetos.

Os custos e benefícios das oportunidades de melhorias de processo e tecnológicas devem também ser analisados, quando apropriado, para garantir que os custos para implementar as melhorias são compensados pelo potencial benefício obtido. Por exemplo, o esforço de implementar testes automatizados deve ser estimado e comparado com o esforço que será reduzido na automação da execução dos testes. A análise de custo-benefício de implementar a tecnologia de automação de testes poderá ajudar a orientar a implementação dessa tecnologia em componentes de software específicos, por exemplo, a tecnologia pode se demonstrar viável de ser implementada apenas em componentes reutilizáveis que são testados diversas vezes em vários projetos da organização.

A inovação é outro direcionador da melhoria de processo e resulta de análise de dados relacionados a melhores práticas e a introdução de novas tecnologias. Uma inovação é caracterizada como uma forma radicalmente diferente de implementar uma atividade na organização. Por exemplo, implementação de uma nova técnica de análise de complexidade de produto de software.

A identificação de inovações pode ser realizada de forma passiva, por meio de revisões nas oportunidades de melhoria coletadas internamente na organização. No entanto, inovações também podem ser identificadas ativamente, por meio de investigações e monitorações de inovações usadas em outras organizações ou documentadas na forma de trabalhos de pesquisa publicados na literatura. Este item tem como objetivo identificar oportunidades de melhoria a partir de novas tecnologias e conceitos de processo. No entanto, a análise do impacto de

implantação dessas tecnologias deve também ser considerada na identificação das melhorias a serem implementadas. Por exemplo, apesar de existir na literatura relatos de experiência indicando que a automação de testes reduz significativamente o esforço na realização dos testes e a densidade de defeitos nos produtos desenvolvidos, o custo de implementação dos testes automatizados é relativamente alto. Portanto, riscos inerentes à implantação de novas tecnologias e conceitos de processo devem ser identificados e considerados na seleção das oportunidades de melhoria que serão implementadas na organização.

(vii) uma estratégia de implementação para as melhorias selecionadas foi estabelecida para alcançar os objetivos de melhoria e inovação no processo e para resolver problemas.

A complexidade da implantação organizacional e a natureza em longo prazo da melhoria contínua requerem uma estratégia adequada para garantir o sucesso do alcance das capacidades de processo do nível A do MR-MPS-SW. Esta estratégia deverá fornecer um mecanismo para garantir o alcance dos resultados que, agregados, compreendem a capacidade de processo do nível A do MR-MPS-SW. O estabelecimento de tal estratégia é o objetivo deste item. A estratégia de implementação inclui a seleção das melhorias candidatas com base na expectativa que conseguirão resolver os problemas identificados e atender aos objetivos de desempenho e de qualidade do processo. A execução dos planos elaborados como produto deste item é prevista pelo conjunto de itens do AP 5.2.

A estratégia de implementação deve conter informações sobre as melhorias que serão implementadas, a forma mais adequada de implantação das melhorias para minimizar interrupções nos processos, a identificação de ativos de processo que necessitam ser alterados, o registro de necessidades de treinamentos para garantir que os membros da organização estarão capacitados para realizar suas atividades de acordo com as melhorias implantadas, a identificação de medidas de retorno do investimento da implementação das melhorias, entre outras.

Este item complementa o resultado AMP6 – “Um plano de implementação de melhorias nos processos é definido e executado, e os efeitos desta implementação são monitorados e confirmados com base nos objetivos de melhoria” do processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP). No plano de implementação de melhorias nos processos, devem ser considerados itens de ação específicos para implementar as melhorias inovadoras e acompanhar o alcance dos resultados esperados na organização. As soluções já identificadas como resultado da implementação de itens anteriores, priorizadas e selecionadas para implementação, também devem ser incorporadas no plano de implementação por meio da definição de itens específicos de ação.

5.3 AP 5.2 - O processo é objeto de implementação de melhorias inovadoras e incrementais

O atributo de processo AP 5.2 é a medida do quanto as mudanças na definição, gerência e desempenho do processo alcançou os objetivos. Como resultado da implementação completa deste atributo de processo:

NOTA: Caso o processo ou elementos de processo a ele relacionados não tenham sido escolhidos para análise de desempenho, AP 5.2 não é executado.

(i) o impacto de todas as mudanças propostas é avaliado com relação aos objetivos do processo definido para o projeto e do processo padrão.

O objetivo deste item é estimar o impacto de oportunidades de melhoria com base no conhecimento quantitativo do processo com o intuito de alcançar as maiores melhorias possíveis com os recursos existentes.

