

MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro

Guia de Implementação – Parte 9: Implementação do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software

Este guia contém orientações para a implementação do Modelo de Referência MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Outubro de 2009

Copyright © 2009 - SOFTEX

Direitos desta edição reservados pela Sociedade SOFTEX

A distribuição ilimitada desse documento está sujeita a *copyright*

ISBN 978-85-99334-16-4

Sumário

1	Prefácio	4
2	Introdução.....	5
3	Objetivo	6
4	Implementação do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software	7
5	Descrição do MR-MPS.....	8
5.1	Níveis de maturidade.....	9
5.2	Processo	9
5.3	Capacidade do processo.....	9
6	Implementação do Nível G do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	13
6.1	Gerência de Projetos (GPR).....	13
6.2	Gerência de Requisitos (GRE)	26
6.3	Os atributos de processo no nível G	31
7	Implementação do Nível F do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	35
7.1	Evoluindo do nível G para o nível F	35
7.2	Começando a implementação do MR-MPS pelo nível F	36
7.3	Aquisição (AQU)	36
7.4	Gerência de Configuração (GCO)	44
7.5	Gerência de Portfólio de Projetos (GPP)	55
7.6	Garantia da Qualidade (GQA)	59
7.7	Medição (MED).....	65
7.8	Os atributos de processo no nível F.....	73
8	Implementação do Nível E do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	76
8.1	Evoluindo do nível F para o nível E.....	76
8.2	Começando a implementação do MR-MPS pelo nível E	77
8.3	Gerência de Projetos (GPR) (evolução).....	78
8.4	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP).....	82
8.5	Definição do Processo Organizacional (DFP).....	89
8.6	Gerência de Recursos Humanos (GRH)	97
8.7	Gerência de Reutilização (GRU)	112
8.8	Os atributos de processo no nível E.....	118
9	Implementação do Nível D do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	122
9.1	Evoluindo do nível E para o nível D	122
9.2	Desenvolvimento de Requisitos (DRE)	123
9.3	Integração do Produto (ITP)	131
9.4	Projeto e Construção do Produto (PCP)	140
9.5	Validação (VAL).....	146
9.6	Verificação (VER)	152
9.7	Os atributos de processo no nível D	159
10	Implementação do Nível C do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	160

10.1	Evoluindo do nível D para o nível C	160
10.2	Desenvolvimento para Reutilização (DRU)	160
10.3	Gerência de Decisões (GDE)	168
10.4	Gerência de Riscos (GRI)	174
10.5	Os atributos de processo no nível C	180
11	Implementação do Nível B do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	181
11.1	Gerência de Projetos (GPR) (evolução).....	182
11.2	Os atributos de processo no nível B.....	194
12	Implementação do Nível A do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software.....	210
12.1	Os atributos de processo no nível A.....	211
12.2	Fundamentação teórica	212
	Referências bibliográficas	225
	Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 9.....	240

1 Prefácio

O 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), que conta com apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

O objetivo do programa MPS.BR (acrônimo) é a Melhoria de Processo do Software Brasileiro, com duas metas a alcançar a médio e longo prazos:

a) meta técnica, visando à criação e aprimoramento do modelo MPS, com resultados esperados tais como: (i) guias do modelo MPS; (ii) Instituições Implementadoras (II) credenciadas para prestar serviços de consultoria de implementação do modelo de referência MR-MPS; (iii) Instituições Avaliadoras (IA) credenciadas para prestar serviços de avaliação seguindo o método de avaliação MA-MPS; (iv) Consultores de Aquisição (CA) certificados para prestar serviços de consultoria de aquisição de software e serviços relacionados;

b) meta de mercado, visando à disseminação e adoção do modelo MPS, em todas as regiões do país, em um intervalo de tempo justo, a um custo razoável, tanto em PME (foco principal) quanto em grandes organizações públicas e privadas, com resultados esperados tais como: (i) criação e aprimoramento do modelo de negócio MN-MPS; (ii) cursos, provas e workshops; (iii) organizações que implementaram o modelo MPS; (iv) organizações com avaliação MPS publicada (prazo de validade de três anos).

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

Cabe ao FCC: (i) emitir parecer que subsidie decisão da SOFTEX sobre o credenciamento de Instituições Implementadoras (II) e Instituições Avaliadoras (IA); (ii) monitorar os resultados das Instituições Implementadoras (II) e Instituições Avaliadoras (IA), emitindo parecer propondo à SOFTEX o seu descredenciamento no caso de comprometimento da credibilidade do modelo MPS.

Cabe à ETM apoiar a SOFTEX sobre os aspectos técnicos relacionados ao Modelo de Referência (MR-MPS) e Método de Avaliação (MA-MPS), para: (i) criação e aprimoramento contínuo do MR-MPS, MA-MPS e seus guias específicos; (ii) capacitação de pessoas por meio de cursos, provas e workshops.

¹ MPS.BR, MR-MPS, MA-MPS e MN-MPS são marcas da SOFTEX. A sigla MPS.BR está associada ao programa MPS.BR – Melhoria do Processo de Software Brasileiro e a sigla MPS está associada ao modelo MPS – Melhoria do Processo de Software.

A criação e o aprimoramento deste Guia de Implementação são também atribuições da ETM, sendo que este guia faz parte do seguinte conjunto de documentos do modelo MPS:

- Guia Geral: 2009 [SOFTEX, 2009a];
- Guia de Implementação (partes 1 a 10);
- Guia de Avaliação:2009 [SOFTEX, 2009b]; e
- Guia de Aquisição:2009 [SOFTEX, 2009c].

Este 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.

O Guia de implementação está subdividido em dez partes, contemplando, respectivamente, os seguintes níveis de maturidade:

- Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível G do MR-MPS:2009;
- Parte 2: Fundamentação para Implementação do Nível F do MR-MPS:2009;
- Parte 3: Fundamentação para Implementação do Nível E do MR-MPS:2009;
- Parte 4: Fundamentação para Implementação do Nível D do MR-MPS:2009;
- Parte 5: Fundamentação para Implementação do Nível C do MR-MPS:2009;
- Parte 6: Fundamentação para Implementação do Nível B do MR-MPS:2009;
- Parte 7: Fundamentação para Implementação do Nível A do MR-MPS:2009; e
- Parte 8: Implementação do MR-MPS:2009 (Níveis G a A) em organizações que adquirem software;
- Parte 9: Implementação do MR-MPS:2009 (Níveis G a A) em organizações do tipo Fábrica de Software;
- Parte 10: Implementação do MR-MPS:2009 (Níveis G a A) em organizações do tipo Fábrica de Teste.

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.

Busca-se que o modelo MPS seja adequado ao perfil de empresas com diferentes tamanhos e características, públicas e privadas, embora com especial atenção às micro, pequenas e médias empresas. Também se espera que o modelo MPS seja compatível com os padrões de qualidade aceitos internacionalmente e que tenha como pressuposto o aproveitamento de toda a competência existente nos padrões e modelos de melhoria de processo já disponíveis. Dessa forma, ele tem como base os requisitos de processos definidos nos modelos de melhoria de processo e atende a necessidade de implantar os princípios de engenharia de software de forma adequada ao contexto das empresas, estando em consonância com as principais abordagens internacionais para definição, avaliação e melhoria de processos de software.

O modelo MPS baseia-se nos conceitos de maturidade e capacidade de processo para a avaliação e melhoria da qualidade e produtividade de produtos de software e serviços correlatos. Dentro desse contexto, o modelo MPS possui três componentes: Modelo de Referência (MR-MPS), Método de Avaliação (MA-MPS) e Modelo de Negócio (MN-MPS).

O modelo MPS está descrito por meio de documentos em formato de guias:

- Guia Geral: contém a descrição geral do modelo MPS e detalha o Modelo de Referência (MR-MPS), seus componentes e as definições comuns necessárias para seu entendimento e aplicação [SOFTEX, 2009a].
- Guia de Aquisição: descreve um processo de aquisição de software. É descrito de forma a apoiar as instituições que queiram adquirir produtos de software apoiando-se no MR-MPS [SOFTEX, 2009c].
- Guia de Avaliação: descreve o processo e o método de avaliação MA-MPS, os requisitos para avaliadores líderes, avaliadores adjuntos e Instituições Avaliadoras (IA) [SOFTEX, 2009b].
- Guia de Implementação: série de dez documentos que fornecem orientações para implementar nas organizações os níveis de maturidade descritos no Modelo de Referência MR-MPS.

3 Objetivo

O Guia de Implementação fornece orientações para implementar 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 9 do Guia de Implementação e aborda a implementação do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software².

² Este Guia de Implementação utiliza o termo Fábrica de Software no sentido de Fábrica de Código.

Este documento é destinado, mas não está limitado, a organizações interessadas em utilizar o MR-MPS para melhoria de seus processos de software e às Instituições Implementadoras (II) e às Instituições Avaliadoras (IA).

4 Implementação do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software

As organizações do tipo Fábrica de Software são contratadas para o desenvolvimento da etapa de codificação de projetos de software. Nestes casos, as demais etapas do ciclo de vida (como, por exemplo, requisitos e especificações) são de responsabilidade da organização contratante.

Os projetos em uma Fábrica de Software iniciam com a recepção e a aceitação das especificações, o que representa, para estas organizações, o entendimento dos requisitos.

Este Guia de Implementação trata de como organizações do tipo Fábrica de Software podem implementar o MR-MPS e estar aderentes a um de seus níveis de maturidade.

Alguns processos podem ser excluídos, total ou parcialmente, do escopo de uma avaliação MPS por não serem pertinentes ao negócio da unidade organizacional que está sendo avaliada. Cada exclusão deve ser justificada no Plano de Avaliação. A aceitação das exclusões e suas justificativas é responsabilidade do Avaliador Líder, conforme descrito no Guia de Avaliação [SOFTEX, 2009b].

Para organizações do tipo Fábrica de Software não são permitidas exclusões dos seguintes processos ou de seus resultados esperados:

- Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP)
- Definição do Processo Organizacional (DFP)
- Garantia da Qualidade (GQA)
- Gerência de Configuração (GCO)
- Gerência de Decisões (GDE)
- Gerência de Projetos (GPR)
- Gerência de Portfólio de Projetos (GPP)
- Gerência de Recursos Humanos (GRH)
- Gerência de Requisitos (GRE)
- Gerência de Reutilização (GRU)
- Gerência de Riscos (GRI)
- Medição (MED)
- Verificação (VER)

Para organizações do tipo Fábrica de Software é permitida a exclusão do seguinte processo, seguindo as orientações da Tabela 4-1.

- Desenvolvimento para Reutilização (DRU)

Tabela 4-1 – Exclusões dos Resultados de DRU.

Oportunidades (DRU1)	Capacidade (DRU2)	Solução
Sim	Sim	- Os demais resultados do DRU são obrigatórios
Sim	Não	- Deve executar ações corretivas para gerar capacidade - Deve comprovar que essas ações corretivas estão em andamento - Os demais resultados podem ser excluídos dessa avaliação - Para a próxima avaliação, dentro de 3 anos, deve obrigatoriamente ter construído a capacidade
Não	Excluído	- Deve mostrar, via processo formal de tomada de decisão, que não existem oportunidades de reutilização - Os demais resultados podem ser excluídos enquanto houver ausência de oportunidades de reutilização (nessa e em próximas avaliações)

Para organizações do tipo Fábrica de Software são permitidas exclusões dos seguintes processos ou de seus resultados esperados, dependendo das características da organização:

- Aquisição (AQU)
- Desenvolvimento de Requisitos (DRE)
- Integração de Produto (ITP)
- Projeto e Construção do Produto (PCP)
- Validação (VAL)

A discussão de quando cada resultado pode ser excluído é feita ao longo deste guia de implementação ao se tratar de cada processo específico.

Com relação aos resultados de atributos de processo, nos níveis A e B, os resultados RAP 23 a RAP 46 podem ficar fora do escopo da avaliação para alguns dos processos da organização. Apenas os processos críticos da organização, selecionados para controle estatístico, devem implementar todos os resultados de atributos de processo.

5 Descrição do MR-MPS

O Modelo de Referência MR-MPS define níveis de maturidade que são uma combinação entre processos e sua capacidade.

A definição dos processos segue os requisitos para um modelo de referência de processo apresentados na ISO/IEC 15504-2, declarando o propósito e os resultados esperados de sua execução. Isso permite avaliar e atribuir graus de efetividade na

execução dos processos. As atividades e tarefas necessárias para atender ao propósito e aos resultados esperados não são definidas neste guia, devendo ficar a cargo dos usuários do MR-MPS.

A capacidade do processo é a caracterização da habilidade do processo para alcançar os objetivos de negócio, atuais e futuros; estando relacionada com o atendimento aos atributos de processo associados aos processos de cada nível de maturidade.

5.1 Níveis de maturidade

Os níveis de maturidade estabelecem patamares de evolução de processos, caracterizando estágios de melhoria da implementação de processos na organização. O nível de maturidade em que se encontra uma organização permite prever o seu desempenho futuro ao executar um ou mais processos. O MR-MPS define sete níveis de maturidade: A (Em Otimização), B (Gerenciado Quantitativamente), C (Definido), D (Largamente Definido), E (Parcialmente Definido), F (Gerenciado) e G (Parcialmente Gerenciado). A escala de maturidade se inicia no nível G e progride até o nível A. Para cada um destes sete níveis de maturidade é atribuído um perfil de processos que indicam onde a organização deve colocar o esforço de melhoria. O progresso e o alcance de um determinado nível de maturidade do MR-MPS se obtêm quando são atendidos os propósitos e todos os resultados esperados dos respectivos processos e os resultados esperados dos atributos de processo estabelecidos para aquele nível.

A divisão em 7 estágios tem o objetivo de possibilitar uma implementação e avaliação adequada às micros, pequenas e médias empresas. A possibilidade de se realizar avaliações considerando mais níveis também permite uma visibilidade dos resultados de melhoria de processos em prazos mais curtos.

5.2 Processo

Os processos no MR-MPS são descritos em termos de propósito e resultados. O propósito descreve o objetivo geral a ser atingido durante a execução do processo. Os resultados esperados do processo estabelecem os resultados a serem obtidos com a efetiva implementação do processo. Estes resultados podem ser evidenciados por um produto de trabalho produzido ou uma mudança significativa de estado ao se executar o processo.

5.3 Capacidade do processo

A capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No MR-MPS, à medida que a organização/unidade organizacional evolui nos níveis de maturidade, um maior nível de capacidade para desempenhar o processo deve ser atingido.

O atendimento aos atributos do processo (AP), pelo atendimento aos resultados esperados dos atributos do processo (RAP), é requerido para todos os processos no nível correspondente ao nível de maturidade, embora eles não sejam detalhados dentro de cada processo. Os níveis são acumulativos, ou seja, se a organização está no nível F, esta possui o nível de capacidade do nível F que inclui os atributos

de processo dos níveis G e F para todos os processos relacionados no nível de maturidade F (que também inclui os processos de nível G). Isto significa que, ao passar do nível G para o nível F, os processos do nível de maturidade G passam a ser executados no nível de capacidade correspondente ao nível F. Em outras palavras, na passagem para um nível de maturidade superior, os processos anteriormente implementados devem passar a ser executados no nível de capacidade exigido neste nível superior.

Os diferentes níveis de capacidade dos processos são descritos por nove atributos de processo (AP), conforme definido a seguir:

AP 1.1 O processo é executado: Este atributo é uma medida do quanto o processo atinge o seu propósito.

AP 2.1 O processo é gerenciado: Este atributo é uma medida do quanto a execução do processo é gerenciada.

AP 2.2 Os produtos de trabalho do processo são gerenciados: Este atributo é uma medida do quanto os produtos de trabalho produzidos pelo processo são gerenciados apropriadamente.

AP 3.1. O processo é definido: Este atributo é uma medida do quanto um processo padrão é mantido para apoiar a implementação do processo definido.

AP 3.2 O processo está implementado: Este atributo é uma medida do quanto o processo padrão é efetivamente implementado como um processo definido para atingir seus resultados.

AP 4.1 O processo é medido: Este atributo é uma medida do quanto os resultados de medição são usados para assegurar que a execução do processo atinge os seus objetivos de desempenho e apoia o alcance dos objetivos de negócio definidos.

AP 4.2 O processo é controlado: Este atributo é uma medida do quanto o processo é controlado estatisticamente para produzir um processo estável, capaz e previsível dentro de limites estabelecidos.

AP 5.1 O processo é objeto de melhorias e inovações: Este atributo é uma medida do quanto as mudanças no processo são identificadas a partir da análise de defeitos, problemas, causas comuns de variação do desempenho e da investigação de enfoques inovadores para a definição e implementação do processo.

AP 5.2 O processo é otimizado continuamente: Este atributo é uma medida do quanto as mudanças na definição, gerência e desempenho do processo têm impacto efetivo para o alcance dos objetivos relevantes de melhoria do processo.

O alcance de cada atributo de processo é avaliado utilizando os respectivos resultados esperados de atributo de processo (RAP). Os atributos de processos e seus respectivos resultados esperados são discutidos ao se descrever cada um dos níveis do MR-MPS.

A Tabela 5-1 apresenta os níveis de maturidade do MR-MPS, os processos e os atributos de processo correspondentes a cada nível.

Tabela 5-1 – Níveis de maturidade do MR-MPS.

Nível	Processos	Atributos de Processo
A		AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2 , AP 5.1 e AP 5.2
B	Gerência de Projetos – GPR (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1 e AP 4.2
C	Gerência de Riscos – GRI	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
	Desenvolvimento para Reutilização – DRU	
	Gerência de Decisões – GDE	
D	Verificação – VER	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
	Validação – VAL	
	Projeto e Construção do Produto – PCP	
	Integração do Produto – ITP	
	Desenvolvimento de Requisitos – DRE	
E	Gerência de Projetos – GPR (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
	Gerência de Reutilização – GRU	
	Gerência de Recursos Humanos – GRH	
	Definição do Processo Organizacional – DFP	
	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional – AMP	
F	Medição – MED	AP 1.1, AP 2.1 e AP 2.2
	Garantia da Qualidade – GQA	
	Gerência de Portfólio de Projetos – GPP	
	Gerência de Configuração – GCO	
	Aquisição – AQU	
G	Gerência de Requisitos – GRE	AP 1.1 e AP 2.1
	Gerência de Projetos – GPR	

Nota: Os atributos de processo AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 e AP 5.2 somente devem ser implementados para os processos críticos da organização/unidade organizacional, selecionados para análise de desempenho. Os demais atributos de processo devem ser implementados para todos os processos.

6 Implementação do Nível G do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

6.1 Gerência de Projetos (GPR)

6.1.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Projetos é estabelecer e manter planos que definem as atividades, recursos e responsabilidades do projeto, bem como prover informações sobre o andamento do projeto que permitam a realização de correções quando houver desvios significativos no desempenho do projeto. O propósito deste processo evolui à medida que a organização cresce em maturidade. Assim, a partir do nível E, alguns resultados evoluem e outros são incorporados, de forma que a gerência de projetos passe a ser realizada com base no processo definido para o projeto e nos planos integrados. No nível B, a gerência de projetos passa a ter um enfoque quantitativo, refletindo a alta maturidade que se espera da organização. Novamente, alguns resultados evoluem e outros são incorporados.

O processo Gerência de Projetos (GPR) envolve várias atividades, como: desenvolver um plano geral de controle do projeto; obter o comprometimento e mantê-lo ao longo de toda a execução do projeto; e conhecer o progresso do projeto, de maneira que ações corretivas possam ser tomadas quando a execução do projeto desviar do planejado.

O desenvolvimento do plano do projeto inclui: identificar e estimar o escopo, os produtos de trabalho e as tarefas do projeto; estabelecer recursos necessários; identificar e analisar riscos do projeto; estabelecer compromissos; e definir cronograma de execução baseado no ciclo de vida definido para o projeto. O plano do projeto estabelece a base de execução e controle para as atividades do projeto junto aos seus interessados (especialmente o cliente). Todos os interessados devem estar comprometidos com ele.

O progresso da execução do projeto é determinado pela comparação dos atributos reais de produtos de trabalho e tarefas, esforço, custo e cronograma com o que foi planejado nos marcos ou em pontos de controle predefinidos no planejamento do projeto. Um marco é um ponto de revisão, por exemplo, o início ou o final de cada fase do projeto ou algumas atividades de fundamental importância para o seu sucesso. A revisão de início de fase de projeto tem por objetivo verificar se as condições para que uma fase seja iniciada estão atendidas. Pode ser que, mesmo que a fase anterior não esteja encerrada, seja possível iniciar a nova fase, nas condições atendidas e com prazos para o cumprimento de algumas outras condições. A revisão de fim de fase de projeto tem por objetivo verificar se todos os critérios de encerramento de fase foram cumpridos. As revisões em marcos podem ter um caráter formal, com participação de gerências superiores, representantes do cliente e outras partes interessadas no projeto. Sempre que necessário, deve-se realizar um replanejamento e uma nova análise de sua viabilidade. Pontos de controle representam pontos entre um marco e outro nos quais revisões são realizadas para avaliar o andamento do projeto, porém, não estão no caminho crítico do projeto, ou seja, o projeto pode prosseguir mesmo que a revisão de um ponto de controle não tenha sido concluída. A visibilidade apropriada possibilita a tomada de

ações corretivas quando o *status* do projeto se desvia significativamente do esperado. Tais ações podem exigir o replanejamento, para incluir a revisão do plano original, o estabelecimento de novos acordos ou atividades adicionais de mitigação de riscos no plano.

Alguns resultados do processo Gerência de Projetos (GPR) evoluem e outros são adicionados ao processo nos níveis de maturidade E e B do MR-MPS.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Projetos (GPR) no nível de maturidade G do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

6.1.2 Fundamentação teórica

O PMI (*Project Management Institute*), um dos mais conceituados e reconhecidos institutos na área de gerenciamento de projetos, é responsável pela publicação e atualização do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) [PMI, 2008a]. O PMBOK é um guia em gerência de projetos. Ele agrupa o conhecimento em gerência de projetos que é amplamente reconhecido como as boas práticas deste tipo de gerenciamento.

Antes de falar de gerenciamento de projetos, é conveniente definir o que é um projeto. No MPS.BR, a definição de projeto é “Um empreendimento realizado para criar um produto. O projeto se caracteriza por temporalidade e resultado, produto único e elaboração progressiva” [SOFTEX, 2009a]. A temporalidade na definição de projeto significa que todos os projetos possuem um início e um fim bem definidos e estabelecidos. O fim do projeto é atingido quando os objetivos do projeto tiverem sido alcançados, quando se tornar claro que os objetivos não serão ou não poderão ser alcançados ou ainda quando o projeto for cancelado.

O termo “produto ou resultado exclusivo” são as entregas exclusivas de um projeto. A exclusividade é uma característica importante a ser observada nas entregas do projeto. Outra característica importante de projeto é a elaboração progressiva que integra os conceitos de temporalidade e exclusividade. Elaboração progressiva significa desenvolver em etapas e por incrementos. Por exemplo, o escopo do projeto será identificado de maneira geral no início do projeto e se tornará mais claro e refinado à medida que a equipe do projeto desenvolve um entendimento mais completo dos objetivos e das entregas.

Outro conceito importante a ser destacado são as operações. Assim como os projetos, as operações constituem a execução de um trabalho para atingir um conjunto de objetivos, compartilhando algumas características, por exemplo, são planejadas, executadas e controladas por pessoas e têm restrições de recursos. As operações e os projetos diferem principalmente no que diz respeito à temporalidade,

pois as operações são contínuas e repetitivas, enquanto os projetos são temporários e exclusivos.

Embora exista essa pequena diferença conceitual entre projeto e operação, muitas operações são redefinidas e gerenciadas como projeto, prática comumente chamada de “Gerenciamento por Projetos”. Uma organização que adota essa abordagem estabelece atividades de acordo com a definição de projeto apresentada anteriormente. Contudo, isso não significa que todas as operações podem ou devem ser tratadas como projeto. A adoção da abordagem de “Gerenciamento por Projeto” envolve também a adoção de uma cultura organizacional semelhante à cultura de gerenciamento de projeto.

O gerenciamento de projeto na visão do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) [PMI, 2008a] é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de atender aos seus requisitos. Gerenciar projeto envolve identificar as necessidades, estabelecer objetivos claros e viáveis e balancear as demandas conflitantes em termos de qualidade, escopo, tempo e custo. Um processo de gerenciamento de projeto identifica, estabelece, coordena e produz um produto, de acordo com seus requisitos.

O IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), em seu Glossário Padrão de Terminologias da Engenharia de Software [IEEE, 1990], diz que a gerência de projetos de software pode ser definida como a aplicação de planejamento, coordenação, medição, monitoramento, controle e divulgação de relatórios, com o intuito de garantir que o desenvolvimento e a manutenção de software sejam sistemáticos, disciplinados e qualificados. E, segundo a norma internacional ISO/IEC 12207, o propósito da gerência de projetos é identificar, estabelecer, coordenar e monitorar as atividades, tarefas e recursos que um projeto necessita para produzir um produto, no contexto dos requisitos e restrições do projeto [ISO/IEC, 2008].

Vale ressaltar que a gerência de esforço, custos, cronograma, equipe, riscos e de outros fatores está intimamente relacionada a tarefas do processo definido do projeto, o qual pode, também, fazer parte do plano do projeto. Certas atividades serão, em níveis mais altos de maturidade, cobertas em outros planos que afetam o projeto, como plano de garantia da qualidade, plano de gerência de riscos, plano de gerência de configuração, plano de verificação e plano de validação. No contexto da gerência do projeto, integração inclui características como unificação, consolidação, articulação e ações de integração que são cruciais para concluir o projeto, atender satisfatoriamente os requisitos dos interessados e clientes e gerenciar as expectativas [PMI, 2008a].

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Em organizações do tipo Fábrica de Software, o gerenciamento do projeto pode ser realizado da mesma forma que para outros tipos de organização. A diferença normalmente reside no escopo do trabalho que foca a etapa de construção (implementação) de código.

6.1.3 Resultados esperados

GPR1 - O escopo do trabalho para o projeto é definido

O escopo do projeto define todo o trabalho necessário, e somente ele, para entregar um produto que satisfaça as necessidades, características e funções especificadas para o projeto, de forma a concluí-lo com sucesso.

O escopo é o ponto de partida para o planejamento do projeto. A definição do escopo deve estabelecer o que está e o que não está incluído no projeto. Para isso, o escopo em geral contém a definição do objetivo e da motivação, os limites e restrições, todos os produtos que serão entregues e os outros produtos gerados pelo projeto, entre outras informações.

O escopo pode ser representado por meio de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP) também conhecida como WBS (*Work Breakdown Structure*). A EAP fornece um esquema para identificação e organização das unidades lógicas de trabalho a serem gerenciadas, que são chamadas de “pacotes de trabalho” (*work packages*).

Este resultado também pode ser implementado por meio de um Documento de Visão ou outro documento que defina, claramente, o escopo do trabalho.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Em organizações do tipo Fábrica de Software é importante deixar claro o que é de responsabilidade do contratante do serviço, uma vez que normalmente apenas uma parte do ciclo de vida (codificação) compõe o escopo do projeto que será desenvolvido pela Fábrica de Software.

É importante inserir na documentação do escopo, a etapa referente à recepção/compreensão das especificações que, neste caso, constituem uma parte relevante das atividades iniciais de uma Fábrica de Software.

É igualmente importante inserir na documentação do escopo quais são as etapas de teste que serão desempenhadas pela Fábrica de Software.

GPR2 - As tarefas e os produtos de trabalho do projeto são dimensionados utilizando métodos apropriados

O escopo do projeto, identificado na forma dos seus principais produtos de trabalho e das tarefas do projeto, deve agora ser decomposto em componentes menores, mais facilmente gerenciáveis e possíveis de serem dimensionados.

Uma estrutura de decomposição do trabalho apropriada deve ser estabelecida. Esta estrutura de decomposição pode ser a EAP do projeto ou estrutura equivalente. A estrutura de decomposição fornece uma referência para a atribuição de tamanho, esforço, cronograma e responsabilidades e é utilizada como uma estrutura subjacente para planejar, organizar e controlar o trabalho executado no projeto. O tamanho é a principal entrada de muitos modelos utilizados para estimar o esforço, custo e cronograma. Este resultado diz respeito à estimativa de tamanho, enquanto o GPR4 refere-se à estimativa de esforço e custo.

O tamanho é a dimensão das funcionalidades sob o ponto de vista do usuário. São contadas tabelas internas e externas ao sistema, classes, objetos, relatórios, telas, consultas a banco de dados, cálculos, transações e atores dos casos de uso, linhas de código etc. Uma técnica bastante utilizada para medir o tamanho do software é a técnica de Análise de Pontos por Função (APF) [VAZQUEZ et al., 2005], que visa estabelecer uma medida de tamanho do software em Pontos por Função. No entanto, é importante enfatizar que o uso de uma técnica deste tipo não é exigido no nível G do MPS.BR, porém será obrigatória a partir do nível E. No nível G, a estimativa de escopo, produtos e tarefas pode ser feita baseada na complexidade, no número de requisitos ou no uso da EAP juntamente com dados históricos e a experiência em projetos anteriores. Uma organização pode também aplicar técnicas de estimativas próprias que se mostraram eficientes e adequadas às necessidades e características da empresa.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Em organizações do tipo Fábrica de Software, a estimativa precisa de tamanho é essencial para estabelecer, com segurança, os parâmetros do contrato. Neste caso, esta estimativa também é mais factível de ser obtida, uma vez que o produto já está especificado em nível mais detalhado, o que tende a garantir maior precisão na estimativa. Embora técnicas de estimativa mais elaboradas não sejam exigidas no Nível G do MPS.BR, é muito comum que sejam parte da negociação de contratos em organizações do tipo Fábrica de Software.

GPR3 - O modelo e as fases do ciclo de vida do projeto são definidos

O ciclo de vida de um projeto consiste de fases e atividades que são definidas de acordo com o escopo dos requisitos, as estimativas para os recursos e a natureza do projeto, visando oferecer maior controle gerencial.

O ciclo de vida de projeto define um conjunto de fases, que por sua vez geram produtos de trabalho necessários para o desenvolvimento de fases posteriores. Essa organização em fases permite planejar o projeto, incluindo marcos importantes para o controle e revisões.

As fases do ciclo de vida representam, de forma abstrata, o esqueleto do processo, que pode ser chamado de modelo de ciclo de vida. De maneira geral, este modelo descreve a estrutura de organização de atividades do processo em fases e define como essas fases estão relacionadas. Entretanto, ele não descreve um curso de ações precisas, recursos, procedimentos e restrições. A escolha de um modelo é fortemente dependente das características do projeto. Assim, é importante conhecer alguns modelos de ciclo de vida e em que situações são aplicáveis. Os principais modelos de ciclo de vida podem ser agrupados em três categorias principais: modelos sequenciais ou cascata, modelos incrementais e modelos evolutivos [ISO/IEC, 1998]. Cada um destes modelos pode ser utilizado na sua forma original ou eles podem ser combinados para criar outro modelo de ciclo de vida híbrido. Na norma ISO/IEC 15271 a aplicação de cada modelo de ciclo de vida é detalhada. No entanto, outros tipos de modelos de ciclo de vida têm sido cada vez mais adotados pelas organizações, como o RUP (*Rational Unified Process*) [KRUCHTEN, 2003] e suas variações.

O ciclo de vida dos projetos pode estar predefinido no âmbito organizacional, ou seja, a organização pode preestabelecer que todos os projetos tenham o mesmo ciclo de vida. Pode-se, ainda, predefinir mais de um modelo de ciclo de vida para a organização. Neste caso, para cada projeto, será selecionado aquele que melhor atender às suas características.

A determinação das fases do ciclo de vida do projeto possibilita períodos planejados de avaliação e de tomada de decisões, nos quais compromissos significativos são realizados com relação aos recursos, abordagem técnica, reavaliação de escopo e custo do projeto.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

As organizações do tipo Fábrica de Software geralmente executam apenas uma parte do ciclo de vida, que corresponde às atividades de implementação (codificação) e testes unitários ou em nível de módulos.

É importante detalhar como o ciclo de vida será organizado e como as entregas parciais ocorrerão, se for o caso. Entregas parciais devem ser planejadas junto à organização contratante, de modo a sincronizá-las com o projeto de desenvolvimento como um todo.

Uma etapa essencial neste tipo de organização é a de recepção, compreensão e aceitação das especificações recebidas, que deve preceder o início da codificação. Refira-se a GRE 1 para maiores detalhes desta etapa.

GPR4 - (Até o nível F) O esforço e o custo para a execução das tarefas e dos produtos de trabalho são estimados com base em dados históricos ou referências técnicas

As estimativas de esforço e custo são, normalmente, baseadas nos resultados de análises utilizando modelos e/ou dados históricos aplicados ao tamanho, atividades e outros parâmetros de planejamento.

É importante destacar que dados históricos incluem os dados de custo, esforço e tempo de projetos executados anteriormente, além de dados apropriados de escala para equilibrar as diferenças de tamanho e complexidade.

As estimativas de esforço e custo tipicamente consideram: o escopo, produtos de trabalho e as tarefas estimadas para o projeto; os riscos; as mudanças já previstas; o ciclo de vida escolhido para o projeto; viagens previstas; nível de competência da equipe do projeto, dentre outros.

Normalmente as estimativas do escopo, produtos de trabalho e as tarefas estimadas para o projeto são afetadas pelos parâmetros de produtividade, resultando nas estimativas de esforço e custo. Os parâmetros de produtividade são baseados em dados históricos e devem ser periodicamente calibrados. Os parâmetros de produtividade podem ter valores diversos, conforme fatores como tecnologia adotada, experiência do profissional, grau de ineditismo do serviço para a organização ou para os profissionais alocados.

Empresas implementando o nível G do MR-MPS geralmente não possuem bases de dados históricas. Entretanto, para alcançar níveis superiores de maturidade é

preciso que essa base seja construída e os dados obtidos pelos projetos executados, mesmo no nível G, são fortes candidatos a alimentá-la.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software é mais viável obter estimativas de maior precisão, uma vez que estas se baseiam em especificações mais detalhadas. Devido ao seu escopo reduzido de atuação (etapa de codificação), as bases históricas tendem a refletir mais recisamente o relacionamento entre tamanho e esforço.

GPR5 - O orçamento e o cronograma do projeto, incluindo a definição de marcos e pontos de controle, são estabelecidos e mantidos

As dependências entre tarefas são estabelecidas e potenciais gargalos são identificados utilizando métodos apropriados (por exemplo, análise de caminho crítico). Os gargalos são resolvidos quando possível e o cronograma das atividades com início, duração e término é estabelecido. Recursos requeridos são refletidos nos custos estimados. Uma forma de se definir o cronograma é utilizando a EAP e as estimativas de esforço e custo (GPR4), considerando as dependências entre as tarefas e os marcos e pontos de controle – eventos que são considerados significativos no âmbito do projeto. É importante ter-se o cuidado de manter a coerência entre ciclo de vida, EAP, estimativas e cronogramas.

O orçamento do projeto é estabelecido com base no cronograma e na estimativa de custos.

Este resultado é importante porque o cronograma e o orçamento são instrumentos fundamentais para o acompanhamento do dia-a-dia do projeto. Desta forma, sempre que necessário, devem ser revistos e atualizados.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software é importante definir certas pré-condições para o início de algumas de suas atividades, como, por exemplo, o recebimento das especificações vindas da contratante. Em uma organização do tipo Fábrica de Software, muitas das dependências que podem gerar gargalos serão provenientes de atividades da contratante.

GPR6 - Os riscos do projeto são identificados e o seu impacto, probabilidade de ocorrência e prioridade de tratamento são determinados e documentados

Projetos têm riscos e estes precisam ser identificados, analisados e priorizados. Para facilitar a identificação dos riscos, é interessante elaborar uma lista de riscos mais comuns a ser examinada pelo gerente do projeto e/ou equipe do projeto para identificar quais destes são potenciais riscos para o projeto em questão. A análise da probabilidade de ocorrência e da gravidade dos problemas decorrentes de sua ocorrência ajuda a definir a prioridade dos riscos. Os problemas gerados devido a materialização de riscos podem ser registrados de acordo com os requisitos do resultado GPR16 e acompanhados de acordo com os requisitos do resultado GPR17.

Os riscos identificados devem ser registrados, bem como o acompanhamento dos seus estados e ações tomadas. Uma planilha de riscos, contendo dados como identificador, descrição, probabilidade, impacto e prioridades no seu tratamento, pode ser utilizada para identificação dos riscos, monitoração dos riscos identificados e atualização da lista de riscos do projeto à medida que novos riscos forem sendo identificados. É importante demonstrar que esta planilha está sendo monitorada e atualizada.

Este resultado não significa o Gerenciamento de Riscos, ou seja, a identificação, o gerenciamento e a redução contínua dos riscos nos níveis organizacionais e de projeto, que são tratados pelo processo Gerência de Riscos (GRI). No nível G, os riscos são acompanhados para verificar como afetam o projeto e para se tomar ações, mesmo que ainda sem um gerenciamento completo.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software, além dos riscos oriundos do próprio projeto, devem ser levados em consideração os riscos advindos da contratante, como, por exemplo, a não entrega das especificações na data planejada ou até mesmo a entrega de especificações em qualidade inferior ao necessário para o início da codificação.

GPR7 - Os recursos humanos para o projeto são planejados considerando o perfil e o conhecimento necessários para executá-lo

O planejamento de recursos humanos determina funções, responsabilidades e relações hierárquicas do projeto. As funções do projeto podem ser designadas para pessoas ou grupos, os quais podem ser internos ou externos à organização. O planejamento de recursos humanos inclui informações de como e quando o recurso será envolvido no projeto, critérios para sua liberação, competência necessária para a execução das atividades, mapa de competências da equipe e identificação de necessidades de treinamento. A existência de registros das necessidades e disponibilidade evita a alocação com base em critérios subjetivos.

O treinamento inclui todas as atividades realizadas para aprimorar as competências dos membros da equipe do projeto. O treinamento pode ser formal ou informal. Exemplos de métodos para realização de treinamentos incluem treinamento em sala de aula, *on-line*, baseado em computador, no trabalho, leituras, aconselhamento e orientações.

Este resultado implica que o planejamento da alocação de recursos humanos com base na análise de suas competências (o que engloba conhecimento, habilidades e experiências) possuídas e nas competências requeridas para desempenhar as tarefas no projeto. Caso uma pessoa seja alocada ao projeto sem ter as competências necessárias, o risco pode ser minimizado, por exemplo, com ações de treinamento e *mentoring* ou supervisionando-se o trabalho da pessoa por um membro melhor capacitado.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GPR8 - Os recursos e o ambiente de trabalho necessários para executar o projeto são planejados

Este resultado faz referência à necessidade de se planejar, com base na EAP (ou estrutura equivalente), as tarefas e previstos os recursos e o ambiente necessários, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, componentes, viagens e requisitos de processo (processos especiais para o projeto). Os recursos humanos, incluindo treinamentos, são tratados pelo GPR7.

Todos os recursos precisam ser explicitamente planejados, mesmo os já considerados como existentes e disponíveis ou que serão compartilhados com outros projetos, uma vez que se trata da sua alocação para uso. Estes itens podem, por exemplo, estar registrados no plano do projeto. Caso não haja necessidade de nenhum recurso a ser adquirido para o projeto deve-se registrar o fato de que a questão foi examinada.

Este resultado é importante porque recursos especiais precisam de orçamento e planejamento de sua aquisição, o que pode se tornar crítico em alguns projetos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Em organizações do tipo Fábrica de Software pode ser necessário planejar os recursos específicos relacionados à compatibilidade com o ambiente da contratante, o que inclui: recursos para os testes unitários ou de módulos, disponibilização de infra-estrutura para acesso remoto a repositórios da contratante, treinamento em ferramentas de uso da contratante etc.

GPR9 - Os dados relevantes do projeto são identificados e planejados quanto à forma de coleta, armazenamento e distribuição. Um mecanismo é estabelecido para acessá-los, incluindo, se pertinente, questões de privacidade e segurança

Os dados do projeto são as várias formas de documentação exigidas para sua execução, por exemplo: relatórios; dados informais; estudos e análises; atas de reuniões; documentação; lições aprendidas; artefatos gerados; itens de ação; e indicadores. Os dados podem estar em qualquer formato e existir em qualquer meio, como: impressos ou desenhados em diversos materiais; fotografias; meio eletrônico; e multimídia. Alguns dados podem ser disponibilizados aos clientes, enquanto outros não necessariamente o serão. A distribuição pode ocorrer de várias formas, incluindo a transmissão eletrônica.

A identificação, coleta, armazenamento, distribuição (incluindo regras de segurança e confidencialidade) para garantir a integridade, acesso e segurança aos dados devem ser planejados. É importante identificar os dados relevantes do projeto, para depois coletá-los, armazená-los e distribuí-los de forma controlada, lembrando que isso implica em custo. Desta forma, os dados devem ser coletados somente quando forem necessários. A confidencialidade das informações, mesmo quando não declarada pelo cliente, pode ter que ser tratada com cuidado. É recomendável, portanto, explicitar a existência ou não de dados confidenciais.

Se a organização tem um critério padrão para execução dessas atividades, isto deve ser registrado no plano do projeto ou em outro documento.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GPR10 - Um plano geral para a execução do projeto é estabelecido com a integração de planos específicos

O objetivo deste resultado esperado é garantir que todos os planos que afetam o projeto estejam integrados e que a dependência entre estes planos tenha sido identificada e levada em consideração durante o planejamento, conciliando o trabalho a ser realizado aos recursos e condições existentes.

A realização do planejamento do projeto é garantida pelos resultados esperados no escopo do nível G do MR-MPS do processo Gerência de Projetos (GPR), que prevê, dentre outros, a criação do cronograma de atividades, o planejamento de recursos humanos, custos, riscos, dados etc. A reunião destes documentos é entendida como sendo o Plano de Projeto. As tarefas do processo definido para o projeto podem, também, fazer parte deste Plano do Projeto. Esta integração entre os planos pode acontecer de várias formas, entre elas: cronograma gerado com base nas atividades previstas para o projeto; plano de custos derivado do custo de cada profissional contemplado no plano de recursos humanos; plano de treinamentos derivado das tarefas a serem realizadas no projeto e das habilidades e competências dos colaboradores, conforme o plano de recursos humanos.

É importante existir um alinhamento entre o que foi estimado, o que está sendo planejado e o que será acompanhado. A utilização de uma mesma referência propicia maior visibilidade ao projeto, facilitando em muito não só o seu gerenciamento, mas também a formação de uma base histórica. Esta base histórica poderá beneficiar a organização em etapas posteriores de melhoria.

O monitoramento efetivo do projeto dependerá de uma organização adequada destas informações de planejamento: ao longo do projeto, elas deverão ser comparadas aos dados obtidos durante sua execução, em busca de uma maior visibilidade do andamento do projeto. Quando necessário, o planejamento deverá ser revisto.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GPR11 - A viabilidade de atingir as metas do projeto, considerando as restrições e os recursos disponíveis, é avaliada. Se necessário, ajustes são realizados

O estudo de viabilidade considera o escopo do projeto e examina aspectos técnicos (requisitos e recursos), financeiros (capacidade da organização) e humanos (disponibilidade de pessoas com a capacitação necessária). Pode-se considerar também os objetivos de negócio da organização. Muitas vezes é preferível não iniciar ou parar um projeto já iniciado do que prosseguir com um projeto inviável. O prosseguimento pode levar a perdas maiores, tanto para o fornecedor como para o cliente.

No início do projeto, uma avaliação preliminar pode ser conduzida, a partir da visão geral dos objetivos e características dos resultados pretendidos, dos recursos financeiros, técnicos e humanos, bem como de restrições impostas pelo cliente, ambiente externo e interno, além de condições para o desenvolvimento. À medida que o projeto evolui, a viabilidade de sucesso pode ser reavaliada com mais precisão. As mudanças de requisitos são eventos que podem levar à necessidade de reavaliar a viabilidade do projeto.

Em marcos do projeto e mesmo durante as atividades de acompanhamento, pode ser necessária a confirmação da viabilidade de continuidade do projeto.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Um aspecto importante a ser considerado na análise da viabilidade no caso de uma organização do tipo Fábrica de Software, é a qualidade das especificações recebidas da contratante e a disponibilidade desta para esclarecimento de dúvidas. Este aspecto pode levar à inviabilidade do projeto.

GPR12 - O Plano do Projeto é revisado com todos os interessados e o compromisso com ele é obtido

Para obter compromissos dos interessados relevantes, é importante revisar o planejamento com eles e conciliar as diferenças existentes entre os recursos estimados e disponíveis. Negociações devem ser realizadas quando existirem conflitos entre as diversas variáveis do projeto, como requisitos, custos e prazos. Por exemplo: o escopo pode sofrer redução para que as metas de prazos e custos sejam cumpridas ou, ao contrário, aumenta-se o orçamento do projeto para que os requisitos sejam atendidos na íntegra, dentro da meta de prazo.

Obter o compromisso pode envolver a interação entre todos os interessados relevantes internos e externos ao projeto. Os indivíduos ou grupos que se comprometem deverão ter a confiança de que o trabalho pode ser executado dentro das restrições de custo, cronograma e desempenho. Algumas organizações costumam realizar uma reunião de início do projeto (*kick off*) que pode ser utilizada para resolver os conflitos e obter o comprometimento.

Este resultado esperado está de certa forma associado ao GPR11, pois a realização da análise de viabilidade pode resultar em ações para solução de conflitos. A integração dos planos e o planejamento global dos recursos da organização também contribuem para a resolução prévia de conflitos.

A solução dos conflitos e estabelecimento de compromissos é fundamental para que o projeto possa efetivamente contar com os recursos planejados, para atingir as metas definidas.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software uma atenção especial na obtenção do compromisso com os participantes externos ao projeto é importante pelo alto grau de integração e dependência entre as atividades de codificação e especificação.

GPR13 - O projeto é gerenciado utilizando-se o Plano do Projeto e outros planos que afetam o projeto e os resultados são documentados

A aderência aos diversos planos deve ser avaliada continuamente durante todo o ciclo de vida do projeto. Os resultados e os critérios de conclusão de cada tarefa são analisados, as entregas são avaliadas em relação às suas características (por meio de revisões e auditorias, por exemplo), a aderência ao cronograma e o dispêndio de esforços são examinados, bem como o uso dos recursos. Análises devem ser realizadas e decisões serem tomadas considerando-se as variações dos dados e desvios entre resultados e valores atuais e esperados. O registro e análise dos problemas estão relacionados ao GPR16 e o acompanhamento das ações corretivas ao GPR17.

O acompanhamento pode ser realizado utilizando-se ferramentas de planejamento, em que se pode examinar o previsto contra o realizado, usando-se indicadores de progresso e cumprimento de marcos, entre outros. O acompanhamento também pode ser feito por meio de reuniões e comunicação pessoal. Contudo, é importante ressaltar que devem existir registros desses acompanhamentos.

Esta é uma atividade essencial de gerenciamento: acompanhar o que foi planejado, detectar problemas e corrigi-los.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GPR14 - O envolvimento das partes interessadas no projeto é gerenciado

Devem ser identificados os interessados relevantes no projeto, em que fases eles são importantes e como eles serão envolvidos (comunicações, revisões em marcos de projeto, comprometerimentos, entre outros). Uma vez identificado e planejado o envolvimento, este deverá ser seguido.

Os interessados no projeto podem incluir o cliente e o usuário (ou seus representantes), a direção da organização e os membros da equipe do projeto. Em projetos pequenos, estas atividades podem ser simplificadas devido ao pequeno número de interessados e à pouca comunicação necessária em função do curto prazo.

A comunicação envolve, por exemplo, questões relativas a prazos, custos, recursos, comprometerimentos e também requisitos, pois estes afetam as outras variáveis. Um plano de gerenciamento das comunicações pode cobrir este resultado esperado [PMI, 2008a].

Este resultado tem relação com GRE1, em função da comunicação necessária para o entendimento dos requisitos junto aos seus fornecedores. No processo Gerência de Projetos, o foco é mais amplo e envolve outros aspectos. Este resultado é importante porque o distanciamento da gerência do projeto em relação aos interessados pode acarretar desvios em relação às reais necessidades que o projeto deverá atender.

Além da comunicação em si, é necessário verificar se os compromissos assumidos pelas partes interessadas estão sendo cumpridos ou negociados, sejam eles

internos ou externos, visando identificar aqueles que não foram satisfeitos ou que possuem um grande risco de não serem satisfeitos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software é importante o monitoramento das atividades externas, que dependem da contratante como, por exemplo, a entrega das especificações na data acordada.

GPR15 - Revisões são realizadas em marcos do projeto e conforme estabelecido no planejamento

Revisões em marcos do projeto não devem ser confundidas com o acompanhamento descrito em GPR13, que é o acompanhamento do dia-a-dia do projeto. Os marcos do projeto precisam, portanto, ser previamente definidos ao se realizar o planejamento do projeto.

Este resultado é importante porque as revisões em marcos são oportunidades para verificar, de forma ampla, o andamento de todo o projeto, independente do acompanhamento do dia-a-dia. Em projetos grandes essas revisões são fundamentais, questionando, inclusive, a viabilidade de continuidade do projeto.

Além das revisões em marcos, outras revisões poderão ser estabelecidas no planejamento do projeto. Caso isto ocorra, estas revisões deverão ser executadas conforme planejado.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GPR16 - Registros de problemas identificados e o resultado da análise de questões pertinentes, incluindo dependências críticas, são estabelecidos e tratados com as partes interessadas

As atividades de revisão em marcos (GPR15) e de monitoramento (GPR13) do projeto possibilitam a identificação de problemas que estejam ocorrendo nos projetos. Estes problemas devem ser analisados e registrados, por exemplo, por meio de ferramentas específicas, planilhas ou outros tipos de mecanismos de gerenciamento de problemas.

Para completar o trabalho de monitoramento do projeto, os problemas precisam ser corrigidos e gerenciados até a sua resolução, com base em planos de ações, estabelecidos especificamente para resolver os problemas levantados e registrados (GPR17). Caso não se consiga resolver os problemas neste nível, deve-se escalonar a resolução das ações a níveis superiores de gerência.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software as dependências críticas, em geral, também estão associadas ao relacionamento com a contratante, que é a organização responsável por prover as especificações.

GPR17 - Ações para corrigir desvios em relação ao planejado e para prevenir a repetição dos problemas identificados são estabelecidas, implementadas e acompanhadas até a sua conclusão

Como resultado do acompanhamento do projeto (GPR13) e das revisões em marcos (GPR16), problemas são identificados, analisados e registrados (GPR16). Ações corretivas devem ser estabelecidas para resolver problemas que possam impedir o projeto de atingir seus objetivos se não forem resolvidos de forma adequada. As ações corretivas definidas devem ser gerenciadas até serem concluídas. O controle dos problemas levantados, as ações tomadas, os responsáveis pelas ações e os resultados devem ser registrados.

Os problemas identificados provêm a base para a tomada de ações corretivas. Quando apropriado, e quando o impacto e os riscos associados são identificados e gerenciados, as mudanças podem ser realizadas no projeto. Estas mudanças podem tomar a forma de ações corretivas, podem envolver a incorporação de contingências para que ocorrências similares sejam evitadas e/ou encadear a revisão de vários planos e documentos relacionados para acomodar os problemas inesperados e suas implicações. Acompanhar o andamento de uma ação corretiva até sua conclusão inclui verificar, com uma certa frequência, se ela já foi resolvida e atuar em possíveis pendências. Caso não se consiga resolver neste nível, deve-se escalonar a resolução das ações a níveis superiores de gerência.

As ações corretivas estabelecidas podem ser reportadas para a gerência de alto nível da organização e para os interessados no projeto, como clientes e usuários.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software os problemas identificados podem envolver as especificações provenientes da contratante, o que pode implicar em replanejamento e até mesmo renegociação de contrato. Nestes casos, é importante identificar quem será o responsável pela ação corretiva: a Fábrica de Software ou a contratante.

Esta identificação pode variar conforme as características do projeto ou devido a condições contratuais de atuação junto à contratante. Nestes casos, a definição da responsabilidade pela ação corretiva pode estar definida e registrada, por exemplo, no contrato ou no plano de projeto.

6.2 Gerência de Requisitos (GRE)

6.2.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Requisitos é gerenciar os requisitos do produto e dos componentes do produto do projeto e identificar inconsistências entre os requisitos, os planos do projeto e os produtos de trabalho do projeto.

O principal objetivo da Gerência de Requisitos é controlar a evolução dos requisitos. O processo Gerência de Requisitos (GRE) gerencia todos os requisitos recebidos ou gerados pelo projeto, incluindo requisitos funcionais e não-funcionais, bem como os requisitos impostos ao projeto pela organização.

Para assegurar que o conjunto de requisitos acordados é gerenciado e fornece apoio às necessidades de planejamento e execução do projeto, a organização deve executar um conjunto de passos definidos e apropriados. Quando um projeto recebe requisitos de um fornecedor de requisitos – pessoa autorizada a participar de sua definição e a solicitar modificação –, estes devem ser revisados para resolver questões e prevenir o mau entendimento, antes que os requisitos sejam incorporados ao escopo do projeto. Quando o fornecedor de requisitos e a organização chegam a um acordo, é obtido um compromisso das demais partes interessadas sobre os requisitos.

Outras atribuições do processo Gerência de Requisitos são documentar as mudanças nos requisitos e suas justificativas, bem como manter a rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e produtos de trabalho em geral e identificar inconsistências entre os requisitos, os planos do projeto e os produtos de trabalho do projeto.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Requisitos (GRE) no nível de maturidade G do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

6.2.2 Fundamentação teórica

Uma boa comunicação com os fornecedores de requisitos é fundamental para assegurar um bom entendimento das necessidades do cliente e dos requisitos do projeto e, conseqüentemente, aumentar as chances de sucesso do projeto.

Existem diversos assuntos ligados a requisitos que devem ser tratados com os fornecedores de requisitos, como por exemplo: definição de requisitos, aprovação de requisitos, solicitação de mudança nos requisitos, dentre outros.

Segundo Dorfmann e Thayer [1990], requisito de software representa a capacidade requerida pelo usuário que deve ser encontrada ou possuída por um determinado produto ou componente de produto para resolver um problema ou alcançar um objetivo ou para satisfazer a um contrato, a um padrão, a uma especificação ou a outros documentos formalmente impostos.

A gerência de requisitos envolve identificar os requisitos do produto e dos componentes do produto do projeto, bem como estabelecer e manter um acordo entre o cliente e a equipe de projeto sobre esses requisitos. Também é objetivo da gerência de requisitos controlar e tratar as mudanças nos requisitos ao longo do desenvolvimento.

Para apoiar o processo de mudança de requisito, é fundamental definir e manter a rastreabilidade dos requisitos. Rastreabilidade é o grau em que o relacionamento pode ser estabelecido entre dois ou mais produtos de desenvolvimento de software, especialmente produtos que tenham uma relação de predecessor sucessor ou de mestre subordinado com outro; por exemplo, o grau em que requisitos e projeto (*design*) de um determinado componente de software combinam [IEEE, 1990]. Quando os requisitos são bem gerenciados, a rastreabilidade pode ser estabelecida,

desde um requisito fonte, passando por todos os níveis de decomposição do produto até seus requisitos de mais baixo nível e destes até o seu requisito fonte. Tal rastreabilidade bidirecional auxilia a determinar se todos os requisitos fonte foram completamente tratados e se todos os requisitos de mais baixo nível podem ser rastreados para uma fonte válida [SEI, 2006].

A rastreabilidade bidirecional deve acontecer tanto de forma horizontal quanto vertical. A rastreabilidade horizontal estabelece a dependência entre os requisitos ou produtos de trabalho em um mesmo nível, por exemplo, rastreabilidade dos requisitos entre si ou rastreabilidade entre códigos de unidades dependentes. A rastreabilidade vertical estabelece uma rastreabilidade bidirecional desde um requisito fonte, passando pelos seus requisitos de mais baixo nível, até o nível de decomposição mais baixo do produto, por exemplo, códigos de unidade ou módulos do software. Esse mecanismo deve permitir também rastrear itens do nível mais baixo de decomposição do produto até o(s) seu(s) requisito(s) fonte. A rastreabilidade vertical auxilia a determinar se todos os requisitos fonte foram completamente tratados e se todos os requisitos de mais baixo nível ou códigos de unidade podem ser rastreados para um requisito fonte válido. A rastreabilidade vertical bidirecional possibilita, então, rastrear requisitos e produtos de trabalho a códigos de unidade ou módulos do software implementados. Esse mecanismo de rastreabilidade vertical é essencial para a realização da análise de impacto de mudanças de requisitos, por exemplo, para identificar de que forma uma mudança de requisito impacta nos planos do projeto que contêm as estimativas aprovadas de esforço e custo para os produtos de trabalho e tarefas, bem como os códigos de unidade ou módulos do software que necessitam ser modificados. Por essas análises, o responsável pela gerência do projeto é capaz de negociar com o cliente alterações nos planos do projeto para atender às solicitações de mudanças de requisitos e, ao mesmo tempo, minimizar os riscos do projeto, como por exemplo, desvios de cronograma e de custos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software a gerência de requisitos envolve gerenciar as modificações nas especificações provenientes da organização contratante.

6.2.3 Resultados esperados

GRE1 - Os requisitos são entendidos, avaliados e aceitos junto aos fornecedores de requisitos, utilizando critérios objetivos

O objetivo deste resultado é garantir que os requisitos estejam claramente definidos a partir do entendimento dos requisitos realizado junto aos fornecedores de requisitos. Informações sobre esses fornecedores podem ser identificadas no plano do projeto, bem como informações sobre como será a comunicação com eles. Essas comunicações devem ser registradas formalmente em atas, e-mails, ferramentas de comunicação ou outros meios.

Como comprovação do entendimento dos requisitos, deve-se ter um documento de requisitos, que pode ter diferentes formas de acordo com as necessidades da organização, por exemplo, o entendimento dos requisitos pode ser registrado na

forma de uma lista de requisitos, especificações de casos de uso ou detalhados conforme uma metodologia própria da organização, entre outras formas.

Após a identificação dos requisitos do produto e dos componentes do produto do projeto, é necessário garantir que os requisitos propostos atendem às necessidades e expectativas do cliente e dos usuários. Para tanto, os requisitos identificados devem ser avaliados com base em um conjunto de critérios objetivos, previamente estabelecidos. Alguns exemplos de critérios são: possuir identificação única; estar claro e apropriadamente declarado; não ser ambíguo; ser relevante; ser completo; estar consistente com os demais requisitos; ser implementável, testável e rastreável [IEEE, 1998]. O uso de um *checklist* para apoiar esta atividade pode ser útil por poder possibilitar que a organização compreenda melhor quais os problemas que têm ocorrido em relação à especificação de requisitos. A avaliação dos requisitos deve envolver, também, a equipe técnica da organização e o cliente, podendo ser realizada de diversas formas. Uma prática que algumas organizações têm realizado com o intuito de satisfazer este resultado é a realização de uma reunião de *kick off* na qual se apresenta o projeto como um todo (incluindo seus requisitos). Esta reunião possibilita que as diversas partes possam opinar, aprovar e se comprometer em relação aos requisitos do projeto. Em alguns casos, essa reunião é feita posteriormente.

Após a avaliação dos requisitos, um registro de aceite dos requisitos deve ser obtido pelos fornecedores de requisitos. Esse registro pode ser tratado como um marco do projeto a partir do qual mudanças nos requisitos devem ser tratadas formalmente para minimizar o impacto dessas mudanças no projeto em termos de escopo, estimativas e cronograma, bem como compromissos já estabelecidos. Sempre que forem aprovadas mudanças nos requisitos, deve-se obter novas aprovações dos requisitos do projeto também a partir de critérios estabelecidos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software as atividades relacionadas a este resultado envolvem o entendimento e a aceitação das especificações enviadas pela organização contratante, utilizando critérios objetivos. As especificações recebidas constituem, neste caso, os requisitos do projeto.

GRE2 - O comprometimento da equipe técnica com os requisitos aprovados é obtido

Após a aprovação dos requisitos, um comprometimento formal da equipe técnica³ com os requisitos aprovados deve ser obtido e registrado, por exemplo, na forma de ata de reunião, e-mail ou algum outro mecanismo. Mudanças de requisitos aprovados pelos fornecedores de requisitos podem afetar compromissos já estabelecidos pela equipe técnica. Nestes casos, um novo comprometimento da equipe técnica com os requisitos modificados deve ser obtido e registrado após os requisitos modificados terem sido novamente aprovados a partir de critérios estabelecidos conforme GRE1.

³ A equipe técnica compreende todos os envolvidos diretamente no desenvolvimento do produto, por exemplo, analistas de sistemas, desenvolvedores, projetistas, entre outros.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GRE3 - A rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e os produtos de trabalho é estabelecida e mantida

Este resultado indica a necessidade de se estabelecer um mecanismo que permita rastrear a dependência entre os requisitos e os produtos de trabalho. Ter definida a rastreabilidade facilita a avaliação do impacto das mudanças de requisitos que possam ocorrer, por exemplo, nas estimativas do escopo, nos produtos de trabalho ou nas tarefas do projeto descritas no cronograma.

É importante ressaltar que este resultado estabelece a criação de um sistema de rastreamento e que não necessariamente envolve a criação de uma matriz de rastreabilidade específica para atendimento ao resultado esperado. Contudo, deve existir um mecanismo que possibilite a realização da rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e os demais produtos de trabalho.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Para as organizações do tipo Fábrica de Software a rastreabilidade bidirecional dos requisitos envolve a rastreabilidade das especificações recebidas em relação aos produtos produzidos pela própria Fábrica de Software (ex.: código, planos de teste unitário etc.). Neste caso, como a Fábrica de Software não tem acesso aos requisitos originais do projeto, não terá como manter a rastreabilidade destes com os demais produtos por ela produzidos. Há casos em que a contratante impõem à Fábrica de Software o seu padrão de gerenciamento da rastreabilidade e, nestes casos, este fato poderá estar registrado no contrato ou no plano de projeto.

GRE4 - Revisões em planos e produtos de trabalho do projeto são realizadas visando a identificar e corrigir inconsistências em relação aos requisitos

A consistência entre os requisitos e os produtos de trabalho do projeto deve ser avaliada e os problemas identificados devem ser corrigidos.

Este resultado sugere, portanto, a realização de revisões ou de algum mecanismo equivalente para identificar inconsistências entre os requisitos e os demais elementos do projeto como, por exemplo, planos, atividades e produtos de trabalho. As inconsistências identificadas devem ser registradas e ações corretivas executadas a fim de resolvê-las. Exemplos de revisões com esse objetivo são revisões de monitoração e controle do projeto e inspeções baseadas em critérios explícitos para identificar inconsistências entre os planos, atividades e produtos de trabalho com os requisitos e com mudanças nesses requisitos.

Quando há mudanças nos requisitos, é importante examinar se os demais artefatos estão consistentes com as alterações realizadas como, por exemplo: verificar se a planilha de estimativas está contemplando todos os requisitos e mudanças; verificar se as mudanças dos requisitos foram incorporadas ao escopo ou cronograma do projeto; e outros.

As ações para correções das inconsistências devem ser acompanhadas até que sejam resolvidas.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

GRE5 - Mudanças nos requisitos são gerenciadas ao longo do projeto

Durante o projeto, os requisitos podem mudar por uma série de motivos. Desta forma, requisitos adicionais podem ser incorporados no projeto, requisitos podem ser retirados do projeto e/ou mudanças podem ser feitas nos requisitos já existentes. Ressalta-se que, devido às mudanças, os requisitos podem ter que ser revistos, conforme definido no GRE4.

As necessidades de mudanças devem ser registradas e um histórico das decisões acerca dos requisitos deve estar disponível. Estas decisões são tomadas por meio da realização de análises de impacto da mudança no projeto e podem incluir aspectos como: influência em outros requisitos, expectativa dos interessados, esforço, cronograma, riscos e custo. É importante destacar que o mecanismo de rastreabilidade bidirecional instituído é um importante mecanismo para facilitar a análise de impacto.

Muitas vezes mudanças nos projetos acontecem em diferentes níveis de abstração dos requisitos, não apenas nos requisitos de cliente. Por exemplo, mudanças em casos de uso ou que afetem protótipos de telas podem precisar ser gerenciadas utilizando um mecanismo mais formal de controle de mudança. Dessa forma, é indicado que a organização determine a aplicabilidade da gerência de mudança, conforme descrito neste resultado esperado.

É importante ressaltar que em um projeto não é obrigatório que sempre ocorram mudanças nos requisitos estabelecidos. Porém, é raro um projeto não ter mudanças. Também vale ressaltar que, em uma avaliação da implementação deste resultado esperado segundo o método MA-MPS definido no Guia de Avaliação [SOFTEX, 2009b], evidências da gerência de mudanças de requisitos devem ser fornecidas pelo menos para um dos projetos avaliados.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Sem comentário adicional para este resultado.

6.3 Os atributos de processo no nível G

De acordo com o Guia Geral do MR-MPS, “a capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No MR-MPS, 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, 2009a]. Vale, ainda, ressaltar que “Os níveis são acumulativos, ou seja, se a organização está no nível F, esta possui o nível de capacidade do nível F que inclui os atributos de processo dos níveis G e F para todos os processos relacionados no nível de maturidade F (que também inclui os

processos do nível G)” [SOFTEX, 2009a]. No que se refere aos atributos de processo, para atingir o nível G do MR-MPS, uma organização deve atender aos resultados esperados RAP1 a RAP10. Numa avaliação, segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b], é exigido, para se considerar um processo “SATISFEITO” no nível G, que o atributo de processo AP 1.1 seja caracterizado como T (Totalmente implementado) e que o atributo de processo AP 2.1 seja caracterizado como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado). É importante destacar que, a partir do nível E, as exigências são diferentes, conforme descrito no Guia de Avaliação [SOFTEX, 2009b].

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade G do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

A seguir, os atributos de processo AP 1.1 e AP 2.1, conforme aplicáveis no nível G, são descritos com detalhes.

6.3.1 AP 1.1 - O processo é executado

Este atributo é uma medida do quanto o processo atinge o seu propósito.

Este atributo de processo está diretamente relacionado ao atendimento do propósito do processo. Relacionado a este atributo de processo está definido o seguinte resultado esperado:

RAP 1 - O processo atinge seus resultados definidos

Este resultado esperado busca garantir que o processo transforma produtos de trabalho de entrada identificáveis em produtos de trabalho de saída, também identificáveis, permitindo, assim, atingir o propósito do processo. Ou seja, este resultado implica diretamente na geração dos principais produtos requeridos pelos resultados dos processos.

6.3.2 AP 2.1 - O processo é gerenciado

Este atributo é uma medida do quanto a execução do processo é gerenciada.

Este atributo de processo está relacionado à gerência dos processos. A implementação deste atributo de processo implica no planejamento da execução do processo, atribuindo responsabilidade e autoridade para sua execução, bem como fornecendo recursos adequados. Envolve também o monitoramento e controle da execução dos processos, tomando ações corretivas, quando necessárias. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 2 - Existe uma política organizacional estabelecida e mantida para o processo

Este resultado visa à definição de uma política contendo as diretrizes de como a organização planeja e implementa os seus processos, bem como informações sobre as expectativas organizacionais para a execução dos processos e a indicação de como devem ser atendidos os aspectos mais importantes de cada processo. Isso pode incluir princípios básicos e definições gerais de como executar os processos, incluindo aspectos de responsabilidades, tempos e instrumentos. A política não deve ser uma reprodução de textos do MR-MPS, mas sim, como a organização enxerga seus processos. Um documento genérico pode existir definindo quem tem autoridade, delegada pela gerência de alto nível, para aprovar cada tipo de documento.

Normalmente, as políticas são definidas e aprovadas pela gerência de alto nível, não havendo a obrigatoriedade de serem rotuladas exatamente de “políticas”. Uma vez definidas, as políticas devem ser publicadas e divulgadas aos interessados em sua execução. Tal publicação pode ser realizada, por exemplo, na *Intranet* da organização. Em geral, a divulgação da política pela alta gerência ajuda a enfatizar a importância dos processos, facilitando sua institucionalização.

RAP 3 - A execução do processo é planejada

Este resultado visa à realização de um plano para a execução do processo. Este planejamento deve incluir recursos, responsabilidades e tempo, bem como as atividades de controle e monitoramento da execução do processo. Deve ser estabelecido e documentado um plano para a execução do processo, o que inclui sua própria descrição, porém não se restringindo a ela.. É importante que o planejamento seja revisto, sempre que necessário, especialmente quando forem aprovadas mudanças significativas.

RAP 4 - (Para o nível G) A execução do processo é monitorada e ajustes são realizados

Este resultado só se aplica ao nível G e visa monitorar a execução dos processos conforme o que foi planejado e assegurar que ações corretivas sejam tomadas sempre que houver desvios significativos em relação ao planejado.

Desta forma, revisões das atividades, estado e resultados dos processos devem ser realizadas e podem ocorrer tanto periodicamente ou motivadas por algum evento. Durante o monitoramento dos processos, questões poderão ser identificadas, para as quais ações corretivas deverão ser tomadas e acompanhadas até o seu encerramento.

O monitoramento do processo pode ser incluído nas próprias atividades de monitoramento do projeto, quando aplicável.

RAP 5 - (Até o nível F) As informações e os recursos necessários para a execução do processo são identificados e disponibilizados

Este resultado visa assegurar que as informações e os recursos necessários para executar o processo serão identificados previamente e que estarão disponíveis quando forem necessários. Incluem recursos financeiros, condições físicas

adequadas, pessoal e ferramentas apropriadas (incluindo processos e modelos de documentos predefinidos).

Estas informações e recursos podem estar estabelecidos na própria descrição do processo ou podem, também, estar presentes em planos específicos para os processos nos níveis da organização e/ou projeto.

RAP 6 - (Até o nível F) As responsabilidades e a autoridade para executar o processo são definidas, atribuídas e comunicadas

Este resultado visa assegurar que as responsabilidades e a autoridade para executar o processo estão claramente definidas e bem compreendidas.

Deve-se assegurar, também, que as responsabilidades e a autoridade para executar o processo foram atribuídas explicitamente e comunicadas a todas as partes interessadas, por exemplo, patrocinador, implementadores etc.

RAP 7 - (Até o nível F) As pessoas que executam o processo são competentes em termos de formação, treinamento e experiência

Este resultado visa assegurar que as pessoas tenham as habilidades, conhecimentos e experiências necessários para executar ou apoiar o processo.

Deve-se assegurar que as pessoas tenham o conhecimento em relação ao seu papel no processo: conhecimento completo para aqueles que vão realizar as atividades do processo e conhecimento genérico para os que vão interagir com o processo. Conhecimento e habilidades não se restringem aos documentos de processo, mas podem incluir trabalho em grupo, liderança, análise e solução de problemas.

Quando se julgar necessário, um treinamento apropriado deve ser fornecido para as pessoas que executarão os processos. Os treinamentos podem ser de diferentes tipos, por exemplo: treinamento autodirecionado; instrução programada autodefinida; treinamento formal dentro do trabalho; *mentoring*; treinamento formal em salas de aula. Mantendo-se o registro das competências atuais e necessárias das pessoas para a realização dos diversos papéis na execução dos processos, pode-se planejar os treinamentos necessários.

RAP 8 - A comunicação entre as partes interessadas no processo é gerenciada de forma a garantir o seu envolvimento

O objetivo deste resultado é identificar as partes interessadas no processo, planejar e manter o seu envolvimento. Os interessados podem ser envolvidos tipicamente em atividades tais como: planejamento; coordenação; revisão; e definição dos requisitos para a execução do processo.

É importante gerenciar a interface entre as partes interessadas de forma a assegurar a comunicação.

RAP 9 - (Até o nível F) Os resultados do processo são revistos com a gerência de alto nível para fornecer visibilidade sobre a sua situação na organização

O objetivo deste resultado é fornecer visibilidade à alta gerência com relação ao estado da execução dos processos, considerando sua adequação, operação com recursos apropriados e alcance dos resultados esperados. Um dos métodos de

monitoração de processo é a revisão, junto à gerência de alto nível, de seu estado, atividades realizadas e resultados alcançados. As revisões devem ocorrer periodicamente ou, então, motivadas por algum evento e não necessitam ser presenciais. Desta forma, o andamento da implantação dos processos, tendências e problemas são relatados e tratados em níveis apropriados. Caso pertinente, ações corretivas são estabelecidas e gerenciadas até a sua conclusão, com escalonamento aos níveis adequados de gerência, sempre que necessário.

Este resultado não deve ser confundido com a monitoração do processo conforme definida no RAP 4, mas pode utilizar também os dados obtidos a partir de sua execução.

RAP 10 - (Para o nível G) O processo planejado para o projeto é executado

O objetivo deste resultado é garantir que o projeto é conduzido a partir da execução do seu processo planejado. Deve-se garantir que existem registros de execução das atividades do processo com base no seu planejamento. Esses registros devem ser mantidos e revistos periodicamente para garantir que o processo planejado está sendo seguido para atingir os objetivos do projeto.

7 Implementação do Nível F do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

7.1 Evoluindo do nível G para o nível F

No nível G, a organização está estruturando seus projetos com base na visão conceitual de projeto e de suas principais fases como planejamento e controle da sua evolução. Nesse nível o papel fundamental para a melhoria de processos é do gerente de projeto, pois é ele quem tem a responsabilidade por atender aos objetivos do projeto em relação ao prazo, custo, esforço e requisitos.

O principal foco do nível F é agregar processos de apoio à gestão do projeto no que diz respeito à Garantia da Qualidade (GQA) e Medição (MED), bem como aqueles referentes à organização dos artefatos de trabalho por meio da Gerência de Configuração (GCO). Esses processos adicionais possibilitam uma maior visibilidade de como os artefatos são produzidos nas várias etapas do projeto e do processo. Essa visibilidade tem como foco analisar se os artefatos produzidos no processo e no projeto estão de acordo com os padrões e procedimentos estabelecidos, o que ajuda muito na implantação do programa de melhoria de processo sob o ponto de vista de institucionalização. Em organizações que contratam etapas do processo de desenvolvimento ou componentes específicos do produto, essa atividade também deverá ser controlada com o mesmo rigor que as questões internas, mas respeitando o modo com que outras organizações trabalham. Os requisitos úteis para que esse controle seja feito de forma adequada é definido no processo Aquisição (AQU). Além disso, implantação do processo Gerência de Portfólio de Projetos (GPP) possibilita às organizações uma gerência mais efetiva dos recursos disponíveis e investimentos realizados visando atender os objetivos estratégicos da organização.

No nível G e no nível F, o projeto pode usar os seus próprios padrões e procedimentos, não sendo necessário que se tenha padrões em nível

organizacional. Se, porventura, a organização possuir processos já definidos e os projetos necessitarem adaptar os processos existentes, esse fato deverá ser declarado durante o planejamento do projeto. Essas adaptações podem incluir alteração em processos, atividades, ferramentas, técnicas, procedimentos, padrões, medidas, dentre outras.

7.2 Começando a implementação do MR-MPS pelo nível F

A implementação dos processos para o nível F pode ser feita em qualquer sequência, visto que os processos desse nível são de apoio à gestão do projeto, fornecendo maior qualidade e controle aos produtos de trabalho. Uma vez que necessitam de processos de apoio, as organizações podem ter a necessidade de incorporar à sua equipe alguns novos perfis para realizar atividades de garantia da qualidade, gerência de configuração, medição, gerência do portfólio de projetos e aquisição de produtos. Note, no entanto, que a existência de um novo perfil não obriga necessariamente a contratação de novas pessoas, mas a definição de novas competências necessárias e delimitação de novas responsabilidades.

Existem organizações que iniciam a implementação dos níveis G e F simultaneamente. O impacto dessa decisão se reflete no aumento do esforço e tempo para a implementação dos processos. Diferentes abordagens podem ser utilizadas para a implementação dos processos e não há uma que seja adequada a todas as empresas.

7.3 Aquisição (AQU)

7.3.1 Propósito

O propósito do processo Aquisição é gerenciar a aquisição de produtos que satisfaçam às necessidades expressas pelo adquirente.

No contexto do MR-MPS, considera-se que o termo produto pode incluir também serviços, desde que estes sejam entregues como parte do produto final ao cliente.

O processo Aquisição (AQU) tem como foco o planejamento ou preparação para aquisição, a seleção do fornecedor e a monitoração do contrato, processos e produtos com o objetivo de assegurar a qualidade do produto que está sendo subcontratado quando este for integrado ao produto que será entregue para o cliente. Todos os aspectos resultantes da Aquisição deverão estar claramente definidos no contrato entre as partes, pois se não estiverem, alguns controles e avaliações necessários não poderão ser aplicados. Esse contrato pode variar no grau de formalismo, dependendo da complexidade dos requisitos, dos produtos a serem gerados e do tipo de empresa contratante. No caso de órgão público, por exemplo, há uma série de exigências legais a serem observadas.

A implementação do processo Aquisição assegura a qualidade do componente ou produto que está sendo contratado. Assim, torna-se importante ressaltar algumas das situações nas quais esse processo é utilizado:

- O processo Aquisição é obrigatório para uma empresa desenvolvedora de software que contrata o desenvolvimento ou adquire algum componente de software que será entregue juntamente com o produto de software ao cliente. Assim, o processo Aquisição é definido, implantado e institucionalizado para

minimizar riscos que podem comprometer os resultados esperados, tais como riscos de não cumprimento de prazos, do produto adquirido não ter a qualidade esperada, do produto adquirido não ter compatibilidade com a arquitetura tecnológica definida, dificuldades de integração, problemas de suporte etc. No entanto, se a aquisição ocorrer antes do início do desenvolvimento do produto de software, então o processo Aquisição é recomendado, mas não é obrigatório.

- O processo Aquisição é obrigatório para uma empresa desenvolvedora de software que possui duas ou mais unidades organizacionais com processos diferentes e uma contrata a outra para o desenvolvimento de uma parte do software. Esse processo também é obrigatório se ambas as unidades organizacionais tiverem passado por avaliações MA-MPS oficiais. Os relacionamentos entre as divisões e colegas de trabalho, geralmente, são informais e isto pode trazer altos riscos para o projeto, principalmente se a aquisição não for planejada e gerenciada de forma adequada e visando garantir os resultados esperados pelo projeto de software. No caso de as unidades organizacionais terem passado por avaliações MA-MPS oficiais, o processo Aquisição também deve ser utilizado para gerenciar as atividades relevantes do ciclo de desenvolvimento do software que permitirão assegurar a qualidade do produto resultante. No entanto, se uma organização necessita de mais mão-de-obra a ser alocada diretamente ao projeto, não é necessária a utilização desse processo, pois as pessoas alocadas seguirão o processo da organização.
- O processo Aquisição é obrigatório para uma empresa que desenvolve produtos de software em parceria (estratégicas e/ou tecnológicas) com outras empresas. O processo Aquisição deve ser utilizado para garantir que os componentes de software desenvolvidos pela empresa parceira sejam avaliados de acordo com os critérios estabelecidos, bem como sua incorporação ao produto entregue ao cliente seja planejada e gerenciada de forma adequada. Para tanto, é recomendado, também, que sejam analisados, declarados e gerenciados os acordos, estratégias, responsabilidades, obrigações e restrições das empresas parceiras no desenvolvimento de um produto de software.
- O processo Aquisição é obrigatório para uma empresa desenvolvedora de software que contratará terceiros para desenvolver partes do produto de software, mesmo que a empresa terceirizada tenha passado por uma avaliação MA-MPS oficial. Se a empresa terceirizada seguir o mesmo processo definido pela empresa que a contratou, este processo deverá ser auditado pela empresa contratante para garantir o correto fornecimento. Se a empresa terceirizada seguir um novo processo, as atividades críticas para a qualidade do produto resultante deverão ser identificadas e acompanhadas durante todo o fornecimento. Os riscos de contratar terceiros para desenvolver partes do produto de software que será entregue ao cliente são os mesmos riscos relacionados à aquisição de produtos de software de “prateleira” (COTS – *Commercial off the shelf software*).
- O processo Aquisição é obrigatório para uma empresa que estiver implantando um programa de reutilização conforme previsto pelo processo Desenvolvimento para Reutilização (DRU) e precisar adquirir ativos de domínio.

Além disso, em algumas situações, a obrigatoriedade do processo Aquisição depende do foco que é dado na aquisição dos produtos. Por exemplo, o processo

Aquisição pode ou não ser obrigatório para uma empresa desenvolvedora de software que utilizará um banco de dados (por exemplo, Oracle ou MS SQL Server) no fornecimento de um produto e/ou serviço de software. Se a responsabilidade pela aquisição das licenças de uso do banco de dados for da empresa fornecedora do produto de software ao cliente, então existem riscos envolvidos para o cliente e é importante a definição e institucionalização do processo Aquisição para minimizar esses riscos. No entanto, se a responsabilidade pela aquisição das licenças de uso do banco de dados for do cliente, então o processo Aquisição não necessita ser executado pelo fornecedor do produto de software, mas poderia ser executado pelo cliente.

O processo Aquisição não é obrigatório para uma empresa desenvolvedora de software que adquirirá uma ferramenta e/ou componente de software para aumentar a sua produtividade, por exemplo, bibliotecas com padrões e componentes para reutilização no desenvolvimento de software ou ferramentas de automatização de testes de software. No entanto, o processo Aquisição é recomendado caso a aquisição de ferramentas e/ou componentes de software implicar em riscos para o projeto, por exemplo, as ferramentas e/ou componentes de software interferirem em requisitos de qualidade como interoperabilidade, eficácia, manutenibilidade etc.

O processo Aquisição também não é obrigatório para uma empresa desenvolvedora de software que adquire algum componente de software “livre” ou de “código aberto” que será entregue juntamente com o produto de software ao cliente. No entanto, os componentes de software “livre” ou “código aberto” adquiridos podem ser gerenciados por meio dos mecanismos previstos pelo processo Gerência de Reutilização.

Mecanismos definidos e estabelecidos pela aplicação de determinados resultados esperados do processo Gerência de Projetos também podem ser aproveitados e utilizados no escopo da aquisição, por exemplo, a identificação de problemas e as ações gerenciais a serem tomadas até a conclusão. Além disso, a intersecção com o processo Gerência de Projetos está presente pela necessidade de se planejar e acompanhar as atividades do projeto de aquisição, como forma de se ter visibilidade sobre a execução das atividades do projeto. O fornecedor pode ter o seu próprio planejamento, mas é de se esperar que este planejamento esteja compatibilizado com o planejamento do projeto de aquisição para não impactá-lo.

Intersecções com o processo Gerência de Requisitos podem estar presentes no estabelecimento dos critérios de aceitação, seja como base para a seleção dos fornecedores de soluções ou para a aquisição de produtos de prateleira (COTS – *Commercial off the shelf software*).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Aquisição (AQU) no nível de maturidade F do MR-MPS em organizações do Tipo Fábrica de Software.

A Fábrica de Software está sujeita às mesmas regras de exclusão do processo de Aquisição (AQU) de outras organizações. É permitida a exclusão de todos os resultados esperados do processo em organizações do tipo Fábrica de Software.

A aprovação das exclusões é responsabilidade do avaliador líder. Todas as exclusões de processos devem estar listadas no Plano de Avaliação, no Relatório de Avaliação e no Resultado da Avaliação.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

7.3.2 Fundamentação teórica

A aquisição do projeto inclui os processos necessários à obtenção de bens e serviços externos à organização executora. Segundo a ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008], o propósito do processo Aquisição é obter um produto e/ou serviço que satisfaça as necessidades expressas pelo cliente. O processo inicia com a identificação de uma necessidade do cliente e encerra com a aceitação do produto e/ou serviço. O adquirente pode subcontratar a execução de alguma atividade ou produto, mas é sempre dele a responsabilidade principal pelo produto final. É durante a aquisição que o contrato é estabelecido com o fornecedor, o qual pode ter vários níveis de formalidade.

O processo Aquisição tem como objetivo selecionar um fornecedor e garantir que o fornecedor entregue o produto conforme definido no contrato. A ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008], tem foco no acordo estabelecido entre as partes como ponto fundamental para o sucesso da aquisição, pois parte do princípio de que se o contrato estiver incorreto, incompleto ou inconsistente, existirão dificuldades para que ele seja executado com sucesso. Outra fonte potencial de problemas é a seleção de fornecedores, pois quando se contrata uma organização que não está preparada para entregar o produto, é muito difícil que esse processo seja executado de forma satisfatória.

A execução do processo Aquisição pode ser feita para produtos de prateleira, produtos sob encomenda, componentes de produtos de software ou serviços.

A identificação e seleção de produtos de prateleira podem ser inicialmente realizadas de modo menos formal, assegurando que eles satisfazem os requisitos especificados em um relatório de aquisição de produto. Caso a aquisição inclua produtos de prateleira, pode ser necessário desenvolver critérios para avaliar os produtos candidatos em relação aos requisitos e critérios associados, que podem incluir: funcionalidades; desempenho; confiabilidade; outras características de qualidade; termos e condições de garantia dos produtos; riscos; responsabilidades dos fornecedores para a manutenção e suporte dos produtos. A decisão pela aquisição pode estar baseada em estudos de mercado, listas de preços, critérios de avaliação e relatórios de desempenho dos fornecedores e sua habilidade de entrega. Uma vez definida a aquisição, pode ser necessário avaliar o impacto dos produtos candidatos nos planos e compromissos do projeto, incluindo: custos dos produtos; custos e esforços para incorporar os produtos dentro do projeto; requisitos de segurança; benefícios e impactos que podem resultar em versões futuras do produto; riscos envolvidos; suporte (respostas às questões e relatórios de problemas); manutenção. O PMBOK [PMI, 2008a] subdivide a área de gerência de aquisição do projeto em:

- Planejamento da aquisição – determinação do que contratar e quando;

- Preparação da aquisição – documentação dos requisitos do produto e identificação dos fornecedores potenciais;
- Obtenção de propostas – obtenção de propostas de fornecimento, conforme apropriado a cada caso (cotações de preço, cartas-convite, licitação);
- Seleção de fornecedores – escolha entre os possíveis fornecedores;
- Administração de contratos – gerenciamento dos relacionamentos com os fornecedores;
- Encerramento do contrato – conclusão e liquidação do contrato, incluindo a resolução de qualquer item pendente.

A aquisição é discutida sob o ponto de vista do adquirente na relação adquirente-fornecedor. Esta relação pode existir em muitos níveis do projeto. Dependendo da área de aplicação, o fornecedor pode ser chamado de subcontratado ou de vendedor. Dentro do contexto do processo Aquisição, são considerados não somente o produto de software propriamente dito, mas também os serviços tipicamente relacionados ao desenvolvimento, implantação, suporte à operação e manutenção do software, tais como treinamento, configuração do software e do ambiente de operação, manutenções corretivas, evolutivas e adaptativas, entre outros.

Alguns problemas na aquisição de software são originados por práticas de gerenciamento ineficazes. Os problemas são caracterizados pela falha contínua na aquisição de grandes sistemas de software e pelo crescimento dos esforços para manter o custo, o prazo e para atingir os objetivos definidos. Um projeto pode fracassar devido à imaturidade de seus processos de aquisição ou quando se contrata uma organização com processo de desenvolvimento de software imaturo.

7.3.3 Resultados esperados

AQU1 – As necessidades de aquisição, as metas, os critérios de aceitação do produto, os tipos e a estratégia de aquisição são definidos

Este resultado visa fundamentar a aquisição de produtos, fornecendo um melhor entendimento do que deve ser adquirido e planejando como esta aquisição deverá ocorrer.

A identificação da necessidade de aquisição pode ocorrer de várias maneiras. Pode surgir, por exemplo, durante um levantamento de requisitos, derivar de uma oportunidade de negócio ou resultar de objetivos estratégicos da organização, dentre outros.

Independentemente da sua origem, pode ser necessário analisar esta necessidade em relação à possibilidade de se adquirir, desenvolver internamente ou melhorar algum produto. Riscos e problemas futuros podem ser minimizados se as decisões forem amadurecidas, melhor definidas, formalizadas e planejadas.

Para uma análise do tipo “*fazer ou comprar*”, podem ser considerados fatores como: funções que o produto proverá e como essas se encaixarão no projeto; disponibilidade dos recursos do projeto e perfis; custo para adquirir *versus* custo de desenvolvimento interno; datas críticas de entrega e integração; estratégia de alianças, incluindo requisitos de negócio de alto nível; pesquisa de produtos

disponíveis no mercado, incluindo produtos de prateleira; funcionalidade e qualidade dos produtos disponíveis; impacto na concorrência; licenças, responsabilidades, permissões e limitações associadas aos produtos que estão sendo adquiridos; disponibilidade do produto; assuntos relacionados à propriedade; redução de risco.

Uma vez que se decida pela aquisição, torna-se necessário analisar as necessidades levantadas, definir objetivos e identificar os requisitos a serem satisfeitos. Estes requisitos devem ser analisados e validados em relação às necessidades e objetivos definidos, visando reduzir os riscos de insucesso ao final do projeto.

Com os requisitos estabelecidos, revisados e validados, é possível definir e acordar com as partes interessadas os critérios de aceitação do produto, bem como a forma de avaliação a ser aplicada, que podem incluir: tempo de resposta, arquitetura do produto, usabilidade, acessibilidade, portabilidade etc.

O entendimento obtido possibilita definir o tipo (pacote, terceirização do serviço) e a estratégia para aquisição, cujas opções podem incluir: adquirir pacotes a serem possivelmente configurados ou adaptados; obter produtos e serviços por meio de acordo contratual; obter produtos e serviços de outra parte da organização, por exemplo, outra parte da corporação, agência do governo etc., ou ainda a combinação de algumas destas estratégias.

A partir dos critérios de aceitação e da estratégia de aquisição definida, caso apropriado, também pode ser gerado um plano de teste de aceitação, especificando condições, atividades e responsabilidades pela execução dos testes necessários para o produto a ser adquirido.

AQU2 – Os critérios de seleção do fornecedor são estabelecidos e usados para avaliar os potenciais fornecedores

Este resultado requer a identificação e documentação dos critérios a serem utilizados para julgamento do perfil e capacidade requeridos do fornecedor para atender ao contrato pretendido, bem como a forma de avaliação a ser aplicada. Exemplos de critérios de seleção podem incluir: localização geográfica do fornecedor; registro de desempenho do fornecedor em trabalhos similares; habilidade para trabalhar com o fornecedor proposto; capacidade de engenharia; capacidade gerencial; experiência anterior em aplicações similares; disponibilidade de pessoal para executar o trabalho; facilidades e recursos a serem disponibilizados; nível mínimo de maturidade esperado da organização; entre outros.

Com base nos critérios estabelecidos, pode-se gerar um conjunto de potenciais fornecedores, bem como um relatório de avaliação desses fornecedores (aplicando os critérios definidos) e uma lista resultante de potenciais fornecedores. Para estes potenciais fornecedores um pedido de proposta pode ser feito, geralmente com um prazo definido para retorno.

AQU3 – O fornecedor é selecionado com base na avaliação das propostas e dos critérios estabelecidos

Um pedido de proposta geralmente caracteriza o produto requerido e as condições de entrega, além das condições gerais esperadas da aquisição, prazos e valores envolvidos, critérios de seleção e outras questões formais a serem seguidas. As

propostas dos fornecedores geralmente contêm o entendimento do problema pelo fornecedor, sua abordagem e suas sugestões de solução técnica, além de um plano de entrega do produto e as condições financeiras da proposta.

Após o recebimento das propostas, estas devem ser avaliadas considerando-se os critérios de seleção anteriormente estabelecidos. Também é uma boa estratégia avaliar a habilidade e capacidade do fornecedor para atender aos requisitos especificados e os riscos associados a cada fornecedor e à sua proposta. A seleção do fornecedor deve ser formalizada, por exemplo, pelo uso de laudo, relatório ou ata.

AQU4 – Um acordo formal que expresse claramente as expectativas, responsabilidades e obrigações de ambas as partes (cliente e fornecedor) é estabelecido e negociado entre elas

Antes de estabelecer um acordo formal, é uma boa prática revisar os requisitos a serem atendidos pelo fornecedor para verificar se refletem as negociações realizadas, de modo que todos possuam um entendimento comum do que deve ser feito e das condições necessárias para que seja executado.

O acordo com o fornecedor deve ser preparado, negociado e documentado, devendo obrigatoriamente incluir: expectativas (declaração do trabalho a ser executado em termos de escopo, requisitos preliminares, termos e condições, principais produtos de trabalho a serem entregues, se aplicável) e as responsabilidades e as obrigações de ambas as partes (cliente e fornecedor). Para garantir mais segurança a ambas as partes, pode-se definir também um cronograma e/ou um processo de aceitação definido; um plano de comunicação; o que o projeto deverá prover para o fornecedor; facilidades disponíveis para construção do projeto (documentação, ferramentas, serviços); identificação das pessoas responsáveis pelo acordo e das autorizadas para alterá-lo, de ambas as partes; identificação de como as mudanças de requisitos e mudanças no acordo com os fornecedores são determinadas, comunicadas e tratadas; identificação dos padrões e procedimentos do cliente que serão seguidos; identificação das dependências críticas entre o projeto e o fornecedor; identificação do tipo e profundidade da supervisão do projeto com o fornecedor; procedimentos e critérios de avaliação a serem usados para monitorar o desempenho do fornecedor; identificação das responsabilidades do fornecedor para manutenção e suporte dos produtos adquiridos; identificação das garantias, propriedades e direitos de uso para os produtos adquiridos etc.

Para a celebração do acordo, é importante que as partes revisem seu conteúdo, negociem seus termos e condições, bem como concordem com todos os requisitos, antes que seja firmado.

Quando necessário, o acordo com o fornecedor poderá ser revisto. Devido a isso, as modificações requeridas por qualquer uma das partes devem ser registradas.

AQU5 – Um produto que satisfaça a necessidade expressa pelo cliente é adquirido baseado na análise dos potenciais candidatos

A partir da análise dos fornecedores identificados como potenciais candidatos, o produto é adquirido utilizando-se um conjunto de critérios pré-estabelecidos.

Em geral, o produto é adquirido com base não só na análise do fornecedor, mas também na existência de uma avaliação da qualidade do produto baseada em todos

os requisitos, critérios e padrões definidos. Esta análise pode variar de acordo com o tipo de aquisição sendo feita, por exemplo, aquisição de produto pronto, customizável, sob encomenda ou de escopo aberto (no caso de contratação de fábrica ou serviços correlatos: desenvolvimento, manutenção etc.).

No caso de serviços, todos os artefatos são comumente avaliados durante o desenvolvimento do projeto de acordo com critérios de aceitação definidos para cada um e com os padrões estabelecidos.

Em qualquer situação, o acordo formal definido entre o adquirente e o fornecedor deve ser executado conforme definido.

AQU6 – Os processos do fornecedor que são críticos para o sucesso do projeto são identificados e monitorados, gerando ações corretivas, quando necessário

Existem alguns processos do fornecedor que podem ser considerados críticos para o sucesso do projeto. Por exemplo, ao se contratar o desenvolvimento de um produto, requisitos especiais de qualidade e testes podem ser necessários ou, então, pode ser necessário o controle mais efetivo das configurações e versões do produto adquirido. Este resultado busca obter um comprometimento maior, por parte do fornecedor, com o componente de produto que será entregue e incorporado ao produto final resultante do projeto. Todos os processos que forem identificados como críticos devem ser monitorados em relação à conformidade com os requisitos do projeto. É necessário analisar os resultados do monitoramento destes processos para detectar questões e problemas que possam afetar a habilidade do fornecedor em satisfazer o acordo estabelecido.

É importante notar que o objetivo deste resultado é assegurar que os processos identificados como críticos estão sendo seguidos. O monitoramento da aquisição é conseguido pela aplicação do resultado esperado AQU7.

AQU7 – A aquisição é monitorada de forma que as condições especificadas sejam atendidas, tais como custo, cronograma e qualidade, gerando ações corretivas quando necessário

Visando garantir o desempenho esperado, é necessário que se monitore a aquisição, o que pode ser feito a partir dos termos definidos no acordo estabelecido ou, por exemplo, pela troca de informações sobre o progresso técnico, inspeção do desenvolvimento, solicitações de mudança, acompanhamento de problemas etc..

As atividades de monitoração podem envolver: preparar, conduzir e comunicar revisões (com participação dos principais envolvidos); monitorar o progresso e o desempenho do fornecedor, em termos de cronograma, esforço, custo e desempenho técnico; acompanhar processos de garantia da qualidade e gerência de configuração. Além disso, também pode-se monitorar riscos envolvendo o fornecedor e, quando necessário, tomar ações corretivas, identificando, documentando e acompanhando o fechamento de todos os itens de ação.

Como em toda monitoração, pode ser preciso replanejamento, renegociação ou rever o acordo com o fornecedor, o que pode levar à revisão dos planos do projeto, cronogramas e compromissos, de forma a refletir os novos termos do acordo.