Considerando que inovações são, geralmente, mudanças grandes que têm um impacto significativo no desempenho dos processos, a maioria das inovações deve ser experimentada antes de ser implantada na organização. O impacto causado pelas melhorias pode ser inicialmente medido em projetos piloto ou também por meio de simulações do efeito da implementação das mudanças no desempenho do processo.

As mudanças propostas deverão ser implementadas somente se for observado que existe uma adequada probabilidade de se obter os benefícios esperados relacionados aos objetivos do processo definido e do processo padrão.

(ii) a implementação das mudanças acordadas é gerenciada para garantir o entendimento de qualquer variação no desempenho do processo e ações corretivas necessárias foram executadas;

Este item tem como objetivo controlar a implementação das melhorias para garantir que a estratégia de implementação está sendo seguida adequadamente e que ocorre uma quantidade mínima de interrupção no desempenho do processo. A gerência, geralmente, considera fatores críticos, como a situação do projeto e avaliação da efetividade de mudanças nos processos.

Complementa, desta forma, o resultado AMP6 – “Um plano de implementação de melhorias nos processos é definido e executado, e os efeitos desta implementação são monitorados e confirmados com base nos objetivos de melhoria” do processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP) ao executar também ações de melhoria nos processos para modificar o desempenho do processo. Além do mais, deve-se garantir que as alterações no desempenho do processo, identificadas após a implementação das melhorias inovadoras, sejam monitoradas para assegurar que suas causas sejam entendidas e que ações pertinentes sejam tomadas. Isso é importante para prevenir a ocorrência de alterações no comportamento do processo que poderão impactar negativamente no alcance dos objetivos de melhoria do processo.

(iii) as ações implementadas para resolução de problemas e melhoria no processo são acompanhadas, com uso de técnicas estatísticas e outras técnicas quantitativas, para verificar se as mudanças no processo corrigiram o problema e melhoraram o seu desempenho.

Uma vez que o processo modificado pela implementação dos itens de ação é implantado no projeto, o efeito das mudanças deve ser verificado para obter evidência de que a mudança no processo corrigiu o problema e melhorou o seu desempenho. O objetivo deste item é, então, avaliar a efetividade das mudanças, nos projetos, com relação aos resultados atuais e realizar ajustes, quando necessário, para garantir o alcance dos objetivos de melhoria do processo. Note que a partir deste nível, esta avaliação difere das avaliações de efetividade de melhorias implantadas comuns a empresas no nível E do MR-MPS-SW (ver processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP)). Este item do atributo de processo AP 5.2 pressupõe que as avaliações sejam realizadas com o uso de técnicas estatísticas e outras técnicas quantitativas.

A organização deve medir a mudança no desempenho de seu processo definido, em relação aos problemas analisados. Isto ajuda a determinar se uma mudança implementada por meio de um item de ação influenciou o desempenho do processo positivamente e em que intensidade. Um exemplo de mudança no desempenho de um processo definido pode ser a alteração na densidade de defeitos de uma documentação de projeto, que pode ser medida estatisticamente por meio de revisões por pares antes e após a melhoria ter sido feita. Em um gráfico de controle isto seria identificado pela mudança na média.

A organização deve ainda medir a capacidade do processo definido, em relação aos problemas analisados. Um exemplo de mudança na capacidade de um processo definido é a mudança em sua habilidade de se manter dentro de seus limites de especificação. No exemplo da densidade de defeitos na documentação de projeto, isto pode ser medido estatisticamente por meio da variação na densidade de defeitos. Em um gráfico de controle isto seria identificado por meio de menores limites de controle.

A habilidade de gerenciar processos quantitativamente é exigida para alcançar o nível B do MR-MPS-SW. O acompanhamento do desempenho e da capacidade pode ser realizado por meio da comunicação entre a equipe responsável pela realização dos planos de ação e os gerentes dos projetos em andamento após o início da implementação dos itens de ação.

Este item do atributo de processo AP 5.2 pode ser alcançado por meio da implementação do resultado MED5 – “Os dados requeridos são coletados e analisados” do processo Medição (MED) ao analisar as métricas que medem o desempenho do processo para verificar se os objetivos de qualidade do processo estão sendo alcançados eficientemente e se os resultados observados são decorrentes de causas comuns ou de causas especiais na implementação do processo. No caso de serem identificados problemas no alcance desses objetivos, a causa dos problemas deve ser analisada e ações para evitar que os problemas voltem a ocorrer devem ser executadas, conforme o atributo de processo AP 5.1.

(iv) dados de análise e resolução de causas de problemas são armazenados para uso em situações similares.

A organização deve manter dados da análise de causas e dos itens de ação, de modo que outros projetos e unidades organizacionais possam realizar mudanças apropriadas em seus processos e atingir resultados similares.