Tipicamente, este monitoramento resulta em relatórios de progresso e desempenho do fornecedor e, quando aplicável, registro de acompanhamento de problemas e ações corretivas até a sua conclusão.

AQU8 – O produto é entregue e avaliado em relação ao acordado e os resultados são documentados

Para garantir que o produto entregue seja compatível com os termos do acordo estabelecido é necessário que seja avaliado previamente à aceitação. Para isso, pode-se: revisar e obter acordo com os principais envolvidos sobre os procedimentos de aceitação; conduzir e documentar testes de aceitação do produto, conforme critérios estabelecidos, gerando relatórios com os resultados obtidos; assegurar que os produtos adquiridos satisfazem os requisitos acordados; assegurar que o acordo com o fornecedor foi satisfeito, por meio de revisões, término e aceitação dos procedimentos de teste e auditorias de configuração. Também pode ser necessário confirmar que os compromissos não técnicos associados aos produtos de trabalho adquiridos estão satisfeitos, o que pode incluir verificar se: foram disponibilizadas a licença apropriada, a garantia e a propriedade de uso; os acordos de suporte ou manutenção foram definidos (ou executados); todos os materiais de suporte foram recebidos.

Para encerramento da aquisição, pode ser necessário estabelecer e obter acordo com o fornecedor em relação a um plano de ação para qualquer produto de trabalho adquirido que não passe pela revisão ou teste de aceitação. Neste caso, é importante que se identifique, documente e acompanhe os itens de ação para encerramento.

AQU9 – O produto adquirido é incorporado ao projeto, caso pertinente

Após o produto ser entregue e aceito, pode ser necessário incorporá-lo ao projeto. As condições para que essa incorporação aconteça de forma adequada podem assegurar que existam as facilidades apropriadas para receber, armazenar, usar e manter os produtos adquiridos, bem como assegurar que o treinamento apropriado seja provido para as pessoas envolvidas no recebimento, armazenagem, uso e manutenção dos produtos adquiridos. Outros aspectos relacionados ao armazenamento, distribuição e uso dos produtos adquiridos podem ser necessários de forma a respeitar as condições e os termos especificados no acordo ou licença do fornecedor. Assim sendo, poderá ser necessário definir, executar e registrar um plano de incorporação do produto ao projeto, contendo os cuidados necessários com a transferência do produto para o projeto, referência a testes de integração a serem realizados, treinamentos necessários, manutenção e suporte, dentre outros.

7.4 Gerência de Configuração (GCO)

7.4.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Configuração é estabelecer e manter a integridade de todos os produtos de trabalho de um processo ou projeto e disponibilizá-los a todos os envolvidos.

A Gerência de Configuração é a disciplina responsável por controlar a evolução de sistemas de software [DART, 1991]. Apesar de existir um forte apelo para o uso da

Gerência de Configuração durante a etapa de manutenção, a sua aplicação não se restringe somente a essa etapa do ciclo de vida do software [IEEE, 1987]. Durante o desenvolvimento, o sistema de Gerência de Configuração é fundamental para prover controle sobre os produtos de trabalho produzidos e modificados por diferentes engenheiros de software. Além disso, esse sistema possibilita um acompanhamento minucioso do andamento das tarefas de desenvolvimento.

A Gerência de Configuração usualmente se inicia na identificação das partes que constituem o software. Essas partes, denominadas itens de configuração, representam a agregação de hardware, software ou ambos, tratados pela Gerência de Configuração como um elemento único [IEEE, 1990]. Em função da granularidade utilizada em um contexto de software, um item de configuração pode ser formado por um conjunto de produtos de trabalho, bem como um único produto de trabalho pode ser formado por vários itens de configuração.

Em determinados momentos do ciclo de vida de desenvolvimento e manutenção do software, esses itens de configuração são agrupados e verificados, constituindo configurações do software voltadas para propósitos específicos, denominadas *baselines*. Essas configurações representam conjuntos de itens de configuração formalmente aprovados que servem de base para as etapas seguintes de desenvolvimento [IEEE, 1990]. Desta forma, com a utilização de processos formais de controle de modificações sobre as *baselines*, o processo Gerência de Configuração (GCO) atinge o seu propósito de manter a integridade dos produtos de trabalho. Finalmente, esses produtos de trabalho são submetidos a um processo de liberação (*release*), que representa a notificação formal e distribuição de uma versão aprovada do software [IEEE, 2005].

Como pode ser constatado, a Gerência de Configuração não se propõe a definir quando e como devem ser executadas as modificações nos produtos de trabalho, papel este reservado ao próprio processo de desenvolvimento de software. A sua atuação ocorre como processo auxiliar de controle e acompanhamento.

O escopo do processo Gerência de Configuração não se aplica unicamente aos produtos de trabalho dos processos de um determinado nível do MR-MPS. Todos os produtos de trabalho dos processos de software em uso pela organização - sejam eles de desenvolvimento, manutenção ou apoio - são considerados. É importante notar que a Gerência de Configuração é um importante mecanismo para aumentar o controle sobre os produtos de trabalho.

O processo Gerência de Configuração tem uma interseção com todos os demais processos do MR-MPS por meio do atributo de processo RAP 13, que estabelece: “os produtos de trabalho são colocados em níveis apropriados de controle”. Os níveis de controle podem variar de acordo com a importância ou criticidade dos produtos de trabalho, mas devem ser adequados a cada caso específico. Assim, para produtos de trabalho que requerem um controle mais formal, a Gerência de Configuração é aplicável, tanto no contexto de projetos como no contexto organizacional. Alguns documentos, no entanto, podem ser armazenados com um simples controle de acesso ou, então, serem versionados sem necessidade de um controle formal de mudança. Definir quais produtos de trabalho serão sujeitos a quais níveis de controle é parte da execução do processo de Gerência de Configuração.

O processo Gerência de Configuração está intimamente relacionado com outros processos do MR-MPS. Por exemplo: o processo Gerência de Projetos (GPR) pode apoiar no planejamento do processo Gerência de Configuração; o processo Gerência de Decisões (GDE) pode apoiar na atividade de avaliação de solicitações de modificação do processo Gerência de Configuração.

O processo Gerência de Configuração pode também apoiar o processo Gerência de Requisitos (GRE) no que diz respeito ao controle de modificações sobre os requisitos e o processo Integração do Produto (ITP) no que diz respeito ao controle da evolução de interfaces.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Configuração (GCO) no nível de maturidade F do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

7.4.2 Fundamentação teórica

A Gerência de Configuração pode ser tratada sob diferentes perspectivas em função do papel exercido pelo participante do processo de desenvolvimento de software [ASKLUND e BENDIX, 2002]. Na perspectiva gerencial, a Gerência de Configuração é dividida em cinco funções [IEEE, 2005]: identificação da configuração, controle da configuração, contabilização da situação da configuração, avaliação e revisão da configuração e gerenciamento de liberação e entrega.

A função de identificação da configuração tem por objetivo possibilitar: (1) a seleção dos itens de configuração, que são os elementos passíveis de Gerência de Configuração; (2) a definição do esquema de nomes e números, que possibilite a identificação inequívoca dos itens de configuração no grafo de versões e variantes; e (3) a descrição dos itens de configuração, tanto física quanto funcionalmente.

A função de controle da configuração é designada para o acompanhamento da evolução dos itens de configuração selecionados e descritos pela função de identificação. Para que os itens de configuração possam evoluir de forma controlada, esta função estabelece as seguintes atividades: (1) solicitação de modificação, iniciando um ciclo da função de controle para uma dada manutenção, que pode ser corretiva, evolutiva, adaptativa ou preventiva [PRESSMAN, 2005]; (2) classificação da modificação, que estabelece a prioridade da solicitação em relação às demais solicitações efetuadas anteriormente; (3) análise de impacto, que visa relatar os impactos em esforço, cronograma e custo, bem como definir uma proposta de implementação da manutenção; (4) avaliação da modificação pelo Comitê de Controle da Configuração (CCC), que estabelece se a modificação será implementada, rejeitada ou postergada, em função do laudo fornecido pela análise de impacto da modificação; (5) implementação da modificação, caso a solicitação tenha sido aprovada pela avaliação da modificação; (6) verificação da modificação com relação à proposta de implementação levantada na análise de impacto; e (7)

atualização da *baseline*, que pode ou não ser liberada para o cliente em função da sua importância e questões de *marketing* associadas. É importante notar que o CCC pode ser composto por uma única pessoa, desde que tenha as competências e mecanismos suficientes para a execução das tarefas associadas. Numa implementação convencional, a ação do CCC é realizada antes de a mudança ser efetuada e não apenas para referendá-la.

A função de contabilização da situação da configuração visa: (1) armazenar as informações geradas pelas demais funções; e (2) permitir que essas informações possam ser acessadas em função de necessidades específicas. Essas necessidades específicas abrangem o uso de medições para a melhoria do processo, a estimativa de custos futuros e a geração de relatórios gerenciais.

A função de avaliação e revisão da configuração ocorre quando a *baseline*, gerada na função de controle da configuração, é selecionada para ser liberada para o cliente. Suas atividades compreendem: (1) auditoria funcional da *baseline*, via revisão dos planos, dados, metodologia e resultados dos testes, assegurando que ela cumpra corretamente o que foi especificado; e (2) auditoria física da *baseline*, com o objetivo de certificar que ela é completa em relação ao que foi acertado em cláusulas contratuais.

A função de gerenciamento de liberação e entrega descreve o processo formal de: (1) construção, produzindo itens de configuração derivados a partir de itens de configuração fonte, (2) liberação, identificando as versões particulares de cada item de configuração que serão disponibilizadas e (3) entrega, implantando o produto no ambiente final de produção. Vale ressaltar que essas auditorias atuam de forma complementar às verificações executadas na função de controle da configuração, discutidas anteriormente. As verificações apresentadas na função de controle da configuração (também conhecidas como revisões técnicas formais) ocorrem ao término da implementação de cada modificação individual, com o intuito de assegurar que a modificação cumpre o que foi solicitado e aprovado. Por outro lado, as auditorias da configuração, apresentadas nesta função, visam verificar se a *baseline* como um todo, possivelmente englobando diversas modificações, está correta e completa para ser liberada. A auditoria de Gerência de Configuração é usualmente realizada por um profissional com bom conhecimento técnico em Gerência de Configuração. O auditor de gerência de configuração pode assumir a responsabilidade pela execução de outras atividades no projeto, por exemplo, implantação do produto. No entanto, não pode participar diretamente do desenvolvimento de produtos de trabalho identificados como itens de configuração ou de outros produtos que compõem uma *baseline* do produto de software.

É importante salientar que a auditoria de Gerência de Configuração não deve ser confundida com a auditoria de Garantia da Qualidade, uma das atividades do processo Garantia da Qualidade (GQA). Em algumas situações, pode ser útil haver uma colaboração entre a equipe de Gerência de Configuração e de Garantia da Qualidade para fazer, por exemplo, auditorias funcionais conjuntas sobre os outros processos e projetos [IEEE, 1987].

Sob a perspectiva de desenvolvimento, a Gerência de Configuração é dividida em três sistemas principais: controle de modificações, controle de versões e gerenciamento de construção.

O sistema de controle de modificações tem a função de executar a função de controle da configuração de forma sistemática, armazenando todas as informações geradas durante o andamento das solicitações de modificação e relatando essas informações aos envolvidos, assim como estabelecido pela função de contabilização da situação da configuração.

O sistema de controle de versões permite que os itens de configuração sejam identificados, segundo estabelecido pela função de identificação da configuração e que eles evoluam de forma distribuída e concorrente, porém disciplinada. Essa característica é necessária para que diversas solicitações de modificação efetuadas na função de controle da configuração possam ser tratadas em paralelo, sem corromper o sistema de Gerência de Configuração como um todo.

O sistema de gerenciamento de construção automatiza o processo de transformação dos diversos produtos de trabalho que compõem um projeto no sistema executável propriamente dito, de forma aderente à função de gerenciamento de liberação e entrega. Além disso, esse sistema estrutura as *baselines* selecionadas para liberação, conforme necessário, para a execução da função de avaliação e revisão da configuração.

Apesar de existirem essas diferentes perspectivas para abordar a Gerência de Configuração, elas não se relacionam de forma complementar, mas sim, de forma sobreposta. As cinco funções descritas na perspectiva gerencial podem ser implementadas pelos três sistemas descritos na perspectiva de desenvolvimento, acrescidos de procedimentos manuais, quando necessário. Cada sistema descrito na perspectiva de desenvolvimento pode fazer uso de procedimentos próprios para atender às funções descritas na perspectiva gerencial. Por exemplo: solicitações de modificação podem seguir fluxos díspares em diferentes projetos, numerações e rotulação de versões podem ocorrer de diversas formas em função das necessidades específicas de cada organização e a liberação de versões de produção pode depender de fatores como decisões de *marketing* e grau de qualidade desejada [LEON, 2000]. Esses procedimentos podem ser definidos no âmbito da organização como um todo ou no âmbito de projetos específicos.

Para auxiliar e garantir a execução das atividades do processo Gerência de Configuração, uma organização pode definir uma equipe de Gerência de Configuração, normalmente única, abrangendo toda a organização. Além dessa equipe, pode ser definido o Comitê de Controle da Configuração (CCC), que é um grupo de pessoas responsável por avaliar e aprovar ou rejeitar modificações propostas em itens de configuração, e certificar que as modificações aprovadas foram implementadas. Esse grupo pode ser definido por projeto e ter tamanho variado, dependendo de suas necessidades. Possíveis membros desse grupo são: líder e alguns membros chave da equipe de Gerência de Configuração, líder do projeto, representantes da equipe de Garantia da Qualidade, representantes da equipe de *marketing* e representantes do cliente.

7.4.3 Resultados esperados

GCO1 - Um Sistema de Gerência de Configuração é estabelecido e mantido

Para que a Gerência de Configuração ocorra de forma sistemática, é necessário que seja estabelecido um sistema de Gerência de Configuração. Esse sistema pode ser decomposto em três subsistemas: sistema de controle de versões, sistema de controle de modificações e sistema de gerenciamento de construção.

O sistema de controle de versões é responsável por armazenar as diversas versões dos itens de configuração e assegurar que as modificações sobre esses itens ocorram de forma segura e controlada. Desta forma, está no âmbito desse sistema a definição de políticas de controle de acesso (autenticação, autorização e auditoria), políticas de controle de concorrência, por exemplo, pessimista, otimista, híbrida etc., e procedimentos que viabilizem a definição de níveis de controle diferenciados para os itens de configuração, por exemplo, pré e pós *baseline*.

O sistema de controle de modificações é responsável por controlar o ciclo de vida das solicitações de modificação, desde o pedido até a incorporação da modificação na *baseline*. Esse sistema é fundamental para dar visibilidade ao processo Gerência de Configuração, pois a diferença entre *baselines* pode ser apresentada em termos das solicitações de modificações aprovadas e implementadas. Vale ressaltar que essa visibilidade só é passível de auditoria caso exista integração entre o sistema de controle de versões e o sistema de controle de modificações.

Finalmente, o sistema de gerenciamento de construção é responsável pela transformação dos itens de configuração fontes, por exemplo, código fonte em um paradigma convencional ou modelos no paradigma *Model Driven Architecture*, em itens de configuração derivados, por exemplo, executável, que representam o produto propriamente dito. Além disso, esse sistema pode exercer um papel importante nas atividades subseqüentes, de liberação e implantação do produto.

O sistema estabelecido usualmente possui mecanismos para: manter uma estrutura de pastas com controle de acesso e manuseio; armazenar e recuperar itens em suas diversas versões, de forma a preservar e atualizar seu conteúdo; gerenciar múltiplos níveis de controle de configuração; compartilhar e transferir itens entre os níveis de controle estabelecidos; manter registros sobre a manipulação destes itens; gerar relatórios gerenciais que possibilitem fazer um balanço da configuração existente (ou seja, contabilizar a situação da configuração). Além disso, um aspecto importante é a definição de uma estratégia que permita desenvolvimento em paralelo sobre uma base única de programas fontes, como, por exemplo, o gerenciamento de ramos (*branches*).

Vale ressaltar que o sistema de Gerência de Configuração não é, necessariamente, estabelecido via ferramentas automatizadas. Contudo, a execução manual do sistema de Gerência de Configuração pode se tornar inviável em projetos grandes devido à complexidade envolvida. Além disso, é importante notar que a existência de um sistema de Gerência de Configuração não dispensa procedimentos de preservação dos dados, ou seja, *backup*.

GCO2 - Os itens de configuração são identificados com base em critérios estabelecidos

A identificação dos itens de configuração constitui em um momento crítico para o sucesso do processo Gerência de Configuração na organização. A seleção do que será considerado um item de configuração é usualmente baseada em critérios previamente estabelecidos, descritos no plano de Gerência de Configuração. Por exemplo, um critério possível para identificação dos itens de configuração é o uso de princípios de acoplamento e coesão. Itens de configuração com alto acoplamento tornam complexo o processo de construção devido ao número excessivo de dependências. Por outro lado, itens de configuração com baixa coesão dificultam o processo de desenvolvimento, devido ao aumento de modificações concorrentes.

Além disso, caso os itens de configuração sejam muito pequenos, o número total de itens de configuração será grande e isso poderá afetar a visibilidade do produto, dificultar o gerenciamento e aumentar o custo de operação. Por outro lado, caso os itens de configuração sejam muito grandes, o número total de itens de configuração será pequeno e isso poderá gerar dificuldades de logística e manutenção, limitando as possibilidades de gerência.

Desta forma, uma identificação de itens de configuração bem sucedida está intimamente relacionada com a definição da arquitetura do sistema em questão. Em geral, os itens de configuração são projetados, implementados e testados independentemente, são identificados unicamente pelo seu nome e a sua numeração de versão retrata seu posicionamento na hierarquia e os documentos ou parte de documentos que descrevem o item de configuração fazem parte do item. Para cada item de configuração, identificado no plano de Gerência de Configuração, são usualmente definidos: um identificador único; o nível de controle pretendido, por exemplo, apenas armazenar no repositório, também controlar a versão e ainda incluir em *baseline*; o momento de se aplicar este controle; um responsável. Diferentes níveis de controle podem ser apropriados para diferentes produtos de trabalho em diferentes momentos do projeto, bem como um mesmo item de configuração pode possuir diferentes níveis de controle ao longo do projeto.

A gerência de configuração se aplica tanto para os produtos de trabalho dos projetos quanto para os produtos de trabalho organizacionais, em nível técnico, por exemplo, especificação de requisitos, projetos de arquitetura, código; gerencial, por exemplo, planos, laudos, controles; e de processos, por exemplo, padrões, procedimentos, guias, *templates*.

GCO3 - Os itens de configuração sujeitos a um controle formal são colocados sob *baseline*

No decorrer da execução do projeto, os itens de configuração identificados no resultado esperado GCO2 serão produzidos de acordo com os momentos previamente estabelecidos. Durante a produção desses itens de configuração, o sistema de Gerência de Configuração usualmente atua em um baixo nível de controle, permitindo maior produtividade. Contudo, quando esses itens de configuração passam a servir como insumo para demais atividades do processo de desenvolvimento, o nível de controle pode ter que ser aumentado, evitando que

modificações sejam feitas sem a devida aprovação e notificação aos interessados, minimizando o retrabalho.

Para aumentar o nível de controle sobre os itens de configuração que necessitam de um controle formal, são estabelecidas *baselines* em diferentes estágios do ciclo de vida do software. O formalismo aplicado às *baselines* pode variar em função da flexibilidade que determinados processos de desenvolvimento de software necessitam. A *baseline* pode ser promovida internamente pelos níveis de análise (*baseline* funcional), de projeto (*baseline* alocada) e implementação (*baseline* de produto). O mecanismo de rótulo (*tag*) nas versões de um conjunto de itens de configuração, existente em diversos sistemas de controle de versões, pode ser utilizado para implementar o conceito de *baseline*.

As atividades relacionadas à geração de uma *baseline* geralmente incluem: obter autorização do responsável (muitas vezes o Comitê de Controle de Configuração - CCC) para a criação e liberação da *baseline*; montar a *baseline* exclusivamente a partir do sistema de gerenciamento de configuração existente; documentar o conjunto de itens de configuração que estão contidos na *baseline* e disponibilizá-la para os grupos pertinentes envolvidos.

Além dos itens de configuração produzidos por projetos, é importante que os itens organizacionais (diretrizes, políticas, planos organizacionais etc.) relacionados aos processos do nível considerado também sejam colocados em *baselines* organizacionais. Isso pode acontecer em qualquer nível, mesmo quando não há ainda obrigatoriedade da definição de processos. No caso de já haver um processo padrão é recomendável que ele esteja sob gerência de configuração. Sem isso, pode não ser possível identificar, para cada processo definido de projeto, qual versão específica do processo padrão ele se baseia (algumas organizações, por exemplo, deixam no processo padrão conhecimentos importantes e indicam o processo definido para o projeto apenas com um ponteiro para o processo padrão). Sem gerência de configuração, se o processo padrão mudar, ele automaticamente afeta todos os processos definidos que estão em execução.

GCO4 - A situação dos itens de configuração e das *baselines* é registrada ao longo do tempo e disponibilizada

As ações de gerenciamento de configuração – como a inclusão e alteração de itens no repositório, a geração e liberação de *baselines* – precisam ser registradas e disponibilizadas em um nível de detalhe suficiente para que o conteúdo e a situação de cada item de configuração sejam conhecidos e que versões anteriores possam ser recuperadas. Com isso são estabelecidos registros do conteúdo, situação e versão dos itens de configuração e *baseline*, tanto no contexto de projetos como no contexto organizacional, quando pertinente. Isto é importante para assegurar que os grupos interessados em itens específicos tenham acesso e conhecimento sobre o histórico e a situação específica de cada item ao longo do tempo, bem como para que consigam identificar, diferenciar e recuperar o conteúdo das *baselines* geradas.

É importante que exista um mapeamento preciso entre as *baselines* e todas as versões dos itens de configuração que as compõem, assim como o mapeamento preciso entre as solicitações de modificação e todas as versões dos itens de configuração geradas durante sua implementação. Esses mapeamentos facilitam a identificação em diferentes níveis de abstração do impacto das modificações no

sistema como um todo. Assim, o sistema de Gerência de Configuração capaz de registrar todas as informações referentes ao ciclo de vida dos itens de configuração, possibilita gerar relatórios tanto no nível de desenvolvimento quanto no nível gerencial.

No nível de desenvolvimento, é possível identificar as diferenças entre duas versões de um mesmo item de configuração. Além disso, é possível diferenciar o estado de um item de configuração, por exemplo, em desenvolvimento, em testes, aprovado, em *baseline*, liberado etc. O mecanismo de ramo (*branch*), existente em diversos sistemas de controle de versões, pode ser utilizado para implementar a separação de estados dos itens de configuração.

No nível gerencial, é possível visualizar precisamente o andamento das modificações realizadas, assim como as diferenças entre *baselines* em termos das solicitações de modificação implementadas.

Uma discussão mais profunda sobre a disponibilização de *baselines* em forma de liberações (*releases*) é apresentada em GCO 6.

GCO5 - Modificações em itens de configuração são controladas

A partir do momento que os itens de configuração passam a fazer parte de uma *baseline*, toda e qualquer modificação sobre esses itens de configuração deve passar por um processo formal de controle de modificações. Esse processo formal de controle de modificações visa analisar o impacto das modificações e notificar aos afetados, evitando retrabalho e efeitos colaterais indesejáveis. O ciclo de vida das solicitações de modificação, assim como os critérios estabelecidos para sua aprovação pelo Comitê de Controle da Configuração (CCC), são previamente estabelecidos no plano de Gerência de Configuração.

Dependendo da etapa do processo de desenvolvimento, determinados itens de configuração terão maior importância e constituirão diferentes *baselines*. Por exemplo, no momento da codificação, os itens de configuração de projeto que constituem a *baseline* alocada são os de maior importância e recebem maior atenção por parte da Gerência de Configuração. Isso ocorre porque o código fonte que está sendo criado em função do projeto pode ficar inconsistente caso alguma modificação não relatada ocorra nesses itens de configuração de projeto.

Para que uma solicitação de modificação possa ser implementada, ao menos os seguintes passos são usualmente registrados [IEEE, 2005]: (1) Documentação da necessidade de modificação; (2) Análise de impacto da modificação; e (3) Avaliação da modificação (aprovação ou reprovação). Após a implementação de uma modificação, ao menos os seguintes passos são usualmente registrados: (1) Verificação da implementação; e (2) Atualização da *baseline* com a modificação. Caso seja decidido pelo CCC, também pode ser feita a liberação da *baseline*. Nos momentos pertinentes desse processo, os interessados e autorizados são comunicados sobre o andamento da solicitação. Esta comunicação pode ser feita de forma direta, por exemplo, por meio do envio de e-mail, ou indireta, por exemplo, disponibilizando de um rótulo (*tag*) no sistema de controle de versão.

A análise de impacto descreve quais itens de configuração serão afetados pela modificação e quais são as correções propostas. Também indica uma estimativa do esforço necessário para realizar a modificação em termos de custo, tempo ou outra

medida adequada. Para auxiliar na realização dessa análise, aconselha-se o uso de algum mecanismo que indique a rastreabilidade entre os itens de configuração, como, por exemplo, uma matriz de rastreabilidade.

O controle das modificações realizadas nos itens geralmente inclui: atribuir solicitações aos responsáveis pela mudança; retirar (*check-out*) e registrar (*check-in*) itens no sistema de Gerenciamento de Configuração, documentando as mudanças realizadas e seu motivo, de forma a preservar sua correção e integridade; realizar revisões para assegurar que as mudanças não causaram efeitos colaterais; obter autorização antes de incorporar itens a uma nova versão; acompanhar as solicitações de mudança até a conclusão; definir junto aos responsáveis e registrar as solicitações de mudança que serão atendidas e disponibilizadas nas *baselines*; e disponibilizar mudanças aos interessados e autorizados.

O sistema de Gerência de Configuração usualmente registra e mantém um controle do andamento de todas as solicitações de modificação, possibilitando gerar relatórios tanto no nível de desenvolvimento quanto no nível gerencial.

GCO6 - O armazenamento, o manuseio e a liberação de itens de configuração e *baselines* são controlados

Todos os produtos de trabalho que forem itens de configuração, tanto de projetos quanto de processos, são armazenados no sistema de Gerência de Configuração, seguindo as especificações definidas para cada tipo de item de configuração. Além disso, o acesso a esses produtos de trabalho é controlado, tanto sob o ponto de vista de concorrência quanto sob o ponto de vista de autorização, evitando que aconteça retrabalho ou que informações sensíveis sejam acessadas por pessoas não autorizadas. Assim, controles são estabelecidos para registrar (por exemplo, fazer *check-in*) e retirar (por exemplo, fazer *check-out*) itens do sistema de Gerência de Configuração, bem como para gerenciar a concorrência no uso/manuseio (por exemplo, estabelecer ramos (*branches*)).

Em situações onde existem informações sensíveis armazenadas no sistema de Gerência de Configuração e em que esse sistema é acessado por meios inseguros, por exemplo, Internet, é necessário que canais de segurança sejam estabelecidos, por exemplo, SSL (*Secure Sockets Layer*), evitando que pessoas externas ao processo tenham acesso a essas informações. Vale ressaltar que o mero estabelecimento de mecanismos de autorização não é suficiente para fornecer níveis adequados de segurança nesses cenários.

É necessário, ainda, estabelecer um controle para a liberação de *baseline* aos interessados e autorizados contendo tanto versões para a produção quanto produtos de trabalho fechados, incluindo o empacotamento e a entrega.

A liberação de *baselines* contendo versões para a produção ocorre o quanto antes, de forma a minimizar o retrabalho necessário para adaptar as modificações ao restante do software. Idealmente, essas liberações ocorrem de forma incremental e contínua, visando aumentar a transparência do processo Gerência de Configuração como um todo. Por exemplo, após uma solicitação de modificação, o solicitante passa a ser um interessado direto na liberação futura do software. Contudo, cada estado intermediário dessa solicitação também é de interesse do solicitante e pode afetar suas possíveis tomadas de decisão. Por outro lado, uma solicitação de

modificação pode adiar a previsão da próxima liberação do software, gerando efeitos colaterais na equipe responsável pela divulgação do produto.

A liberação de uma *baseline* para o cliente só ocorre após autorização do CCC e execução dos procedimentos de auditoria. Além disso, é importante o estabelecimento de rastreabilidade entre a *baseline* que originou a liberação, a liberação propriamente dita e o cliente que recebeu a liberação. Só assim será possível identificar, inequivocamente, a versão dos itens de configuração que foram utilizados para construir uma determinada versão do software que está em produção no ambiente do cliente.

GC07 - Auditorias de configuração são realizadas objetivamente para assegurar que as *baselines* e os itens de configuração estejam íntegros, completos e consistentes

Auditorias sobre o sistema de Gerência de Configuração são realizadas objetivamente, com o objetivo de verificar se os procedimentos e diretrizes estão sendo seguidos de forma correta e adequada, bem como se os itens de configuração e as *baselines* estão íntegras, corretas e consistentes. A periodicidade das auditorias é previamente estabelecida no plano de Gerência de Configuração, por exemplo, auditorias pré-liberação, auditorias mensais etc.

São realizadas auditorias tanto no contexto de projetos quanto no contexto organizacional. Ambas confirmam se os registros de gerência de configuração identificam corretamente os itens de configuração e as *baselines*.

A objetividade da auditoria de configuração é obtida pela execução da auditoria por um auditor que não esteve envolvido diretamente na execução das atividades do processo sendo auditadas com base em critérios que minimizem a subjetividade e o viés. O auditor de gerência de configuração pode assumir a responsabilidade pela execução de outras atividades no projeto, por exemplo, implantação do produto. No entanto, o auditor de gerência de configuração não pode participar diretamente do desenvolvimento de produtos de trabalho identificados como itens de configuração ou de outros produtos que compõem uma *baseline* do produto de software. É importante notar que normalmente se audita também o próprio sistema de gerência de configuração. Ou seja, se o gerente de configuração fosse desenvolvedor do projeto, ele auditaria as próprias ações de gerência de configuração que ele deveria estar fazendo no dia a dia de trabalho.

Em relação aos itens de configuração, é necessário verificar sua estrutura e integridade, bem como confirmar se estão completos, corretos e conformes com padrões e procedimentos de gerência de configuração aplicáveis.

Usualmente, dois tipos de auditorias são executados sobre as *baselines*: auditoria funcional e auditoria física. A auditoria funcional ocorre por meio da revisão dos planos, dados, metodologia e resultado de testes, para verificar se estes são satisfatórios. Desta forma, o seu objetivo é verificar a corretude da *baseline*, ou seja, se ela cumpre o que foi especificado. Por outro lado, a auditoria física examina a estrutura de todos os itens de configuração que compõem a *baseline*. Desta forma, o seu foco principal está na completude da *baseline*, ou seja, se ela contém todos os itens de configuração especificados. De qualquer forma, todos os problemas

detectados em uma auditoria de configuração são tratados como itens de ação da auditoria e acompanhados até a conclusão.

As verificações previstas nestes dois tipos de auditorias, no entanto, não precisam ser executadas necessariamente por uma única pessoa ou ser de atribuição de um único papel no processo. Tarefas usualmente executadas em uma auditoria funcional, por exemplo, a verificação se todos os requisitos foram implementados ou se os resultados de testes foram satisfatórios para assegurar a qualidade do produto podem ser asseguradas por revisão por pares ou pelo Grupo de Qualidade. Dessa forma, por exemplo, uma possível parceria entre as equipes de gerência de configuração e garantia da qualidade para realização de auditorias pode diminuir a pressão em empresas pequenas.

7.5 Gerência de Portfólio de Projetos (GPP)

7.5.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Portfólio de Projetos é iniciar e manter projetos que sejam necessários, suficientes e sustentáveis, de forma a atender os objetivos estratégicos da organização. Este processo compromete o investimento e os recursos organizacionais adequados e estabelece a autoridade necessária para executar os projetos selecionados. Ele executa a qualificação contínua de projetos para confirmar que eles justificam a continuidade dos investimentos, ou podem ser redirecionados para justificar.

Enquanto o processo Gerência de Projetos (GPR) envolve as atividades de gerenciamento de um projeto, o processo Gerência de Portfólio de Projetos (GPP) envolve atividades relacionadas ao gerenciamento do conjunto de projetos de uma organização, ou seja, atividades relacionadas com o gerenciamento da carteira de projetos. Isto engloba as atividades de seleção dos projetos que comporão a carteira, bem como análise, ao longo de sua execução, para determinar se continuam viáveis e adequados em relação aos motivos pelos quais foram aprovados.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Portfólio de Projetos (GPP) no nível de maturidade F do MR-MPS em organizações do tipo de Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

7.5.2 Fundamentação teórica

O PMI (*Project Management Institute*), reconhecida associação profissional na área de gerenciamento de projetos, é conhecido mundialmente pela publicação, atualização e disseminação do PMBOK (*A Guide to The Project Management Body of Knowledge*) [PMI, 2008a]. O PMBOK é um guia que contém as melhores práticas de gerenciamento de projetos e descreve os processos necessários para iniciar,

planejar, executar, controlar e encerrar um projeto. O seu foco é o gerenciamento de um projeto individualmente.

Paralelamente a esta iniciativa, o PMI também é o responsável pela publicação, atualização e disseminação do Padrão para o Gerenciamento de Portfólio (*Standard for Portfolio Management*) [PMI, 2008b]. O foco deste guia, como o próprio nome sugere, está nas atividades envolvidas no gerenciamento da carteira de projetos da organização, e não apenas sobre um projeto individualmente.

Pode-se entender um portfólio como sendo “(...) um conjunto de projetos, programas e outros trabalhos que são agrupados para facilitar o gerenciamento efetivo daquele trabalho para atender a objetivos estratégicos específicos. Os componentes do portfólio não necessariamente precisam ter alguma relação de dependência ou estar diretamente relacionados.” [PMI, 2008b]. Complementarmente, pode-se entender que gerência de portfólio refere-se ao “gerenciamento centralizado de um ou mais portfólios, que inclui identificar, priorizar, autorizar, gerenciar e controlar projetos, programas e outros trabalhos relacionados, para atingir objetivos estratégicos específicos” [PMI, 2008b].

A Gerência de Portfólio de Projetos pode ser compreendida como a governança sobre o conjunto dos projetos. Ela atua em duas frentes: selecionando os projetos que devem ser executados; e, uma vez em execução, avaliando se estes projetos continuam viáveis e aderentes aos critérios pelos quais foram aprovados.

O objetivo da etapa de seleção é criar uma combinação de projetos que melhor apóie os objetivos da organização, alinhada com as suas estratégias e com as restrições de recursos (pessoas e orçamento) [LEVINE, 2005].

O objetivo da avaliação é garantir que, à medida que os projetos vão sendo executados, continuem aderentes e satisfazendo os objetivos pelos quais foram iniciados. Visa, ainda, avaliar se o projeto continua sendo necessário frente às mudanças no ambiente que podem ocorrer durante a sua execução, principalmente devido a [MAIZLISH & HANDLER, 2005]:

- Modificações na composição das necessidades do negócio e da missão em relação às ofertas de produtos e serviços;
- Tendências da indústria;
- Mudanças na economia;
- Demandas dos clientes;
- Ofertas dos fornecedores;
- Novas tecnologias;
- Requisitos legais;
- Competitividade e/ou *business intelligence*.

De acordo com a ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008], a empresa deve, quando o acordo assim o permitir, agir no sentido de cancelar ou suspender projetos cujos riscos ou desvantagens para a organização superem os benefícios de se continuar investindo.

7.5.3 Resultados esperados

GPP1 - As oportunidades de negócio, as necessidades e os investimentos são identificados, qualificados, priorizados e selecionados

É comum que, em dado momento, a organização possua uma série de necessidades e oportunidades de negócio ou investimentos que estejam competindo pelos mesmos recursos. Nem todas estas demandas poderão ser transformadas em projetos, quer seja pela limitação de recursos, quer seja pelo nível de risco envolvido.

A chegada destas demandas pode ocorrer por diversos meios: solicitação do cliente, oportunidade de mercado identificada pelo pessoal de marketing, evoluções da tecnologia identificadas pela área de TI, mudanças no cenário econômico detectadas pelo pessoal financeiro, entre outros. Inicialmente, as demandas precisam ser identificadas, ou seja, é preciso registrá-las para que possam ser posteriormente analisadas, com o objetivo de definir se serão iniciadas como projetos ou descartadas.

Em seguida as demandas deverão ser qualificadas, ou seja, deverão ser identificados os atributos que a caracterizam e que serão utilizados como critérios de seleção e priorização. Em geral estes critérios estão relacionados a: retorno sobre o investimento (ROI), alinhamento com os planos estratégicos e táticos, balanceamento da carteira, uso mais efetivo de recursos, probabilidade de sucesso (prazo, custo e escopo), oportunidade de mercado, risco etc. Selecionar os projetos significa validar sua aderência aos objetivos organizacionais antes que sejam incorporados ao portfólio. Potenciais projetos que estejam mais alinhados com os critérios estabelecidos receberão tratamento prioritário, enquanto que os demais receberão prioridade menor ou serão até mesmo descartados do portfólio.

Em uma organização que desenvolve projetos para uso interno, ou seja, não comercializa software, é possível que determinados projetos sejam priorizados, mas permaneçam em uma carteira, aguardando o momento mais adequado para serem iniciados. Já em uma organização onde os projetos de software são o negócio da empresa, ou seja, são o produto/serviço que ela comercializa, descartar um projeto pode significar perder um cliente. Nestes casos, é mais provável que sejam levados em consideração, além dos aspectos financeiros (lucro, por exemplo), outros aspectos, como riscos de insucesso do projeto, potenciais prejuízos advindos da execução, custo da oportunidade perdida etc. É possível que, por estes critérios, a empresa conclua que determinada demanda não deva ser atendida pois representa riscos maiores do que ela teria capacidade de assumir. Isto significa que os prejuízos decorrentes de uma escolha indevida de projeto podem ser maiores que os benefícios que podem ser dele advindos.

É importante ressaltar que este resultado não se refere apenas à análise da viabilidade de um projeto individualmente, mas sim sob a perspectiva mais global, do portfólio de projetos e dos objetivos estratégicos da organização.

GPP2 - Os recursos e orçamentos para cada projeto são identificados e alocados

Para cada um dos projetos que tenham sido selecionados e priorizados devem ser provisionados e disponibilizados os recursos e o orçamento necessários. Parte desta atividade é realizada por meio do resultado GPR7 (recursos humanos) e GPR8 (outros recursos). No entanto, deve-se, neste momento, analisar os possíveis conflitos de alocação de recursos entre os projetos, especialmente aqueles que são considerados críticos. Esta é uma perspectiva mais organizacional do que simplesmente individual de cada projeto.

Por exemplo, determinado profissional especialista pode estar alocado a mais de um projeto e é importante analisar se a carga total alocada é compatível com a carga horária disponível do profissional. Isto pode também ocorrer com outros recursos como equipamentos, instalações, licenças de software etc.

Projetos considerados prioritários receberão recursos também de forma prioritária e isto deve ser analisado por uma perspectiva organizacional, ou seja, do portfólio de projetos, e não apenas em nível de projeto.

GPP3 - A responsabilidade e autoridade pelo gerenciamento dos projetos são estabelecidas

Para cada um dos projetos que tenha sido selecionado e priorizado, deve ser identificado o profissional que será responsável pelas atividades de gerenciamento do projeto, ou seja, que exercerá o papel de Gerente do Projeto. Em algumas empresas, não se usa esta nomenclatura e as atividades de gerenciamento são atribuídas a papéis como Líder de Projeto, Líder Técnico ou até mesmo o Analista Responsável. O importante é que a autoridade seja estabelecida e comunicada.

Quando a organização utiliza as melhores práticas do PMBOK, esta atribuição de autoridade e responsabilidade é feita por meio do Termo de Abertura de Projeto. No entanto, isto pode ser feito por outro documento similar, que a organização reconheça como oficial para atribuir a autoridade e a responsabilidade pela execução das atividades de gerenciamento do projeto.

GPP4 - Os conflitos sobre recursos entre projetos são tratados e resolvidos

À medida que os projetos vão sendo realizados, novos conflitos de recursos podem ser identificados. Os projetos de TI raramente são executados exatamente como o planejado, por diversos motivos: as estimativas não são precisas, as condições do ambiente interno ou externo podem se alterar, o desempenho de um projeto pode afetar outro projeto, uma nova tecnologia pode não ter o desempenho esperado etc. Estes fatores podem afetar a execução dos projetos do portfólio e também levar a novos conflitos sobre recursos.

Um exemplo pode ser a liberação com atraso de um recurso por um projeto, levando o projeto seguinte a não receber o recurso na data prevista. Por exemplo, um determinado projeto pode necessitar de um ambiente de teste específico a partir de uma data, mas o projeto anterior ainda não conseguiu concluir suas atividades e por este motivo o recurso (ambiente de teste) ainda não está disponível para o próximo projeto.

Estes conflitos, analisados sob a perspectiva organizacional dos múltiplos projetos em execução, devem ser registrados, analisados, tratados e resolvidos.

GPP5 - Projetos que atendem aos acordos e requisitos que levaram à sua aprovação são mantidos, e os que não atendem são redirecionados ou cancelados

À medida que um projeto vai sendo executado, as atividades de monitoramento vão sendo realizadas, de maneira a coletar informações, na forma de “fotos” de determinados momentos do projeto, permitindo a atuação do gerente de projetos, quando necessário. Estas são as atividades relacionadas ao gerenciamento do projeto individualmente, conforme previsto no processo GPR.

Porém, todos os projetos possuem riscos que, se confirmados, podem levar o projeto a se desviar de seu plano original, afastando-se da situação que foi levada em consideração quando se determinou a sua aprovação. Neste momento, a empresa precisa analisar se este projeto continua alinhado aos objetivos estratégicos pretendidos, se é necessário algum redirecionamento ou até mesmo se é o momento de ser cancelado.

Isto poderá ser detectado tanto no monitoramento periódico do projeto, quanto nas revisões de marcos. É mais comum que uma decisão mais crítica seja objeto de uma revisão de marco, mas nada impede que possa ser tomada também como decorrência da identificação de um desvio crítico em um monitoramento periódico.

Podem ainda ser conduzidas revisões específicas da seleção de projetos da carteira. Neste momento, os projetos que estejam comprometidos em termos de desempenho, precisam ser avaliados juntamente com o restante da carteira, de modo a definir se devem ser adiados ou até mesmo cancelados [LEVINE, 2005].

7.6 Garantia da Qualidade (GQA)

7.6.1 Propósito

O propósito do processo Garantia da Qualidade é assegurar que os produtos de trabalho e a execução dos processos estão em conformidade com os planos e recursos predefinidos.

As atividades de Garantia da Qualidade permitem fornecer visibilidade do projeto para todos da organização por meio de uma visão independente em relação ao processo e ao produto. A Garantia da Qualidade é um apoio para o gerente, servindo como seus “olhos e ouvidos”. Também agrega valor à equipe de projeto, ajudando-a a preparar e rever procedimentos, planos e padrões, desde o início do projeto até o seu encerramento.

A pessoa ou grupo que executa a atividade de garantir a qualidade de processos e produtos tem uma responsabilidade delicada, pois fiscaliza se as pessoas estão desempenhando adequadamente as suas tarefas e seguindo os procedimentos estabelecidos. Por isso, pode ser necessário instituir mecanismos na organização que permitam aos responsáveis pelas atividades de Garantia da Qualidade executar seu trabalho com independência e autoridade.

A Garantia da Qualidade deve contemplar tanto a gerência quanto a construção dos produtos de trabalho. Falhas em quaisquer dessas duas dimensões podem trazer sérias conseqüências negativas.

Os objetivos principais desse processo são:

- Avaliar objetivamente os processos executados, produtos de trabalho e serviços em relação à descrição de processos aplicáveis, padrões e procedimentos;
- Identificar e documentar itens de não-conformidades;
- Prover *feedback* para a equipe do projeto e gerentes como resultado das atividades de Garantia da Qualidade; e
- Assegurar que as não-conformidades são corrigidas.

A Garantia da Qualidade deve estar integrada às atividades do projeto desde o seu início, devendo ser planejada em paralelo à elaboração do plano do projeto e executada durante sua vigência, conforme planejado. O planejamento da Garantia da Qualidade é necessário para que sejam estabelecidos os padrões, procedimentos e processos aplicáveis ao projeto, bem como os artefatos e fases em que a Garantia da Qualidade atuará. Os artefatos podem ser selecionados por meio de amostras ou critérios objetivos, que devem estar compatíveis com a política organizacional e as necessidades do projeto.

O processo Garantia da Qualidade tem uma interseção com todos os demais processos do MR-MPS por meio dos atributos de processo RAP 10 (A partir do nível F) e RAP 14, que estabelecem, respectivamente: “a aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente e são tratadas as não conformidades” e “os produtos de trabalho são avaliados objetivamente com relação aos padrões, procedimentos e requisitos aplicáveis e são tratadas as não conformidades”. Assim, o processo Garantia da Qualidade é aplicável para avaliar os produtos gerados e a aderência dos processos executados tanto no contexto de projetos como no contexto organizacional.

A interseção entre os processos Gerência de Projetos e Garantia da Qualidade ocorre por meio do planejamento da Garantia da Qualidade que define quais produtos e processos serão selecionados para o projeto, além de especificar como, por quem e quando as atividades de Garantia da Qualidade acontecerão.

É importante enfatizar a necessidade de se avaliar objetivamente, uma vez que a objetividade é crítica para o sucesso de um projeto. A objetividade é conseguida pela alocação de um profissional externo ao projeto, que não esteja envolvido na elaboração dos documentos a serem avaliados nem nas atividades a serem auditadas, para realizar as atividades de Garantia da Qualidade. Outro fator que possibilita a objetividade é a utilização de um conjunto de critérios predefinidos a serem utilizados nas auditorias de Garantia da Qualidade, por exemplo, um *checklist*, de forma a reduzir a subjetividade e a influência do auditor.

O escopo do processo Garantia da Qualidade não se aplica unicamente aos produtos de trabalho dos processos de um determinado nível do MR-MPS. Todos os produtos de trabalho dos processos de software em uso pela organização - sejam eles o de desenvolvimento, manutenção ou de apoio - podem ser considerados. As atividades de Garantia da Qualidade são um importante mecanismo para que a organização consiga manter o controle sob seus processos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Garantia da Qualidade (GQA) no nível de maturidade F do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

7.6.2 Fundamentação teórica

Segundo o IEEE, o termo “qualidade” pode ser entendido no contexto da Engenharia de Software como o grau no qual um sistema, componente ou processo satisfaz os requisitos especificados e as necessidades e expectativas do cliente ou usuário [IEEE, 1990]. Engloba tanto a qualidade do produto (conformidade com os requisitos) quanto a qualidade do processo (grau em que o processo garante a qualidade do produto). A Garantia da Qualidade envolve um conjunto de atividades voltadas para avaliar o processo pelo qual os produtos são desenvolvidos ou manufaturados, visando fornecer confiança necessária de que estes estejam em conformidade com os requisitos técnicos especificados [IEEE, 1990]. O processo Garantia da Qualidade visa garantir que os processos e os produtos de software, no ciclo de vida do projeto, estão em conformidade com os padrões, procedimentos e descrições de processos definidos para o projeto e sobre os quais a Garantia da Qualidade atuará [ISO/IEC, 2008].

Para ser imparcial, a Garantia da Qualidade necessita “avaliar objetivamente” processos e produtos. Isto significa ter autoridade e autonomia organizacional, com independência das pessoas diretamente responsáveis pelo desenvolvimento do produto de software ou pela execução do processo [ISO/IEC, 2008]. Para que esta independência seja alcançada, deve ser criado um Grupo de Garantia da Qualidade para atuar nos projetos. Uma alternativa também válida é um profissional da organização fazer o trabalho de Garantia da Qualidade de um projeto no qual não está envolvido. Também existe a possibilidade da responsabilidade pela Garantia da Qualidade ser contratada externamente. Adicionalmente à independência, faz-se necessário que se definam critérios objetivos de avaliação, de forma que a execução do processo Garantia da Qualidade tenha foco e direcione para as questões relevantes a serem objetivamente avaliadas.

O Grupo de Garantia da Qualidade pode ser formado por pessoas em tempo integral ou parcial, sendo que essa decisão pode ser determinada em função do tamanho da organização e da quantidade de projetos.

7.6.3 Resultados esperados

GQA1 - A aderência dos produtos de trabalho aos padrões, procedimentos e requisitos aplicáveis é avaliada objetivamente, antes dos produtos serem entregues ao cliente e em marcos predefinidos ao longo do ciclo de vida do projeto

Os produtos de trabalho a serem submetidos à Garantia da Qualidade devem ser previamente selecionados. Nos níveis de maturidade iniciais, nos quais a organização está ainda se familiarizando com os processos, é altamente recomendável que todos os produtos de trabalho sejam avaliados. Nos níveis de maturidade superiores, quando o volume de avaliações aumenta muito em função da existência de um maior número de processos e produtos de trabalho, pode-se selecionar um subconjunto representativo a ser avaliado. Em ambos os casos, se necessária, a seleção dos produtos de trabalho pode levar em conta a sua importância, o seu valor agregado para o projeto ou outros critérios consistentes com a política organizacional, requisitos e necessidades dos projetos. Independente do critério de seleção dos produtos de trabalho, estes devem ser definidos no início do projeto, para que todos os envolvidos tenham ciência e concordem com a seleção realizada. Uma questão importante é que não somente os produtos de trabalho do projeto são selecionados, mas também os produtos de trabalho de atividades de apoio ou organizacionais. A identificação dos produtos de trabalho deve levar em consideração todos os processos em uso na empresa e não manter o foco apenas nos processos definidos no MR-MPS.

É importante entender que avaliar objetivamente implica em ter critérios objetivos para se conduzir a avaliação de cada produto de trabalho, de forma a minimizar a subjetividade e o viés do avaliador. Critérios objetivos podem ser estabelecidos pela definição e utilização de: *checklists*, questionários, ferramentas automatizadas de verificação etc. Dentro desse contexto, é importante que os responsáveis pela Garantia da Qualidade sejam informados sobre quaisquer mudanças nos padrões, procedimentos, processos e requisitos definidos para os produtos de trabalho do projeto ou da organização, para que adaptações que porventura sejam necessárias para os critérios sejam realizadas em tempo.

As atividades de Garantia da Qualidade devem ser executadas de acordo com o planejamento existente. Esse planejamento pode resultar em um plano de Garantia da Qualidade separado ou integrado ao plano do projeto. O plano de Garantia da Qualidade deve conter, entre outros, os marcos ao longo do ciclo de vida do projeto nos quais atividades de Garantia da Qualidade deverão ser executadas. A Garantia da Qualidade é uma forma de a organização se resguardar de possíveis falhas de qualidade e por isso a importância de ser conduzida ao longo do desenvolvimento do projeto, para que as correções sejam feitas com o mínimo de retrabalho.

A forma mais comum de verificar a aderência dos produtos de trabalho aos padrões, procedimentos e requisitos é por meio de auditorias. Elas devem ocorrer sempre antes de os produtos serem entregues ao cliente externo (por exemplo, o fornecedor de requisitos). Avaliações antes de os produtos serem repassados a clientes internos dos projetos, por exemplo, membros da equipe que sejam destinatários de um documento (como analistas de testes que elaboram os casos de testes com base na especificação técnica), também são indicadas. Ou seja, internamente, aconselha-

se que a verificação da aderência de produto ocorra sempre que este for repassado como referência para atividades posteriores do ciclo de vida de forma a evitar a replicação de problemas que poderiam ter sido anteriormente sanados.

Pode-se realizar auditorias em marcos predefinidos ao longo do ciclo de vida do projeto. Independente da forma utilizada, as atividades de Garantia da Qualidade podem ser realizadas progressivamente nos produtos de trabalho, à medida que forem produzidos.

Critérios que podem ser utilizados para fazer a avaliação dos produtos de trabalho incluem, por exemplo, completeza em relação ao *template*, aderência aos padrões, consistência interna (quando são relacionados os conteúdos de duas ou mais seções do documento), consistência externa (quando são relacionados os conteúdos de dois ou mais documentos), clareza etc. Para cada um destes critérios pode-se observar características específicas de cada documento. Apesar de não se exigir que uma avaliação da qualidade, como definida por este processo, leve em consideração aspectos ligados ao conteúdo do documento (pois nem sempre é possível garantir conhecimento técnico do profissional de qualidade para todos os documentos a serem analisados), a inclusão de critérios mais rígidos e específicos pode aumentar a eficácia das avaliações e, assim, resultar em melhores produtos e menos retrabalho.

No caso de existência de subcontratação em um projeto, caso a garantia da qualidade seja considerada um fator importante na aquisição, pode-se instituir, no acordo firmado, algum mecanismo que permita: que os requisitos do produto (ou de componente do produto) que constituem objeto da subcontratação sejam repassados para o subcontratado; que as atividades de Garantia da Qualidade do produto necessárias sejam planejadas e executadas; e que os produtos entregues pelo subcontratado sejam auditados.

Devido à interação deste resultado esperado com o RAP 14, é preciso que se avalie a aderência de pelo menos um produto de trabalho referente a cada um dos processos do MR-MPS que a organização implemente.

GQA2 - A aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente

Os processos que são utilizados tanto nos projetos quanto nas atividades de apoio devem ser selecionados para serem submetidos à avaliação da Garantia da Qualidade de forma a verificar se a sua execução está de acordo com o estabelecido.

É importante avaliar cada processo com base em critérios objetivos, de forma que seja possível verificar a aderência do que é executado às descrições dos processos, padrões e procedimentos. Essa verificação pode ser feita, por exemplo, com base na descrição do processo e diretrizes em uso ou na realização de entrevistas com as pessoas que executam as atividades que são auditadas.

Algumas empresas optam por realizar as avaliações de processo e produto em conjunto, utilizando um mesmo *checklist*. Nestes casos, é importante que se consiga diferenciar quais critérios são referentes a cada tipo de avaliação, pois cada avaliação tecnicamente possui um propósito diferente. A futura análise de medidas

relacionadas a cada um destes aspectos pode trazer informações relevantes para a identificação de inadequações dos processos ou oportunidades de melhoria.

Devido à interação deste resultado esperado com o RAP 10 (A partir do nível F), é preciso que se avalie a aderência a todos os processos que a organização tenha implementado a partir dos processos definidos no MR-MPS.

GQA3 - Os problemas e as não-conformidades são identificados, registrados e comunicados

Problemas e não-conformidades relacionadas à correção ou melhoria dos produtos de trabalho ou dos processos executados são identificados durante a avaliação de Garantia da Qualidade do produto e do processo e se originam quando há desvios entre o esperado e o realizado. Esses itens devem ser identificados, registrados e comunicados aos interessados. Um item está identificado quando pode ser unicamente reconhecido ao ser mencionado. Um item está registrado quando permanece disponível para que outras pessoas possam consultá-lo. Comunicar um item significa informar a todos os interessados sobre a sua existência, de forma que possa ser tomada alguma ação para a sua resolução.

Para apoiar a implementação desse resultado, a organização pode contar, por exemplo, com uma ferramenta automatizada ou mesmo uma planilha. Independente da ferramenta utilizada, qualquer que seja a opção, é fundamental que exista o registro das não-conformidades e problemas a serem tratados e que estes sejam comunicados para os interessados. A comunicação apoia o entendimento e a resolução das não-conformidades, pois formaliza sua ocorrência para todos os envolvidos na organização. Outro ponto interessante é o registro da origem da não-conformidade, de forma a possibilitar saber quando e em que circunstâncias ela ocorreu, não só para permitir a sua rastreabilidade, mas também para análise da necessidade de alteração de processos, padrões e procedimentos.

GQA4 - Ações corretivas para as não-conformidades são estabelecidas e acompanhadas até as suas efetivas conclusões. Quando necessário, o escalonamento das ações corretivas para níveis superiores é realizado, de forma a garantir sua solução

As não-conformidades são resolvidas por meio de medidas a serem tomadas, denominadas ações corretivas. Uma ação corretiva pode tratar uma ou mais não conformidades e uma não-conformidade pode ser tratada por uma ou mais ações corretivas. É importante existir uma formalização de qual ação corretiva deverá ser conduzida para cada não-conformidade. Existem várias formas para resolver uma não-conformidade, por exemplo:

- Fazer o produto ou processo executado satisfazer o processo descrito, padrão, procedimento ou requisito;
- Alterar o processo descrito, padrão ou procedimento para torná-lo utilizável (eficaz); e
- Tomar uma decisão executiva de não satisfazer o processo descrito, padrão, procedimento ou requisito, caso isso seja necessário, arcando com as conseqüências deste ato.

As ações corretivas deverão identificar, no mínimo, a qual não-conformidade ela atende, quem é o responsável por resolvê-la, o prazo para resolução, o tipo de não-conformidade e a solução adotada. Muitas organizações incluem também classificação de severidade associada a regras de escalonamento para ajudar na gestão do processo Garantia da Qualidade.

Critérios objetivos podem existir para a mudança de fases do projeto em relação ao número de não-conformidades, apoiando o gerente de projeto numa eventual decisão de continuar em uma fase do projeto até que todas as não-conformidades sejam concluídas.

Acompanhar o andamento de uma não-conformidade até a sua conclusão inclui verificar, com certa frequência, se ela já foi resolvida e se o prazo para sua resolução já expirou. Caso a não-conformidade tenha sido resolvida, antes de considerá-la concluída, é necessário confirmar se a ação tomada foi efetiva. Caso o prazo para sua resolução tenha expirado, é necessário tomar uma ação mais firme com o intuito de resolvê-la. Uma opção é associar uma classificação de severidade às questões a serem verificadas – e, conseqüentemente, às não-conformidades derivadas –, atribuindo prazos distintos para resolução em função desta severidade.

Quando uma ação corretiva é concluída, deve ser registrada a sua conclusão. A Garantia da Qualidade só é efetiva se as não-conformidades encontradas forem solucionadas. Na maioria das vezes, elas são resolvidas pelo responsável direto por sua execução, mas existem casos em que isso pode não ocorrer. Nesses casos, é necessário que a organização estabeleça um mecanismo que redirecione as ações corretivas para níveis hierárquicos superiores, de tal forma que elas sejam efetivamente resolvidas ou outra solução seja encontrada. Em último caso, poderá ocorrer um fechamento por exceção, após identificar e arcar com as conseqüências deste ato.

É necessário que uma estratégia definindo critérios objetivos para escalonamento seja estabelecida, como: tempo de atraso da resolução da ação; criticidade da não-conformidade (incluindo impacto e público alvo do produto de trabalho ou processo); ciclo do desenvolvimento em que o projeto se encontra; dentre outros. Também deverão ser definidos quais são os níveis hierárquicos que serão acionados e qual será o novo prazo para rever e executar as ações corretivas.

Um problema maior pode surgir quando os níveis hierárquicos superiores não dão a devida importância para a resolução das ações corretivas. Nesse caso, isto pode significar falta de comprometimento da organização com o programa de melhoria, impactando nos resultados para a organização. Independente da estratégia definida para escalonamento, é importante que esteja apoiada na política organizacional para a Garantia da Qualidade.

7.7 Medição (MED)

7.7.1 Propósito

O propósito do processo Medição é coletar, armazenar, analisar e relatar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais.

A medição tem como principal foco apoiar a tomada de decisão em relação aos projetos, processos e atendimento aos objetivos organizacionais.

No nível F, as medições são criadas de forma organizada a partir dos objetivos organizacionais e necessidades estratégicas de informação da organização. As medições cobrem tanto os projetos como os produtos de trabalho. O “modelo de medição” definido permite caracterizar como tais objetivos e necessidades de informação estão relacionados com as medidas básicas e indicadores definidos pela organização. As medidas podem ser armazenadas em um repositório de medições do projeto, não necessitando ainda ser em nível organizacional.

Muitas vezes, medições no nível F não conseguem comparar projetos, uma conseqüência da falta de um processo padrão, que é requisito do nível E. Entretanto, o uso de comparações entre projetos pode prover importantes informações e análises para a identificação de problemas ou sucessos comuns à organização e, a partir daí, originar melhorias nos processos ou confirmar o efeito de uma boa prática adotada. Além disso, a análise de séries históricas permite a identificação de tendências e, assim, uma tomada de decisão mais rápida e acertada.

O processo Medição (MED) possui uma interseção clara com todos os demais processos do MR-MPS, por meio do atributo de processo RAP4 (a partir do nível F), que estabelece: “medidas são planejadas e coletadas para monitoração da execução do processo e ajustes são realizados”. Portanto, percebe-se claramente que a medição é aplicável tanto no contexto de projetos como no contexto dos processos que são executados, visando à integração de dados em nível organizacional. Dados derivados de medições e análises podem servir de insumo para outros resultados esperados de outros processos ou atributos de processo, como o RAP9 (que até o nível F estabelece que “Os resultados do processo são revistos com a gerência de alto nível para fornecer visibilidade sobre a sua situação na organização” e a partir do nível E estabelece que “métodos adequados para monitorar a eficácia e adequação do processo são determinados e os resultados do processo são revistos com a gerência de alto nível para fornecer visibilidade sobre a sua situação na organização”) e o RAP 21 (“dados apropriados são coletados e analisados, constituindo uma base para o entendimento do comportamento do processo, para demonstrar a adequação e a eficácia do processo, e avaliar onde pode ser feita a melhoria contínua do processo”).

Para cada responsabilidade definida, devem ser designadas pessoas competentes, que devem saber sobre os conceitos que envolvem a medição, como os dados serão coletados, analisados e comunicados. Dentre os possíveis papéis envolvidos, temos: usuário da medição, analista de medição, bibliotecário da medição. Essa definição de papéis não implica que estes sejam assinalados para pessoas diferentes: mais de um papel pode ser executado pela mesma pessoa.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Medição (MED) no nível de maturidade F do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Pode ser necessário que a Fábrica de Software utilize medições especificadas pela organização contratante. Isto pode incluir novas medidas, novos procedimentos de análise ou novas metas para os indicadores. Neste caso, o sistema de medição será adaptado no âmbito do projeto e documentado no contrato, no acordo de nível de serviço (SLA) ou no plano de projeto.

Como não existem outras especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

7.7.2 Fundamentação teórica

A necessidade de se medir em engenharia de software pode ser resumida em uma frase conhecida de Tom de Marco: “Não se pode controlar o que não se pode medir” [DEMARCO, 1982]. Por outro lado, uma boa gestão supõe a possibilidade de prever o comportamento futuro dos produtos e processos de software, sendo necessário contar com dados apropriados e confiáveis. Nesses casos, a medição – processo pelo qual números ou símbolos são atribuídos a entidades do mundo real, de forma a tornar possível caracterizar cada entidade por meio de regras claramente definidas – torna-se importante, uma vez que “não se pode prever o que não se pode medir” [FENTON e PFLEEGER, 1997].

O processo Medição é um processo que apoia os processos de gerência e melhoria de processo e de produto. É um dos processos principais para gerenciar as atividades do ciclo de vida de software e avaliar a viabilidade dos planos de projeto. Segundo a ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008], o propósito da Medição é coletar e analisar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar o efetivo gerenciamento dos processos e demonstrar objetivamente a qualidade dos produtos. O processo Medição deve procurar responder principalmente às seguintes questões:

- Que valor esta medição vai agregar para aqueles que forneceram os dados e para os que receberão a análise dos resultados?
- Essas medições são úteis para os que coletam e utilizam os dados?

Entende-se por método de medição uma sequência lógica de operações, descritas genericamente, usadas para quantificar um atributo com respeito a uma escala especificada. Esta escala pode ser nominal, ordinal ou de razão (de proporção), bem como definida em um intervalo. Uma medida é uma variável para a qual o valor é atribuído como um resultado de uma medição, podendo ser básica ou derivada. As medidas podem ser classificadas em “básicas” ou “derivadas”. Os dados para as medidas básicas (ou base) são obtidos por meio da aplicação de um método de medição – operação que mapeia uma propriedade relevante do ponto de vista da informação, usando uma escala. Medida básica é aquela definida em termos de um único atributo por método de medição, sendo funcionalmente independente de outras medidas, por exemplo, peso, altura, LOC (sigla do termo em inglês para linhas de código - *Lines of Code*), horas trabalhadas etc. Medida derivada é aquela definida em função de dois ou mais valores de medidas básicas ou derivadas. Por exemplo, índice de massa corporal = peso / (altura)², produtividade = LOC / horas trabalhadas. Os dados para medidas derivadas provêm de outros dados e resultam

da aplicação de uma função, normalmente pela combinação de duas ou mais medidas básicas ou derivadas.

Um indicador é uma estimativa ou avaliação que provê uma base para a tomada de decisão, podendo ser obtido a partir de medida básica ou derivada. É geralmente representado e comunicado por meio de tabelas ou gráficos (por exemplo, de linha, de barra, de dispersão) e possui uma explicação de como os interessados podem interpretar seus resultados, bem como utilizá-los para a tomada de decisão.

O tempo e o esforço requeridos para realizar medições são significativos, sendo necessário direcionar os esforços envolvidos. Dentre as abordagens de medição mais utilizadas, destacam-se a GQM (*Goal-Question-Metric*) [SOLLINGEN e BERGHOUT, 1999] e a PSM (*Practical Software Measurement*) [McGARRY *et al.*, 2001].

Partindo do princípio que as medições devem ser orientadas a objetivos estratégicos da organização, a abordagem GQM [SOLLINGEN e BERGHOUT, 1999] define e integra objetivos definidos a modelos de processo, produto e perspectivas de qualidade baseada em necessidades específicas, seja do processo ou da organização, por meio de um programa de medições. O GQM possui quatro fases: Planejamento (preparar e motivar membros da organização; definir objetivos, cronogramas e responsabilidades; estabelecer equipe de medição; selecionar área de melhoria; e treinar pessoal envolvido); Definição (definir objetivos, questões e métricas; conduzir entrevistas; e verificar as métricas definidas); Coleta de Dados (executar o Plano de Medição, coletando e armazenando os resultados); Interpretação (analisar as medidas coletadas; responder as questões definidas; responder ao objetivo definido; e gerar relatório dos resultados das medições, por meio de indicadores).

Provendo uma base para comunicação objetiva e tomada de decisão fundamentada em informação, a abordagem PSM [McGARRY *et al.*, 2001] é aderente à norma ISO/IEC 15939 [ISO/IEC, 2006a] e visa auxiliar os gerentes de projeto a obter informações objetivas sobre os projetos em andamento, para que estes atinjam suas metas de prazo, custo e qualidade. Utiliza um “Modelo de Informação para Medição”, que ajuda a identificar e definir, de forma clara, todos os componentes que são envolvidos no processo Medição. Ele contempla como os atributos são quantificados e convertidos em indicadores auxiliando, assim, no processo de decisão. Um exemplo de modelo é o encontrado na ISO/IEC 15939 [ISO/IEC, 2006a].

No PSM [McGARRY *et al.*, 2001], as necessidades de informação relacionam diretamente tanto os objetivos estabelecidos como as áreas de interesse, identificando o que é necessário saber para tomar decisão e considerando os objetivos de negócio e os requisitos do cliente. Para cada necessidade de informação, pelo menos um conceito mensurável deve ser selecionado. A abordagem PSM provê um conjunto de categorias de informação com conceitos mensuráveis, que servem de ponto de partida para a definição e seleção de medidas. Também define modelos de análise, que exprimem o comportamento esperado das medidas ao longo do tempo e produzem estimativas e avaliações relevantes para as necessidades de informação. Estes modelos de análise possuem critérios de decisão associados, definidos a partir de valores limites, que determinam a necessidade de uma ação ou investigação mais detalhada e ajudam a interpretar os resultados das medições, estando baseados em dados históricos, planos ou

heurísticas. Possui basicamente quatro atividades: estabelecer e manter compromisso; planejar a medição; executar a medição; e avaliar a medição.

O processo Medição, em geral, é implementado de forma evolutiva dentro da organização, pois ele é consequência da maturidade dos outros processos. Inicialmente, as medições são difíceis de serem feitas e os dados são difíceis de coletar, como consequência de processos ainda imaturos.

7.7.3 Resultados esperados

MED1 - Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos de negócio da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais

As necessidades de informação, normalmente, se originam dos dirigentes da organização e dos processos técnicos e gerenciais. Elas podem ser derivadas de objetivos de negócio da organização e/ou da legislação e dos objetivos do produto e do processo. As necessidades precisam ser priorizadas, principalmente se a implantação do processo Medição está no início, pois é preferível que seja iniciado com pequenas medições, até para se conhecer melhor como o processo se comporta e, assim, poder evoluir de forma consistente e útil. Existem alguns aspectos que podem ser medidos, que são:

- Processos: conjunto de atividades relacionadas com o software, como atividades de análise e de projeto. As métricas do processo quantificam atributos como tempo, esforço, número de incidências, dentre outros;
- Produtos: são os resultados (programas, projetos, código fonte, casos de teste) da execução do processo. As medidas são do produto de software e incluem o tamanho do produto, por exemplo, linhas de código, a complexidade da estrutura de dados e o tipo de software (comercial, científico, de sistemas);
- Recursos: conjunto de elementos que são entradas para a produção do software. Exemplos de recursos são as pessoas, as ferramentas e os métodos que podem ser medidos, como a eficiência de um testador ou a produtividade de um engenheiro.

Os objetivos de medição documentam os propósitos para os quais as medições e análises são feitas e especificam os tipos de ações que podem ser tomadas com base nos resultados das análises dos dados. As fontes para os objetivos de medição podem ser as necessidades de gerenciamento e as técnicas do projeto, do produto ou de implementação do processo. Os objetivos de medição podem ser restringidos pelos processos existentes, recursos disponíveis ou outras considerações de medição. É importante julgar se o valor dos resultados será proporcional aos recursos dedicados a este trabalho. Também é importante que se adote um método de medição, por exemplo, baseado no PSM [McGARRY *et al.*, 2001] ou no GQM [SOLLINGEN e BERGHOUT, 1999]. Este resultado esperado corresponde, no GQM, à definição dos *Goals* – objetivos – e no PSM, à Necessidade de Informação. Essas definições devem ser feitas para atender às necessidades de informação da organização.

A revisão periódica dos objetivos de medição é importante para que se mantenha o alinhamento entre as especificações das medidas e os objetivos e necessidades

organizacionais tanto do ponto de vista estratégico, pois os objetivos organizacionais podem evoluir com o tempo, quanto do ponto de vista operacional, pois as medidas especificadas podem não estar trazendo informações suficientes para atender às expectativas.

MED2 - Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e definido, priorizado, documentado, revisado e, quando pertinente, atualizado

A partir dos objetivos de medição selecionados, devem ser identificadas medidas capazes de satisfazê-los. Para ajudar na seleção das medidas, podem ser estabelecidos critérios que incluem, mas não se limitam a:

- Relevância em relação às necessidades de informação;
- Viabilidade de coleta dos dados;
- Disponibilidade de recursos humanos e infra-estrutura para coletar os dados;
- Facilidade para coleta dos dados;
- Potencial resistência dos provedores de dados;
- Número de indicadores relevantes que a medição apoiará; e
- Facilidade de interpretação.

As medidas selecionadas devem ser documentadas pelo seu nome, unidade de medida, descrição e sua relação com as necessidades de medição. Devem, também, ser revisadas com a gerência de alto nível para garantir que elas satisfaçam às necessidades de informação e objetivos de medição.

As necessidades de informação podem mudar e, com isso, uma ou mais medidas do conjunto original também poderão mudar. Cada vez que uma medida for alterada, esta documentação deverá ser atualizada.

MED3 - Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados

A documentação de cada medida selecionada em MED2 deve incluir a definição dos procedimentos de coleta e armazenamento de dados com definição de responsabilidades, ferramentas e frequência. Os procedimentos de coleta de dados incluem como os dados serão coletados, como e onde serão armazenados e como serão verificados. A coleta é a obtenção dos dados que serão usados nas medições, por exemplo, obtenção das horas trabalhadas por uma equipe e o tamanho do projeto. A especificação da coleta ajuda a assegurar que os dados corretos estão sendo coletados e a explicitar que as necessidades de informações e os objetivos das medições estão sendo atendidos. Para a descrição dos procedimentos de coleta é necessário que, pelo menos, os seguintes dados sejam especificados: frequência, responsável, ferramenta utilizada, instruções, locais de armazenamento e preservação. É importante que a entrada e coleta dos dados sejam integradas aos outros processos, preferencialmente de forma automática, sem mudar a rotina de quem produz o dado e tornando os dados confiáveis. Problemas de integração podem ser refletidos em medidas que não representam a realidade.

Os dados coletados devem ser armazenados, incluindo o contexto de coleta para que seja possível verificá-los, entendê-los e avaliá-los. Os dados coletados devem ser íntegros e confiáveis, o que pode ser verificado por meio de um *checklist*.

O armazenamento dos dados deve ser definido. É interessante que exista um repositório para as medições, mas isso não é obrigatório no nível F do MR-MPS. Caso exista, esse repositório deve ser definido em termos de localização, procedimentos de inserção e de acesso aos dados, incluindo permissões e responsabilidades. O adequado armazenamento dos dados ajuda a assegurar que os dados estarão disponíveis e acessíveis para uso futuro.

MED4 - Os procedimentos para a análise das medidas são especificados

Para cada medida selecionada em MED2, deve-se também documentar as atividades e responsabilidades pela análise das medições e como os resultados serão comunicados aos interessados. Os procedimentos de análise devem incluir a definição da frequência, responsável, fase, dados de origem, ferramenta utilizada e verificações. Essas definições possibilitam uma conferência dos dados e permitem que as análises sejam executadas de forma adequada.

A definição de metas pode auxiliar a análise das medidas. Mesmo que em um primeiro momento não haja uma base histórica para que seja possível identificar valores ideais para as medidas, o fato de haver um limiar específico de comparação já permite a elaboração de análises mais refinadas e, também, facilita a tomada de decisão. Com o tempo, as metas podem ser revistas para se adequar à realidade da empresa. As metas podem ser definidas com base em um número direto (por exemplo, 5 ou 25%), faixa de valores (por exemplo, entre 10% e 20%) ou com base na análise de tendências (por exemplo, o resultado do mês de referência tem que ser maior ou igual ao do mês anterior). Outra boa prática desde os níveis iniciais de maturidade é a definição de procedimentos de análise diferenciados, procurando observar tendências e o comportamento de todos os projetos ao longo do tempo na organização e não apenas pontualmente.

MED5 - Os dados requeridos são coletados e analisados

Os dados devem ser coletados de acordo com o procedimento de coleta estabelecido. Após coletados, os dados devem ser analisados conforme o planejado pelas pessoas que têm essa responsabilidade dentro da organização. Uma questão importante é que as medidas sejam coletadas na periodicidade que foi estipulada. Vários problemas com medições ocorrem nessa fase, com coletas tardias, que levam a dados não confiáveis e que não refletem a realidade.

Análises adicionais podem ser conduzidas, quando necessário, e os resultados devem ser revisados com os interessados. Subsequentemente à análise dos dados, pode-se projetar indicadores, se esses forem necessários. A coleta e explicitação de informações de contexto ajudam na realização de análises mais precisas, confiáveis e com menos viés, entretanto estas informações de contexto não são o fruto principal da análise. Espera-se que a análise dos dados apresente informações que possibilitem a tomada de decisão, conforme definido no MED7. Os dados devem ser interpretados, levando-se em conta o contexto em que foram coletados, para que medidas de mesma natureza sejam comparadas e não sejam obtidas conclusões indevidas.

É importante que a análise dos dados coletados de projetos seja realizada, não apenas no nível organizacional, mas também durante a execução dos projetos. Por exemplo, análises dos dados coletados podem ser registradas nos relatórios de monitoração e acompanhamento dos projetos. Essas análises poderão ser úteis posteriormente para analisar tendências dos dados coletados de projetos no contexto organizacional.

MED6 - Os dados e os resultados das análises são armazenados

Os dados e os resultados das análises, incluindo os dados de medição, especificações de medições, resultados de análises, indicadores e interpretações, devem ser armazenados para recuperação pelos interessados e para uso futuro. As informações também são necessárias para fornecer um contexto suficiente para que seja possível conduzir a análise a qualquer tempo no futuro, se isso for necessário, e que se chegue às mesmas conclusões. As informações armazenadas normalmente incluem:

- Planos de medições;
- Especificações de medidas;
- Conjuntos de dados que foram coletados; e
- Relatórios de análises e apresentações.

As informações armazenadas contêm ou fazem referência às informações necessárias para entender e interpretar as medidas e analisá-las com relação à motivação e aplicabilidade, por exemplo, especificações de medições usadas para coleta, tratamento e análise de dados em diferentes projetos possibilitam a comparação entre projetos e a montagem de uma base histórica.

O armazenamento de dados deve ser realizado de acordo com o que foi especificado, segundo o resultado esperado MED3.

MED7 - Os dados e os resultados das análises são comunicados aos interessados e são utilizados para apoiar decisões

As informações produzidas devem ser comunicadas para os usuários das medições, apoiando-os nos processos de tomada de decisão. As informações comunicadas podem ser quaisquer dos dados armazenados, mas preferencialmente os indicadores e a interpretação dada para eles. Os dados primitivos e derivados podem ser disponibilizados se forem agregar algum valor para a tomada de decisão. Sempre que possível, é importante que esses dados sejam despersonalizados para evitar qualquer uso que possa prejudicar pessoas. Com a preservação da confidencialidade evita-se que as informações tenham uso indevido na organização.

Outro fator importante é que as medições também podem servir para que ações corretivas sejam tomadas e riscos avaliados. Deste modo, a disponibilização dessas medições, nas periodicidades estabelecidas, é fator de sucesso para que o processo Medição seja útil para a organização e para os projetos.

Toda a comunicação deve ser feita de forma clara, concisa e apropriada ao perfil dos interessados e usuários da medição. Deve ser fácil de entender e de interpretar, bem como deve estar claramente relacionada às necessidades e objetivos de

medição identificados, facilitando a sua utilização por intermédio de uma correlação entre os resultados e os objetivos.

7.8 Os atributos de processo no nível F

De acordo com o Guia Geral do MPS.BR, “capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No Modelo de Referência do MPS (MR-MPS), 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, 2009a].

E ainda: “os níveis são acumulativos, ou seja, se a organização está no nível F, esta possui o nível de capacidade do nível F que inclui os atributos de processo dos níveis G e F para todos os processos relacionados no nível de maturidade F (que também inclui os processos de nível G)” [SOFTEX, 2009a].

No que se refere aos atributos de processo, para atingir o nível G do MR-MPS, uma organização deve atender aos resultados esperados RAP 1 a RAP 10.

Para atingir o nível F do MR-MPS, no que se refere aos atributos de processo, uma organização deve atender aos resultados esperados RAP 1 a RAP 14, sendo que, a partir deste nível, o RAP4 é reformulado (de “a execução do processo é monitorada e ajustes são realizados” para “medidas são planejadas e coletadas para monitoração da execução do processo e ajustes são realizados”), assim como o RAP 10 (de “o processo planejado para o projeto é executado” para “a aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente e são tratadas as não conformidades”). Em uma avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b] é exigido para se considerar um processo “SATISFEITO” no nível F que o atributo de processo AP 1.1 seja caracterizado como T (Totalmente implementado) e os atributos de processo AP 2.1 e AP 2.2 sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado).

O foco no nível F em relação aos atributos de processo já exigidos no nível G é acrescentar resultados focados nos processos desse nível: Gerência de Configuração, Gerência de Portfólio de Projetos, Garantia da Qualidade, Aquisição e Medição.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade F do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

A seguir os atributos de processo AP 2.1 (RAP4 e RAP 10) e AP 2.2 são descritos com detalhes.

7.8.1 AP 2.1 - O processo é gerenciado

Este atributo é uma medida do quanto a execução do processo é gerenciada.

RAP4 - (A partir do nível F) Medidas são planejadas e coletadas para monitoração da execução do processo e ajustes são realizados

Este atributo de processo está diretamente relacionado ao processo Medição. A implementação desse resultado é realizada aplicando-se o processo Medição para os processos e não somente para os projetos. Isso tem como consequência que haja medidas para todos os processos do nível de maturidade e que essas medidas sejam utilizadas para apoiar a gestão do processo. O planejamento das medidas que serão utilizadas deve estar alinhado aos objetivos da organização e à política organizacional. Desta forma, é estabelecido um alinhamento entre o que a organização como um todo deseja e a situação em que se encontra, como forma de apoiar a tomada de decisão. As medidas coletadas nesse resultado podem ser utilizadas para a gestão do projeto e/ou para a organização por meio do RAP9 que prevê que resultados do processo sejam revistos com a gerência de alto nível para fornecer visibilidade sobre a sua situação na organização. Isto inclui a determinação de métodos adequados para monitorar a eficácia e adequação do processo, por exemplo, por meio da revisão do estado, atividades e resultados dos processos com os níveis adequados de gerência (incluindo gerência de alto nível) e o tratamento de problemas pertinentes.

RAP 10 - (A partir do nível F) A aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente e são tratadas as não conformidades

Este resultado visa garantir uma avaliação objetiva de que o processo aplicado ao projeto, além de ter sido implementado conforme planejado, segue as descrições de processo, padrões e procedimentos aplicáveis. Também objetiva assegurar que a organização siga os processos, mesmo em momentos de pressão e/ou crise, seja no âmbito do projeto ou da organização.

Para garantir a objetividade, a avaliação da aderência deve ser realizada com base em critérios que minimizem a subjetividade e o viés do avaliador (geralmente utilizando *checklists*), por um grupo que não seja diretamente responsável por realizar ou gerenciar as atividades do processo ou projeto, podendo ser executada por um grupo interno ou externo à organização. Em muitos casos, é geralmente realizada pela área de Garantia da Qualidade, responsável por avaliar os processos e seus produtos de trabalho.

No caso específico do processo Garantia da Qualidade (GQA), esse resultado significa aplicar a garantia da qualidade do processo para o próprio processo GQA. É uma abordagem recursiva e que indica que também esse processo deve ser avaliado objetivamente, ou seja, avaliado por outro grupo que não esteja envolvido com o processo em si, a partir de critérios objetivos definidos. Essa atividade pode ser desempenhada interna ou externamente.

Quando a avaliação for interna, a pessoa que conduzirá essa atividade não deve estar associada a nenhum projeto em que a Garantia da Qualidade atuou. A utilização de avaliações oficiais do CMMI (SCAMPI) [SEI, 2006] ou auditorias ISO 9000 [ABNT, 2000] para atender a esse resultado em geral não trazem bons resultados, pois podem acontecer em intervalos muito grandes, o que poderá prejudicar a sua contribuição à melhoria do próprio processo Garantia da Qualidade e, conseqüentemente, à organização.

7.8.2 AP 2.2 - Os produtos de trabalho do processo são gerenciados

Este atributo é uma medida do quanto os produtos de trabalho produzidos pelo processo são gerenciados apropriadamente.

Isso significa que não somente o processo será gerenciado, mas também os produtos de trabalho. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 11 - Os requisitos dos produtos de trabalho do processo são identificados

Este resultado tem como objetivo garantir que os diversos produtos de trabalho resultantes da execução do processo tenham seus requisitos especificados.

RAP 12 - Requisitos para documentação e controle dos produtos de trabalho são estabelecidos

Este resultado tem como objetivo especificar a descrição e o nível de controle apropriado para os produtos de trabalho do processo ao longo de sua vida útil, visando manter sua integridade. Os requisitos para documentação dos produtos de trabalho do processo bem como do nível de controle apropriado para cada produto geralmente ocorre junto com o planejamento da execução do processo. Requisitos para documentação e controle dos produtos de trabalho podem incluir requisitos para identificação de mudanças e revisão de estado, aprovação e reaprovação de produtos de trabalho e para tornar disponíveis aos usuários modificações que forem realizadas [ISO/IEC, 2003a].

Diferentes níveis de controle podem ser atribuídos a diferentes produtos de trabalho do processo, bem como um mesmo produto de trabalho pode possuir níveis diferenciados de controle ao longo do ciclo de vida. Os níveis de controle vão desde o armazenamento em diretórios até o uso de sistemas de controle de versão ou de configuração, conforme o processo GCO. Neste caso, incluem rastrear mudanças nos produtos de trabalho, possibilitando conhecer, em um determinado momento, as alterações sofridas (no passado e no presente). Esses níveis de controle podem ser aplicados de acordo com a importância do artefato para o projeto. A identificação da necessidade de documentação, do nível de controle e da formalidade a ser utilizada para os produtos de trabalho do processo é fundamental para que não sejam inseridos procedimentos burocráticos e desnecessários.

RAP 13 - Os produtos de trabalho são colocados em níveis apropriados de controle

Este resultado tem como objetivo assegurar que os produtos de trabalho do processo sejam colocados no nível de controle planejado. Ele complementa o resultado anterior (RAP12), executando o que foi estabelecido, ou seja,

documentando e controlando os produtos de trabalho, que podem requerer diferentes níveis de controle ao longo de sua vida útil, conforme especificado.

RAP 14 - Os produtos de trabalho são avaliados objetivamente com relação aos padrões, procedimentos e requisitos aplicáveis e são tratadas as não conformidades

Os produtos de trabalho gerados pela execução do processo devem ser previamente selecionados para serem submetidos à garantia da qualidade, visando minimizar o retrabalho. Nos níveis de maturidade iniciais, nos quais a organização está ainda se familiarizando com os processos, é recomendável que todos os produtos de trabalho sejam avaliados. Nos níveis de maturidade superiores, pode-se selecionar um subconjunto representativo a ser avaliado. Em ambos os casos, se necessário, a seleção deve ocorrer no início do projeto, paralelamente ao planejamento das atividades de garantia da qualidade do processo. O tratamento a ser dado aos produtos de trabalho do processo é semelhante ao definido no resultado GQA1, que trata dos produtos de trabalho do projeto em geral. Aqui os produtos também devem ser avaliados objetivamente a partir de critérios previamente estabelecidos e por pessoa que não esteja responsável por executar ou gerenciar as atividades do processo.

A forma mais comum de verificar a aderência dos produtos de trabalho dos processos aos padrões, procedimentos e requisitos é por meio de auditorias. Durante estas auditorias, podem surgir não-conformidades e questões relacionadas à melhoria dos produtos de trabalho dos processos, que devem ser registradas e encaminhadas aos responsáveis para seu tratamento, bem como gerenciadas até a sua conclusão.

Similarmente ao RAP 10, no caso específico do processo Garantia da Qualidade (GQA), esse resultado significa aplicar a garantia da qualidade do processo para os produtos do próprio processo GQA. Deve-se garantir, no entanto, que a avaliação independente do processo GQA observe características relacionadas tanto a processo quanto a produto e evidencie as avaliações realizadas.

8 Implementação do Nível E do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

8.1 Evoluindo do nível F para o nível E

Até o nível F do MR-MPS não há exigência de os projetos executarem processos padronizados na organização como um todo, isto é, a organização pode não ter o(s) seu(s) processo(s)-padrão. Desta forma os gerentes podem definir processos para os projetos que sejam diferentes uns dos outros, embora todos devam obedecer ao estabelecido na política organizacional definida na organização para os processos.

Nos níveis G e F, também, muitas vezes a organização não tem ainda a preocupação de ter os processos integrados em um processo de desenvolvimento e/ou manutenção.

O nível E tem como foco principal a padronização dos processos da organização, por meio da definição de processos padrão. Estes devem ser definidos a partir dos processos e melhores práticas já existentes na organização, o que constitui o

primeiro passo de uma contínua avaliação e melhoria dos processos. A definição de processos padrão inclui, além dos processos do nível E, todos os processos que pertencem aos níveis G e F do MR-MPS.

Definir processos padrão não significa, entretanto, que todos os projetos devam usar os processos padrão da mesma forma. Projetos têm características diferentes no que se refere, por exemplo, ao tamanho, requisitos de qualidade, inovação e experiência da equipe. Estas características têm influência na adequação de um processo ao projeto e precisam ser consideradas. A definição dos processos padrão deve incluir a definição de diretrizes para a sua adaptação aos projetos e, a cada projeto, deve-se definir o processo a ser utilizado no projeto a partir dos processos padrão e destas diretrizes. Como exigência para a evolução ao nível E do MR-MPS tem-se ainda a construção da biblioteca de ativos⁴ e do repositório de medidas.

Neste nível, para garantir a institucionalização dos processos e a correção no seu uso, deve-se institucionalizar a gerência de recursos humanos por meio da identificação, desenvolvimento e/ou contratação de indivíduos que possuam o conhecimento e habilidades necessários para atender os objetivos estratégicos da organização. Essa gerência de recursos humanos envolve também a identificação e realização de treinamentos que devem estar sob a responsabilidade da organização e não, apenas, sob a responsabilidade pessoal dos colaboradores ou dos projetos específicos. Além do mais, todo o conhecimento necessário para executar os processos da organização também deve ser gerenciado eficientemente para garantir a preservação adequada do capital intelectual da organização.

Finalmente, a organização deve também neste nível implementar uma estratégia de gerenciamento de ativos reutilizáveis para aumentar a eficiência e a eficácia dos processos de software da organização por meio da reutilização de produtos de trabalho projetados para utilização em múltiplos contextos.

De acordo com o método de avaliação MA-MPS, nenhum processo ou resultado de processo pode ser excluído do escopo da avaliação dos processos de uma organização.

8.2 Começando a implementação do MR-MPS pelo nível E

É possível começar a implementação do MR-MPS pelo nível E e, de fato, já existem experiências bem sucedidas neste sentido.

A maior diferença, utilizando-se esta abordagem, é que desde o início se têm definidos os processos padrão e uma estratégia para avaliação dos processos visando à sua contínua melhoria. A adaptação dos processos padrão é realizada para cada projeto específico, com base em diretrizes estabelecidas. Existe uma biblioteca de ativos e um repositório de medidas. Além disso, a organização estabelece mecanismos para gerenciar seus recursos humanos, desde a contratação de indivíduos com habilidades e conhecimentos adequados para executar os processos da organização, passando pela identificação e implementação de treinamentos dos colaboradores sob responsabilidade da organização e pela gerência do conhecimento, que constitui o capital intelectual da

⁴ Para detalhes sobre a biblioteca de ativos e o repositório de métricas consultar o processo Definição do Processo Organizacional

organização. A organização deve se preocupar também desde o início com a gerência de reutilização de ativos nos projetos.

A decisão de começar a implementação diretamente pelo nível E deve ser tomada com muito cuidado pela organização juntamente com a Instituição Implementadora (II) para não se correr o risco de fracasso. Neste momento deve-se considerar fatores tais como, maturidade da organização em processos, capacitação dos colaboradores da organização em engenharia de software, experiência dos consultores da II, recursos e tempo disponíveis.

8.3 Gerência de Projetos (GPR) (evolução)

8.3.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Projetos é estabelecer e manter planos que definem as atividades, recursos e responsabilidades do projeto, bem como prover informações sobre o andamento do projeto que permitam a realização de correções quando houver desvios significativos no desempenho do projeto. O propósito deste processo evolui à medida que a organização cresce em maturidade. Assim, a partir do nível E, alguns resultados evoluem e outros são incorporados, de forma que a gerência de projetos passe a ser realizada com base no processo definido para o projeto e nos planos integrados. No nível B, a gerência de projetos passa a ter um enfoque quantitativo, refletindo a alta maturidade que se espera da organização. Novamente, alguns resultados evoluem e outros são incorporados.

Até o nível F do modelo não há necessidade de os projetos executarem processos padronizados na organização como um todo. A partir da evolução de alguns resultados esperados do processo Gerência de Projetos (GPR) no escopo do nível E do MR-MPS era de se esperar que fosse previsto um mecanismo para garantir que os processos que compõem o conjunto de processos padrão da organização fossem utilizados de forma consistente em toda a organização, mas atendendo às necessidades e características específicas dos projetos. Esse mecanismo corresponde à implementação dos resultados evoluídos para o processo Gerência de Projetos (GPR) no escopo do nível E do MR-MPS.

Os resultados esperados deste processo que evoluem no escopo do nível E do MR-MPS estão relacionados a resultados esperados dos processos Gerência de Projetos (resultados esperados no escopo do nível G do MR-MPS), Definição do Processo Organizacional, Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional e Medição.

A interseção deste processo com os resultados esperados no escopo do nível G do MR-MPS do processo Gerência de Projetos (GPR) está presente nos resultados esperados referentes à adaptação do planejamento e monitoração do projeto para a inclusão de novos planos que podem surgir em decorrência da adição de novos processos dos níveis superiores do modelo. É importante ressaltar que neste nível mais partes interessadas estão envolvidas nos projetos e mais dependências críticas devem ser gerenciadas. Portanto, neste nível a gerência dos projetos tem intensificada a atenção na gerência e monitoração do envolvimento dos interessados nos projetos e na gerência e monitoração das dependências críticas e dos planos de ação decorrentes da execução dos projetos.

A interseção com o processo Definição do Processo Organizacional (DFP) está presente por meio da necessidade de adaptação dos processos padrão para o planejamento do processo para o projeto de acordo com a estratégia de adaptação estabelecida pela organização e dos demais ativos disponíveis. Da mesma forma que os ativos de processo organizacional são utilizados pelos projetos, os dados e experiências obtidos por meio da execução dos projetos devem contribuir para realimentação da base de ativos de processo organizacional, servindo, também, como insumos ao processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional.

A interseção com o processo Medição (MED) está presente por meio do uso da base de estimativas da organização para o planejamento das estimativas das atividades dos projetos a serem executados. Esta base provavelmente já começou a ser criada e estruturada com a implementação do processo Medição no nível F do MR-MPS. Entretanto, a partir do nível E, seu uso é facilitado devido ao fato de os projetos serem, agora, planejados com base numa estrutura comum, o conjunto de processos padrão. Os dados coletados por meio da execução de novos projetos também devem ser utilizados para a evolução e melhoria da base de estimativas, contribuindo para a melhora do conhecimento da organização sobre o comportamento dos seus processos. Estes dados serão particularmente úteis para apoiar a implementação dos processos referentes aos Níveis B e A do MR-MPS.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de evolução do processo Gerência de Projetos (GPR) no nível de maturidade E do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem outras especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

8.3.2 Fundamentação teórica

Segundo a norma internacional ISO/IEC 12207, o propósito da Gerência de Projetos é identificar, estabelecer, coordenar e monitorar as atividades, tarefas e recursos que um projeto necessita para produzir um produto e/ou serviço, no contexto dos requisitos e restrições do projeto [ISO/IEC, 2008]. A gerência de esforço, custos, cronograma, equipe, riscos e outros fatores estão intimamente relacionados a tarefas do processo definido do projeto, o qual pode, também, fazer parte do Plano do Projeto. Certas atividades podem ser cobertas em outros planos que afetam o projeto, como plano de garantia da qualidade, plano de gerência de riscos e plano de gerência de configuração, plano de verificação e plano de validação. No contexto da gerência do projeto, a integração inclui características como unificação, consolidação, articulação e ações de integração que são cruciais para concluir o projeto, atender satisfatoriamente os requisitos dos interessados e clientes e gerenciar as expectativas [PMI, 2008a].

Como no nível E do MR-MPS, o processo definido para cada projeto deve ser adaptado do conjunto de processos padrão da organização, a variabilidade entre os projetos tende a ser reduzida e os projetos podem mais facilmente compartilhar os ativos de processo organizacional, dados e lições aprendidas.

As características do ambiente do projeto que têm influência na adaptação do processo padrão devem ser identificadas. Algumas das características podem ser: modelo de ciclo de vida; requisitos do sistema e do software; políticas, procedimentos e estratégias organizacionais; tamanho, criticidade e tipos do sistema, produto ou serviço de software; quantidade de pessoas e partes interessadas; e características da equipe e da gerência. Todas as decisões de adaptação devem ser documentadas juntamente com seus motivos [ISO/IEC, 2008].

A partir deste nível, há um aumento da complexidade das atividades de gerência de projetos devido à necessidade de gerenciar questões levantadas pelas partes interessadas nos projetos e à necessidade de garantir que os interessados desempenhem suas tarefas de uma forma coordenada e regular para (i) tratar requisitos do produto e componentes do produto, planos, objetivos, problemas e riscos; (ii) cumprir com seus compromissos; e (iii) identificar, rastrear e resolver problemas de coordenação [SEI, 2006]. Além do mais, neste nível é importante facilitar o desenvolvimento dos projetos com base em processos padrão por meio do estabelecimento de um ambiente de trabalho para o projeto baseado nos padrões de ambientes de trabalho da organização.

8.3.3 Resultados esperados

GPR4 - (A partir do nível E) O planejamento e as estimativas das atividades do projeto são feitos baseados no repositório de estimativas e no conjunto de ativos de processo organizacional

Para atender a este resultado esperado, a realização de estimativas e do planejamento do projeto é feita com base no processo definido para o projeto, nos ativos de processo e no repositório de medidas da organização.

A definição dos ativos de processo da organização é feita dentro do escopo do processo Definição do Processo Organizacional.