Exemplos de tais dados são: (i) dados sobre os problemas que foram analisados; (ii) raciocínio usado na tomada de decisões; (iii) itens de ação apontados nas reuniões de análise causal; (iv) custo das atividades de análise e de implementação dos itens de ação; e (v) medidas de mudanças no desempenho e na capacidade dos processos definidos como consequência da implementação dos itens de ação.

A preservação do conhecimento relacionado às mudanças nos processos é um aspecto crítico da capacidade dos processos no nível A do MR-MPS-SW. Este conhecimento fornece uma base para completar o ciclo de aprendizado da organização, possibilitando que novas oportunidades de melhoria surjam, com base na análise dos resultados obtidos com a implementação de inovações tecnológicas e de processo na organização.

Referências bibliográficas

- [AGARWAL e PRASAD, 2000] AGARWAL, R., PRASAD, J., **"A field study of the adoption of software process innovations by information systems professionals"**, Engineering Management, IEEE Transactions on, vol. 47, pp. 295-308, 2000.
- [ATHAIDE *et al.*, 1996] ATHAIDE, G. A., MEYERS, P. W., WILEMON, D. L., **"Seller-Buyer Interactions During the Commercialization of Technological Process Innovations"**, In: Journal of Product Innovation and Management, vol. 13, pp. 406-421, 1996.
- [BARRY *et al.*, 2007] BARRY, E. J., KEMERER, C. F., SLAUGHTER, S. A., **"How software process automation affects software evolution: a longitudinal empirical analysis"**, In: Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice, vol. 19, 2007, pp. 1-31.
- [BIEHL, 2004] BIEHL, R. E., **"Six sigma for software"**, IEEE Software, vol. 21, pp. 68-70, 2004.
- [BOEHM, 2006] BOEHM, B., **"A View of 20th and 21st Century Software Engineering"**, in 'ICSE '06: Proceeding of the 28th International Conference on Software Engineering', ACM Press, New York, NY, USA, pp. 12-29, 2006.
- [BRIAND *et al.*, 1995] BRIAND, L., EMAM, K. E., MELO, W. L., **"AINSI An Inductive Method for Software Process Improvement: Concrete Steps and Guidelines"**, Maryland, Computer Science Dep. University of Maryland, 1995.
- [CARD, 1998] CARD, D.N., **"Learning from our Mistakes with Defect Causal Analysis"**, IEEE Software , Volume 15, Issue 1, 1/1998, p.56-63, 1998.
- [CARD, 2005] CARD, D. N., **"Defect Analysis: Basic Techniques for Management and Learning"**, Advances in Computers 65: 260-297, 2005.
- [CHILLAREGE *et al.*, 1992] CHILLAREGE, R., BHANDARI, I., CHAAR, J., HALLIDAY, M., MOEBUS, D., RAY, B., WONG, M.Y., **"Orthogonal Defect Classification – A Concept for In-Process Measurement"**, IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 18, pp. 943-956, 1992.
- [CHRISTENSEN e RAYNOR, 2003] CHRISTENSEN, C. M., RAYNOR, M. E., **"The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth"**, Harvard Business School Press, p. 304, 2003.
- [CHRISTENSEN *et al.*, 2004] CHRISTENSEN, C. M., ANTHONY, S. D., ROTH, E. A., **"Seeing What's Next: Using the Theories of Innovation to Predict Industry Change"**, Harvard Business School Press, p. 312, 2004.
- [CONRADI e DYBA, 2001] CONRADI, R., DYBA, T., **"An empirical study on the utility of formal routines to transfer knowledge and experience"**, In: V. Gruhn (Ed.), Proceedings of the European Software Engineering Conference 2001 (ESEC '2001), Vienna, 10–14 Sept., ACM/IEEE CS Press, New York, pp. 268–276, 2001.