A definição do repositório de medidas da organização, apesar de prevista pelo processo Definição do Processo Organizacional, tem, obviamente, muita influência do processo Medição, responsável pela definição, coleta, análise e comunicação das medidas coletadas na organização.

Uma base histórica consistente baseada nos projetos já realizados pela organização deve ser organizada com o objetivo de facilitar as estimativas e o entendimento do comportamento dos projetos da organização. Para organizações que contam com um reduzido número de projetos executados periodicamente ou que estejam começando a implantação de processos, a construção de tal base de dados pode não ser trivial. Além disso, o simples ato de coletar e armazenar os dados históricos dos projetos não garante que se esteja construindo de fato uma base histórica. Os dados devem ser analisados e organizados de forma a serem úteis para auxiliar no planejamento ou tomada de decisões nos projetos.

Uma possível solução para a construção desta base histórica seria, por exemplo, levantar num determinado número de projetos com características semelhantes, o tempo ou esforço gasto para a elaboração de determinadas atividades previstas no processo padrão. Assim, quando a estimativa inicial do projeto tivesse que ser realizada, estes valores poderiam ser utilizados como justificativa para os valores apresentados.

Outra solução, principalmente para organizações com pequeno número de projetos, seria analisar os dados das atividades executadas dentro do próprio projeto e não entre projetos. Por exemplo, se a implementação dos requisitos de um projeto de desenvolvimento for dividida em mais de uma iteração, pode-se utilizar os dados históricos referentes à primeira iteração (por exemplo, o tempo médio para implementação de um caso de uso simples) para o planejamento da segunda. Depois da finalização do projeto os dados já consolidados podem, então, contribuir para os ativos de processo organizacionais e, obviamente, para a base histórica de medidas.

Diferente do nível G, neste nível é obrigatório utilizar métodos parametrizados para dimensionar as tarefas e os produtos de trabalho do projeto, por exemplo, métodos de Análise de Pontos por Função (APF), de Análise de Pontos por Casos de Uso ou mesmo um método documentado próprio da organização. Portanto, os fatores de ajuste desses métodos devem ser regularmente calibrados com base no conteúdo da base histórica. Uma vez que os fatores tenham sido ajustados, os novos valores podem ser utilizados, por exemplo, para um replanejamento do projeto ou durante uma monitoração para verificar os riscos de o cronograma do projeto se desviar do planejado.

GPR18 - (A partir do Nível E) Um processo definido para o projeto é estabelecido de acordo com a estratégia para adaptação do processo da organização

Para atender a este resultado esperado deve ser definido um processo para o projeto a partir do conjunto de processos padrão da organização. A definição deste processo para o projeto deve levar em consideração as diretrizes estabelecidas, na organização, para adaptação do processo padrão aos projetos.

O conjunto dos processos padrão da organização é um produto do processo Definição do Processo Organizacional, assim como as estratégias para adaptação destes processos e os modelos de ciclo de vida que devem ser utilizados nos projetos.

O processo definido para o projeto deve abranger todas as atividades necessárias para o desenvolvimento ou manutenção do produto pelo projeto a partir do que é pedido pelo cliente até a entrega do produto final (que pode variar dependendo das características de desenvolvimento da organização). O ponto de partida do projeto pode variar de acordo com as características de desenvolvimento da organização. Por exemplo, numa Fábrica de Software, o processo poderia começar no momento da entrega dos modelos de análise e projeto pelo cliente. Em outros projetos, entretanto, o início do projeto poderia ser considerado como o levantamento de escopo inicial com o cliente.

A existência de um processo para o projeto, de um processo padrão e de diretrizes de adaptação são previstas pelo processo Definição do Processo Organizacional. Este resultado esperado tem como objetivo verificar que estes itens são de fato utilizados durante a definição do processo para o projeto. Além disso, deve-se garantir também que ao longo da execução do projeto as regras para adaptação sejam seguidas. Por exemplo, caso ao longo do projeto se perceba que uma atividade não é necessária, deve-se justificar a sua exclusão, se possível, utilizando diretrizes definidas pela organização.

GPR19 - (A partir do nível E) Produtos de trabalho, medidas e experiências documentadas contribuem para os ativos de processo organizacional

Para atender a este resultado esperado, a organização deve, a partir da execução dos projetos, coletar medidas e propostas de melhorias no processo e nos produtos de trabalho, de forma a contribuir com os ativos de processo organizacional.

O repositório de medidas da organização deve ser continuamente atualizado com dados dos projetos para que, no futuro, dados históricos sejam utilizados em novos projetos. A criação e manutenção do repositório de medidas da organização devem ser feitas seguindo os resultados esperados do processo Medição. Com a implementação dos resultados esperados no escopo do nível E do MR-MPS do processo Gerência de Projetos (GPR), os dados desse repositório tendem a ficar mais organizados, uma vez que, ao seguirem um mesmo processo padrão, as informações coletadas nos projetos devem ter uma estrutura padronizada. Além disso, o planejamento da medição nos projetos tende a seguir uma estrutura comum, definida pela organização.

Não é apenas o repositório de medidas que é realimentado com dados dos projetos da organização, experiências adquiridas nos projetos também podem contribuir para os ativos de processo organizacional. Por exemplo, lições aprendidas coletadas durante reuniões periódicas das equipes dos projetos ou durante avaliações *post mortem*. Além disso, solicitações de melhoria nos processos identificadas devido ao uso destes processos durante os projetos também podem contribuir para a melhoria dos ativos de processo organizacional.

8.4 Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP)

8.4.1 Propósito

O propósito do processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional é determinar o quanto os processos padrão da organização contribuem para alcançar os objetivos de negócio da organização e para apoiar a organização a planejar, realizar e implantar melhorias contínuas nos processos com base no entendimento de seus pontos fortes e fracos.

A partir da aplicação dos processos padrão da organização e outros ativos de processo organizacional na definição, planejamento e estimativa de processos para os projetos e da execução dos processos definidos, podem ser identificadas oportunidades de melhoria nos processos padrão para apontar pontos de ajustes nos processos de acordo com as necessidades de negócio da organização. A realização sistemática de revisões nos processos, o planejamento e a implementação de melhorias identificadas a partir dessas revisões e da experiência em utilizar os processos padrão da organização, é o objetivo do processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional.

Os resultados esperados deste processo estão relacionados a resultados esperados dos processos Definição do Processo Organizacional (DFP), Gerência de Projetos (GPR) e Gerência de Recursos Humanos (GRH).

A interseção deste processo com o processo Definição do Processo Organizacional (DFP) está presente nos resultados esperados referentes ao estabelecimento e manutenção das necessidades e objetivos dos processos da organização e de

melhoria que orientam as definições dos processos padrão da organização, bem como nos resultados referentes as realizações das revisões dos processos padrão da organização que identificam os pontos fortes e fracos que devem ser tratados na evolução destes processos.

A interseção deste processo com o processo Gerência de Projetos (GPR) está presente no resultado esperado referente à identificação de oportunidades de melhoria nos ativos de processo organizacional com base nos produtos de trabalho, medições e experiências documentadas dos projetos da organização.

A interseção deste processo com o processo Gerência de Recursos Humanos (GRH) está presente no resultado esperado referente ao estabelecimento e manutenção das necessidades e objetivos dos processos da organização e de melhoria que orientam o planejamento e a implementação da estratégia de treinamento e a identificação de necessidades de treinamento que são responsabilidade da organização.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP) no nível de maturidade E do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

8.4.2 Fundamentação teórica

Os objetivos principais de melhoria de processos de uma organização são: (i) entender as características dos processos existentes e os fatores que afetam a capacidade do processo, (ii) planejar e implementar ações que modifiquem o processo para atender melhor as necessidades de negócio e (iii) avaliar os impactos e benefícios obtidos e compará-los com os custos das mudanças realizadas nos processos [FLORAC e CARLETON, 1999].

Para determinar o quanto os processos padrão contribuem para a organização, avaliações disciplinadas dos processos devem ser realizadas utilizando um modelo de avaliação de processos que permita avaliar a capacidade dos processos com base em um modelo de referência de processos de software [ISO/IEC, 2004a]. Por meio da análise de resultados obtidos a partir dessas avaliações, podem ser identificados pontos fortes, pontos fracos e riscos envolvidos em utilizar os processos avaliados em um projeto específico no contexto de uma unidade organizacional [ISO/IEC, 2004b]. A partir da análise dos resultados das avaliações, são derivadas informações de melhorias nos processos padrão da organização que poderão ser utilizadas para melhorar os processos padrão por meio da realização de mudanças nas suas capacidades existentes ou por meio da substituição de subprocessos por outros mais eficientes ou efetivos [FLORAC e CARLETON, 1999].

Informações de melhorias nos processos padrão da organização podem ser identificadas de diversas formas. Medidas de monitoração de cada processo, por exemplo, podem ser utilizadas como forma de avaliar a capacidade dos processos e

determinar oportunidades de melhoria no desempenho dos processos padrão da organização. Outra fonte importante de oportunidades de melhoria nos processos padrão são os achados obtidos a partir de diagnósticos nos processos com base no MPS.BR, aplicações não oficiais do CMMI (SCAMPI C ou B) ou avaliação oficial MPS.BR (MA-MPS) ou CMMI (SCAMPI A). A equipe de implementadores dos processos padrão em uma organização também pode fornecer informações relevantes sobre potenciais melhorias nos processos, pois possuem diversas experiências em acompanhar implementações em outras organizações que podem ser compartilhadas. Outras fontes de melhorias podem ser os resultados de atividades de avaliação de produtos gerados pelos processos, resultados de *benchmarking* com relação a processos de outras organizações, lições aprendidas coletadas durante a implementação dos processos e recomendações de outras iniciativas de melhorias na organização [SEI, 2006].

Uma vez identificadas as melhorias potenciais nos processos padrão da organização, estas são analisadas e transformadas em itens de ação, que necessitam ser realistas e alinhados aos papéis e responsabilidades definidos na organização. Tais itens de ação devem ser planejados e implementados, considerando não só a disponibilidade de recursos, mas também os riscos inerentes às mudanças a serem implementadas nos processos padrão da organização [ZAHARAN, 1998].

Para tratar de forma adequada as diferentes variáveis que afetam iniciativas de melhorias nos processos, é importante aplicar métodos estruturados para melhorar os processos de software de forma similar a projetos de desenvolvimento de produtos [O'HARA, 2000]. Portanto, é recomendável estabelecer na organização um programa de melhoria de processo que descreva as estratégias, políticas, objetivos, responsabilidades e atividades com o propósito de alcançar os objetivos de melhoria determinados pela organização. Desta forma, projetos de melhoria de processo podem ser executados compreendendo algumas atividades do programa de melhoria de processo da organização, formando um conjunto coerente de ações para alcançar uma melhoria específica [ISO/IEC, 2004a]. Métodos de gerência de projetos podem ser aplicados adequadamente para planejar, controlar e monitorar avaliações dos processos padrão da organização e implementações das oportunidades de melhoria identificadas.

Uma maneira eficiente de se identificar possíveis áreas de melhoria em futuros projetos é por meio de avaliações *post mortem*, que consiste em uma avaliação após a execução do projeto de todos os aspectos do projeto, incluindo produtos, processos e recursos [PFLEEGER, 2001]. COLLIER *et al.* [1996] propõem um processo de avaliação composto por 5 etapas: (i) estabelecer um mecanismo de coleta de informações para o projeto (geralmente uma pesquisa implementada na forma de um questionário); (ii) coletar informações objetivas sobre o projeto (geralmente por meio de medidas relacionadas à execução do projeto); (iii) conduzir um encontro de aprofundamento (uma reunião estruturada envolvendo os membros do projeto com o objetivo de coletar informações não capturadas durante o primeiro esforço de coleta de informações); (iv) conduzir o dia da história do projeto (um encontro, reunindo pessoas-chave, para avaliar os principais eventos ocorridos durante o projeto e as informações obtidas e consolidar os principais problemas e suas possíveis causas associadas); e (v) publicar os resultados.

Após implementar as melhorias nos processos padrão da organização, é importante apoiar a utilização adequada dos processos e outros ativos de processo organizacional nos projetos da organização, bem como monitorar essa utilização para garantir que as melhorias implementadas estão tendo os efeitos desejados e não têm impacto negativo nos projetos [ZAHARAN, 1998].

8.4.3 Resultados esperados

AMP1 - A descrição das necessidades e os objetivos dos processos da organização são estabelecidos e mantidos

Os objetivos e as necessidades dos processos padrão da organização devem ser descritos em detalhes, permitindo compreender, por exemplo, as características dos processos e os objetivos esperados de desempenho e efetividade dos processos.

As organizações desenvolvedoras de software atuam em um mercado dinâmico e altamente competitivo. Desta forma, as necessidades e os objetivos dos processos da organização devem ser constantemente revistos e atualizados quando pertinente para garantir que melhorias contínuas nos processos acarretarão em benefícios reais e tangíveis para a organização.

A organização deve manter os registros das reuniões de definição de objetivos dos processos e de suas necessidades, bem como manter os registros de mudanças nos processos padrão da organização de forma que seja possível rastrear as mudanças nos processos às necessidades e objetivos dos processos da organização.

AMP2 - As informações e os dados relacionados ao uso dos processos padrão para projetos específicos existem e são mantidos

A execução de processos na organização no contexto de projetos específicos deixa um rastro visível na forma de informações e dados. Essas informações e dados são gerados conforme o processo definido para o projeto com base nos processos padrão da organização. Portanto, mecanismos adequados para preservação e recuperação dessas informações devem estar implementados na organização de forma que seja possível evidenciar a utilização dos processos padrão da organização na definição de processos para projetos específicos.

A geração e o armazenamento de informações e dados relacionados à adaptação e utilização de um processo padrão da organização para projetos específicos fornecem o mecanismo fundamental para realização de avaliações e melhorias nos processos padrão da organização. Informações e dados relacionados ao uso dos processos padrão para projetos específicos servirão como evidência objetiva da execução dos processos definidos. Portanto, essas evidências deverão estar disponíveis para os responsáveis das atividades de avaliação dos processos definidos para os projetos de forma que seja possível analisar o contexto de geração de cada evidência, além de obter informações sobre as alterações realizadas nas evidências e comparar evidências geradas entre diversos projetos com o intuito de verificar a institucionalização dos processos padrão na organização.

Alterações podem ser realizadas nos processos padrão da organização ao instanciar os processos para os projetos. Dependendo das características e das restrições dos projetos, algumas atividades dos processos podem não ser executadas ou alguns

formalismos nos métodos aplicados podem ser reduzidos, visando (a) agilizar o processo e aumentar suas chances de sucesso. No entanto, todas as alterações devem ser justificadas e analisadas objetivamente, de forma a verificar se existe consistência nos processos, ou seja, se os padrões da organização, objetivos e estratégias foram adequadamente considerados de forma adequada.

AMP3 - Avaliações dos processos padrão da organização são realizadas para identificar seus pontos fortes, pontos fracos e oportunidades de melhoria

Periodicamente, avaliações dos processos padrão da organização devem ser realizadas para possibilitar a identificação e entendimento de seus pontos fortes, pontos fracos e oportunidades de melhoria. Portanto, devem ser definidos e mantidos planos de avaliação e melhoria dos processos da organização, contendo informações sobre as avaliações a serem realizadas em cada período definido. Estes planos descrevem, por exemplo, o cronograma das avaliações e o tempo necessário para implementar os processos até as avaliações, além dos recursos necessários para realizar a avaliação, o modelo de referência que será utilizado como base para realizar a avaliação dos processos e a logística da avaliação [SEI, 2006]. As avaliações nos processos padrão da organização podem ser de vários tipos, por exemplo, avaliações ISO 9001, diagnósticos nos processos com base no MR-MPS, aplicações não oficiais do CMMI (SCAMPI C ou B) ou avaliação oficial MPS ou CMMI (SCAMPI A).

A execução das atividades realizadas no contexto das avaliações dos processos de software, também, deixa um rastro visível na forma de informações e dados. Os registros das avaliações podem abranger os relatórios de avaliação do processo padrão baseados nas medidas coletadas dos processos, os relatórios de avaliações oficiais MPS.BR ou relatórios de avaliações SCAMPI e registros de solicitações de mudanças nos processos.

AMP4 - Registros das avaliações realizadas são mantidos acessíveis

Os resultados das avaliações devem ser registrados e mantidos acessíveis para análises futuras, por exemplo, para identificar informações sobre o retorno do investimento das melhorias nos processos de software e para evidenciar a execução de atividades de avaliação e melhoria em avaliações externas dos processos padrão da organização. Os resultados também servirão para definir recomendações sobre as melhorias que devem ser implementadas nos processos padrão da organização.

AMP5 - Os objetivos de melhoria dos processos são identificados e priorizados

Os objetivos de melhoria da organização devem ser identificados e priorizados para apoiar o planejamento da implementação das melhorias identificadas. Os objetivos de melhoria são utilizados também para monitorar os efeitos das melhorias implementadas e para garantir que os objetivos com a implementação das melhorias estão sendo alcançados efetivamente.

Os objetivos de melhoria são definidos com base nas necessidades de melhorias, identificadas a partir das avaliações dos processos padrão da organização. Essas avaliações produzem um conjunto de resultados contendo informações dos pontos fortes, pontos fracos e oportunidades de melhoria nos processos padrão da

organização. No entanto, esses resultados, geralmente, são muito genéricos e não contêm detalhes suficientes para o planejamento de ações de melhoria. Desta forma, os resultados dessas revisões devem ser analisados, revisados e ações de melhoria devem ser identificadas para tratar adequadamente as fraquezas e oportunidades de melhoria dos processos.

Objetivos de melhoria também podem ser identificados a partir de solicitações de modificações nos processos padrão da organização, registradas durante a execução dos processos definidos para projetos específicos pelas equipes dos projetos e pelas equipes de implementadores dos processos. Estas solicitações devem ser registradas e armazenadas em repositórios específicos. Periodicamente, as solicitações devem ser analisadas e os objetivos de melhoria devem ser identificados e priorizados de acordo com as necessidades e objetivos dos processos da organização.

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

A implementação das ações de melhoria, derivadas dos objetivos de melhoria, deverá ser planejada e realizada de forma controlada, segundo o plano de avaliação e melhoria da organização. Esse plano deve ser definido descrevendo quando e como as melhorias serão implementadas em toda a organização [ZAHARAN, 1998].

O objetivo principal na implementação de melhorias é tratar os pontos fracos dos processos e garantir que os pontos fortes continuem presentes após a implementação das melhorias. Portanto, o plano de implementação das melhorias deve ser executado de forma que mudanças nos processos sejam implementadas eficientemente, minimizando o impacto das mudanças no desempenho dos processos e aumentando sua eficiência e efetividade. A implementação das ações de melhoria deve também ser registrada de forma que seja possível acompanhar a realização das ações e tomar as medidas necessárias caso o plano não seja executado conforme definido. Nos casos em que é determinado que uma melhoria descrita no plano de ação de processo deve ser avaliada em um grupo pequeno antes de implementar em toda a organização, um plano piloto deve ser gerado [SEI, 2006], [ISO/IEC, 2004b] e [SILVA FILHO *et al.*, 2006].

Os resultados que devem ser obtidos com a implementação das melhorias devem ser definidos explicitamente com base nos objetivos de melhoria. Estas informações serão utilizadas para identificar se as melhorias implementadas obtiveram o resultado esperado. Por exemplo, medidas de monitoração dos processos padrão da organização poderão ser utilizadas para avaliar a efetividade das melhorias implementadas. Comparações entre resultados de projetos e dados históricos, bem como tendências gerais também podem demonstrar os efeitos das mudanças nos processos padrão da organização. Medidas de monitoração dos processos padrão da organização devem ser definidas e coletadas no nível de tarefas para obter um maior controle dos processos e identificar objetivamente pontos específicos dos processos que necessitam de ajuste, de forma a minimizar o impacto das mudanças e maximizar os benefícios esperados.

Contudo, vários fatores podem dificultar a visualização dos reais efeitos das melhorias implementadas nos processos de software, por exemplo, a qualidade dos

dados mensurados, a forma como a melhoria foi introduzida e observada, a preparação do ambiente para a melhoria, entre outros. Estes aspectos devem ser considerados no acompanhamento das melhorias implementadas, de forma que seja possível identificar os benefícios reais alcançados com as melhorias, além de servir de base para a definição de novas melhorias nos processos padrão da organização.

AMP7 - Ativos de processo organizacional são implantados na organização

Após implementar as melhorias nos processos, a implantação dos ativos de processo organizacional e de suas alterações deve ser realizada de forma planejada e controlada, considerando sua adequação. Essa implantação é realizada por meio de inclusão de novos itens na biblioteca de ativos de processo organizacional e na retirada ou alteração de itens existentes. Essas alterações devem ser documentadas e comunicadas às pessoas que utilizam os ativos de processo organizacional. Para facilitar a utilização dos ativos implantados, é importante estabelecer e manter *baselines* dos ativos de processo organizacional de forma que, ao final da implantação das melhorias, *baselines* dos ativos possam ser criadas ou modificadas e distribuídas para os interessados.

Em algumas situações, treinamentos podem ser planejados e realizados para garantir que os membros da organização estarão habilitados a utilizar os novos ativos de processo organizacional ou novas versões de ativos. No entanto, atenção especial deve ser dada na implantação de melhorias no processo com respeito às restrições para realização dos treinamentos identificados para atender as necessidades de treinamento originadas por essas implantações. Melhorias implantadas em ambientes não preparados de forma adequada para utilizar os ativos de processo organizacional modificados, correm alto risco de não obterem resultados satisfatórios, ou seja, as melhorias terão impacto negativo na organização devido à falta de preparação dos colaboradores para executar os processos padrão e utilizar os ativos de processo organizacional com base nas melhorias implantadas. Por exemplo, a adoção de novos métodos de estimativa de esforço nos projetos constitui uma necessidade de treinamento que deve ser atendida pelo processo de Gerência de Recursos Humanos (GRH) para garantir que as estimativas de novos projetos sejam realizadas de forma adequada. Se este treinamento não for realizado, a melhoria terá um impacto negativo, pois as estimativas provavelmente não serão realizadas de forma correta acarretando em problemas para os projetos.

AMP8 – Os processos padrão da organização são utilizados em projetos a serem iniciados e, se pertinente, em projetos em andamento

Após a implantação dos ativos de processo organizacional na biblioteca de ativos, é importante que os novos projetos da organização utilizem os processos padrão implantados, bem como os demais ativos de processo organizacional (roteiros de documentos, guias, ferramentas etc.).

Deve-se considerar também a adequação da utilização dos processos padrão da organização em projetos em andamento que seguem processos definidos com base em versões anteriores dos processos ou dos ativos de processo organizacional. Dessa forma, esses projetos também poderão se beneficiar das melhorias implementadas.

AMP9 - A implementação dos processos padrão da organização e o uso dos ativos de processo organizacional nos projetos são monitorados

A utilização dos processos padrão é continuamente monitorada para garantir que os projetos estão adotando adequadamente os processos padrão e que os processos e ativos de processo organizacional não têm impacto negativo no andamento dos projetos. A utilização dos processos padrão e dos ativos de processo organizacional deve também ser apoiada para minimizar resistências a mudanças e para obter um entendimento dos pontos fracos e pontos fortes dos processos padrão e dos ativos de processo organizacional utilizados na execução dos projetos.

AMP10 - Experiências relacionadas aos processos são incorporadas aos ativos de processo organizacional

As experiências relacionadas ao uso dos processos, tais como lições aprendidas e melhores práticas, devem ser documentadas e incorporadas aos ativos de processo organizacional. O contexto relacionado à experiência também deve ser documentado para facilitar o aprendizado, disseminação e utilização do conhecimento adquirido a partir da experiência.

Experiências relacionadas aos processos podem descrever casos com aspectos tanto positivos quanto negativos com respeito à utilização dos ativos de processo organizacional. Estas experiências devem ser analisadas e incorporadas nos ativos de processo organizacional possibilitando que projetos novos ou em andamento possam obter benefícios com essas experiências para evitar os mesmos problemas ou repetir sucessos anteriores.

As experiências relacionadas aos processos podem ser registradas na forma de lições aprendidas coletadas na reunião de *post mortem* (também denominada de análise retrospectiva de projeto). Nestas reuniões, os membros da equipe do projeto podem ser questionados sobre a adequação e aderência dos processos executados no contexto do projeto. Os problemas e não-conformidades são identificadas e as ações realizadas nos projetos para tratá-las são descritas em detalhes formando um conhecimento importante para revisão posterior dos processos padrão da organização. Benefícios alcançados com a aplicação de métodos, técnicas ou ferramentas também devem ser registrados para apoiar a identificação de práticas da organização que produzem resultados positivos em contextos específicos.

8.5 Definição do Processo Organizacional (DFP)

8.5.1 Propósito

O propósito do processo Definição do Processo Organizacional é estabelecer e manter um conjunto de ativos de processo organizacional e padrões do ambiente de trabalho usáveis e aplicáveis às necessidades de negócio da organização

O foco principal dos níveis G e F é na implementação de processos para gerência dos projetos e garantia da qualidade dos produtos e processos. A identificação e implementação de melhorias contínuas nesses processos são necessárias para garantir que os processos executados atendem às necessidades de negócio da

organização. No entanto, nos níveis G e F os processos dos projetos não estão, obrigatoriamente, padronizados na organização como um todo.

É fundamental, entretanto, que haja padronização nos processos dos projetos para permitir que a organização aprenda sobre seus processos a partir da execução dos projetos e para garantir que as melhorias implementadas serão percebidas em toda a organização. Essa padronização dos processos é obtida por meio da utilização de um conjunto de ativos de processo organizacional para apoiar a definição e execução dos processos de todos os projetos da organização. O estabelecimento e manutenção desse conjunto de ativos é o objetivo do processo Definição do Processo Organizacional.

Os resultados esperados deste processo estão relacionados a resultados esperados dos processos Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP), Gerência de Projetos (GPR), Medição (MED) e Gerência de Recursos Humanos (GRH), além de estarem relacionados a resultados esperados do atributo de processo AP 3.1 – “O processo é definido”.

A interseção deste processo com o processo Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP) está presente nos resultados esperados referentes à definição do conjunto de processos padrão da organização com base nas necessidades e objetivos dos processos e de melhoria, bem como nos resultados referentes à manutenção do conjunto de processos em uma biblioteca de ativos de processo organizacional, com base nos resultados das revisões dos processos padrão da organização e em experiências relacionadas aos processos.

A interseção deste processo com o processo Gerência de Projetos (GPR) está presente nos resultados esperados referentes ao desenvolvimento de estratégias para adaptação do processo padrão de acordo com as necessidades dos projetos e descrições dos modelos de ciclo de vida para apoiar a definição do processo para o projeto, bem como nos resultados referentes ao estabelecimento do repositório de medidas da organização e da biblioteca de ativos de processo organizacional para apoiar o planejamento e as estimativas das atividades do projeto.

A interseção deste processo com o processo Medição (MED) está presente no resultado esperado referente ao estabelecimento e manutenção do repositório de medidas.

A interseção deste processo com o processo Gerência de Recursos Humanos (GRH) está presente no resultado esperado referente ao desenvolvimento ou obtenção de treinamentos para desenvolver as habilidades requeridas para utilizar os processos padrão da organização e outros ativos de processo organizacional.

A interseção deste processo com os resultados esperados do atributo de processo AP 3.1 – “O processo é definido” está presente no resultado esperado referente à definição de processos padrão e da indicação da aplicabilidade de cada processo, bem como no resultado esperado referente ao desenvolvimento das estratégias para adaptação do processo padrão de acordo com as necessidades dos projetos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Definição do Processo Organizacional (DFP) no nível de maturidade E do MR-MPS em

organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

8.5.2 Fundamentação teórica

Os principais objetivos relacionados à definição, implementação e manutenção de processos executados na organização são: (i) definir processos que apoiam os objetivos técnicos e de negócio; (ii) identificar modelos e medidas relacionados ao desempenho do processo; (iii) fornecer a infra-estrutura necessária para apoiar as atividades do processo (métodos, práticas e pessoas); e (iv) assegurar que a organização possui as habilidades necessárias para executar o processo [FLORAC e CARLETON, 1999].

Os processos executados na organização devem ser definidos com base nos processos padrão, isto é, o processo definido para um projeto específico deve ser gerenciado (planejado, monitorado e ajustado) e adaptado de um conjunto de processos padrão, de acordo com os guias de adaptação da organização [ISO/IEC, 2004a].

Um processo padrão permite a realização consistente de atividades de desenvolvimento e manutenção em toda a organização e é essencial para obter estabilidade e melhoria a longo prazo [SEI, 2006]. Os processos padrão da organização devem ser definidos para todos os processos do ciclo de vida do software, segundo as atividades de negócio da organização [ISO/IEC, 2008]. As definições dos processos padrão devem conter, por exemplo, informações sobre o objetivo e aplicação do processo, descrições detalhadas das atividades que devem ser executadas no contexto do processo e relações com outros processos.

Portanto, um processo padrão é um ativo de processo organizacional que compreende um conjunto de definições de processos básicos para guiar todos os processos da organização, ou seja, devem ser adaptados para projetos para criar os processos definidos [ISO/IEC, 2004a]. Outros ativos de processo organizacional são utilizados para apoiar a adaptação do processo padrão para os projetos, assim como a implementação dos processos definidos. Portanto, ativos de processo organizacional são todos os artefatos relacionados à definição, implementação e melhoria de processos que a organização considera útil para atingir os objetivos dos processos. Os ativos de processo organizacional devem ser elaborados para atender as necessidades de negócio da organização, possibilitar consistência do desempenho dos processos em toda a organização e fornecer uma base para obter benefícios cumulativos e duradouros para a organização [SEI, 2006].

Os ativos de processo organizacional são gerados a partir da implementação de processos padrão da organização. Por exemplo, o Plano de Medição da Organização (contendo as informações de objetivos, medidas e atividades de medição) é um ativo de processo organizacional obtido a partir da implementação do processo Medição (MED). A definição da estratégia de treinamento e os materiais utilizados nos treinamentos são obtidos a partir da implementação do processo Gerência de Recursos Humanos (GRH) e constituem importantes ativos de processo organizacional. Diretrizes de apoio à execução dos processos definidos, bem como

políticas, lições aprendidas, roteiros de documentos e padrões organizacionais são também outros exemplos de artefatos que devem ser mantidos em uma biblioteca de ativos de processo organizacional.

8.5.3 Resultados esperados

DFP1 - Um conjunto definido de processos padrão é estabelecido e mantido, juntamente com a indicação da aplicabilidade de cada processo

Os processos padrão da organização podem ser definidos em múltiplos níveis em uma organização e podem estar relacionados de forma hierárquica. Por exemplo, uma organização pode ter um processo padrão que é especializado para diferentes paradigmas de desenvolvimento de software (Orientação a Objetos e Métodos Ágeis). Para cada processo padrão da organização, indicações da aplicabilidade do processo devem estar descritas, bem como os critérios utilizados para realizar as adaptações para o processo definido para um projeto específico.

Os processos padrão da organização devem cobrir todos os processos necessários para a organização e para os projetos, incluindo os processos dos níveis G e F. À medida que a organização cresce nos níveis superiores de maturidade do modelo (níveis D ao A), este processo também deverá ser executado para definir os novos processos padrão da organização. É fundamental realizar estas novas definições como ações a serem realizadas no contexto do programa de melhoria de processos da organização.

Os processos padrão da organização podem ser definidos de diferentes formas. Por exemplo, pode ser definido um único processo integrado com todas as atividades que são realizadas para desenvolver ou manter um produto de software ou pode ser definido um processo padrão para cada processo implementado. Neste último caso, deve-se determinar a sequência e interação de cada um dos processos padrão com os outros processos para que o resultado de atributo de processo RAP 16 – “A sequência e interação do processo padrão com outros processos são determinadas” seja satisfeito. Os processos que não são executados total ou parcialmente no contexto de desenvolvimento e manutenção de um produto de software também devem ser definidos, por exemplo, os processos Gerência de Recursos Humanos (GRH) e Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP), entre outros.

DFP2 - Uma biblioteca de ativos de processo organizacional é estabelecida e mantida

Deve existir na organização uma biblioteca de ativos para permitir que os processos padrão da organização sejam consultados e recuperados, bem como os demais ativos de processo organizacional, necessários para adaptar os processos padrão e, assim, definir os processos para projetos específicos e para implementar o processo.

Os itens que devem compor a biblioteca de ativos de processo organizacional devem estar documentados, bem como os procedimentos de consulta e recuperação. É importante considerar que os ativos de processo organizacional são continuamente melhorados e, portanto, mecanismos de gerência de configuração dos itens que compõem a biblioteca devem estar definidos e implementados para permitir, por exemplo, que projetos sejam executados utilizando diferentes *baselines* de ativos de processo organizacional.

As mudanças realizadas nos ativos de processo organizacional devem sempre ser comunicadas aos envolvidos para garantir que todos utilizem as últimas versões dos ativos de processo organizacional. Se pertinente, treinamentos devem ser planejados e realizados para atender necessidades originadas a partir da implantação de alterações nos ativos de processo organizacional.

A biblioteca de ativos de processo organizacional pode ser implementada de diversas formas, por exemplo, os ativos podem ser mantidos e recuperados por meio de um sistema de controle de versão tipo o CVS (*Concurrent Versions System*), o SVN (*SubVersion*) ou o VSS (*Visual SourceSafe*). Outra forma de disponibilizar e manter ativos de processo organizacional é por meio da *Intranet* da organização. Dessa forma, os mecanismos de recuperação e acesso aos ativos de processo organizacional podem variar de acordo com as características que a organização deseja para sua biblioteca.

É importante notar que os ativos de processo organizacional não incluem apenas a definição do conjunto de processos padrão da organização ou dos modelos de documentos a serem utilizados nos projetos. Incluem, também, relatos de experiências passadas (por exemplo, por meio da formalização de lições aprendidas ou melhores práticas), diretrizes sobre a execução de tarefas, dados históricos, documentação de projetos passados (como modelos, planos etc.), dentre outros.

DFP3 - Tarefas, atividades, papéis e produtos de trabalho associados aos processos padrão são identificados e detalhados, juntamente com o desempenho esperado do processo

Os processos padrão devem ser descritos, identificando e detalhando as tarefas, atividades e produtos de trabalhos que são entradas e/ou saídas. O detalhamento das tarefas e atividades contém, geralmente, informações sobre:

- Nome da atividade: identifica a atividade por meio de um nome;
- Descrição: descreve a atividade em detalhes;
- Pré-atividade: atividade que deve ser executada antes da atividade em questão;
- Critério de Entrada: critérios necessários de serem atendidos para que a atividade seja iniciada;
- Critério de Saída: critérios necessários de serem atendidos para que a atividade seja considerada finalizada;
- Responsável: quem responde pela execução da atividade;
- Participantes: quem são os envolvidos na execução da atividade;
- Produtos Requeridos: relaciona os insumos necessários para executar a atividade;
- Produtos Gerados: relaciona os produtos que devem ser produzidos na execução dessa atividade;
- Ferramentas: relaciona as ferramentas que devem ser utilizadas para a execução da atividade;
- Pós-atividade: relaciona a atividade que deve ser executada, após esta ser finalizada.

O desempenho de processos pode ser entendido como a extensão pela qual a execução de um processo atinge seu objetivo [ISO/IEC, 2004a]. Mecanismos para avaliar o desempenho esperado para os processos padrão devem ser descritos de forma que seja possível compreender o comportamento dos processos padrão da organização e possibilitar um maior controle nos processos. A implementação destes mecanismos está relacionada ao atributo de processo 3.2 – “O processo está implementado”, ou seja, na definição de todos os processos padrão da organização deve-se descrever de que forma se garantirá que os processos padrão estão efetivamente implementados como um processo definido para atingir seus resultados.

O desempenho dos processos padrão da organização pode ser quantificado por meio da medição de atributos dos produtos produzidos pelos processos, assim como por meio da medição direta de atributos dos processos [FLORAC e CARLETON, 1999]. A medição desses atributos pode ser utilizada para descrever os produtos e processos e para controlar os processos que produzem os produtos. A quantificação do desempenho de processos por meio da medição de atributos de processo e produto facilita a identificação de melhorias nos processos [FLORAC e CARLETON, 1999].

Nos níveis A e B do MR-MPS, métodos tradicionais de medição e análise de software para medir “planejado *versus* atual” não são suficientes para medir o desempenho de processos [FLORAC e CARLETON, 1999]. Desta forma, os conjuntos de objetivos e medidas da organização identificados no processo Medição (MED) devem ser revistos para considerar as medidas de atributos de processo e produto que permitam quantificar o desempenho dos processos. A coleta e armazenamento destas medidas possibilitarão a elaboração de modelos de desempenho do processo para o conjunto de processos padrão da organização que é um resultado de atributo de processo esperado dos processos gerenciados quantitativamente no nível B – “Gerenciado Quantitativamente”. Por exemplo, a partir da comparação do esforço de desenvolvimento de uma unidade de software com o tamanho da unidade pode-se analisar o comportamento do processo com relação à característica de produtividade.

Caso a organização não colete e armazene de forma adequada medidas de desempenho de processos a partir da implementação dos processos deste nível, o tempo necessário para atingir o nível de maturidade B poderá ser muito longo, pois a elaboração de modelos de desempenho adequados geralmente é realizada após a coleta de uma quantidade considerável de medidas produzidas ao longo da execução de vários projetos.

DFP4 - As descrições dos modelos de ciclo de vida a serem utilizados nos projetos da organização são estabelecidas e mantidas

Os modelos de ciclo de vida que foram selecionados para uso na organização devem ser descritos de forma a atender à variedade de projetos. Um modelo de ciclo de vida é uma representação abstrata de um processo de software que define um guia para o trabalho de engenharia de software.

Os ciclos de vida de software fundamentais são o cascata, o incremental e o evolutivo [ISO/IEC, 1998]. Cada um destes modelos pode ser utilizado na sua forma original ou podem ser combinados para criar outro modelo de ciclo de vida híbrido.

No modelo cascata de ciclo de vida as atividades do processo são executadas uma única vez e de forma sequencial. Entretanto, as atividades podem ser empregadas parcialmente, em paralelo, quando atividades consecutivas se sobrepõem [ISO/IEC, 1998].

O modelo incremental de ciclo de vida inicia com um dado conjunto de requisitos e executa o desenvolvimento em uma sequência de construções. A primeira construção incorpora uma parte dos requisitos, a próxima construção adiciona mais requisitos e assim sucessivamente até que o sistema esteja completo. A cada construção, alguns processos ou atividades (por exemplo, análise de requisitos e arquitetura) podem ser executados uma única vez, enquanto que outros (por exemplo, projeto detalhado, codificação e testes, integração do software e teste de aceitação do software) são executados em cada construção [ISO/IEC, 1998].

O modelo evolutivo de ciclo de vida também desenvolve o sistema em uma sequência de construções, mas difere do modelo incremental de ciclo de vida no que se refere ao conhecimento dos requisitos, que não são completamente compreendidos e não podem ser definidos inicialmente. Nesta abordagem, os requisitos são parcialmente definidos no início e depois refinados em cada construção sucessiva. Nesta abordagem, a cada construção, as atividades do processo são executadas em sequência ou em paralelo, com sobreposição parcial. As atividades do processo são, geralmente, empregadas repetidamente, na mesma sequência, para todas as construções [ISO/IEC, 1998].

A seleção de um modelo de ciclo de vida para um projeto é parte integrante da definição de um processo de desenvolvimento de software e deve ser feita com base nas características desse projeto [CRISTENSEN e THAYER, 2001]. Alguns tipos de projetos possuem características particulares que não possibilitam a adoção de certos modelos de ciclo de vida. Portanto, a seleção de um modelo de ciclo de vida inadequado pode resultar em um sistema que não satisfaz às necessidades dos usuários, em um aumento do custo e maior tempo de desenvolvimento [ALEXANDER e DAVIS, 1991]. Por exemplo, o modelo cascata é adequado em projetos nos quais os requisitos são bem entendidos e o gerente do projeto confia na capacidade da equipe de desenvolver utilizando o processo. No entanto, deve-se levar em consideração na escolha deste modelo que uma versão executável do software só fica disponível em uma etapa avançada do desenvolvimento e, ao final do projeto, é necessário um grande esforço de integração e testes. O modelo incremental, por outro lado, é adequado quando os requisitos são conhecidos no início do desenvolvimento e existe necessidade de entrega de um produto funcional em pouco tempo. No entanto, se os requisitos não são tão estáveis ou completos quanto se esperava, alguns incrementos podem precisar ser retirados de uso e re-trabalhados. Já o modelo evolutivo é geralmente aplicado em projetos nos quais os requisitos não são bem compreendidos e nem podem ser definidos inicialmente. Além do mais, o comprometimento de recursos limitados em longo prazo é um risco em projetos que adotam este modelo de ciclo de vida.

Um modelo de ciclo de vida cada vez mais adotado pelas organizações é o RUP (*Rational Unified Process*) [KRUCHTEN, 2003]. O RUP é um arcabouço de processos de software a partir do qual componentes de processo podem ser utilizados de forma extensível de acordo com as necessidades da organização e os objetivos e as restrições dos projetos. O RUP divide o projeto em quatro fases

diferentes: Concepção (ênfase no escopo do sistema), Elaboração (ênfase na arquitetura), Construção (ênfase no desenvolvimento) e Transição (ênfase na implantação). O RUP parte do princípio de que o tempo e a complexidade dos projetos tendem a dificultar a definição do problema e a construção do software em um único passo. Além disso, a frequência de mudança nos requisitos é alta devido a restrições de arquitetura, necessidades do usuário ou ao maior conhecimento adquirido pela equipe de projeto sobre o problema original. Para minimizar esses riscos, as fases do RUP são decompostas em iterações. Cada iteração limita-se a poucos elementos. O tamanho reduzido das iterações diminui a complexidade de integração, reduzindo custos e aumentando a eficiência. Essa divisão ajuda a ter uma melhor definição dos componentes da arquitetura facilitando o reuso e intensificando o envolvimento com as partes interessadas.

As necessidades das organizações mudam constantemente, assim como os processos são continuamente melhorados para tornarem-se mais adequados. Desta forma, os modelos de ciclo de vida a serem utilizados nos projetos da organização também devem ser revistos e atualizados, sempre que necessário, para atender as necessidades atuais da organização e para considerar melhorias nos processos padrão e nos demais ativos de processo organizacional. Registros de atualizações nas descrições dos modelos de ciclo de vida devem ser mantidos para evidenciar a adequação dos modelos de acordo com os processos da organização.

DFP5 - Uma estratégia para adaptação do processo padrão é desenvolvida considerando as necessidades dos projetos

Por ser aplicável a todos os projetos, o processo padrão da organização é genérico e precisa ser adaptado às características específicas de cada projeto, como requisitos, tamanho, criticidade e quantidade de pessoas e partes interessadas. Durante o planejamento de um novo projeto, o gerente deve identificar e analisar as características principais desse projeto e utilizá-las como base para a adaptação do processo padrão, gerando um processo definido para o projeto.

No entanto, a definição de um processo para um projeto específico, com base em um processo padrão, é uma tarefa complexa [PURPER, 2000]. Portanto, uma estratégia de adaptação do processo padrão da organização às necessidades específicas de projetos deve ser desenvolvida. Esta estratégia deve definir critérios e guias para adaptação do processo padrão da organização de forma a atender às necessidades de um projeto. Os critérios e guias para adaptação devem descrever como os processos padrão e os ativos de processo organizacional devem ser utilizados para criar os processos definidos, por exemplo, que processo utilizar dentro do conjunto de processos disponíveis (no caso de haver diferenças de processo em relação ao tipo de produto sendo desenvolvido ou ao tamanho do projeto, por exemplo), que atividades são opcionais dependendo das características dos projetos, como selecionar as atividades e métodos do processo padrão da organização que devem fazer parte do processo definido para um projeto específico etc. Critérios de aplicação dos modelos de ciclo de vida de projetos devem também ser definidos para apoiar na seleção do modelo de ciclo de vida mais adequado às características de um projeto específico. Informações sobre o mapeamento entre os processos padrão e as fases que compõem esses modelos de ciclo de vida, também, devem estar documentadas [SEI, 2006], [KRUCHTEN, 2003].

DFP6 - O repositório de medidas da organização é estabelecido e mantido

Deve-se criar um repositório de medidas para a organização contendo medidas dos processos e produtos relacionados ao conjunto de processos padrão da organização, além de informações necessárias para entender e interpretar as medidas.

A partir da análise das medidas para aumentar a compreensão sobre o comportamento dos processos padrão da organização, atualizações no repositório de medidas poderão ser realizadas para facilitar a interpretação das informações armazenadas no repositório e para avaliar a adequação e aplicabilidade das medidas.

A infra-estrutura do repositório de medidas deve ser definida de forma a considerar a evolução contínua das medidas dos processos e produtos. A utilização de planilhas eletrônicas para implementar este repositório, por exemplo, dificulta o armazenamento dos dados e restringe a utilização em organizações com diversos projetos executando em paralelo.

Considerando a relevância do repositório de medidas, é importante que a organização comece a utilizar um repositório adequado para armazenamento e recuperação dos dados coletados a partir do nível F no contexto do processo Medição (MED).

DFP7 - Os ambientes padrão de trabalho da organização são estabelecidos e mantidos

A institucionalização de processos padrões na organização implica que projetos devem utilizar recursos comuns de hardware e software, bem como seguir os mesmos procedimentos de adaptação de processos. Dessa forma, é fundamental que a organização estabeleça as definições dos ambientes padrão de trabalho de forma que os processos possam ser executados uniformemente nos projetos atendendo todas as diferentes necessidades dos envolvidos na execução dos processos e considerem questões gerais da organização e questões específicas dos projetos, por exemplo, produtividade, segurança, custos, entre outras.

8.6 Gerência de Recursos Humanos (GRH)

8.6.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Recursos Humanos é prover a organização e os projetos com os recursos humanos necessários e manter suas competências adequadas às necessidades do negócio

O processo Gerência de Recursos Humanos (GRH) deve ser visto numa perspectiva abrangente na organização para que pessoal qualificado e experiente seja disponibilizado para desempenhar os diversos processos em execução, de forma a atingir os objetivos da organização e dos projetos, bem como satisfazer necessidades e restrições dos clientes. Além disso, deve fornecer os meios para que os indivíduos trabalhem como um grupo coeso e para que o conhecimento individual, informações e habilidades sejam coletadas, compartilhadas, reusadas e melhoradas na organização [ISO/IEC, 2008]. Dessa forma, as pessoas que

executam atividades relacionadas aos processos devem ser competentes com base em educação, treinamento, habilidades e experiência apropriada [\[ISO 9001:2000\]](#).

O processo Gerência de Recursos Humanos (GRH), como descrito nesta guia, pode ser visto como a interseção de 3 áreas complementares: Planejamento, Recrutamento e Avaliação de Recursos Humanos (que engloba os resultados esperados GRH1, GRH2 e GRH8), Treinamento (que engloba os resultados esperados GRH3, GRH4, GRH5, GRH6 e GRH7) e Gerência de Conhecimento (que engloba os resultados esperados GRH9, GRH10 e GRH11).

A Gerência de Recursos Humanos não se resume a treinar pessoas, é preciso também possuir uma política mais abrangente para identificar os requisitos mínimos de educação, habilidades e experiências para que as funções sejam desempenhadas dentro da organização. Neste aspecto, uma prática comum é a criação de um Plano de Capacitação. Este plano identifica as competências necessárias para desempenhar cada uma das funções previstas na estrutura organizacional e que tipos de treinamentos, conhecimentos prévios e requisitos de educação (por exemplo, cursos de graduação ou de extensão recomendados ou requeridos) um colaborador deve ter para desempenhar cada uma dessas funções. Uma vez definido este plano, é necessário implementá-lo adequadamente para garantir um adequado suprimento das necessidades organizacionais em relação a pessoal.

Da mesma forma que a implantação de um processo de Treinamento não é suficiente para garantir uma Gerência de Recursos Humanos, as pessoas não devem ser avaliadas somente em relação aos treinamentos recebidos. Deve ser política da organização a definição de critérios objetivos para avaliação do desempenho de grupos e indivíduos durante a realização de suas tarefas e funções. A partir da monitoração realizada em relação a estes critérios, é possível implementar um programa de melhoria da capacitação dos colaboradores ao identificar possíveis deficiências em relação a uma competência e também reconhecer a capacidade dos colaboradores recompensando-os e proporcionando novos desafios e tarefas. Além disso, deve-se procurar gerenciar as expectativas profissionais e pessoais dos colaboradores identificando, por exemplo, o desejo de realizar outras tarefas ou desempenhar funções diferentes dentro da estrutura organizacional pode ser um importante mecanismo motivador da equipe.

A implantação de um programa de treinamento é fundamental para cumprir alguns dos requisitos do processo Gerência de Recursos Humanos (GRH). Este programa deve fornecer mecanismos que garantam o fornecimento de pessoal com as competências adequadas para a execução dos processos de forma que os colaboradores da organização estejam aptos a executar as tarefas para as quais foram designados. Estes processos são executados tanto no âmbito organizacional (por exemplo, membros de grupos de suporte, como o grupo de processos) quanto no âmbito dos projetos (por exemplo, analistas e programadores).

As necessidades de treinamento da organização e dos projetos devem estar bem definidas visando delimitar as responsabilidades para a realização dos treinamentos de forma adequada e dentro do contexto específico onde foram originadas. A infraestrutura para a realização dos treinamentos, incluindo, entre outros, material, instrutores qualificados, material de apoio e espaço físico, deve ser provida pela organização de forma a atender às necessidades identificadas.

Como a existência de instrutores qualificados é parte da infra-estrutura para a realização dos treinamentos, é preciso destacar a importância de se treinar os instrutores adequadamente. Este treinamento pode incluir, por exemplo, técnicas de ensino, didática, orientação pedagógica, além de conhecimento específico sobre os itens que serão ministrados nos treinamentos.

É importante observar que o treinamento planejado para cada projeto está fora do escopo do processo Gerência de Recursos Humanos, pois os projetos podem necessitar de treinamentos específicos não incluídos nas necessidades estratégicas da organização. Por exemplo, treinamento dos usuários para utilização do produto ou treinamento de um desenvolvedor numa ferramenta a ser utilizada unicamente no projeto.

Após a realização de um treinamento, deve-se procurar manter registros dos treinamentos em um nível que permita evidenciá-lo. Estes registros contribuem para a melhoria da infra-estrutura e dos mecanismos disponibilizados pela organização para efetuar treinamentos específicos, assim como para a melhoria da capacidade da organização em prover os treinamentos de uma forma geral. Parte importante desses registros é referente à efetividade do treinamento, ou seja, deve-se procurar identificar se os treinamentos realizados foram realmente capazes de transferir conhecimento para os participantes e se este conhecimento foi de fato utilizado nas situações em que era necessário.

É importante ressaltar que treinamentos não se restringem apenas a cursos com instrutores, salas de aula e apresentações. Pode-se considerar também outras formas de treinamento como *mentoring*, ensino à distância ou aprendizado autodidata.

O *mentoring* é geralmente realizado por meio de um acompanhamento durante a realização regular das atividades para que haja uma transferência de conhecimento, neste momento, de alguém mais experiente. Pode acontecer, por exemplo, por meio de uma consultoria para a realização da atividade ou da observação do trabalho de outra pessoa com função e tarefas equivalentes.

O processo Gerência de Recursos Humanos tem uma interseção clara com todos os demais processos do MR-MPS por meio do atributo de processo RAP 7 que estabelece: “as pessoas que executam o processo são competentes em termos de formação, treinamento e experiência”.

Note-se que não é necessário que todas as pessoas sejam treinadas, dentro do escopo da execução do processo Gerência de Recursos Humanos, para as tarefas a que foram alocadas. O que deve ser garantido é que as pessoas tenham as competências necessárias para realizar tais tarefas. Portanto, se o treinamento já tiver sido fornecido anteriormente por terceiros (por exemplo, por meio de um curso de graduação, pós-graduação ou especialização) ou se o colaborador tiver experiência comprovada, o treinamento não precisa ser fornecido (por exemplo, um gerente experiente não precisa ter treinamento em gerência de projetos para desempenhar suas tarefas). Da mesma forma, uma pessoa pode ter sido contratada para desempenhar uma função devido à sua experiência e capacitação prévia. Nesses casos, devem ser gerados registros que evidenciem as competências das pessoas como forma de justificar a não realização dos treinamentos.

Organizações que desenvolvem software possuem processos de negócio dinâmicos, empregam diversas tecnologias e a rotatividade de pessoal pode ser bastante alta. Dessa forma, é importante gerenciar o conhecimento que os membros possuem e o conhecimento sobre as tecnologias utilizadas para a realização das atividades de desenvolvimento de software. Uma política de Gerência de Recursos Humanos, portanto, deve se basear, também, na implantação de uma abordagem para a Gerência de Conhecimento de forma ampla na organização, garantindo que conhecimento individual, informações e habilidades sejam coletadas, compartilhadas, reutilizadas e melhoradas em toda a organização. Para isso é necessário que seja estabelecida uma infra-estrutura para o compartilhamento de informações comuns na organização e que o conhecimento esteja disponível e compartilhável dentro da organização de acordo com a estratégia estabelecida [ISO/IEC, 2008].

A adoção da gerência de conhecimento também pode ser útil para estabelecer uma rede de especialistas dentro da organização. Por meio desta rede de especialistas pode-se identificar os detentores de conhecimento relevante para a organização (por exemplo, conhecimento sobre engenharia de software, o domínio de aplicação da organização ou outras informações úteis à execução dos processos de negócio ou desenvolvimento de produtos) e facilitar a troca de informações, garantindo, assim, um reforço ao aprendizado organizacional necessário à sobrevivência da organização. Desta forma, a gerência de conhecimento possibilita a criação no âmbito da organização, de práticas inovadoras por meio de apoio à comunicação e colaboração entre membros que utilizam conhecimento no mesmo domínio e em domínios diferentes [FISCHER e OSTWALD, 2001]. É importante observar que a adoção de uma abordagem para gerência de conhecimento não é uma questão puramente técnica, envolve aspectos humanos e sociais. Além disso, o custo para adoção de gerência de conhecimento em longo prazo pode ser menor do que o investimento em treinamento de pessoal, principalmente em grandes equipes.

Apesar de ser indicado à organização implementar o processo Gerência de Recursos Humanos em todas as suas áreas, o foco deste processo no MR-MPS está nas equipes diretamente envolvidas com as atividades relacionadas a software na unidade organizacional em questão.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Recursos Humanos (GRH) no nível de maturidade E do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

8.6.2 Fundamentação teórica

As organizações enfrentam constantes mudanças motivadas por diversos fatores. A alta concorrência, por exemplo, exige habilidades para fornecer produtos e serviços mais inovadores. As exigências dos clientes são outros fatores causadores de mudanças, pois as organizações devem se preocupar em criar produtos e prover

serviços que satisfaçam as necessidades dos seus clientes para garantir confiança e satisfação. A globalização dos mercados e o desenvolvimento de novas tecnologias também são motivadores de mudanças ao exigir das organizações mais agilidade dos seus processos de negócio [HAMMER e CHAMPY, 1994; TRUEX *et al.*, 1999].

Gerência de conhecimento pode ser definida como um conjunto de atividades organizacionais que devem ser realizadas de forma sistemática para adquirir, organizar e comunicar tanto conhecimento tácito como explícito de membros da organização de tal forma que outros membros possam fazer uso deste conhecimento para tornar seu trabalho mais efetivo e produtivo [ALAVI e LEIDNER, 1999].

Para gerenciar de forma adequada o conhecimento, a organização deve compreender o seu real significado e a sua importância para aumentar as vantagens competitivas da organização. Mudanças culturais também devem ser levadas em consideração para motivar os membros da organização a cooperar e diminuir a relutância em compartilhar seu conhecimento. Caso contrário, os esforços da gerência do conhecimento não terão os resultados esperados, pois os membros da organização desconfiarão dos verdadeiros motivos da organização em querer capturar o seu conhecimento e armazená-lo em uma memória organizacional [PROBST *et al.*, 1999]. A gerência de conhecimento provoca mudanças na organização e, portanto, deve ser introduzida aos poucos. Para facilitar a definição e adoção de sistemas para apoio à gerência de conhecimento na organização, é importante, também, introduzi-los aos poucos. Por exemplo, por meio de projetos pilotos para aumentar a confiança dos membros da organização, pois os custos de implantação de um programa de gerência de conhecimento são relativamente altos e os resultados são obtidos, geralmente, a médio e longo prazo [DAVENPORT e PRUSAK, 1998].

A gerência de conhecimento promove o aprendizado organizacional no qual membros da organização aprendem de forma contínua sobre as normas, práticas e processos durante a rotina normal de trabalho. As principais fontes de conhecimento de uma organização são seus processos internos. Outras fontes podem ser identificadas ao longo desses processos que, muitas vezes, são intrínsecos à organização e dela não podem ser desassociados. Devido a isto, é natural pensar que ao longo da execução desses processos possam ser identificadas as maiores fontes de conhecimento, assim como seus maiores beneficiários. Parece lógico, então, que ao se criar processos relativos à aquisição e disseminação de conhecimento estes sejam inseridos e adaptados aos processos organizacionais já existentes.

No entanto, para que o conhecimento adquirido pela organização por meio do aprendizado organizacional se torne um verdadeiro capital intelectual, mecanismos eficientes devem ser definidos e implementados para preservar e manter este conhecimento em uma memória organizacional. A memória organizacional constitui a representação explícita do conhecimento ou informação em uma organização e, por isso, sua evolução é contínua e é alimentada diretamente pelo conhecimento criado durante a rotina normal de trabalho [FISCHER e OSTWALD, 2001]. A construção de uma memória organizacional envolve a transformação de conhecimento tácito de membros da organização em uma representação explícita para ser armazenado e recuperado por outros membros [SNOEK, 1999]. No entanto,

os membros da organização têm, geralmente, dificuldade em exteriorizar seu conhecimento. Esta dificuldade pode ser contornada se for levado em consideração o ambiente de trabalho dos membros da organização durante o processo de conversão do conhecimento.

A adoção de sistemas de gerência de conhecimento tem papel importante na implantação e disseminação de uma cultura de acumulação, criação e transferência de conhecimento. A criação de um sistema de gerência de conhecimento pode ser feita por meio de diversas formas e utilizando diversas tecnologias e abordagens, por exemplo:

- Sistemas de gerenciamento de documentos, filtragem e recuperação de informação possibilitam uma melhor disseminação do conhecimento organizacional ao facilitar o acesso e identificação de fontes de conhecimento importantes para os membros da organização [ABECKER *et al.*, 1999].
- Fábrica de Experiências [BASILI *et al.*, 1994] consiste em uma infra-estrutura organizacional cujo objetivo é produzir, armazenar e reutilizar experiências adquiridas em organizações que desenvolvem software. Fábricas de Experiências reconhecem que a melhora dos processos e produtos de software requerem uma contínua acumulação de experiências avaliadas e sintetizadas em pacotes de experiências, o armazenamento de pacotes de experiências numa base integrada e acessível por diferentes partes da organização e a criação de perspectivas pelas quais diferentes partes da organização podem olhar na mesma base de experiências de diferentes modos. Diferentes abordagens podem ser adotadas para empacotamento de experiências, por exemplo, a construção de sistemas para apoiar as atividades de aquisição e disseminação de conhecimento por meio de estruturação e indexação de conhecimento capturado e avaliado na memória organizacional integrada aos processos de desenvolvimento de software [MONTONI, 2003].
- A construção de um sistema de páginas amarelas ajuda na identificação da distribuição das competências pessoais dentro da estrutura organizacional [SANTOS, 2003] além de possibilitar a identificação de 'quem-sabe-o-quê' e das informações para contato das pessoas listadas. Tais ferramentas podem ser capazes de proporcionar apoio operacional para os projetos e planejamento de informação estratégico atacando quatro requisitos fundamentais [STADER e MACINTOSH, 1999]: análise de lacunas de habilidades, análise de construção de equipe de projetos, planejamento de recrutamento e análise de treinamento.
- O uso de sistemas de *groupware*, de *workflow* e de trabalho cooperativo apoiado por computador é indicado para apoiar a gerência do conhecimento, pois tais sistemas apóiam a realização de tarefas que envolvem muito conhecimento e requerem a colaboração de vários especialistas e setores de uma organização, por exemplo, na realização de um projeto ou no planejamento estratégico [ABECKER *et al.*, 1999] [ABECKER1999](#).
- Comunidades de prática podem ser definidas como grupos de pessoas reunidas informalmente por uma expertise comum e interesse por um tema específico [WENGER e SNYDER, 2000], por exemplo, engenharia de software. Um dos pontos fortes das comunidades de prática é a capacidade de complementar as estruturas de conhecimento existentes nas organizações, melhorando o

aprendizado, o compartilhamento do conhecimento e a mudança na organização por meio de atividades conjuntas que se beneficiam do comportamento social humano [HILDRETH *et al.*, 2000].

- Wiki são aplicações web utilizadas para a gerência de conhecimento colaborativa contendo um repositório de conhecimento que evolui à medida que os usuários são encorajados a fazer contribuições a este repositório editando livremente as páginas disponibilizadas ou criando novas [LEUF e CUNNINGHAM, 2001]. Tais aplicações podem ajudar os funcionários de uma organização a melhorar a colaboração e a comunicação eletrônicas por meio da transformação de conhecimento fragmentado em itens acessíveis e usáveis [HASAN e PFAFF, 2006].
- O desenvolvimento de sistemas de gerência de conhecimento pode-se beneficiar da utilização de diversas tecnologias relacionadas à inteligência artificial, por exemplo, ontologias, *data mining* e sistemas especialistas [ABECKER *et al.*, 1999]. Ontologia é uma representação de vocabulário especializada para algum domínio ou assunto e, geralmente, se refere a um corpo de conhecimento, tipicamente um senso comum sobre um determinado domínio, utilizando um vocabulário como representação. A representação textual provê um conjunto de termos com os quais são descritos os fatos em algum domínio, enquanto o corpo do conhecimento utilizando aquele vocabulário é uma coleção de fatos sobre um domínio [CHANDRASEKARAN *et al.*, 1999]. Ontologias e bases de conhecimento estão intimamente relacionadas: ontologias definem as características e visões da base de conhecimento e também empregam modelos que são úteis na definição e acesso a bases de conhecimento [O'LEARY, 1998].

Sistemas de Gerência de Conhecimento, no entanto, podem não ser suficientes para capacitar pessoal adequado à realização das tarefas na organização. O processo Treinamento é responsável por prover e manter pessoal treinado [ISO/IEC, 2008] e inclui todas as atividades projetadas para melhorar as competências das equipes dos projetos [PMI, 2008a].

Os processos de software são extremamente dependentes de pessoal com conhecimento e qualificação adequados, sendo, portanto, necessário que o treinamento de pessoal seja planejado e implementado com antecedência para que o pessoal treinado esteja disponível quando preciso [ISO/IEC, 2008]. As pessoas responsáveis pela execução das atividades que afetam a qualidade do produto devem ser competentes com base em educação, treinamento, habilidades e experiência apropriadas [ABNT, 2000]. Se os membros do projeto não possuem as competências requeridas, o seu desempenho pode ser comprometido. Quando problemas como estes são identificados, respostas pró-ativas como treinamento, contratação, mudanças de cronograma ou mudanças de escopo deveriam ser iniciadas [PMI, 2008a]. Como um processo organizacional, os principais componentes de um processo de treinamento incluem um programa gerenciado de desenvolvimento de treinamento, planos documentados, pessoal com capacidade de realizar treinamento em disciplinas específicas ou outras áreas de conhecimento e mecanismos para medir a efetividade do programa de treinamento [SEI, 2006].

Se os membros dos projetos não têm as habilidades técnicas ou gerenciais necessárias, estas habilidades podem ser desenvolvidas como parte do trabalho do projeto [PMI, 2008a].

Uma das subáreas da Gerência do Conhecimento é a gestão de capacidades, ou seja, a prática de entender as capacidades que uma organização requer para cumprir seus objetivos de negócio [STADER e MACINTOSH, 1999]. Consiste em identificar que habilidades individuais existem dentro da organização e ser capaz de confrontar o conhecimento requerido com o conhecimento disponível para permitir preencher qualquer lacuna dentro da organização: é o alinhamento entre o conhecimento atual e futuro dos colaboradores com os objetivos estratégicos de negócio. Organizações precisam de colaboradores que possuam habilidades muito específicas, não importando que sejam técnicas, operacionais ou gerenciais. Conforme as organizações se desenvolvem para atingir as necessidades estratégicas futuras, estas habilidades precisam ser rastreadas e as eventuais lacunas identificadas [STADER e MACINTOSH, 1999].

Uma revisão dos requisitos dos projetos da organização deve ser conduzida para estabelecer e providenciar, oportunamente, a aquisição ou o desenvolvimento de recursos e conhecimentos necessários ao pessoal técnico e gerencial. Os tipos e níveis de treinamento e categorias de pessoal que necessitam de treinamento devem ser determinados. Um plano de treinamento deve ser desenvolvido e documentado, de acordo com os cronogramas de implementação, requisitos de recurso e necessidades de treinamento [ISO/IEC, 2008]. Essas necessidades podem ser supridas por meio de treinamento, recrutamento ou outros mecanismos de desenvolvimento de pessoal [ISO/IEC, 2008].

Um treinamento pode ser formal ou informal. Exemplos de métodos de treinamento incluem treinamentos em sala de aula, treinamentos on-line, baseado em computadores, treinamento no local de trabalho por outro membro da equipe do projeto, *mentoring* e *coaching* [PMI, 2008a].

Após a realização dos treinamentos, uma avaliação do desempenho do pessoal deve ser realizada a partir da definição de critérios objetivos. Deve-se avaliar o desempenho do pessoal em relação à sua contribuição para o alcance das metas da organização ou do projeto e deve-se garantir que a equipe receba retorno sobre os resultados das avaliações realizadas. Além disso, deve-se manter registros adequados do desempenho da equipe, incluindo informações sobre habilidades, treinamentos e avaliações realizadas [ISO/IEC, 2008]. A efetividade do treinamento também deve ser avaliada, identificando-se e avaliando-se o conhecimento adquirido com base nas seções de treinamento [ISO/IEC, 2006b]. Além disso, deve-se fazer uma avaliação do material de treinamento utilizado [ISO/IEC, 2006b].

8.6.3 Resultados esperados

GRH1 - Uma revisão das necessidades estratégicas da organização e dos projetos é conduzida para identificar recursos, conhecimentos e habilidades requeridos e, de acordo com a necessidade, desenvolvê-los ou contratá-los

O objetivo deste resultado esperado é verificar se o conhecimento e as habilidades necessárias para que as atividades da organização e dos projetos sejam executadas

de forma eficiente foram identificadas. Durante o levantamento destas necessidades deve-se levar em consideração um planejamento estratégico de longo prazo.

As necessidades estratégicas de treinamento geralmente são originadas a partir de requisitos de projetos ou de grupos específicos dentro da organização (como, por exemplo, o grupo de garantia da qualidade ou o grupo de processos). Também são originadas pelo desejo de introdução de novas tecnologias ou processos, correção de eventual falta de conhecimento específico na organização ou mudança na forma como a organização se comporta no mercado competitivo. Além disso, deve-se buscar que a organização seja capaz de aprender continuamente e produzir conhecimento que traga vantagens competitivas e aumente a competência de seus profissionais.

Neste aspecto, a criação de um Plano de Capacitação pode ser útil. Além disso, a construção de um mecanismo que permita identificar os conhecimentos, habilidades e experiências dos membros da organização e localizar especialistas em determinadas áreas pode auxiliar a identificação de possíveis deficiências e influenciar na identificação das necessidades estratégicas da organização.

GRH2 - Indivíduos com as habilidades e competências requeridas são identificados e recrutados

O objetivo deste resultado esperado é verificar se a força de trabalho é constituída por indivíduos identificados e recrutados com base nas habilidades e competências requeridas pela organização, incluindo habilidades para compartilhar informação e coordenar suas atividades de forma eficiente.

Deve-se garantir também que indivíduos e grupos com o conhecimento e as habilidades identificados sejam disponibilizados a tempo quando necessário. Isto pode ser conseguido, por exemplo, por meio de treinamento, contratação de pessoal especializado ou outros mecanismos de desenvolvimento das capacidades [ISO/IEC, 2008].

Uma vez que as necessidades estratégicas da organização tenham sido identificadas é preciso estabelecer um programa sistemático para recrutamento de pessoal qualificado de forma a atender às necessidades da organização e dos projetos. Este recrutamento pode ser realizado interna ou externamente à organização. Além disso, deve-se garantir que as habilidades e competências requeridas para este recrutamento estejam alinhadas aos objetivos estratégicos da organização de acordo com mecanismos como o planejamento estratégico de treinamento, plano de capacitação etc.

É necessário também que sejam criadas oportunidades para o desenvolvimento de carreira dos membros atuais da organização. Isto pode ser promovido por meio do cruzamento dos resultados de avaliações de desempenho do pessoal e dos requisitos dos planos de capacitação e de treinamento. Desta forma, pode-se identificar possíveis candidatos que estejam em outras áreas da organização ou executando outras funções. Além disso, deve-se garantir que existam oportunidades para os colaboradores de adquirirem novas habilidades e competências.

GRH3 - As necessidades de treinamento que são responsabilidade da organização são identificadas

O objetivo deste resultado esperado é garantir que foram identificadas as necessidades de treinamento que devem estar sob a responsabilidade da organização e as que serão conduzidas dentro dos contextos específicos em que foram originadas. Desta forma, deve-se garantir que haja um acordo por parte dos interessados quanto a esta divisão de responsabilidades.

Os projetos podem necessitar de treinamentos específicos não previstos na estratégia organizacional. Neste caso, deve-se avaliar se vale à pena considerar este treinamento como organizacional ou não.

No caso de ser considerado como organizacional, os produtos do processo de treinamento devem ser revistos para passar a considerá-lo também como tal. Por exemplo, se dentro do escopo de um projeto é identificada a necessidade de treinar um analista numa ferramenta CASE em uso pelo cliente para fazer o levantamento de requisitos ou então é previsto o treinamento dos usuários na utilização do software construído, é provável que tais treinamentos devam ser realizados dentro do escopo do projeto e não no escopo dos treinamentos organizacionais. Entretanto, se, por exemplo, for verificada a necessidade de os programadores serem treinados nas linguagens de programação mais comumente utilizadas pela organização, é provável que isso deva ser previsto pelos responsáveis pelos treinamentos organizacionais e, dessa forma, o treinamento deve ser de responsabilidade da organização e não dos projetos.

Para cada necessidade de treinamento deve-se identificar claramente em que contexto se aplica, a quem se destina e qual o objetivo do treinamento, ou seja, que conhecimentos os participantes dos treinamentos devem adquirir.

GRH4 - Uma estratégia de treinamento é definida, com o objetivo de atender às necessidades de treinamento dos projetos e da organização

O objetivo deste resultado esperado é garantir que uma estratégia de treinamento alinhada aos objetivos de negócio foi de fato estabelecida conforme o planejamento realizado para atender às necessidades estratégicas de treinamento identificadas. Esta estratégia deve contemplar, dentre outros itens, as necessidades de treinamento dos projetos e da organização.

A definição da estratégia deve considerar como os treinamentos serão realizados (por exemplo, por meio de treinamentos externos ou internos), forma de treinamento (por exemplo, presencial, por meio de *mentoring* ou palestras, de forma autodidata etc.), competência dos treinadores, pré-requisitos necessários para os participantes, público-alvo, carga horária e periodicidade.

Mecanismos de dispensas de treinamento podem ser estabelecidos na organização para justificar a não realização de treinamento por colaboradores que já possuem as competências necessárias para desempenhar as funções requeridas.

Como citado anteriormente, é importante salientar que a qualificação dos instrutores não se restringe apenas ao conhecimento técnico necessário para ministrar o treinamento. Envolve, também, conhecimento de didática, formação pedagógica, técnicas de ensino etc.

É uma boa prática garantir que a estratégia organizacional para os treinamentos seja revista periodicamente com base nos treinamentos já realizados e com as novas necessidades de treinamento identificadas ao longo de determinado período.

GRH5 - Um plano tático de treinamento é definido, com o objetivo de implementar a estratégia de treinamento

O objetivo deste resultado esperado é definir um plano tático que deve ser realizado para suprir as necessidades estratégicas de treinamento da organização e dos projetos. Este plano pode incluir, entre outros itens: definição do processo de treinamento; diretrizes para sua realização; planejamento anual (ou com outra periodicidade) da área de treinamento; planejamento dos treinamentos a serem realizados; identificação das necessidades de treinamento; envolvimento dos interessados; comprometimento da gerência de mais alto nível; mecanismos para avaliação e solicitação de treinamentos; capacitação e/ou contratação de instrutores; material de treinamento etc. Além disso, como citado anteriormente, a elaboração de um Plano de Capacitação na organização é uma boa prática que deve ser incentivada.

No plano tático de treinamento, deve ser definida também a infra-estrutura necessária para que os treinamentos sejam realizados. Isto inclui, mas não se limita a: local físico (por exemplo, salas, cadeiras etc.); material didático (por exemplo, apostilas, apresentações, livros etc.); hardware (por exemplo, computadores, projetores etc.); software (por exemplo, programas de apresentação, ferramentas específicas relacionadas ao tema do treinamento); e recursos humanos (por exemplo, instrutores capacitados, sejam estes internos ou externos à organização).

GRH6 - Os treinamentos identificados como sendo responsabilidade da organização são conduzidos e registrados

O objetivo deste resultado esperado é assegurar a execução dos treinamentos dos indivíduos nas habilidades requeridas para desempenhar suas atribuições, conforme planejado a partir da estratégia e do plano tático. Além disso, devem ser gerados registros que comprovem a realização destes treinamentos. Os treinamentos devem ser ministrados aos interessados conforme a estratégia definida pela organização. Deve-se procurar também fornecer os treinamentos no momento mais oportuno para que o conhecimento seja utilizado corretamente e no momento necessário.

Os registros de treinamento devem evidenciar o planejamento realizado, baseado na estratégia organizacional definida e devem garantir, pelo menos, a identificação de quando e onde os treinamentos foram realizados, quem foram os participantes e os instrutores, além dos resultados das avaliações dos treinamentos.

Os treinamentos realizados dentro do contexto dos projetos, mas não alinhados às necessidades de treinamentos organizacionais, não são cobertos por este resultado esperado. Entretanto, deve-se garantir que tais treinamentos sejam planejados e registrados.

Não é necessário que todos os treinamentos considerados sob responsabilidade da organização sejam realizados, entretanto, é necessário evidenciar que treinamentos necessários sejam realizados e tenham sido aplicados nos projetos.

GRH7 - A efetividade do treinamento é avaliada

O objetivo deste resultado esperado é avaliar se os treinamentos realizados foram eficientes na transferência de conhecimento para os participantes. A existência de mecanismos que permitam esta verificação deve estar prevista na estratégia de treinamento da organização. Os resultados das avaliações realizadas devem ser utilizados para melhorar a estratégia de treinamento.

Apesar de os treinamentos serem organizacionais, a eficácia deve, em geral, ser verificada dentro do escopo dos projetos. Uma boa forma de fazer esta avaliação é identificar se o conhecimento adquirido no treinamento foi utilizado nos projetos e, ao ser utilizado, se o participante do treinamento conseguiu demonstrar um ganho de conhecimento comparado com sua situação anterior.

Os mecanismos utilizados para esta verificação podem assumir diferentes formas como, por exemplo, testes após a realização dos treinamentos, auto-avaliação dos participantes dos treinamentos e/ou avaliação ao final do projeto para verificar se os conhecimentos adquiridos foram realmente aproveitados e utilizados etc.

Avaliações sobre aspectos não diretamente relacionados à efetividade do treinamento, apesar de ser uma boa prática para melhorar continuamente a infraestrutura necessária para prover os treinamentos, não fazem parte do escopo deste resultado esperado. Avaliações sobre a estrutura do treinamento incluem, por exemplo, avaliação do espaço físico, duração, material de treinamento, didática do professor e dos intervalos nos treinamentos.

GRH8 - Critérios objetivos para avaliação do desempenho de grupos e indivíduos são definidos e monitorados para prover informações sobre este desempenho e melhorá-lo

O objetivo deste resultado esperado é garantir que haja registro da avaliação realizada sobre o desempenho dos grupos e/ou indivíduos durante a execução de suas tarefas com base nos critérios estabelecidos e se os interessados são comunicados dos resultados das avaliações. Ao alinhar a avaliação aos objetivos das áreas onde os recursos humanos estão alocados aumenta-se a possibilidade de melhorar o desempenho e a produtividade dos profissionais avaliados [\[KLEIN et al., 2001\]](#). Deve-se pensar, também, no alinhamento do desempenho com os objetivos estratégicos da organização.

A avaliação do desempenho deve ser realizada ao longo do tempo de forma a permitir que eventuais desvios sejam mais prontamente identificados e seus efeitos sejam minimizados em tempo por meio da adoção de medidas adequadas [\[SCHNAIDER, 2003\]](#). Possíveis planos de ação para corrigir tais desvios incluem a substituição do colaborador por outro mais qualificado ou a adoção de um plano de treinamento de forma a possibilitar que as habilidades individuais e coletivas da equipe sejam desenvolvidas e, assim, se possa melhorar o desempenho do projeto como um todo [\[NBR ISO, 2000\]](#). Outra oportunidade para a realização da avaliação de desempenho é por meio das avaliações *post mortem* dos projetos, pois podem possibilitar uma visão mais ampla dos envolvidos nos projetos e também identificar os itens responsáveis pelo sucesso ou fracasso de alguma etapa do projeto [\[BIRK et al., 2002\]](#).

Critérios devem ser estabelecidos para realizar a avaliação de desempenho, dessa forma, o avaliador terá como base um conjunto previamente conhecido e, no caso de a avaliação ser realizada por mais de uma pessoa, será possível comparar os resultados e facilitar a consolidação dos dados. Além disso, devido ao estabelecimento de critérios objetivos e explícitos, os colaboradores podem se preparar melhor para a realização de suas tarefas, por exemplo, mudando o seu comportamento, procurando melhorar suas habilidades interpessoais ou buscando uma maior qualificação para desempenhar suas atividades.

As avaliações não precisam ser individuais, também podem ser feitas em grupos. Neste caso, ao possibilitar que diferentes grupos de pessoas atribuam diferentes pesos a um mesmo critério, de acordo com uma visão pessoal sobre o que é ou não importante, diferentes pontos de vista serão identificados. Por meio de uma comparação entre tais visões podem-se identificar mais claramente quais são realmente os bons ou os maus desempenhos [\[KLEIN et al., 2001\]](#).

GRH9 - Uma estratégia apropriada de gerência de conhecimento é planejada, estabelecida e mantida para compartilhar informações na organização

O objetivo deste resultado esperado é garantir que haja um plano para gerenciar os ativos de conhecimento da organização que inclua a infra-estrutura e treinamento para apoiar aos usuários e contribuintes dos ativos de conhecimento da organização e esquemas de classificação dos ativos. A estratégia de gerência de conhecimento deve conter também informações sobre critérios para gerência dos ativos de conhecimento, por exemplo, critérios para avaliação dos ativos antes de torná-los disponíveis aos membros da organização e critérios para decidir quando revisar ou remover ativos de conhecimento da base de conhecimento da organização.

Os ativos de conhecimento podem variar bastante de uma organização para a outra. Dessa forma, definir o que serão considerados como ativos de conhecimento pode ser o ponto inicial para se planejar de que forma a gerência de conhecimento será tratada na organização. Exemplos de ativos de conhecimento incluem documentação dos produtos da organização, técnicas e métodos em utilização pela organização, processos organizacionais e de software, roteiros de documentação, informações técnicas sobre tecnologias específicas ou domínios de conhecimento, lições aprendidas, diretrizes, melhores práticas etc.

Conhecimento na organização encontra-se, geralmente, representado em forma de texto, muitas vezes em diferentes formatos, constituindo um documento ou conhecimento informal. Este tipo de conhecimento também pode ser útil para a organização e deve ser armazenado na memória organizacional. Portanto, estratégias apropriadas de gerência de conhecimento devem possibilitar que esses documentos sejam acessados e recuperados de forma adequada. Por exemplo, conhecimentos formais podem ser associados aos documentos possibilitando a definição de mecanismos de busca que facilitem a recuperação de todo o documento ou partes dele. Tecnologias para classificação de documentos incluem, por exemplo, a utilização de XML (*eXtensible Markup language*) para descrever brevemente o documento constituindo um meta-dado semântico sobre ele [\[DIENG, 2000\]](#).

Outro fator importante a ser considerado durante o planejamento da gerência de conhecimento envolve a identificação do público alvo que se deseja que se beneficie

da base de conhecimento, por exemplo, gerentes de projeto, desenvolvedores, grupos de processo etc. Além disso, deve haver uma clara distribuição de papéis na estratégia adotada, por exemplo, quem serão os responsáveis pela manutenção do conhecimento, os responsáveis pelo povoamento da base ou pela aprovação de novo conteúdo, os especialistas a serem consultados, os possíveis contribuintes etc. Treinamentos específicos podem ser necessários para garantir o apoio à utilização da gerência de conhecimento como instrumento para a melhoria no desenvolvimento de software e também devem fazer parte da estratégia adotada.

A infra-estrutura definida para a gerência de conhecimento deve levar em consideração todos os fatores envolvidos e identificados como importantes pela organização. A decisão da utilização ou construção de um sistema de gerência de conhecimento deve passar pela análise dos objetivos da gerência de conhecimento identificados e devem levar em consideração o apoio necessário e efetivo das atividades e na garantia da melhor utilização e disseminação da base de conhecimento.

Faz parte da estratégia de disponibilizar o conhecimento adequado na hora certa para garantir que os membros da organização possam se beneficiar da base de conhecimento no momento adequado durante a realização de suas funções. Além disso, a constante manutenção da memória organizacional é fundamental para garantir a confiabilidade do conhecimento armazenado e possibilitar que os objetivos da gerência de conhecimentos na organização sejam alcançados de maneira satisfatória.

GRH10 - Uma rede de especialistas na organização é estabelecida e um mecanismo de apoio à troca de informações entre os especialistas e os projetos é implementado

O objetivo deste resultado esperado é garantir que haja na organização a identificação de uma rede de especialistas que contemple itens como a identificação dos especialistas e suas áreas de expertise, esquemas de classificação e, também, que haja um fluxo das informações providas por esta rede para os projetos.

Um dos principais objetivos da rede de especialistas é fomentar a troca de conhecimento e, com isso, facilitar e incentivar a criação de novo conhecimento útil para a organização. Para facilitar esta disseminação de conhecimento, esquemas de classificação adequados devem ser definidos. Exemplos de tais esquemas incluem, por exemplo, a identificação de áreas de conhecimento ou domínios de aplicação específicos.

A disponibilização do conhecimento desta rede deve seguir o planejamento realizado para a gerência de conhecimento na organização, assim como a estratégia utilizada para garantir que o conhecimento seja disponibilizado no momento adequado para as pessoas certas durante a execução de suas tarefas.

A construção de um mapa de conhecimento, por exemplo, por meio de um sistema de páginas amarelas, pode auxiliar a identificação dos especialistas dentro da organização. A identificação de 'quem' está fazendo 'o quê' possibilita, em longo prazo, a identificação e homogeneização de valores básicos ou realmente importantes do desenvolvimento de software para a organização assim como uma identificação precisa das pessoas envolvidas no gerenciamento de qualidade de

produtos, do processo de software e da própria organização [ACUÑA *et al.*, 2000]. Requisitos para um sistema que facilite a localização de uma pessoa com características específicas dentro de uma organização podem variar enormemente de acordo com as necessidades. No entanto, é provável que seja necessário também descrever a organização em seus detalhes, as unidades organizacionais que a compõe e as funções relacionadas. Dessa forma, o sistema construído alimentará uma base de dados sobre a estrutura da organização e sobre características possuídas por seus funcionários [SANTOS, 2003]. A atualização permanente desta base de conhecimento proporcionará uma maior garantia de que os dados sejam confiáveis e, assim, seu uso seja incentivado.

Outros mecanismos podem ser utilizados para fomentar a construção e a manutenção da rede de especialistas, por exemplo, fóruns de discussão, comunidades de prática etc. Entretanto, isso não significa que as abordagens para a construção dessa rede devam ser exclusivamente computacionais, a criação e institucionalização de um ciclo de palestras, encontros entre especialistas ou grupos de discussão sobre determinado assunto também podem contribuir para a construção do corpo de conhecimento organizacional.

Os participantes da rede de especialistas não precisam ser membros efetivos da organização; podem, por exemplo, incluir consultores especializados em determinado assunto ou membros de uma comunidade de prática. Entretanto, é desejável que a organização trabalhe para que o conhecimento dentro de seus domínios seja ampliado e que alguns de seus membros com o passar do tempo se qualifiquem a participar da rede de especialistas e, também, contribuam para a melhoria da memória organizacional.

GRH11 - O conhecimento é disponibilizado e compartilhado na organização

O objetivo deste resultado esperado é garantir que o conhecimento seja disponibilizado aos membros da organização e dos projetos de acordo com o plano elaborado e no momento adequado para aumentar a eficiência na realização das tarefas.

Uma vez que o sistema de gerência de conhecimento tenha sido estabelecido, que os itens de conhecimento tenham sido identificados e que a base de ativos de conhecimento organizacional tenha sido construída é preciso garantir que as pessoas interessadas utilizem realmente os ativos de conhecimento disponibilizados. Para isso será necessário implementar mecanismos adequados que permitam o armazenamento, a consulta e a recuperação do conhecimento armazenado. A forma como estes mecanismos podem ser implementados varia de acordo com o contexto e a necessidade organizacional.

Mecanismos pró-ativos podem ser estabelecidos para auxiliar na disseminação do conhecimento e garantir que a informação relevante seja disponibilizada aos interessados no momento útil para a realização de alguma de suas tarefas. Mecanismos de recomendação e classificação dos itens de conhecimento também podem ter um papel relevante para que os usuários da base de conhecimento possam se beneficiar de maneira eficiente de seu conteúdo.

Com o passar do tempo, os itens de conhecimento podem evoluir, por exemplo, uma diretriz pode ficar desatualizada com a disponibilização de uma nova versão de

processo, uma lição aprendida pode ser considerada como não mais aplicável no contexto da organização ou uma melhor prática pode ter redação diferente dependendo do nível de maturidade que a organização deseja alcançar. Nestes casos, deve haver algum mecanismo estabelecido para garantir a gerência de configuração dos ativos de conhecimento de forma a gerenciar a aplicabilidade dos itens de conhecimento a um contexto específico, além de garantir requisitos mínimos de segurança para manutenção e acesso à base de conhecimento.

8.7 Gerência de Reutilização (GRU)

8.7.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Reutilização é gerenciar o ciclo de vida dos ativos reutilizáveis.

A Reutilização de Software é a disciplina responsável pela criação de sistemas de software a partir de software preexistente [\[KRUEGER, 1992\]](#). Diferentemente da reutilização *ad hoc*, que usualmente se concretiza por meio de cópia de trechos de artefatos preexistentes, a disciplina de Reutilização de Software visa sistematizar e difundir práticas de reutilização na organização.

O processo Gerência de Reutilização (GRU) tem como objetivo definir procedimentos tanto administrativos quanto técnicos para utilização de ativos reutilizáveis em uma organização, estabelecendo e controlando uma biblioteca para o armazenamento e recuperação destes ativos [\[IEEE, 2004\]](#). Entende-se como ativo reutilizável qualquer artefato relacionado a software que esteja preparado, isto é, empacotado de maneira própria a ser reutilizado pelos processos da organização.

Uma prática comum em algumas organizações consiste em poder compartilhar ativos de software entre seus respectivos processos e projetos; um ativo relacionado a determinado conhecimento, por exemplo, pode ser útil em aplicações de software desenvolvidas na organização em questão, o que pode caracterizá-lo como reutilizável neste contexto. Para que estes ativos possam ser utilizados de maneira efetiva, é necessário estabelecer um procedimento sistemático de armazenamento, recuperação e divulgação [\[IEEE, 2004\]](#). Desta maneira, o processo Gerência de Reutilização se apresenta como um instrumento a ser aplicado neste contexto, promovendo os mecanismos para estabelecimento e manutenção de uma infraestrutura que torne viável a reutilização de ativos em uma organização [\[ISO/IEC, 2006b\]](#).

A Gerência de Reutilização tem início quando a organização define que tipo de ativos será reutilizado entre as aplicações, além de atribuir papéis aos recursos disponíveis e realizar o planejamento do processo. Nesse momento são definidos a que critérios os ativos reutilizáveis serão submetidos para que possam ser utilizados ao longo da execução do processo. Uma biblioteca de ativos reutilizáveis é estabelecida visando catalogar os ativos, proporcionando meios para que estes sejam identificados e recuperados. Também é realizado um planejamento quanto à manutenção dessa biblioteca, definindo procedimentos para que os critérios estabelecidos possam ser reaplicados, visando manter a biblioteca coerente com o propósito da Gerência de Reutilização.

No cenário de aplicação da Gerência de Reutilização, existem os papéis: (i) Produtor de Ativos Reutilizáveis, responsável por desenvolver os ativos reutilizáveis; (ii)

Consumidor de Ativos Reutilizáveis, que utiliza os ativos catalogados na biblioteca de ativos reutilizáveis; e (iii) Gerente de Ativos Reutilizáveis, que é responsável pela gerência de biblioteca de ativos reutilizáveis. Entende-se como a gerência da biblioteca de ativos reutilizáveis a supervisão de todos os passos de utilização da biblioteca, bem como o cadastro e controle do armazenamento dos ativos reutilizáveis.

O processo Gerência de Reutilização não tem como propósito definir o momento e a maneira que os ativos reutilizáveis serão utilizados; apenas se apresenta como um conjunto de práticas e procedimentos que viabilize a seleção e recuperação de ativos para um dado fim. Cabe aos processos definidos na organização contemplar o modo como estes ativos devem ser utilizados.

Uma biblioteca de ativos reutilizáveis não é necessariamente um repositório relativo a processos de Gerência de Configuração. Estes repositórios têm como finalidade gerenciar a evolução dos ativos em desenvolvimento na organização, registrando desde a solicitação de determinada modificação em um ativo até o armazenamento da versão que reflete essa modificação. Conceitualmente, um repositório de Gerência de Configuração não tem o propósito de ser um catálogo de ativos para uso na organização; ele se concentra apenas em registrar como e por que determinado ativo evoluiu.

Em um contexto onde os processos Gerência de Configuração e Gerência de Reutilização são executados simultaneamente, a biblioteca de ativos reutilizáveis cataloga e disponibiliza o uso das liberações (*releases*) de ativos sob gerência de configuração. Sendo assim, somente o ativo contido em uma biblioteca de ativos reutilizáveis pode ser reutilizado, pois está atrelada a ele uma liberação do repositório de gerência de configuração.

O processo Gerência de Reutilização se relaciona com outros processos do MR-MPS. Por exemplo, o processo Gerência de Projetos apóia no planejamento do processo Gerência de Reutilização; o processo Gerência de Configuração apoia na evolução dos ativos reutilizáveis manipulados durante a execução do processo Gerência de Reutilização; o processo Verificação oferece apoio para observar se determinada liberação de um ativo atende aos propósitos determinados; e o processo Garantia de Qualidade apoia o Gerente de Ativos Reutilizáveis a garantir que os critérios atrelados aos ativos estão aderentes aos padrões estabelecidos.

Da mesma forma, o processo Gerência de Reutilização pode fornecer apoio a outros processos do MR-MPS: no processo Gerência de Configuração, os itens de configuração controlados, armazenados em um repositório de Gerência de Configuração, têm suas liberações catalogadas na biblioteca de ativos reutilizáveis. Desta maneira, os consumidores de determinado ativo reutilizável encontram na biblioteca um mecanismo para acesso às novas liberações. O processo Projeto e Construção do Produto (PCP) descreve os procedimentos e circunstâncias para que um ativo reutilizável, definido como um elemento de software, seja desenvolvido, comprado ou reutilizado. Sendo assim, em qualquer uma das situações apresentadas, é necessária a interação junto à biblioteca de ativos reutilizáveis, seja para catalogação ou recuperação.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Reutilização (GRU) no nível de maturidade E do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

8.7.2 Fundamentação teórica

De acordo com IEEE [2004], um ativo (reutilizável) é um elemento relacionado ao ciclo de vida de um software que foi projetado para utilização em diferentes contextos. De maneira geral, um ativo reutilizável não pode ser categorizado em um único nível de abstração de um software, podendo ser desde um plano de projeto até um elemento de infra-estrutura, desde que esses elementos sejam encapsulados e que permitam a utilização em contextos diferentes a sua criação. No desenvolvimento de software, um componente é o tipo de ativo reutilizável com mais apelo para uso em diversos contextos.

Um componente pode ser definido como uma unidade de software independente, que encapsula dentro de si seu projeto e implementação, oferecendo serviços por meio de interfaces bem definidas. Esta definição associa a um componente a existência de um elemento de software implementado; SAMETINGER [1997] amplia esta definição a modelos de análise e projeto de software. Se elevarmos mais o nível de abstração, podemos definir componente como o encapsulamento de um conceito, como por exemplo, a descrição de um processo de software, um conhecimento sobre um domínio específico etc. Este fato permite ampliar toda a fundamentação teórica de componentes para qualquer tipo de ativo reutilizável.

Sob a perspectiva de processos, o desenvolvimento baseado em reutilização possui dois subprocessos [MOORE e BAILIN, 1991]: (i) Desenvolvimento para Reutilização e (ii) Desenvolvimento com Reutilização. O primeiro trata do desenvolvimento dos ativos reutilizáveis em si, definindo as atividades para tal, enquanto o segundo trata de como utilizá-los no desenvolvimento de aplicações. Este uso é possível se estes ativos estiverem disponíveis aos membros da equipe do projeto, para busca e recuperação. Para isto ser viável, estes são catalogados e armazenados em uma biblioteca, servindo de fonte de consulta e obtenção de ativos reutilizáveis para os membros de projetos em execução na organização.

Uma biblioteca de ativos reutilizáveis pode ser definida como uma base preparada para o armazenamento e recuperação destes ativos. Os ativos usualmente contêm informações adicionais para que a recuperação seja efetiva [SAMETINGER, 1997]. SAMETINGER [1997] classifica as bibliotecas como: (i) bibliotecas locais, que armazenam ativos de propósito geral em uma única biblioteca; (ii) bibliotecas específicas a um domínio, que armazenam ativos específicos, com escopo bem definido; e (iii) bibliotecas de referência, que auxiliam a busca de ativos em outras bibliotecas, funcionando como catálogo para essa busca.

Dentre os mecanismos de busca e seleção de ativos reutilizáveis, é possível citar: (i) texto livre; (ii) classificação por palavra chave; e (iii) classificação enumerada, facetada e pares de atributos. Nenhum desses métodos se mostra mais eficiente em um caso geral; a técnica de classificação a ser utilizada em uma biblioteca de ativos reutilizáveis explora ao máximo as informações sobre os tipos dos ativos disponíveis, o que favorece a busca e seleção. Ainda podem ser consideradas técnicas utilizadas para busca na *web*, como aprendizado, explorando a natureza distribuída que estes ativos possam ter.

Algumas características relativas à qualidade dos ativos catalogados são, desejavelmente, ofertadas por uma biblioteca de ativos reutilizáveis: (i) antes de fazer parte da biblioteca, o conceito relativo a um novo ativo é analisado, para constatar se este fará parte ou não da biblioteca; (ii) condições para certificar um ativo, isto é, critérios que visem observar, em liberações (*releases*) de ativos, se estas realizam o papel que se propõe; (iii) dado que um ativo reutilizável está sendo utilizado, avaliações sobre este são disponibilizadas, visando fornecer um *feedback* para os demais consumidores sobre a experiência de uso do ativo em questão.

8.7.3 Resultados esperados

GRU1 - Uma estratégia de gerenciamento de ativos é documentada, contemplando a definição de ativo reutilizável, além dos critérios para aceitação, certificação, classificação, descontinuidade e avaliação de ativos reutilizáveis

A organização necessita delimitar o escopo de utilização dos ativos reutilizáveis, isto é, definir que ativos serão passíveis de reutilização e os pontos nas atividades dos processos em que se dará essa reutilização. A escolha dos tipos de ativos reutilizáveis caracteriza como o repositório de ativos reutilizáveis (componentes) se organizará, visando favorecer os procedimentos de busca e seleção, definindo a arquitetura da biblioteca de ativos reutilizáveis, além de toda infra-estrutura para sua utilização.

Todo planejamento relacionado à implantação e execução do processo é realizado, como avaliação dos custos envolvidos, estabelecimento de marcos de entrega de subprodutos, alocação de recursos humanos e computacionais, treinamento (caso haja necessidade) etc. Também é definida a atribuição dos papéis do processo (Produtor e Consumidor de Ativos Reutilizáveis e Gerente de Ativos Reutilizáveis) aos indivíduos apropriados da organização.