- [DAVIS, 1989] DAVIS, F., ***“Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology”***, MIS Quarterly 13 (3), pp. 319–339, 1989.
- [ECKES, 2001] ECKES, G., ***“A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros”***, Ed. Campus, Elsevier, 6ª Edição, 2001.
- [ENDRES, 1975] ENDRES, A., ***“An Analysis Of Errors and Their Causes in System Programs”***, ACM Sigplan Notices, Volume 10, Issue 6, 1975.
- [FICHMAN e KEMERER, 1993] FICHMAN, R.G., KEMERER, C.F., ***“Adoption of software engineering process innovations: the case of object orientation”***, Sloan Management Review 34 (2), pp. 7–22, 1993.
- [FLORAC e CARLETON, 1999] FLORAC, W.A., CARLETON, A.D., ***Measuring the Software Process – Statistical Process Control for Software Process Improvement***, Addison-Wesley, 1999.
- [FOWLER e RIFKIN, 1990] FOWLER, P., RIFKIN, S., ***“Software Engineering Process Group Guide”***, Pittsburgh, Software Engineering Institute, 1990.
- [GOLDMAN et al., 2003] GOLDMAN, L. I., EVANS-HILTON, E., EMMETT, H., ***“Crystal ball for Six Sigma tutorial”***, New Orleans, LA, United States, pp. 293-300, 2003.
- [GRADY, 1996] GRADY, R. B., ***“Software Failure Analysis for High-Return Process Improvement Decisions”***, Hewlett-Packard Journal, 47 (4), 15 - 24, 1996.
- [GREEN et al., 2005] GREEN, G. C., HEVNER, A. R., COLLINS, R. W., ***“The impacts of quality and productivity perceptions on the use of software process improvement innovations”***, Information and Software Technology, vol. 47, pp. 543-553, 2005.
- [HONG e GOH, 2003] HONG, G. Y., GOH, T. N., ***“Six Sigma in software quality”***, TQM Magazine, vol. 15, pp. 364-373, 2003.
- [ISHIKAWA, 1976] ISHIKAWA, K., ***Guide to Quality Control***, Asian Productivity Organization, Tokyo, 1976.
- [JONES, 1985] JONES, C.L., ***“A process-integrated approach to defect prevention”***, IBM Systems Journal, 24(2), 150-67, 1985.
- [KAPLAN e NORTON, 1992] KAPLAN, R. S., NORTON, D. P., ***“The balanced scorecard – measures that driver performance”***, Harvard Business Review, Jan/Feb, 1992.
- [KELTON e LAW, 1991] KELTON, W. D., LAW, A., ***“Simulation Modeling & Analysis”***, New York, McGraw Hill, Inc., 1991.
- [KUILBOER e ASHRAFI, 2000] KUILBOER, J. P., ASHRAFI, N., ***“Software process and product improvement: an empirical assessment”***, Information and Software Technology, vol. 42, pp. 27-34, 2000.

- [LESZAK *et al.*, 2000] LESZAK, M., PERRY, D., STOLL, D., **“A Case Study in Root Cause Defect Analysis”**, in 'International Conference on Software Engineering, ICSE 2000', pp. 428-437, 2000.
- [MAYS, 1990] MAYS, R.G., **“Applications of Defect Prevention in Software Development”**, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.8, No.2, February 1990.
- [PHILIPS, 1986] PHILIPS, R. T., **“An approach to software causal analysis and defect extinction”**, IEEE Globecom 1986, Vol. 1, (12), 412–416, 1986.
- [RIFKIN, 2001] RIFKIN, S., **“Why software process innovations are not adopted”**, IEEE Software, vol. 18, pp. 112-111, 2001.
- [ROBITAILLE, 2004] ROBITAILLE, D., **Root Cause Analysis – Basic Tools and Techniques**, Paton Press, 2004.
- [SEI, 2010] - SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE- SEI. **CMMI for Development (CMMI-DEV)**, Version 1.3, Technical Report CMU/SEI-2010-TR-033. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2010.
- [SHULL, 1998] SHULL, F., **“Developing Techniques for Using Software Documents: A Series of Empirical Studies”**, Ph.D. thesis, University of Maryland, College Park, 1998.
- [SOFTEX, 2016]. ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia Geral MPS de Software:2016**, 2016 . Disponível em: www.softex.br.

Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7:2016

Editor:

Ana Regina Rocha

COPPE/UFRJ e Implementum Consultoria

Revisor:

Cristina Teles Cerdeiral

UNIRIO e Implementum Consultoria

Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7:2011

Editores:

Gleison dos Santos Souza	COPPE/UFRJ
Ana Regina C. Rocha	COPPE/UFRJ (Coordenadora da ETM)

Revisores:

Danilo Scalet	CELEPAR
Reinaldo Cabral Silva Filho	COPPE/UFRJ e UFAL

Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7:2009

Editores:

Ana Regina C. Rocha	COPPE/UFRJ (Coordenadora da ETM)
Gleison dos Santos Souza	COPPE/UFRJ
Mariano Angel Montoni	COPPE/UFRJ

Revisores:

Ana Liddy C. C. Magalhães	QualityFocus e Universidade FUMEC
Marcos Kalinowski	COPPE/UFRJ

Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 7 versão 1.0 – Julho/2007

Editores:

Ana Regina C. Rocha	COPPE/UFRJ (Coordenadora da ETM)
Mariano Angel Montoni	COPPE/UFRJ

Colaboradores:

Gleison dos Santos Souza	COPPE/UFRJ
Marcos Kalinowski	COPPE/UFRJ

Revisores:

Danilo Scalet	CELEPAR
---------------	---------