Para pertencer à biblioteca de ativos reutilizáveis, cada ativo é avaliado segundo critérios estabelecidos no planejamento do processo Gerência de Reutilização. Estes critérios qualificam um ativo reutilizável desde a possibilidade de fazer parte da biblioteca de ativos reutilizáveis até o momento em que este não se faz mais necessário. Periodicamente, estes critérios são revistos, observando novas necessidades demandadas pela própria execução do processo Gerência de Reutilização.

Entende-se como critério de aceitação um conjunto de atributos a se observar nos ativos reutilizáveis que os credenciem para fazer parte da biblioteca de ativos reutilizáveis. Estas características incluem o propósito do ativo reutilizável, isto é, se o conceito do ativo faz sentido e está de acordo com as necessidades da

organização, podendo assim fazer parte da biblioteca de ativos reutilizáveis. Um exemplo de critério de aceitação é observar se o conceito definido pelo ativo corresponde ao domínio em que a organização atua.

Quando um critério de aceitação é aplicado, é observado apenas se o ativo reutilizável possui um conjunto de características desejáveis. Para observar se o ativo atende integralmente o que se propõe a realizar, é necessário definir critérios para certificação de ativos reutilizáveis. Desta forma, é possível atestar que uma determinada liberação de ativo reutilizável oferece realmente os serviços que propõe. Um exemplo deste critério é, no caso de ativos serem componentes de software executáveis, a aprovação de uma execução de planos de teste.

Ao ser cadastrado na biblioteca de ativos reutilizáveis, os ativos necessitam ser classificados, visando a sua busca e seleção. Para tal, critérios para esta classificação necessitam ser definidos, para ser possível a organização dos ativos reutilizáveis na biblioteca. Um critério deste tipo é, por exemplo, classificar um ativo quanto ao tipo de artefatos que o compõe (diagrama de classes, casos de uso, documentos de requisitos, planos de projetos etc.).

Os critérios de descontinuidade são estabelecidos para que ativos que não estão mais sendo utilizados não façam mais parte da biblioteca de ativos reutilizáveis. Idealmente, estes critérios são objetivos, facilitando uma possível automação do processo de descontinuidade. Um exemplo deste critério é descontinuar um ativo caso ele não seja utilizado durante um período previamente estabelecido.

Por fim, são estabelecidos critérios para que um ativo reutilizável seja avaliado, visando estabelecer algum grau de qualidade. Esta avaliação tanto pode ser realizada no momento da certificação do ativo reutilizável, pelo Gerente de Ativos Reutilizáveis, quanto pelos Consumidores de Ativos Reutilizáveis, após o uso de determinada liberação. Esta avaliação deve ter a finalidade de informar aos usuários da biblioteca de ativos reutilizáveis uma opinião sobre estes ativos. É possível considerar como critério de avaliação o grau de satisfação do uso de uma liberação de ativo reutilizável.

GRU2 - Um mecanismo de armazenamento e recuperação de ativos reutilizáveis é implantado

Um mecanismo de armazenamento e recuperação de ativos reutilizáveis é definido, levando em consideração suas informações de documentação. Este mecanismo é usualmente compatível com as necessidades da organização em catalogar e recuperar ativos reutilizáveis, isto é, seu planejamento é feito de maneira a facilitar os membros de um projeto em execução (que em última análise são usuários da biblioteca de ativos reutilizáveis) a localizar ativos. É interessante, quando possível, permitir que os usuários externem a necessidade de catalogação de determinados tipos de ativos na biblioteca de ativos reutilizáveis.

Definido o mecanismo de armazenamento e recuperação, este é implantado e disponibilizado. Implantar esse mecanismo significa tornar disponível a biblioteca de ativos reutilizáveis para os usuários da organização, para que seja viável o processo Gerência de Reutilização.

GRU3 - Os dados de utilização dos ativos reutilizáveis são registrados

A informação de que consumidor utiliza determinada liberação de um ativo reutilizável é registrada, para estabelecer o elo entre produtores e consumidores de ativos. Este elo é importante para que notificações acerca do ativo sejam feitas, além de ser possível a observação da utilização dos ativos reutilizáveis, isto é, obter informações que caracterize alguma tendência ou comportamento específico deste procedimento.

A informação de utilização de ativos pode auxiliar o Gerente de Ativos Reutilizáveis na realização das atividades de manutenção da biblioteca de ativos reutilizáveis, como descontinuar ativos ou liberações específicas, notificando o produtor e os consumidores sobre esta ação. Além disso, o Gerente de Ativos Reutilizáveis faz uso desse tipo de informação para intermediar a comunicação entre Produtores e Consumidores. Por exemplo, os Consumidores de Ativos Reutilizáveis podem sugerir modificações nos ativos reutilizáveis, que serão encaminhadas para os respectivos Produtores. Por sua vez, a informação que uma nova liberação, realizada por um Produtor de Ativos Reutilizáveis, de determinado ativo está disponível na biblioteca pode ser encaminhada aos Consumidores interessados, isto é, que utilizam alguma liberação anterior do ativo.

No nível C do MR-MPS, os ativos reutilizáveis podem fazer parte do domínio de atuação da organização, representando o software ou parte dele. Nesse caso, os ativos reutilizáveis recebem o nome de ativos do domínio. O tipo de biblioteca tratado neste caso não é somente o de propósito geral, sendo agora voltada a domínios específicos. Isto permite que todos os critérios adotados possam ser redefinidos com base no domínio escolhido. Por exemplo, critérios de classificação podem ser específicos a um determinado domínio.

GRU4 - Os ativos reutilizáveis são periodicamente mantidos, segundo os critérios definidos, e suas modificações são controladas ao longo do seu ciclo de vida

Este resultado apenas reforça que os ativos reutilizáveis estão sob o processo Gerência de Configuração. O processo Garantia de Qualidade é executado visando garantir a aderência aos padrões estabelecidos para os critérios definidos.

Toda liberação de versões de ativos reutilizáveis realizada pelo processo Gerência de Configuração faz parte da biblioteca de ativos reutilizáveis. Desta maneira, são aplicadas a esta nova liberação os critérios estabelecidos para certificação de ativos.

GRU5 - Os usuários de ativos reutilizáveis são notificados sobre problemas detectados, modificações realizadas, novas versões disponibilizadas e descontinuidade de ativos

Os dados de utilização de ativos reutilizáveis são aproveitados pelo Gerente de Ativos Reutilizáveis para notificar aos consumidores sobre alterações que ocorreram nos seus ativos reutilizados. Desta maneira, os consumidores de ativos estarão sempre atualizados com relação aos ativos que estão utilizando.

Quando novas liberações de ativos reutilizáveis tornam-se disponíveis na biblioteca, os consumidores destes ativos são notificados pelo Gerente de Ativos Reutilizáveis.

Dependendo do tipo da liberação, isto é, se a liberação for oriunda de uma evolução do ativo ou de uma correção, a substituição pela nova liberação pode ou não ser opcional, respectivamente.

8.8 Os atributos de processo no nível E

De acordo com o Guia Geral do MR-MPS, “a capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No MR-MPS, 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, 2009a].

Vale, ainda, ressaltar que “Os níveis são acumulativos, ou seja, se a organização está no nível F, esta possui o nível de capacidade do nível F que inclui os atributos de processo dos níveis G e F para todos os processos relacionados no nível F (que também inclui os processos do nível G)” [SOFTEX, 2009a]. Da mesma forma, se uma organização está no nível E, ela possui o nível de capacidade do nível E que inclui os atributos de processo dos níveis G, F e E para todos os processos relacionados no nível E, o que também inclui os processos dos níveis G e F.

No que se refere aos atributos de processo, para atingir o nível G do MR-MPS, uma organização deve atender aos resultados esperados RAP1 a RAP10⁵. Numa avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b] é exigido, para se considerar um processo “SATISFEITO” no nível G, que os atributos de processo AP 1.1 sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) e AP 2.1 sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado).

No que se refere aos atributos de processo, para atingir o nível F do MR-MPS, uma organização deve atender aos resultados esperados RAP 1 a RAP 14, sendo que a partir deste nível, RAP 4 exige que: “medidas são planejadas e coletadas para monitoração da execução do processo e ajustes são realizados”. Numa avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b] é exigido, para se considerar um processo “SATISFEITO” no nível F, que o atributos de processo AP 1.1 seja caracterizado como T (Totalmente implementado) e que os atributos de processo AP 2.1 e AP 2.2 sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado).

No nível E, o foco é a definição dos processos padrão da organização. São acrescentados quatro novos processos além dos processos já presentes no nível F e o processo Gerência de Projetos (GPR) é evoluído, conforme descrito nas seções anteriores. Além disso, dois novos atributos de processo AP 3.1 (O processo é definido) e AP 3.2 (O processo está implementado) são também acrescentados, os quais implicam na implementação de novos resultados esperados (RAP 15 a RAP 22). Desta forma, completam-se as exigências com relação aos atributos de processo, embora ainda não totalmente. Na avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b] é exigido para se considerar um processo “SATISFEITO” no nível

⁵ Neste nível, RAP 4 exige que “a execução do processo é monitorada e ajustes são realizados” [SOFTEX, 2009a].

E que AP 3.1 e AP 3.2 sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado). Entretanto, a partir deste nível, todos os demais atributos de processo (AP 1.1, AP 2.1 e AP 2.2) devem ser caracterizados como T (Totalmente implementado).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade E do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

A seguir, estão descritos com detalhes os atributos de processo AP 2.1 (RAP 5, RAP 6, RAP 7 e RAP 9), AP 3.1 e AP 3.2.

8.8.1 AP 2.1 - O processo é gerenciado

Este atributo é uma medida do quanto a execução do processo é gerenciada.

RAP 5 - (A partir do nível E) Os recursos e informações necessários para executar o processo definido são disponibilizados, alocados e utilizados

Um aspecto crítico da implementação de um processo é garantir que as condições necessárias para ter sucesso na implementação do processo definido estão presentes. Este resultado visa apoiar a existência de uma dessas condições que é a disponibilidade, alocação e utilização de recursos humanos e informações necessários para executar o processo definido.

RAP 6 - (A partir do nível E) Os papéis requeridos, responsabilidades e autoridade para execução do processo definido são atribuídos e comunicados

Este resultado visa garantir a atribuição e comunicação dos papéis requeridos, responsabilidades e autoridade às pessoas responsáveis pela execução do processo definido.

RAP 7 - (A partir do nível E) As pessoas que executam o processo definido são competentes em termos de formação, treinamento e experiência

O objetivo deste resultado é garantir que as pessoas alocadas para executar o processo definido possuem o perfil adequado. Para isso, deve-se verificar se as pessoas alocadas para executar os processos possuem as competências requeridas definidas no processo padrão.

RAP 9 - (A partir do nível E) Métodos adequados para monitorar a eficácia e adequação do processo são determinados e os resultados do processo são revistos com a gerência de alto nível para fornecer visibilidade sobre a sua situação na organização

À medida que o processo padrão é executado na organização na forma de processos definidos, dados de uso do processo devem ser coletados para formar uma base para acumular conhecimento sobre o comportamento do processo padrão. O objetivo deste resultado é monitorar a eficácia e adequação do processo com base nesse conhecimento, utilizando métodos adequados. Além disso, também é objetivo deste resultado, revisar os resultados do processo, periodicamente, com a alta gerência para fornecer visibilidade sobre a sua execução na organização. A partir dessa revisão, é possível obter um maior entendimento do processo padrão e propor melhorias.

8.8.2 AP 3.1 - O processo é definido

Este atributo é uma medida do quanto um processo padrão é mantido para apoiar a implementação do processo definido.

Este atributo de processo está diretamente relacionado ao processo Definição do Processo Organizacional (DFP), pois a sua implementação implica na definição dos processos padrão da organização e em sua adaptação para o processo definido. Isto significa que a organização deve ter processos padrão que atendam a todos os processos do MR-MPS no nível considerado, de forma a atender às necessidades dos projetos e da organização. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 15 - Um processo padrão é descrito, incluindo diretrizes para sua adaptação para o processo definido para um projeto

Os resultados esperados do processo Definição do Processo Organizacional (DFP) garantem a definição dos processos padrão da organização e das diretrizes para sua adaptação para o processo definido do projeto. Desta forma, a implementação adequada do processo DFP garante a implementação deste resultado.

É importante ressaltar que este resultado esperado deve ser implementado também para o próprio processo Definição do Processo Organizacional (DFP), ou seja, é necessário que exista também uma definição do processo para a definição de processos.

RAP 16 - A sequência e interação do processo padrão com outros processos são determinadas

Processos relacionados aos projetos de desenvolvimento e manutenção devem, preferencialmente, ser definidos de forma integrada ao processo padrão que, ao ser adaptado para projetos específicos, tem como resultado o processo definido. Neste caso, tem-se um único processo integrado com todas as atividades que são realizadas para desenvolver ou manter um produto de software. Entretanto, pode-se, também, definir um processo padrão para cada processo. Isto é, certamente, necessário para os processos que não são executados, ou só são parcialmente executados, no contexto de projetos de software.

Todos os processos têm interseção e estão relacionados. Este resultado tem como objetivo garantir que as interseções sejam determinadas e, caso os processos não estejam integrados, sua sequência de execução esteja definida.

A sequência e interação do processo padrão não implica necessariamente em execução sequencial, podendo significar, também, execução concorrente, *feedback* cíclico ou algum outro tipo de interação [[ISO/IEC, 2004c](#)].

RAP 17 - Os papéis e competências requeridos para executar o processo são identificados como parte do processo padrão

Este resultado visa garantir que o processo padrão será usado conforme sua definição pelos executantes dos processos definidos. Para isso, devem ser identificados os papéis e competências requeridos para executar o processo. Essa identificação deve fazer parte do processo padrão para ser considerada na alocação dos executantes do processo definido. As competências compreendem a combinação de conhecimento, habilidades e atributos pessoais que são adquiridos por meio de educação, treinamento e experiência [[ISO/IEC, 2004c](#)].

RAP 18 - A infra-estrutura e o ambiente de trabalho requeridos para executar o processo são identificados como parte do processo padrão

A implementação deste resultado tem como objetivo garantir que os executantes dos processos definidos possuam a infra-estrutura e o ambiente de trabalho necessários para a execução dos processos. O processo padrão, então, deve possuir na sua definição, a identificação de todos os elementos de infra-estrutura e do ambiente de trabalho requeridos para executar o processo.

8.8.3 AP 3.2 - O processo está implementado

Este atributo é uma medida do quanto o processo padrão é efetivamente implementado como um processo definido para atingir seus resultados.

Este atributo de processo está diretamente relacionado aos processos Gerência de Projetos (GPR), Medição (MED), Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP) e Definição do Processo Organizacional (DFP). A implementação deste atributo de processo implica na definição do processo definido, sua efetiva implementação por meio da qual se obtém dados para entendimento de seu desempenho e contínua melhoria. As medidas obtidas devem ser armazenadas no repositório de medidas da organização, definido ao se executar, na organização, o processo Definição do Processo Organizacional. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 19 - Um processo definido é implementado para o projeto baseado nas diretrizes para seleção e/ou adaptação do processo padrão

A implementação de um processo é efetiva se a execução de um processo definido para uma instância específica é fiel ao seu processo padrão. Este resultado tem como objetivo garantir a fidelidade de um processo definido implementado para um projeto por meio do seguimento das diretrizes para seleção e/ou adaptação do processo padrão.

RAP 20 - A infra-estrutura e o ambiente de trabalho requeridos para executar o processo definido são disponibilizados, gerenciados e mantidos

O propósito deste resultado esperado é garantir a disponibilidade, gerência e manutenção da infra-estrutura e do ambiente de trabalho para executar o processo definido. A infra-estrutura compreende as ferramentas, métodos e facilidades especiais requeridas para a execução do processo definido [[ISO/IEC, 2004c](#)]. O ambiente de trabalho é criado a partir da adoção ou adaptação dos ambientes padrão de trabalho da organização considerando questões específicas dos projetos, por exemplo, produtividade, segurança, custos, entre outras.

RAP 21 - Dados apropriados são coletados e analisados, constituindo uma base para o entendimento do comportamento do processo, para demonstrar a adequação e a eficácia do processo, e avaliar onde pode ser feita a melhoria contínua do processo

Este resultado implica na coleta e análise de medidas dos processos e dos produtos dos processos, de acordo com o plano de medição da organização para os processos padrão, de forma a se ter dados e informações sobre a adequação e o desempenho dos processos, a partir dos quais seja possível obter uma melhor compreensão do comportamento dos processos padrão e identificar oportunidades para a melhoria contínua dos processos.

RAP 22 - Produtos de trabalho e lições aprendidas são coletados e armazenados na biblioteca de ativos de processo, para uso futuro e apoio à melhoria contínua do processo

A implementação deste resultado visa facilitar o planejamento e a execução dos processos definidos, a partir de produtos de trabalho e lições aprendidas em experiências passadas, por exemplo, dados de esforço gasto na execução das atividades, defeitos introduzidos ou removidos em uma atividade particular e informações de práticas adotadas que tiveram resultados positivos ou não. Essas informações e produtos devem ser coletados e armazenados na biblioteca de ativos de processo e servirão, também, para apoiar a melhoria contínua do processo.

9 Implementação do Nível D do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

9.1 Evoluindo do nível E para o nível D

A implementação do nível E numa organização tem como foco principal a padronização dos processos da organização, por meio da definição de processos padrão, o que inclui, além dos processos do nível E, todos os processos que pertencem aos níveis G e F do MR-MPS.

A evolução do nível E para o nível D não apresenta novidades em termos dos processos e atributos de processo já implantados no nível E, pois estes continuam com a mesma capacidade.

A evolução para o nível D do MR-MPS implica, portanto, apenas na definição e implementação de cinco novos processos com o mesmo nível de capacidade dos processos já implantados: Desenvolvimento de Requisitos (DRE), Integração do

Produto (ITP), Projeto e Construção do Produto (PCP), Validação (VAL) e Verificação (VER). Estes processos, junto com Gerência de Requisitos (GRE), são geralmente mencionados como sendo relacionados à engenharia do software propriamente dita. Os processos de engenharia estão intimamente relacionados e, portanto, deve-se procurar não tratá-los de forma isolada em uma abordagem meramente sequencial, mas executá-los de forma interativa e alinhada com o ciclo de vida definido. Os processos são descritos em ordem alfabética nos guias, porém uma possível sequência de leitura mais compatível com a ordem com que são executados dentro de um processo de desenvolvimento seja: Desenvolvimento de Requisitos (DRE), Projeto e Construção do Produto (PCP), Integração do Produto (ITP), Verificação (VER) e Validação (VAL).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação do Nível de maturidade D do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

A maior diferença entre uma organização do tipo Fábrica de Software e outros tipos de organização está no Nível D do MR-MPS. É neste nível que são inseridas as práticas relacionadas à engenharia do produto de software. Como as Fábricas de Software focam a fase de implementação (construção) do ciclo de vida, algumas atividades não são por ela realizadas, sendo, portanto, excluídas do escopo da avaliação, conforme detalhado nas próximas seções.

9.2 Desenvolvimento de Requisitos (DRE)

9.2.1 Propósito

O propósito do processo Desenvolvimento de Requisitos é definir os requisitos do cliente, do produto e dos componentes do produto.

Estes três tipos de requisitos atendem as diferentes necessidades de todos os envolvidos no projeto. Inicialmente as necessidades, expectativas, restrições e interfaces do cliente são levantadas e traduzidas em requisitos do cliente. Posteriormente os requisitos do cliente são refinados e descritos em termos técnicos originando os requisitos funcionais e não-funcionais do produto e dos componentes do produto. Uma definição desses requisitos, bem como dos cenários e conceitos operacionais requeridos também devem ser elaborados em um nível de detalhe que permita a realização de projetos (*design*) técnicos e a construção da solução do software para resolver o problema em questão. Os requisitos devem ser analisados, validados e gerenciados ao longo do ciclo de desenvolvimento ou de manutenção de um produto.

O Guia Geral [SOFTEX, 2009a] define componente de produto como uma parte do produto final ou algo usado no seu desenvolvimento, por exemplo, um subproduto, um processo ou uma ferramenta, que faz parte da entrega. Os componentes são integrados em sucessivos níveis para compor o produto final. Um produto é definido como artefato associado à execução de um processo que se pretende entregar para um cliente ou usuário final [SOFTEX, 2009a].

Os resultados esperados deste processo estão relacionados aos resultados esperados dos processos Projeto e Construção do Produto (PCP), Gerência de Requisitos (GRE), Verificação (VER) e Validação (VAL), ou por serem produtos requeridos para sua execução ou por terem uma interface com o processo propriamente dito.

O conjunto de requisitos produzido pelo Desenvolvimento de Requisitos (DRE), por exemplo, é o produto de trabalho requerido para se iniciar o processo Projeto e Construção do Produto (PCP). De forma semelhante, tanto os requisitos do cliente quanto os requisitos funcionais e não-funcionais do produto e de componentes do produto são produtos de trabalho que estão sob o escopo do processo Gerência de Requisitos (GRE).

Finalmente, existe uma interseção direta do último resultado esperado deste processo (DRE 8 – “Os requisitos são validados”) com o processo Validação (VAL).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE) no nível de maturidade D do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Para estas organizações, apenas o resultado DRE1 é obrigatório. Os demais resultados podem ser excluídos.

A aprovação das exclusões é responsabilidade do avaliador líder. Todas as exclusões de resultados esperados devem estar listadas no Plano de Avaliação, no Relatório de Avaliação e no Resultado da Avaliação.

O resultado DRE1 pode ser utilizado para a compreensão e aceitação das especificações que, no âmbito de uma Fábrica de Software, constituem as necessidades do projeto.

Como não existem outras especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

9.2.2 Fundamentação teórica

Requisitos são a base de todo projeto de software. Um requisito é uma característica do sistema ou a descrição de algo que o sistema é capaz de realizar para atingir os seus objetivos [PFLEEGER, 2004]. No SWEBOK [IEEE, 2004], um requisito é descrito como uma propriedade que o software deve exibir para resolver algum problema no mundo real. De acordo com o IEEE *Software Engineering Standards*, um requisito é descrito de duas formas: (i) uma condição ou capacidade necessária para um usuário resolver um problema ou alcançar um objetivo, ou (ii) uma condição ou uma capacidade que deve ser alcançada ou estar presente num sistema para satisfazer um contrato, padrão, especificação ou outro documento formalmente imposto.

Um desenvolvimento de requisitos criterioso é condição fundamental para o sucesso do projeto, pois os requisitos formam o alicerce para todo o ciclo do projeto, do desenvolvimento até a manutenção.

Diferentes tipos de requisitos precisam ser considerados durante o desenvolvimento. Os requisitos do cliente expressam os resultados desejados para superar os problemas reais. Os requisitos funcionais e não-funcionais do produto⁶ definem as soluções computacionais desenvolvidas utilizando sistemas novos e existentes [ALEXANDER e ROBERTSON, 2004]. Estes tipos de requisitos precisam ser pensados de maneira diferente, tendo suas definições e correlações apresentadas de forma explícita. Segundo SOMMERVILLE [SOMMERVILLE, 2003], alguns dos problemas comuns no desenvolvimento de requisitos são resultantes da falta de uma nítida separação entre esses diferentes níveis de descrição de requisitos.

Desenvolver requisitos inclui as seguintes atividades:

- Elicitação, análise, validação e comunicação das necessidades, expectativas e restrições dos clientes, para obter os requisitos dos clientes, que constituem um entendimento sobre o que satisfará os envolvidos;
- Coleta e coordenação das necessidades dos envolvidos, com priorização e negociação de possíveis conflitos;
- Estabelecimento dos requisitos do cliente;
- Estabelecimento dos requisitos funcionais e não-funcionais do produto e dos componentes do produto consistentes com os requisitos dos clientes.

A Engenharia de Requisitos é definida como o processo de descobrir, analisar, documentar e verificar as funções e restrições do sistema [SOMMERVILLE, 2003] e pode ser dividida em dois grupos de atividades relacionadas: o Desenvolvimento de Requisitos (que inclui as atividades relacionadas à Elicitação, Análise e Modelagem) e a Gerência de Requisitos (incluindo as atividades de Identificação, Rastreabilidade e Gerência de Mudanças). O Desenvolvimento de Requisitos cria e interpreta os requisitos e a Gerência de Requisitos organiza, relaciona os requisitos entre si e com outros produtos de trabalho e mantém os registros destes requisitos.

Alguns dos maiores desafios na criação e manutenção de produtos de software estão diretamente relacionados aos requisitos [COAD e YOURDON, 1992]: (i) compreensão do domínio do problema; (ii) comunicação efetiva com reais usuários do produto; e (iii) evolução contínua dos requisitos. O processo Desenvolvimento de Requisitos deve propor atividades para minimizar os riscos associados aos desafios (i); e (ii), enquanto que a combinação dos processos Gerência de Requisitos e Desenvolvimento de Requisitos objetiva minimizar os riscos causados pelo desafio (iii).

De acordo com o SWEBOK [IEEE, 2004], o Desenvolvimento de Requisitos inclui os seguintes passos:

- Elicitação de requisitos – identificação de forma proativa dos requisitos;
- Análise e negociação de requisitos – exame dos requisitos coletados e negociação com os envolvidos, caso haja requisitos conflitantes;

⁶ Os requisitos do produto podem se referir tanto aos requisitos de um sistema quanto aos produtos de software que o compõem.

- Especificação e Modelagem dos requisitos – documentação e criação de modelos dos requisitos com o propósito de obter uma melhor compreensão do problema a ser solucionado; e
- Validação de requisitos – exame da especificação para garantir que inconsistências, omissões e ambiguidades tenham sido detectadas e corrigidas.

A eliciação de requisitos se inicia com a aplicação de técnicas apropriadas para identificar requisitos do cliente, considerando as necessidades, expectativas e restrições impostas pelo cliente [PRESSMAN, 2005]. Existem diversas técnicas para eliciação de requisitos, entre as principais estão: entrevistas, prototipação, técnica FAST (como JAD) e *brainstorming*.

Entrevista é a técnica mais comumente utilizada. Para potencializar seus resultados, ela deve ser planejada e preparada cuidadosamente, identificando-se os candidatos à entrevista, definindo seus objetivos e listando as questões que devem ser obrigatoriamente formuladas.

A prototipação inclui os seguintes passos: estudo preliminar dos requisitos do usuário; construção do protótipo; e seu exame pelos usuários. Protótipos são apenas modelos do produto final e não precisam ser completos. São muito úteis para avaliação de requisitos críticos ou complexos.

Técnicas facilitadas de especificação de aplicações ou técnicas FAST (*Facilitated Application Specification Techniques*) encorajam a criação de uma equipe conjunta de clientes e desenvolvedores que trabalham juntos para [PRESSMAN, 2005]: identificar problemas; propor elementos da solução; negociar diferentes abordagens; e especificar um conjunto preliminar de requisitos. Utilizando uma técnica FAST, uma reunião é conduzida com participação de engenheiros de software e de clientes. São estabelecidas regras para preparação e participação dessa reunião. É sugerida uma agenda, com foco no problema a ser resolvido, e um “facilitador” controla a reunião. Um mecanismo de definição é utilizado (como *flip-charts*, quadro negro, planilhas). A meta é identificar o problema, propor elementos da solução, negociar diferentes abordagens e especificar um conjunto preliminar de requisitos. As abordagens mais populares de FAST são: JAD (técnica desenvolvida pela IBM) e *The Method* (criada pela Performance Resources Inc.).

A técnica *Brainstorming* consiste na condução de reuniões onde as pessoas sugerem e exploram ideias, sendo uma técnica muito utilizada para a geração de novas ideias. Uma sessão *brainstorming* consiste em duas fases: Geração de Ideias, na qual os participantes são encorajados a propor ideias sem críticas pelos demais; e Consolidação, na qual é feita a avaliação de viabilidade e a priorização das ideias propostas.

Após a identificação, os requisitos devem ser modelados para se obter uma melhor compreensão do produto a ser desenvolvido. O modelo dos requisitos deve focar naquilo que o produto deve fazer, não em como ele o faz. Geralmente, usa-se uma notação gráfica para descrever as informações transformadas pelo produto, o processamento das informações, o comportamento do produto e outras características [PRESSMAN, 2005]. Os principais paradigmas de modelagem de requisitos são: Análise Estruturada e Análise Orientada a Objetos.

Na Análise Estruturada são criados modelos que representam o fluxo e o conteúdo da informação (dados e controle), o produto é dividido em participações funcionais e comportamentais e a essência daquilo que deve ser construído é descrita. Os seguintes modelos são geralmente elaborados:

- Diagramas de fluxo de dados (DFDs);
- Diagrama de Transição de Estado (DTE);
- Dicionário de Dados.

Na Análise Orientada a Objetos o objetivo é modelar os conceitos (objetos) do domínio do produto, seus relacionamentos e comportamentos. Esse modelo é refinado continuamente até se obter um modelo com detalhe suficiente para sua implementação na forma de código executável. Dentre os modelos elaborados estão:

- Modelo de Casos de Uso e Cenários;
- Modelo de Classes;
- Diagramas de Sequência e de Atividade;
- Diagramas de Estados.

9.2.3 Resultados esperados

DRE1 - As necessidades, expectativas e restrições do cliente, tanto do produto quanto de suas interfaces, são identificadas

O alcance deste resultado esperado envolve a utilização de métodos adequados para identificar necessidades, expectativas, restrições e interfaces do cliente. Deve-se buscar o envolvimento de representantes do cliente e utilizar técnicas de elicitación de requisitos para identificar de forma proativa requisitos adicionais não discutidos explicitamente pelos clientes.

Alguns exemplos de técnicas de elicitación de requisitos são [IEEE, 2004]; [SEI, 2006]; [PFLEEGER, 2004]; [PRESSMAN, 2005]; [SOMMERVILLE, 2003]; entrevistas; questionários; construção de cenários operacionais e análise de tarefas do usuário final; protótipos e modelos; técnicas facilitadoras de especificação de aplicações (como, por exemplo, JAD); casos de uso; *brainstorming*; observação de produtos e ambientes existentes; análise de casos de negócio; estudo de fontes de informação como documentos, padrões ou especificações; etnografia; QFD (*Quality Function Deployment*); e engenharia reversa (para sistemas legados). Além desses, pode-se citar também histórias de usuários quando se desenvolve utilizando métodos ágeis. Qualquer que seja a técnica utilizada, o alcance deste resultado deve ser evidenciado por meio de registros que mostrem o levantamento das necessidades, expectativas e restrições do cliente em relação ao produto e suas interfaces.

Em algumas situações a organização, devido ao seu ramo de atividade, pode receber os requisitos do cliente ou requisitos funcionais e não-funcionais do produto e dos componentes do produto já especificados. Mesmo neste caso é necessário que haja revisão do conjunto de requisitos recebido, de forma proativa, buscando identificar incorreções, inconsistências e requisitos ausentes. Como resultado,

haverá uma nova lista de requisitos ou a confirmação da anterior, caso não tenham sido feitas alterações.

DRE2 - Um conjunto definido de requisitos do cliente é especificado a partir das necessidades, expectativas e restrições identificadas

As necessidades, expectativas e restrições do cliente que foram identificadas anteriormente são traduzidas em requisitos do cliente. Para que isso ocorra pode ser necessária a resolução de conflitos entre os fornecedores de requisitos e demais envolvidos no projeto relacionados à especificação de requisitos. Além disso, podem surgir questões relevantes a serem verificadas e/ou validadas.

DRE3 - Um conjunto de requisitos funcionais e não-funcionais, do produto e dos componentes do produto que descrevem a solução do problema a ser resolvido, é definido e mantido a partir dos requisitos do cliente

O alcance deste resultado esperado compreende a consolidação das necessidades, expectativas e restrições do cliente em um conjunto de requisitos funcionais e não-funcionais do produto e dos componentes do produto.

Definir os requisitos funcionais envolve analisar os requisitos do cliente para identificar as funções requeridas no produto. Requisitos funcionais descrevem as funções ou os serviços que se espera que o sistema forneça. Um requisito funcional descreve uma interação entre o sistema e seu ambiente [IEEE, 2004; [SEI, 2006]; SOMMERVILLE, 2003]. São exemplos de requisitos funcionais: gerar relatório com os resultados dos testes clínicos de um paciente; formatar um texto; e cadastrar cliente.

Requisitos não-funcionais são requisitos que expressam condições ou qualidades específicas que o produto e/ou componentes do produto deve atender. Em vez de informar o que o produto fará, os requisitos não-funcionais apontam restrições que devem ser obedecidas. Requisitos não-funcionais são algumas vezes conhecidos como restrições ou requisitos de qualidade [IEEE, 2004]; [SEI, 2006]. São exemplos de requisitos não-funcionais: tempo de resposta máximo para consultas deve ser três segundos; e o sistema deve estar disponível para o cliente sete dias na semana, vinte e quatro horas por dia. Requisitos não-funcionais podem ser classificados de acordo com seu tipo em diferentes categorias como: requisitos de usabilidade; requisitos de desempenho; requisitos de confiabilidade; entre outros [SOMMERVILLE, 2003].

Ao especificar os requisitos funcionais e não-funcionais é possível perceber falta de informações, inconsistências e erros. Nessas situações, é necessário buscar informações complementares e resolver as inconsistências detectadas.

Durante a execução de um projeto, podem ocorrer mudanças nos requisitos. Essas mudanças devem ser gerenciadas por meio do processo Gerência de Requisitos (GRE) de forma a manter os requisitos funcionais e não-funcionais consistentes com os demais produtos de trabalho e minimizar o impacto das mudanças no projeto.

DRE4 - Os requisitos funcionais e não-funcionais de cada componente do produto são refinados, elaborados e alocados

Alcançar este resultado esperado significa elaborar os requisitos funcionais e não-funcionais de cada componente do produto nos termos técnicos necessários para o desenvolvimento do produto e dos componentes do produto. Para refinar os requisitos funcionais e não-funcionais podem ser utilizadas técnicas de modelagem como especificação de casos de uso de negócio, modelos de contexto [SOMMERVILLE, 2003] e outras como as citadas na seção 9.2.2.

Os requisitos do cliente podem ser descritos utilizando-se os termos usados pelos clientes e podem conter descrições não-técnicas. Os requisitos funcionais e não-funcionais de cada componente do produto são a expressão dos requisitos do cliente em termos técnicos, de modo a poderem guiar o projeto (*design*) do produto e dos componentes do produto. Requisitos funcionais podem ser descritos de muitas formas como, por exemplo: funções; opções do sistema; ou ainda como serviços ou métodos Orientados a Objetos (OO).

Ao definir os requisitos funcionais e não-funcionais, uma prática comum é categorizar os requisitos em grupos, por meio de um critério. Exemplos de critérios para esse fim são [CACHERO e KOCH, 2002]: propósitos similares, dependência funcional e dados envolvidos.

O alcance deste resultado esperado pode envolver:

- Derivar requisitos funcionais e não-funcionais que resultem de decisões de projeto (*design*), tais como seleção de tecnologia;
- Alocar requisitos funcionais e não-funcionais e restrições para cada componente do produto;
- Estabelecer os relacionamentos entre os requisitos do cliente e os requisitos funcionais e não-funcionais de cada componente do produto, de acordo com o processo Gerência de Requisitos.

Como indicador de alcance deste resultado, deve-se evidenciar que o conjunto de requisitos funcionais e não-funcionais foi refinado, detalhado e documentado ao longo do ciclo de vida para o desenvolvimento do produto e dos componentes do produto. Os registros das atualizações realizadas nesses requisitos também devem ser documentados como evidência do alcance deste resultado.

DRE5 - Interfaces internas e externas do produto e de cada componente do produto são definidas

As interfaces internas e externas do produto e de cada componente do produto devem ser especificadas e documentadas de acordo com a arquitetura definida do produto. As definições dessas interfaces são úteis para projetar e construir as unidades de código dos componentes do produto, bem como para servir de base para verificar a integração entre cada componente do produto e para verificar a integração do produto com outros elementos externos.

As definições das interfaces geralmente são definidas em termos de tipos e formatos de dados de entrada e saída entre os componentes do produto e entre elementos do sistema, especificações de protocolos de comunicação, entre outros.

DRE6 - Conceitos operacionais e cenários são desenvolvidos

O alcance deste resultado esperado exige o desenvolvimento de conceitos operacionais e cenários para o produto e os componentes do produto.

Um conceito operacional para um produto depende do projeto (*design*) da solução e de um cenário, portanto são elaborados quando as decisões de projeto (*design*) são tomadas e os requisitos detalhados. Um cenário é uma sequência de eventos possível de ocorrer no uso de um produto e é utilizado para tornar explícitas algumas necessidades dos envolvidos [SEI, 2006].

Uma forma possível de descrever os cenários é utilizar a modelagem de cenários sugerida pela UML, na qual o cenário é uma sequência específica de ações que ilustra o comportamento de um caso de uso. Ao descrever um caso de uso, geralmente os seguintes elementos são considerados:

- Fluxo principal – descreve uma sequência de ações que serão executadas considerando que nada de errado acontecerá durante a execução das ações;
- Fluxos Alternativos – descrevem o que acontece quando o ator (papel que interage com o sistema) faz uma escolha alternativa, diferente da descrita no fluxo principal, para alcançar seu objetivo. Fluxos alternativos podem descrever escolhas exclusivas entre si;
- Fluxos de Exceção – correspondem à descrição das situações de exceção, quando algo inesperado ocorre na interação com o sistema;
- Pré-condição – define que hipóteses são assumidas como verdadeiras para que o cenário tenha início. Deve ser usada em casos de uso cuja realização não faz sentido em qualquer momento, mas somente quando o sistema está em um determinado estado com certas propriedades;
- Pós-condição – estado que o sistema alcança após o caso de uso ter sido realizado.

O alcance deste resultado esperado pode abranger:

- Definir o ambiente no qual o produto operará, incluindo limites e restrições;
- Elaborar um conceito operacional detalhado para cada produto ou componente do produto que defina a interação do produto, do usuário final, do ambiente e que satisfaça as necessidades de operação, manutenção e apoio;
- Revisar conceitos operacionais e cenários para refinar e descobrir novos requisitos.

DRE7 - Os requisitos são analisados, usando critérios definidos, para balancear as necessidades dos interessados com as restrições existentes

Este resultado visa garantir que os requisitos, em seus diferentes níveis, sejam analisados de forma a balancear as necessidades dos interessados com as restrições de projeto existentes.

Os requisitos podem ser analisados juntamente com cenários, conceitos operacionais e definições detalhadas dos requisitos, para determinar se eles são necessários, corretos, testáveis e suficientes para atingir os objetivos e requisitos de

alto nível (requisitos do cliente) [SEI, 2006]. Técnicas de Verificação podem ser utilizadas para garantir que:

- Todos os requisitos tenham sido declarados de forma não ambígua;
- As inconsistências, omissões e erros tenham sido detectados e corrigidos;
- Os requisitos de diferentes níveis estejam consistentes entre si.

O alcance deste resultado esperado pode compreender:

- Analisar as necessidades, expectativas e restrições dos envolvidos, com o objetivo de organizá-las e remover possíveis conflitos;
- Analisar cenários e conceitos operacionais para refinar as necessidades, restrições e interfaces do cliente e descobrir novos requisitos;
- Analisar requisitos para assegurar que eles estão completos, são factíveis e verificáveis, de acordo com os critérios estabelecidos no processo Verificação (VER).

Para a análise de balanceamento entre necessidades e restrições podem ser utilizados modelos, simulações, protótipos e avaliações de riscos nos requisitos e na arquitetura funcional. Em [KELLNER *et al.*, 1999] são apresentados os principais conceitos relacionados com simulação de processos de software.

DRE8 - Os requisitos são validados

Este resultado esperado visa garantir que os requisitos sejam validados utilizando-se técnicas adequadas, de forma a garantir que o produto terá o desempenho adequado quando instalado no seu ambiente alvo. A validação aumenta a confiança de que os requisitos definidos são capazes de guiar o desenvolvimento satisfatoriamente. Quanto mais cedo problemas forem identificados, menos retrabalho e custo serão necessários para adequar os requisitos às expectativas do cliente.

As técnicas de validação são discutidas na seção que apresenta o processo Validação (VAL). Para atender a este resultado esperado, a validação deve estar de acordo com critérios estabelecidos pelo processo Validação (VAL).

9.3 Integração do Produto (ITP)

9.3.1 Propósito

O propósito do processo Integração do Produto é compor os componentes do produto, produzindo um produto integrado consistente com seu projeto, e demonstrar que os requisitos funcionais e não-funcionais são satisfeitos para o ambiente alvo ou equivalente.

O processo Integração do Produto diz respeito a como integrar um produto e qual a sequência de integração a ser usada. Trata, também, da criação de um ambiente operacional no qual se possa implantar o produto satisfatoriamente; da documentação dos procedimentos e critérios de integração do produto; de como assegurar a integração correta das partes; e da entrega do produto.

Os resultados esperados deste processo estão relacionados a resultados esperados dos processos Projeto e Construção do Produto (PCP), Verificação (VER), Validação

(VAL) Gerência de Decisões (GDE), Gerência de Configuração (GCO) e Gerência de Requisitos (GRE).

A interseção deste processo com o processo Projeto e Construção do Produto (PCP) está presente no resultado esperado referente ao estabelecimento do ambiente de integração, no que diz respeito à compra, reutilização ou desenvolvimento do ambiente. Também está presente no resultado esperado referente ao gerenciamento das interfaces internas dos produtos e componentes do produto, no que diz respeito ao projeto de interfaces entre componentes do produto.

A interseção deste processo com o processo Verificação (VER) está presente nos resultados esperados referentes à verificação das interfaces, do ambiente de integração, dos componentes do produto e do produto integrado, no que diz respeito à realização de testes de unidades, integração e regressão, além de revisões por pares. De maneira similar, caso haja a necessidade de validar interfaces, ambiente de integração, componentes de produto ou produto integrado, pode ser identificada interação com o processo Validação (VAL).

A interseção deste processo com o processo Gerência de Decisões (GDE) está presente nos resultados esperados relacionados ao desenvolvimento e escolha da estratégia de integração, caso se deseje selecionar a estratégia de integração de acordo com um processo formal de decisão. Também pode haver interseção no resultado esperado relacionado ao estabelecimento do ambiente de integração, já que a decisão sobre adquirir, reutilizar ou desenvolver o ambiente também pode seguir um processo formal de seleção.

A interseção deste processo com o processo Gerência de Configuração (GCO) está presente no resultado esperado referente ao gerenciamento das interfaces internas dos produtos e componentes do produto, no que diz respeito ao controle das mudanças. Também existe relacionamento no resultado esperado referente à entrega do produto e sua documentação ao cliente, no que diz respeito à liberação do produto.

A interseção deste processo com o processo Gerência de Requisitos (GRE) está presente no resultado esperado referente ao gerenciamento das interfaces internas dos produtos e componentes do produto, no que diz respeito ao gerenciamento das mudanças. Também existe relacionamento no resultado esperado referente a testes de regressão, uma vez que se pode fazer uso de uma matriz de rastreabilidade.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Integração do Produto (ITP) no nível de maturidade D do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

São permitidas exclusões dos resultados esperados do processo, dependendo do escopo de atuação da Fábrica de Software. Caso a Fábrica de Software tenha, em seu escopo de trabalho, a realização de atividades de integração do código desenvolvido, este processo deverá estar presente, caso contrário, poderá ser excluído do escopo da avaliação.

A aprovação das exclusões é responsabilidade do avaliador líder. Todas as exclusões de processos devem estar listadas no Plano de Avaliação, no

Relatório de Avaliação e no Resultado da Avaliação.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

9.3.2 Fundamentação teórica

Em projetos pequenos, a integração pode envolver apenas algumas classes ou arquivos que precisam funcionar juntos. Em projetos grandes, pode envolver milhares de programas e componentes que formam um sistema maior. Independentemente do tamanho, alguns princípios básicos devem ser aplicados [McCONNELL, 2004].

A integração do produto pode abranger tanto a integração do software como a integração do sistema. Na integração do software, integram-se as unidades do software, produzindo itens de software integrados. Na integração do sistema, integram-se os elementos do sistema (incluindo itens de software, itens de hardware, operações manuais e outros sistemas, conforme necessário) para produzir um sistema completo [ISO/IEC, 2008].

A integração dos componentes do produto deve ser planejada, incluindo requisitos de teste, procedimentos, dados, responsabilidades e cronograma. Esse planejamento deve ser adequadamente documentado [ISO/IEC, 2008].

Um aspecto crítico da integração de produtos é o gerenciamento de interfaces internas e externas do produto ou componentes do produto, para garantir compatibilidade entre as interfaces [SEI, 2006]. Uma interface pode ser vista, de maneira geral, como sendo uma fronteira de comunicação entre componentes, tais como partes de um software, itens de hardware ou até mesmo um usuário. Normalmente se refere a uma abstração que um componente fornece de si mesmo para o exterior. Segundo a ISO/IEC 12119 [ISO/IEC, 1994] uma interface é uma fronteira compartilhada entre duas unidades funcionais, definida por características funcionais, características físicas comuns de interconexão e outras características, conforme apropriado. Deve-se atentar para a gerência de interfaces ao longo do projeto.

A ordem na qual se constroem os componentes do produto influencia na ordem na qual se pode integrá-los, já que não se pode integrar o que ainda não foi construído. Tanto a sequência de construção como a de integração são tópicos importantes a serem considerados, pois construir e integrar software em uma ordem errada pode tornar a codificação, os testes e a depuração mais difíceis [McCONNELL, 2004].

Os testes de integração também têm papel importante para garantir que as diferentes partes do produto possam interagir adequadamente em conjunto, de forma a atender corretamente aos requisitos funcionais e não-funcionais pretendidos [TIAN, 2005]. O teste de integração é o processo de verificar se os componentes, juntos, executam conforme está descrito nas especificações e no projeto de programas. A partir deste momento, outros tipos de teste são realizados: teste funcional; teste de desempenho; teste de aceitação; e teste de instalação [PFLEEGER, 2004].

A integração do produto é mais que uma única montagem dos componentes do produto ao final do projeto e da construção. A integração do produto pode ser

incremental, usando um processo iterativo de composição de componentes do produto, avaliação e composição de mais componentes do produto [SEI, 2006]. Uma integração incremental oferece algumas vantagens em relação a uma abordagem em que o produto é totalmente integrado de uma só vez, entre elas [McCONNELL, 2004]:

- É mais fácil localizar os erros, uma vez que a parte do produto que está sendo integrada é menor;
- Os membros do projeto conseguem ver o resultado de seu trabalho mais cedo no projeto, o que aumenta sua motivação;
- Melhor monitoramento do progresso, uma vez que o gerente pode ver claramente que porção do produto está ou não está pronta;
- Melhor relacionamento com o cliente, que também consegue ver progressos mais concretos no projeto;
- Os componentes do produto são testados de forma mais abrangente, uma vez que os mesmos componentes poderão ser testados diversas vezes ao longo dos testes de integração das partes; e
- É possível reduzir o tempo de desenvolvimento, pois é possível o paralelismo nas atividades do projeto.

É importante que seja definida uma estratégia de regressão, uma vez que o produto certamente sofrerá alterações durante o seu desenvolvimento ou após ser entregue ao cliente, decorrentes de manutenções (corretivas ou evolutivas) ou inclusões de novos elementos (requisitos ou módulos). Essa estratégia deve possibilitar que o produto seja testado novamente após uma mudança ter sido realizada, de forma a garantir que modificações ou correções no produto não afetem e danifiquem outras partes. Teste de regressão implica em executar novamente um conjunto de testes já conduzidos anteriormente para garantir que as mudanças realizadas não produziram efeitos colaterais indesejados [PRESSMAN, 2005].

O produto, depois de integrado, testado e empacotado, é entregue ao cliente e instalado no ambiente pretendido para operação.

De forma geral, pode-se resumir alguns dos benefícios esperados pelo uso de uma abordagem cuidadosa de integração de produtos [McCONNELL, 2004]: (i) detecção de defeitos mais fácil; (ii) menos defeitos; (iii) menor tempo para se chegar a produtos ou partes de produtos funcionais; (iv) menor tempo total de desenvolvimento; (v) melhor relacionamento com o cliente; (vi) moral elevado da equipe; (vii) maior chance de se completar o projeto; (viii) estimativas de tempo mais confiáveis; (ix) relatórios de status mais precisos; (x) maior qualidade do código; e (xi) menos documentação.

9.3.3 Resultados esperados

ITP1 - Uma estratégia de integração, consistente com o projeto (*design*) e com os requisitos do produto, é desenvolvida para os componentes do produto

Deve ser definida uma estratégia, incluindo procedimentos e critérios, para conduzir a integração dos componentes do produto, determinando quais componentes serão integrados e qual será a sequência de integração. É importante que a estratégia de

integração escolhida seja consistente com o projeto (*design*), arquitetura e com os requisitos do produto.

A estratégia de integração a ser adotada é composta pela determinação da sequência de integração. A sequência de integração fornece um apoio à integração incremental e avaliação de componentes do produto. Geralmente contém informações sobre os produtos a serem integrados em cada incremento de integração, além das verificações a serem realizadas usando as definições das interfaces entre os componentes do produto.

Diversas estratégias de integração diferentes podem ser encontradas na literatura, tais como [PFLEEGER, 2004; McCONNELL, 2004]:

- Integração *Bottom-Up*: Cada componente no nível inferior da hierarquia do sistema é desenvolvido e testado individualmente. Os próximos componentes a serem integrados e testados são aqueles que “chamam” os que foram previamente integrados. Essa abordagem é seguida repetidamente até que todos os componentes sejam considerados;
- Integração *Top-Down*: Reverso da abordagem *Bottom-Up*. O nível mais superior (normalmente um componente de controle principal) é desenvolvido e testado. Em seguida, todos os componentes chamados pelo(s) componente(s) testado(s) são desenvolvidos, combinados e testados como uma grande unidade. Essa abordagem é seguida repetidamente até que todos os componentes sejam considerados;
- Integração Sanduíche: Combinação entre as abordagens *Top-Down* e *Bottom-Up*. Primeiro, são integrados e testados os componentes de mais alto nível (*Top-Down*). Depois, são integrados e testados os componentes de nível mais inferior (*Bottom-Up*). Então, a integração e os testes convergem para os componentes do sistema de nível intermediário. Essas três camadas justificam o nome da abordagem;
- Integração Orientada a Riscos: Identifica-se o nível de riscos associado a cada componente. Com isso, analisam-se quais serão as partes mais difíceis de implementar; estas são desenvolvidas e integradas primeiro. As partes mais simples são desenvolvidas, integradas e testadas mais tarde;
- Integração Orientada a Funcionalidade: Consiste em desenvolver, integrar e testar uma funcionalidade por vez. Assim, as funcionalidades vão sendo integradas de maneira incremental, compondo a funcionalidade total do sistema;
- Integração em Forma de T: É construída e integrada uma parte completa do sistema, do nível mais alto ao mais baixo de hierarquia, permitindo a verificação de questões arquiteturais (parte vertical do “T”). Depois disso, as demais funcionalidades e partes do sistema são construídas e integradas. Normalmente é usada em conjunto com as abordagens orientadas a riscos e a funcionalidades.

Uma boa prática consiste em definir sequências de integração alternativas para um dado produto, bem como critérios para a seleção de alternativas, e, então, selecionar, dentre as alternativas, baseando-se nos critérios definidos, aquela que é a mais adequada. Por exemplo, em um projeto se poderia selecionar uma dentre as seis estratégias de integração descritas acima com base em critérios como:

experiência da equipe no uso da estratégia; tempo necessário para entrega de produtos intermediários; complexidade do produto; entre outros. É importante, também, documentar as razões pelas quais uma estratégia de integração foi selecionada e não outra.

A sequência de integração deve ser revista, sempre que necessário, uma vez que esta pode ser afetada por diversos fatores, como, por exemplo, atrasos na construção, mudanças no cronograma de entregas, mudanças nas prioridades de construção.

ITP2 - Um ambiente para integração dos componentes do produto é estabelecido e mantido

O ambiente de integração necessário em cada etapa do processo de integração do produto pode incluir ferramentas de testes, simuladores (funcionando como componentes de produtos ainda indisponíveis), partes de equipamentos ou componentes do produto reais, dispositivos de armazenamento, entre outros. O objetivo deste resultado esperado é garantir que o ambiente para integração dos componentes do produto foi definido e mantido conforme necessário.

Os requisitos para o ambiente de integração do sistema pode envolver requisitos de equipamentos, software ou outros recursos e geralmente são identificados a partir do desenvolvimento dos requisitos e da arquitetura do produto.

Critérios e procedimentos de verificação para o ambiente de integração do produto podem ser definidos para garantir o apoio adequado do ambiente na integração dos itens de produto.

Uma decisão importante em relação ao ambiente de integração é determinar se este será construído internamente, reutilizado ou adquirido de um fornecedor externo. Para isso, pode ser necessário realizar uma análise entre desenvolver, comprar ou reutilizar (ver o resultado esperado PCP5 do processo Projeto e Construção do Produto). Vale salientar que o ambiente de integração pode ser um ambiente do cliente.

ITP3 - A compatibilidade das interfaces internas e externas dos componentes do produto é assegurada

Muitos problemas relacionados à integração de produtos são originados de aspectos desconhecidos ou não controlados, tanto das interfaces internas como externas. Para assegurar que as interfaces internas e externas dos componentes do produto são compatíveis e que sua descrição é completa, as interfaces devem ser revisadas.

Além das interfaces entre componentes do produto, podem ser consideradas, também, todas as interfaces com o ambiente de integração do produto e com outros ambientes, como o de validação, o de verificação, o de operação e o de suporte, conforme necessário.

Checklists com as situações mais comuns de problemas de consistência e completude nas interfaces podem ser utilizados para tornar a revisão mais objetiva e aumentar sua efetividade.

As descrições das interfaces podem ser periódicas e continuamente revisadas para garantir que não haja diferença entre as descrições existentes e os produtos que estão sendo desenvolvidos.

ITP4 - As definições, o projeto (*design*) e as mudanças nas interfaces internas e externas são gerenciados para o produto e para os componentes do produto

As definições, projetos e mudanças nas interfaces internas e externas devem ser gerenciadas, ou seja, a consistência das interfaces deve ser mantida ao longo de todo o ciclo de vida do produto. Além disso, resolução de conflitos, não conformidades e questões relativas a mudanças devem ser tratadas.

Uma interface declara o conjunto de serviços que são fornecidos ou exigidos pelo componente. Podem ser consideradas interfaces internas a um produto de software, todas as interfaces que representam comunicação apenas entre componentes do produto em questão, tais como interfaces entre funções, objetos e módulos de um produto. Já as interfaces externas a um produto são aquelas que representam a comunicação de componentes internos ao produto com itens de outros sistemas externos ao produto, como interfaces com usuários, com itens de hardware, com o ambiente em que está inserido, entre outros.

Sempre que houver mudanças nas interfaces, estas devem ser documentadas, mantidas e disponibilizadas para todos os interessados, conforme pertinente. Esse gerenciamento de interfaces começa muito cedo no desenvolvimento de um produto. As definições e projetos para interfaces podem afetar não apenas os componentes e sistemas externos, mas também os ambientes de verificação e de validação [SEI, 2006].

ITP5 - Cada componente do produto é verificado, utilizando-se critérios definidos, para confirmar que estes estão prontos para a integração

Deve ser realizada a verificação dos componentes do produto para garantir que estes estão prontos para a integração, a ser realizada de acordo com a sequência de integração e procedimentos definidos. Essa verificação deve ser baseada em critérios definidos. Exemplos de critérios incluem: defeitos óbvios; conformidade com as descrições; consistência entre os componentes de produto e interfaces; entre outros.

Este resultado tem uma forte relação com o processo Verificação (VER), visto que exige a realização de verificações nos componentes de produto, baseando-se em critérios estabelecidos. Para isso, normalmente são utilizados testes de unidades e revisões por pares. Maiores informações sobre essas técnicas podem ser obtidas no processo Verificação (VER), resultados esperados VER3, VER4 e VER5.

Um exemplo poderia ser a realização de testes de unidades nos componentes do produto a serem integrados, de forma a garantir sua adequação. Pode-se ainda realizar revisões por pares avaliando o relatório de testes de unidades, de forma a garantir que a integração dos componentes é viável. A avaliação do relatório de testes de unidades permite responder questões como:

- Os resultados obtidos estão de acordo com o comportamento esperado?
- Todos os casos de testes planejados foram executados?

- As unidades estão prontas para a Integração do software e testes de Integração do software?

ITP6 - Os componentes do produto são integrados, de acordo com a sequência determinada e seguindo os procedimentos e critérios para integração

O objetivo deste resultado esperado é garantir que os componentes do produto sejam integrados de acordo com a sequência de integração (ver o resultado esperado ITP1) e seguindo os procedimentos e critérios previamente definidos.

ITP7 - Os componentes do produto integrados são avaliados e os resultados da integração são registrados

O objetivo deste resultado esperado é garantir que seja realizada a avaliação dos componentes do produto integrados e que os resultados encontrados na avaliação sejam documentados. Uma forma de executar a avaliação é pela realização de testes de integração e da análise de seus resultados.

O teste de integração representa um conjunto de atividades com intenção de descobrir defeitos na estrutura do software definida durante a fase de projeto. Neste contexto, os defeitos são comumente associados com as interfaces dos módulos (componentes) que compõem a arquitetura do software [BRIAND *et al.*, 200].

Quando as unidades são combinadas, os caminhos possíveis a serem percorridos pelo programa crescem bastante e podem ocorrer falhas impossíveis de serem identificadas quando as unidades são testadas separadamente [VIEIRA e TRAVASSOS, 1998]. Por meio do teste de integração será testado se as unidades conseguem trabalhar juntas de forma correta e se comunicam sem problemas.

O teste de integração pode ter sua execução iniciada assim que alguns componentes ficarem prontos. No contexto do ciclo de desenvolvimento, componente pronto significa componente implementado e com os testes de unidade aprovados, ou seja, componentes individuais funcionando corretamente e atingindo os seus objetivos [PFLEEGER, 2004; LIMA, 2005].

Assim, uma forma de alcance deste resultado é por meio da elaboração de um plano de testes de integração, que detalhe como os testes serão realizados, e um relatório de testes de integração, que contenha informações sobre os resultados obtidos após realização dos testes. A avaliação do relatório de testes de integração permite responder questões como:

- Os resultados obtidos estão de acordo com o comportamento esperado?
- Todos os casos de testes planejados foram executados?
- O código integrado está pronto para o teste do software?

ITP8 - Uma estratégia de teste de regressão é desenvolvida e aplicada para uma nova verificação do produto, caso ocorra uma mudança nos componentes do produto (incluindo requisitos, projeto (*design*) e códigos associados)

Este resultado esperado tem como objetivo garantir a existência de uma estratégia para testes de regressão a ser aplicada no caso de ocorrerem mudanças nos componentes do produto incluindo requisitos, projeto (*design*) e código associados.

Teste de regressão é realizado depois de uma melhoria funcional, reparo ou qualquer mudança no produto. Seu propósito é determinar se a mudança introduziu erros em outras partes do produto. É normalmente feito por meio de novas execuções de alguns dos casos de testes do produto. O teste de regressão é importante, pois mudanças e correções de erros tendem a ser mais suscetíveis a erros que a primeira codificação. Um planejamento para o teste de regressão – quem, como, quando – também é necessário [MYERS, 2004]. Vale salientar que por mudança no produto não se entende apenas manutenções corretivas ou evolutivas em um produto pronto. Por exemplo, em um desenvolvimento iterativo, a inclusão de novos módulos pode implicar em repetir testes realizados em módulos anteriores, o que pode ser considerado teste de regressão.

As técnicas para realizar testes de regressão são normalmente mais especializadas [ROTHERMEL e HARROLD, 1996; ROSENBLUM e WEYUKER, 1997], incluindo [TIAN, 2005]:

- Uma análise das diferenças entre a versão anterior do produto e a versão atual baseada em algum modelo formal ou informal para selecionar os casos de teste existentes e determinar se novos casos de testes precisam ser desenvolvidos; e
- Os novos casos de testes têm o foco em duas áreas: (i) a nova parte desenvolvida ou atualizada, que é similar ao teste de novos produtos, mas em escala menor; e (ii) as interações envolvendo tanto as partes novas e antigas, o que é similar a teste de integração, mas com um foco em tipos específicos de interfaces e de interações.

A matriz de rastreabilidade pode ser utilizada para determinar quais outros componentes estão relacionados àquele sendo analisado. Assim, pode auxiliar na identificação de quais casos de testes precisam ser executados novamente. Logo, manter a rastreabilidade desde os requisitos até os casos de testes é importante para auxiliar na garantia de que tudo que precise ser testado novamente, realmente o seja.

ITP9 - O produto e a documentação relacionada são preparados e entregues ao cliente

O produto e a documentação a serem entregues ao cliente devem ser organizados, em uma mídia adequada e entregues ao cliente. O alcance deste resultado esperado inclui, portanto, o empacotamento e distribuição de software com métodos que podem incluir fita magnética, disquetes, documentos impressos, CDs, DVDs, Internet [SEI, 2006]. O alcance adequado deste resultado esperado inclui a entrega do produto e sua documentação ao cliente, bem como a confirmação do recebimento pelo cliente.

Dependendo das restrições do projeto podem ser considerados requisitos para empacotamento e distribuição do produto, tais como tipo de armazenamento e mídia de distribuição, documentação requerida, *copyrights* e licenças [SEI, 2006].

O ambiente operacional pode precisar ser preparado para a instalação do produto. Essa preparação pode ser de responsabilidade do cliente.

9.4 Projeto e Construção do Produto (PCP)

9.4.1 Propósito

O propósito do processo Projeto e Construção do Produto é projetar, desenvolver e implementar soluções para atender aos requisitos.

Uma vez que os requisitos foram desenvolvidos, têm suas mudanças controladas e estão sob o nível apropriado de gerência de configuração, o objetivo do processo de Projeto e Construção do Produto (PCP) é projetar uma solução, dentre as inúmeras possíveis soluções existentes, para satisfazer aos requisitos, desenvolver e, então, implementar a solução projetada.

O raciocínio que explica o porquê da escolha desta solução deve ser mantido. A implementação da solução, no caso de software, corresponde à codificação das unidades de software. A documentação que descreve o projeto (*design*) e a implementação da solução deve ser desenvolvida. A rastreabilidade do projeto (*design*) deve ser mantida em relação aos requisitos, para que possa ser verificado se os requisitos realmente foram satisfeitos.

Estes requisitos, desenvolvidos durante o processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE), estão sob o apropriado nível de gerência de configuração e possuem suas alterações controladas de acordo com o processo Gerência de Requisitos (GRE). A matriz de rastreabilidade deve prover a ligação entre os requisitos e os componentes projetados durante a execução do processo Projeto e Construção do Produto (PCP) de modo que seja possível determinar que componentes estejam satisfazendo determinados requisitos, apoiando a análise de impacto no caso de ser necessário realizar alguma mudança.

Esse processo interage com os processos Desenvolvimento de Requisitos (DRE), Integração do Produto (ITP), Verificação (VER) e Validação (VAL). O processo Projeto e Construção do Produto (PCP) recebe como entrada os requisitos desenvolvidos para projetar e construir a solução. O processo Integração do Produto (ITP) recebe como insumo os requisitos desenvolvidos durante a execução do processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE) e os componentes do produto projetados e construídos durante a execução do processo Projeto e Construção do Produto (PCP), a fim de combiná-los e verificar se as interfaces satisfazem os requisitos de interface desenvolvidos durante a execução do processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE). Além disso, os componentes projetados e construídos são verificados durante o processo Verificação (VER) em relação aos requisitos e o produto final é validado de forma incremental durante o processo Validação (VAL).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Projeto e Construção do Produto (PCP) no nível de maturidade D do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Para estas organizações, apenas o resultado PCP6 é obrigatório. Os demais resultados podem ser excluídos. A aprovação das exclusões é responsabilidade do avaliador líder. Todas as exclusões de resultados

esperados devem estar listadas no Plano de Avaliação, no Relatório de Avaliação e no Resultado da Avaliação.

É importante observar que os resultados PCP7 e PCP8 podem ser necessários, caso a documentação também faça parte do escopo do projeto desenvolvido pela Fábrica de Software. Neste caso, estes resultados devem estar presentes e não podem ser excluídos.

Em organizações do tipo Fábrica de Software, as especificações são provenientes da organização contratante e, portanto, a maioria dos resultados esperados para este processo não se aplica, com exceção do PCP6 (codificação), que é o foco da organização.

9.4.2 Fundamentação teórica

A execução do processo Projeto e Construção do Produto (PCP) é iniciada quando os requisitos para o problema a ser resolvido pelo software estiverem definidos, desenvolvidos e aprovados. Este processo pode ser executado tanto no contexto do software a ser desenvolvido quanto no contexto do sistema onde o software é integrado. O objetivo do processo Projeto e Construção do Produto (PCP) é definir atividades que permitam a elaboração do projeto (*design*) do software e, também, possibilitem a implementação da solução de projeto (*design*) para os requisitos em questão.

Projeto (*design*) é o processo criativo de transformar o problema em uma solução, sendo que a descrição da solução também é chamada de projeto (*design*) [PFLEEGER, 2004]. Em [PRESSMAN, 2005] define-se projeto (*design*) como a representação significativa de alguma coisa a ser construída. O projeto (*design*) enfatiza uma solução conceitual que satisfaça os requisitos e não a sua implementação. Uma descrição de um esquema de banco de dados e objetos de software ou da arquitetura do sistema é um bom exemplo [LARMAM, 2004]. O processo Projeto e Construção do Produto (PCP) engloba tanto a elaboração do projeto (*design*) quanto a implementação do projeto (*design*) definido. Os clientes sabem o que o sistema deve fazer e os construtores precisam saber como o sistema funcionará. Por isso, o projeto (*design*) é um processo iterativo constituído de duas partes: o projeto (*design*) conceitual ou projeto (*design*) do sistema, mostra ao cliente exatamente o que o sistema fará; e o projeto (*design*) técnico, que é uma tradução detalhada do projeto (*design*) conceitual, permite que os construtores do sistema saibam quais são o hardware e software necessários para solucionar o problema do cliente [PFLEEGER, 2004].

De acordo com [SHAW e GARLAN, 1996] a definição da arquitetura do software é o primeiro passo a ser tomado durante o projeto (*design*) de software, sendo possível identificar três níveis de projeto (*design*):

- Projeto da Arquitetura: Este nível de projeto (*design*) associa as capacidades do sistema identificadas na especificação de requisitos com os componentes do sistema que as implementarão, bem como mostra a interconexão entre estes componentes. Os componentes da arquitetura são, geralmente, os módulos do sistema;

- Projeto do Código: Este nível de projeto (*design*) envolve algoritmos e estruturas de dados. Os componentes são primitivas de linguagens de programação como, por exemplo, números, caracteres, ponteiros e estruturas de controle;
- Projeto Executável: Este nível de projeto (*design*) detalha ainda mais o código, discutindo detalhes, por exemplo, de alocação de memória, de formato dos dados e de padrões de bits.

Durante o projeto (*design*) da arquitetura também é definido o estilo arquitetural a ser utilizado na construção do sistema. O estilo arquitetural envolve os componentes do sistema, os conectores e as restrições sobre a combinação dos componentes. Como exemplos de estilos arquiteturais pode-se citar: *pipe and filter*; objetos; chamada implícita; formação de camadas; repositórios; interpretadores; e controle de processos [SHAW e GARLAN, 1996; PFLEEGER, 2004].

O processo Projeto e Construção do Produto (PCP) é intenso em conhecimento e durante a sua execução é necessário tomar diversas decisões, pois podem existir diversas maneiras de solucionar um mesmo problema. É importante armazenar o conhecimento organizacional adquirido durante a execução do processo mantendo o registro do raciocínio pelo qual uma determinada decisão foi tomada durante a etapa de projeto (*design*). Isso fica claro quando se tem um problema de rotatividade de pessoal na organização. A alta rotatividade da equipe na indústria de software, associada com longos períodos de vida dos produtos, aumenta a probabilidade de que os projetistas originais não estejam presentes quando evoluções nos produtos forem necessárias e os problemas começarem a ocorrer [BURGE, 2005].

Além disso, muito frequentemente, o entendimento necessário para realizar manutenções depende da compreensão de quais decisões de projeto (*design*) foram consideradas, que suposições foram feitas, que soluções alternativas foram rejeitadas e que critérios e requisitos foram satisfeitos no processo de deliberação [CONKLIN, 1989]. Este tipo de conhecimento raramente é registrado e está acessível para consulta durante o período de manutenção do produto.

Outro problema comum nas organizações é a dificuldade de aproveitar o conhecimento de membros mais experientes durante o treinamento de novos membros das equipes, pois a dinâmica de trabalho não permite que os experientes parem a execução de suas atividades para compartilhar o seu conhecimento. Assim, em situações de tomada de decisão, os membros iniciantes tendem a repetir os mesmos erros cometidos por outros membros das equipes que já passaram por situações semelhantes. Estes são alguns dos motivos que ressaltam a importância em se manter o raciocínio por trás das decisões tomadas durante a execução do processo Projeto e Construção do Produto.

Em relação à avaliação do projeto (*design*), é necessário estabelecer guias que orientem a avaliação. Em [PRESSMAN, 2005; PFLEEGER, 2004] estão relacionadas as características desejadas para um bom projeto (*design*):

- Possuir alternativas de solução e selecionar a alternativa mais adequada com base nos requisitos, recursos disponíveis e nos conceitos de projeto (*design*);
- Ser rastreável em relação ao modelo de análise;
- Não “reinventar a roda”, ou seja, observar padrões que possam ser reutilizados;

- Possuir a mesma estrutura que o domínio do problema a ser resolvido pelo projeto (*design*);
- Exibir uniformidade e integração;
- Permitir mudanças;
- Acomodar eventos não esperados de maneira adequada;
- Estar em um nível de abstração maior do que o código;
- Ser avaliado em relação à qualidade enquanto é criado e não apenas depois de ter sido totalmente definido; e
- Ser revisado para identificar erros de semântica.

9.4.3 Resultados esperados

PCP1 - Alternativas de solução e critérios de seleção são desenvolvidos para atender aos requisitos definidos de produto e componentes de produto

Para um determinado problema podem existir diversas maneiras diferentes de solucioná-lo. Por exemplo, caso seja necessário utilizar um algoritmo de ordenação, pode-se ter inúmeras diferentes soluções: *quicksort*, *bubblesort*, *mergesort*, ordenação por seleção direta etc. Durante o projeto (*design*), deve-se analisar estas soluções alternativas e selecionar a solução mais adequada como base em critérios pré-estabelecidos. Como exemplos de critérios podem-se citar as características e subcaracterísticas de qualidade presentes na norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC, 2001]. Outras escolhas típicas tomadas são a escolha da arquitetura a ser utilizada, desenvolvimento personalizado versus de prateleira, modularização dos componentes, escolhas referentes às interfaces entre os componentes, escolha da linguagem de programação, escolha do banco de dados e escolha da ferramenta de modelagem a ser utilizada pela organização.

Um processo de seleção de alternativas possui, basicamente, as seguintes atividades: definição dos objetivos de seleção; estabelecimento dos critérios de seleção; desenvolvimento das soluções a serem avaliadas; avaliações das soluções com base nos critérios pré-estabelecidos e seleção da solução mais adequada. É importante destacar que o desenvolvimento das soluções alternativas deve satisfazer os requisitos desenvolvidos.

PCP2 - Soluções são selecionadas para o produto ou componentes do produto, com base em cenários definidos e em critérios identificados

Tendo identificado os critérios de seleção a serem utilizados, é necessário avaliar as soluções alternativas com base nestes critérios e selecionar a solução mais adequada. A partir da seleção de uma alternativa, novas decisões podem precisar ser tomadas e por isso a abordagem de seleção de alternativas necessita ser novamente executada.

A evolução dos cenários criados durante o desenvolvimento dos requisitos pode ajudar na seleção da alternativa de solução mais adequada. Em [BASS *et al.*, 2003] é possível encontrar a descrição de *templates* que podem ser utilizados para a definição de cenários. Estes cenários são definidos com base nos requisitos desenvolvidos. Estes cenários são desenvolvidos durante o processo

Desenvolvimento de Requisitos (DRE) e evoluídos durante o processo Projeto e Construção do Produto (PCP).

Supondo que uma organização queira determinar, por exemplo, se, em um determinado projeto, as chaves primárias das tabelas serão geradas automaticamente pelo banco de dados selecionado ou se serão geradas pelo software a ser desenvolvido. Tal organização poderia selecionar dois critérios: desempenho e portabilidade. Por um lado, se o banco de dados gerar as chaves primárias automaticamente, o desempenho será maior, mas por outro lado, a portabilidade será menor pois pode ser que outro banco de dados não consiga entender aquele formato. O oposto ocorre caso o software gere as chaves primárias, a portabilidade aumenta, pois a chave pode ser gerada em um formato que qualquer banco de dados consiga armazenar, mas o desempenho diminui. A criação de cenários apoia a avaliação dessas alternativas em relação aos critérios. Um determinado cenário poderia avaliar o desempenho de cada opção ao criar, apagar e recuperar n registros no banco de dados, enquanto que outro determinado cenário poderia avaliar a utilização de cada solução com bancos de dados diferentes para avaliar a portabilidade.

PCP3 - O produto e/ou componente do produto é projetado e documentado

Deve-se projetar o produto ou os componentes do produto de acordo com os requisitos especificados. Este projeto (*design*) geralmente é constituído de duas atividades: o projeto (*design*) da arquitetura do sistema e o projeto (*design*) do software. O projeto (*design*) da arquitetura do sistema visa identificar que requisitos do sistema devem ser alocados a que elementos do sistema [ISO/IEC, 2008]. A arquitetura deve identificar itens de hardware, software e operações manuais [ISO/IEC, 2008].

O projeto (*design*) do software especifica, para cada componente definido na arquitetura, um projeto (*design*) que atenda os requisitos definidos. Este projeto (*design*) é refinado em níveis cada vez menores até chegar ao nível de unidades de software que possam ser codificadas e testadas. O produto das atividades de projeto (*design*) é a documentação necessária para a implementação do produto ou dos componentes do produto, assim como para a execução de outras atividades do ciclo de vida do produto como a manutenção ou instalação.

PCP4 - As interfaces entre os componentes do produto são projetadas com base em critérios predefinidos

Um recurso fundamental dos componentes é a capacidade de definir interfaces. O componente precisa expor alguns dos meios para os outros componentes se comunicarem com ele [PENDER, 2004]. Uma interface declara o conjunto de serviços que são fornecidos ou exigidos pelo componente.

O projeto (*design*) deve conter a descrição das interfaces, assim como os critérios utilizados para a seleção destas interfaces. Estas descrições das interfaces englobam as interfaces entre: componentes e componentes; componentes de mais baixo nível e componentes de mais alto nível; componentes e produtos do processo de ciclo de vida; e componentes e itens externos. A escolha da interface deve levar em consideração os requisitos definidos durante o processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE).

O processo Integração do Produto (ITP) utilizará as interfaces projetadas de acordo com os requisitos desenvolvidos para integrar os componentes de forma consistente.

PCP5 - Uma análise dos componentes do produto é conduzida para decidir sobre sua construção, compra ou reutilização

Devido a fatores como a globalização, a forte competitividade e o crescimento da complexidade dos produtos de software, as organizações buscam melhores formas de se organizarem. As organizações tentam focar em suas atividades principais, a fim de melhorar a gerência dos custos. Isto levanta questões como [BOUCHRIHA, *et. al.*, 2002]: Que recursos deveriam ser desenvolvidos para aumentar as competências da organização? Que atividades deveriam ser feitas por outras organizações e que parceiros em potencial deveriam ser contratados para executar estas atividades? Que atividades internas deveriam ser preservadas e desenvolvidas pela própria organização? Como os recursos da organização deveriam ser alocados em relação às atividades? É vital para as organizações que os custos de desenvolvimento dos produtos sejam reduzidos, assim como seu prazo de lançamento no mercado (*time to market*).

Um meio de conseguir estes dois objetivos é delegar a outras organizações a confecção de componentes do produto, desde que estes componentes não façam parte da competência central da organização. É necessário, portanto, a existência de uma abordagem que permita a uma organização decidir o que lhe é mais vantajoso: desenvolver um determinado componente internamente; contratar uma outra organização para fazer este desenvolvimento; ou reutilizar um componente já disponível na organização. As organizações devem ser capazes de escolher as partes do produto que serão produzidas internamente e as partes dos produtos que serão produzidas por organizações contratadas. As abordagens existentes na literatura para responder a estas questões possuem duas correntes principais de pensamento: a primeira busca responder a pergunta sob um ponto de vista econômico e a segunda foca no ponto de vista estratégico [CÁNEZ *et al.*, 2001].

PCP6 - Os componentes do produto são implementados e verificados de acordo com o que foi projetado

Os componentes do produto devem ser implementados de acordo com o que foi especificado no projeto (*design*) e a documentação relacionada a estes componentes deve ser desenvolvida.

A implementação do projeto (*design*) é feita por meio da utilização de um método como, por exemplo: programação orientada a objetos; programação estruturada; programação orientada a aspectos; programação imperativa; programação orientada a eventos; reutilização de código; e geração automática de código.

Também é necessário revisar cada componente do produto. Esta revisão pode ser feita, por exemplo, por meio de revisão por pares e/ou testes de unidades. Assim, uma vez que as unidades sejam implementadas é necessário verificá-las em relação aos requisitos e ao projeto (*design*). Esta verificação é feita de acordo com critérios definidos - ver processo Verificação (VER).

PCP7 - A documentação é identificada, desenvolvida e disponibilizada de acordo com os padrões estabelecidos

Deve-se desenvolver a documentação associada ao projeto (*design*) e para o usuário final, de acordo com padrões. Também é necessário identificar que documentos serão produzidos, quando serão produzidos, por quem serão produzidos e quem são os interessados nestes documentos.

A satisfação deste resultado implica na produção de um pacote de dados técnico que descreva o produto, de uma forma que permita às diferentes pessoas que trabalharão realizarem suas tarefas de desenvolvimento ou de manutenção. Este pacote de dados técnico contém a documentação produzida durante o projeto que tem início com a avaliação das alternativas de solução. O pacote de dados técnico pode conter, por exemplo, o projeto (*design*) da arquitetura do sistema, o raciocínio por trás das decisões tomadas, o projeto (*design*) dos componentes, o projeto (*design*) das interfaces e a rastreabilidade entre os requisitos e os componentes do projeto e interfaces.

PCP8 - A documentação é mantida de acordo com os critérios definidos

A documentação necessária para a manutenção, operação e instalação do produto deve ser mantida e revisada, de acordo com critérios previamente definidos, para garantir a consistência em relação aos requisitos e ao projeto (*design*).

Padrões podem facilitar o entendimento e a leitura da documentação. Alguns exemplos de possíveis padrões são:

- Fontes a serem utilizadas, dependendo do contexto (rodapé, título, conteúdo etc.);
- Uso de abreviações;
- Tamanho das fontes;
- Compatibilidade com processadores de texto;
- Imagens geralmente utilizadas pela organização na documentação.

Os critérios incluem, por exemplo, como a documentação será mantida no sentido de controlar as suas modificações durante o projeto, mantendo-a consistente com os demais artefatos gerados durante o projeto, ou então se a documentação será desenvolvida aos poucos, durante as atividades do projeto, ou se será desenvolvida toda de uma vez só, no final do projeto. Estes critérios também podem indicar como a documentação estará organizada e que itens/requisitos do sistema deverá descrever.

9.5 Validação (VAL)

9.5.1 Propósito

O propósito do processo Validação é confirmar que um produto ou componente do produto atenderá a seu uso pretendido quando colocado no ambiente para o qual foi desenvolvido.

O processo Validação diz respeito, portanto, a como avaliar a qualidade de um produto ou componente de produto, garantindo que atenda às necessidades de seus

usuários, quando colocado em seu ambiente de uso. O objetivo da validação é garantir que o produto correto está sendo desenvolvido.

Os resultados esperados deste processo estão relacionados a resultados esperados dos processos Desenvolvimento de Requisitos (DRE) e Integração do Produto (ITP).

A interseção deste processo com o processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE) está presente no resultado esperado referente à validação dos requisitos desenvolvidos, desde as fases iniciais do ciclo de vida, para assegurar que o desempenho do produto, quando instalado no seu ambiente de uso, será adequado.

A interseção com o processo Integração do Produto (ITP) está presente na avaliação dos componentes do produto integrados onde pode ser feita uma validação desses componentes e também no momento da entrega do produto ao cliente, garantindo que este se comporta adequadamente em seu ambiente alvo.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo de Validação (VAL) no nível de maturidade D do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

São permitidas exclusões dos resultados esperados do processo, dependendo do escopo de atuação da Fábrica de Software. Caso a Fábrica de Software tenha, em seu escopo de trabalho, a realização de atividades de teste de homologação/aceitação, este processo deverá estar presente, caso contrário, poderá ser excluído do escopo da avaliação.

A aprovação das exclusões é responsabilidade do avaliador líder. Todas as exclusões de processos devem estar listadas no Plano de Avaliação, no Relatório de Avaliação e no Resultado da Avaliação.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

9.5.2 Fundamentação teórica

A qualidade de software destaca-se como um diferencial de mercado visto que sua importância está no fato de produzir sistemas cada vez melhores e, assim, assegurar a satisfação do cliente. Nesse contexto, a validação é considerada um elemento importante para a garantia da qualidade e, portanto, deve ser planejada e executada, com eficácia, durante o desenvolvimento do software.

A validação de software visa avaliar a qualidade de produtos ou componentes de produto. Um componente de produto é uma parte do produto final ou algo usado no seu desenvolvimento que faz parte da entrega; e, produto é qualquer artefato associado à execução de um processo que se pretende entregar ao cliente ou usuário final [SOFTEX, 2009a].

Validação é a confirmação, por exame e fornecimento de evidência objetiva, de que os requisitos específicos, para um determinado uso pretendido, são atendidos [ISO/IEC, 2008]. O objetivo da validação é assegurar que o software que está sendo desenvolvido é o software correto de acordo com os requisitos do usuário [ROCHA *et al.*, 2001].

Frequentemente, a validação de software está fortemente associada à verificação de software sendo que, normalmente, elas são executadas em conjunto, pois muitas vezes é difícil determinar onde uma começa e onde a outra termina. De uma maneira geral, pode-se dizer que a verificação se preocupa em avaliar se o produto está sendo desenvolvido corretamente, enquanto a validação visa assegurar que se está desenvolvendo o produto correto, isto é, o produto que o cliente deseja [BOEHM, 1981].

A norma internacional ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008] define que, nas atividades de desenvolvimento, a verificação refere-se ao processo de examinar o resultado de uma atividade para determinar sua conformidade com os requisitos estabelecidos para a mesma atividade, enquanto a validação se refere ao processo de examinar um produto para determinar sua conformidade com as necessidades do usuário. Esta norma define que a validação é feita normalmente no produto final sob condições de operação definidas, podendo, contudo, tornar-se necessária em fases anteriores. Por exemplo, em projetos cujos requisitos não são bem conhecidos, pode-se tornar necessária uma validação dos requisitos identificados inicialmente usando um protótipo. A validação dos requisitos visa garantir que o produto a ser desenvolvido se comportará adequadamente no seu ambiente de uso. Esta norma também apresenta um processo de validação que pode ser usado como referência auxiliar na implementação deste processo e na interpretação de seus resultados esperados.

Atividades de validação normalmente são executadas nas etapas iniciais e finais do desenvolvimento de um produto, começando geralmente com a validação dos requisitos e, posteriormente, terminando com a validação do produto final no ambiente operacional [TIAN, 2005]. Uma vez que a validação se preocupa com o atendimento das necessidades dos clientes e usuários do produto, é recomendável que, sempre que possível, os usuários finais sejam envolvidos nas atividades de validação.

Uma forma de realizar a validação é por meio de uma série de testes que demonstrem que o produto correto está sendo desenvolvido. O teste é um dos mais importantes métodos de garantia da qualidade do produto e, frequentemente, o mais usado [TIAN, 2005]. Consiste em sua análise dinâmica, ou seja, na sua execução com o objetivo de verificar a presença de defeitos e aumentar a confiança de que o produto esteja correto [ROCHA *et al.*, 2001].

Quando o software é desenvolvido para um cliente específico, uma série de testes de aceitação pode ser conduzida para permitir ao cliente validar o produto. Este tipo de teste pode ser conduzido pelo cliente ou pelos desenvolvedores, mas o principal participante é o cliente. Os testes de aceitação podem ser conduzidos por um período de tempo de dias a meses, descobrindo erros que poderiam degradar o sistema ao longo do tempo. Por outro lado, quando o software é desenvolvido como um produto para ser usado por diversos clientes, é impraticável realizar testes de aceitação formais com cada um deles. A maioria dos fabricantes de software utiliza um processo chamado de testes alfa e beta para detectar erros que apenas os usuários finais parecem ser capazes de encontrar. Nas duas abordagens, os testes são realizados pelo cliente, sendo que, no primeiro, o teste é realizado em um ambiente controlado, com o acompanhamento do desenvolvedor, enquanto no

segundo, o teste é realizado em ambiente real de uso pelo cliente, que reporta os erros ao desenvolvedor [PRESSMAN, 2005].

Vale salientar que testes no contexto de verificação e de validação são complementares. Em hipótese alguma, estes deverão ser encarados como atividades redundantes. Tanto um quanto o outro possui natureza e objetivos distintos, fortalecendo o processo de detecção de erros e aumentando a qualidade final do produto [BARTIÉ, 2002].

No entanto, a validação de software não é somente teste. Requisitos devem ser especificados e o uso pretendido para estes requisitos deve ser avaliado por meio da validação. Portanto, além dos testes, diversas outras técnicas podem ser utilizadas na validação, dentre elas: prototipação, simulações, *model checking*, utilização de cenários de caso de uso [PFLEEGER, 2004; PRESSMAN, 2005; SUKUMARAN *et al.*, 2006; SEYBOLD *et al.*, 2005; SOMÉ, 2005].

Dentre estas técnicas, a prototipação merece destaque. Um protótipo é um produto parcialmente desenvolvido, que possibilita aos clientes e desenvolvedores examinarem certos aspectos do sistema proposto e decidir se eles são ou não apropriados ou adequados para o produto acabado [PFLEEGER, 2004]. A prototipação é uma técnica de validação de requisitos bastante útil, pois normalmente é uma forma de validar a interpretação que os engenheiros de software têm dos requisitos e também de elicitare novos requisitos. A vantagem do protótipo é que ele pode tornar mais fácil interpretar as suposições feitas e, quando necessário, dar um retorno muito útil sobre as interpretações erradas [IEEE, 2004].

É importante ressaltar que a realização da validação em um projeto de software envolve um bom planejamento que determine quais produtos serão validados, quais métodos e técnicas serão utilizados, além de incluir também a definição dos ambientes necessários para validação, ferramentas e demais recursos que serão utilizados na validação.

Uma das possíveis formas de se executar o processo de validação ao longo do desenvolvimento do produto é começar com o planejamento da validação integrado ao planejamento do projeto no início do desenvolvimento, seguindo com a execução da validação ao longo do projeto, conforme planejado, iniciando pela validação dos requisitos e terminando com os testes do produto em seu ambiente de uso.

É de se esperar que a validação bem sucedida tenha como benefícios, dentre outros: (i) maior satisfação do cliente, devido ao melhor atendimento às suas necessidades; (ii) redução de retrabalho, devido, principalmente, à validação dos requisitos; (iii) redução de custos, decorrente da redução de retrabalho; e (iv) maior competitividade, originada na maior satisfação do cliente.

9.5.3 Resultados esperados

VAL1 - Produtos de trabalho a serem validados são identificados

Este resultado esperado visa garantir que sejam identificados os produtos ou componentes de produto que serão validados ao longo do projeto.

Esta identificação pode ocorrer nos estágios iniciais do projeto, com base nos artefatos que serão produzidos pelo processo. Uma boa prática é definir critérios para seleção dos produtos ou componentes de produto que serão validados e

selecioná-los segundo estes critérios. Pode-se, por exemplo, selecionar os produtos mais relevantes com base nas necessidades do cliente ou levando-se em consideração os riscos associados aos produtos, pois, uma vez que produtos com grande risco associado precisam ser mais confiáveis, podem precisar ser mais fortemente validados.

É possível, também, definir, em nível organizacional, uma lista de produtos ou componentes de produto que normalmente são validados, de forma que os projetos só precisem adaptar essa lista às suas necessidades. Diretrizes também podem ser utilizadas para guiar a seleção.

VAL2 - Uma estratégia de validação é desenvolvida e implementada, estabelecendo cronograma, participantes envolvidos, métodos para validação e qualquer material a ser utilizado na validação

Este resultado esperado tem como objetivo garantir que as atividades de validação sejam planejadas com a definição de procedimentos, infra-estrutura necessária, cronograma, recursos e responsabilidades. Os métodos a serem usados nas atividades de validação também devem ser identificados.

Alguns métodos de validação requerem um planejamento específico que deve ser realizado, por exemplo, o planejamento dos casos de testes. Deve ser definido ainda um cronograma para as atividades de validação e os recursos necessários à execução das atividades devem ser planejados. Este cronograma e a alocação dos recursos, tanto humanos quanto outros recursos em geral, devem estar integrados ao Plano do Projeto.

Prototipação é um dos métodos para a validação de requisitos. Para isto pode ser construído um protótipo descartável ou um protótipo evolutivo. Protótipos têm como objetivo aprender mais sobre o problema ou explorar a viabilidade de possíveis soluções. Protótipos descartáveis não são utilizados posteriormente. Protótipos evolutivos podem ser utilizados como a base de uma parte ou de todo o software a ser fornecido [PFLEEGER, 2004].

A validação é realizada, principalmente, por meio de testes. Após se ter o produto desenvolvido, é possível realizar uma série de testes de desempenho para avaliar o comportamento do produto em seu ambiente de uso, tais como testes de estresse, testes de volume, testes de tempo, testes de usabilidade, dentre outros [RAKITIN, 2001]. Após testar o sistema e garantir que ele se comporta conforme especificado, tanto para os requisitos funcionais quanto para os não-funcionais, o cliente pode avaliar o sistema para determinar se o sistema construído é o que ele deseja. Neste momento, o teste de aceitação pode ser realizado. Após a aceitação do sistema por parte do cliente, ele pode ser avaliado quanto à sua instalação no ambiente de uso. Essa avaliação é feita com o teste de instalação que tem por objetivo permitir que os usuários executem as funções do sistema e documentem problemas adicionais específicos do ambiente de operação [PFLEEGER, 2004].

VAL3 - Critérios e procedimentos para validação dos produtos de trabalho a serem validados são identificados e um ambiente para validação é estabelecido

O objetivo deste resultado esperado é garantir que os critérios e procedimentos a serem utilizados para a validação foram identificados e que foi estabelecido um ambiente para validação, semelhante ao ambiente operacional.

Devem ser definidos os critérios para a validação de cada produto ou componente do produto. Para ajudar a determinar se um critério foi ou não atendido, algumas métricas podem ser definidas. Alguns exemplos de critérios para validação dos requisitos são: adequação funcional e usabilidade. Para validação de um software alguns critérios de validação poderiam ser: tempo de resposta, tolerância a falhas, recuperabilidade, uso de memória, confiabilidade e portabilidade. Algumas sugestões de critérios e métricas que podem ser usados na validação de produtos de software podem ser encontradas nos relatórios técnicos [ISO/IEC, 2003b; ISO/IEC, 2003c; ISO/IEC, 2004d].

A preparação do ambiente de validação pode envolver identificar e disponibilizar as ferramentas, tais como ferramentas de apoio ao planejamento e execução dos testes, os recursos de hardware, infra-estrutura de rede, entre outros recursos necessários.

VAL4 - Atividades de validação são executadas para garantir que o produto esteja pronto para uso no ambiente operacional pretendido

Este resultado esperado visa garantir que as atividades de validação foram realizadas nos produtos e componentes de produto conforme o planejado.

Uma das principais formas de se realizar a validação é executando testes. A realização dos testes ao longo de todo o processo de desenvolvimento do software é possível por meio da execução de quatro etapas distintas [ROCHA *et al.*, 2001]:

- Planejamento: Consiste em definir um plano de testes que determine os critérios a serem avaliados no produto a ser testado, os recursos necessários e o cronograma para execução dos testes;
- Projeto de casos de teste: Consiste em selecionar as técnicas de testes que serão usadas, especificar os casos de teste e definir os procedimentos de teste;
- Execução: Consiste em executar os casos de teste especificados seguindo os procedimentos definidos;
- Avaliação dos resultados: Consiste em analisar os resultados dos testes confrontando-os com os resultados esperados.

VAL5 - Problemas são identificados e registrados

Este resultado esperado visa garantir que os problemas identificados durante a execução das atividades de validação foram documentados e que foram definidos quais problemas serão tratados. Estes problemas devem ser acompanhados até sua conclusão.

Nem todos os problemas encontrados precisam ser corrigidos. A organização pode definir critérios que facilitem essa análise considerando os riscos para o projeto e o impacto na qualidade do produto.

VAL6 - Resultados de atividades de validação são analisados e disponibilizados para as partes interessadas

O alcance deste resultado esperado envolve realizar uma análise dos resultados obtidos em decorrência da execução das atividades relacionadas a validação e disponibilizar estes resultados para o cliente, ou seu representante na execução das atividades, e outras partes interessadas.

Assim, uma forma de alcance deste resultado é por meio da análise de laudos de avaliação e relatórios de testes que contenham informações sobre os resultados obtidos após a realização das atividades de validação. A avaliação destes resultados permite responder questões como:

- Os critérios definidos foram satisfeitos?
- As ações corretivas planejadas foram concluídas?
- A validação foi executada conforme planejado?
- Os resultados obtidos permitem a aprovação do artefato validado?
- O produto final está pronto para o uso pretendido?

VAL7 - Evidências de que os produtos de software desenvolvidos estão prontos para o uso pretendido são fornecidas

Quando as atividades de teste são realizadas e há evidências que o produto satisfaz os requisitos e as expectativas do cliente, o produto pode ser considerado validado. Para isso o produto deve ser testado em seu ambiente real de uso ou em uma reprodução deste ambiente.

É necessário registrar os resultados da validação, evidenciando que o produto está pronto para o uso. Uma das formas de garantir que o produto está pronto para ser usado é realizar uma reunião com os clientes e/ou usuários finais onde sejam apresentados os resultados da validação, a correção dos problemas detectados e se obtenha o aceite de que o produto está pronto para o uso.

9.6 Verificação (VER)

9.6.1 Propósito

O propósito do processo Verificação é confirmar que cada serviço e/ou produto de trabalho do processo ou do projeto atende apropriadamente os requisitos especificados.

O processo Verificação trata de como avaliar produtos de trabalho e serviços, garantindo que atendam a seus requisitos, por meio da identificação dos itens a serem verificados, do planejamento da verificação de cada um destes itens e da execução da verificação conforme planejado ao longo do desenvolvimento do produto.

Os resultados esperados deste processo estão relacionados a resultados esperados dos processos Desenvolvimento de Requisitos (DRE), Projeto e Construção do Produto (PCP) e Integração do Produto (ITP).

A interseção deste processo com o processo Desenvolvimento de Requisitos (DRE) está presente no resultado esperado referente à análise dos requisitos desenvolvidos para garantir que estes são necessários e suficientes, onde pode ser realizada uma verificação desses requisitos.

A interseção com o processo Projeto e Construção do Produto (PCP) está presente no resultado esperado referente à implementação e verificação, de acordo com o que foi especificado no projeto (*design*) dos componentes do produto e a sua documentação associada. A verificação desses componentes do produto pode ser realizada por meio de revisão por pares e/ou testes.

A interseção com o processo Integração do Produto (ITP) está presente ao longo de toda a integração, uma vez que há uma forte dependência dos testes de integração, que são técnicas de verificação. Vale destacar a interseção nos resultados esperados referentes à: (i) verificação dos componentes do produto para garantir que estes estão prontos para a integração, baseando-se em critérios predefinidos; (ii) avaliação dos componentes do produto integrados onde pode ser feita uma verificação desses componentes; (iii) desenvolvimento e aplicação de uma estratégia de regressão para uma nova verificação do produto quando ocorre uma mudança nos componentes do produto; e (iv) preparação e entrega do produto ao cliente realizando a verificação final no produto antes da entrega.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Verificação (VER) no nível de maturidade D do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

9.6.2 Fundamentação teórica

O principal objetivo da engenharia de software é, sem dúvida, melhorar a qualidade do software. Uma vez que a qualidade de um produto de software está diretamente relacionada à sua quantidade de defeitos, os defeitos de um produto de software devem ser detectados o mais cedo possível evitando o retrabalho [PUTNAM e MYERS, 2003]. De fato, há algumas evidências de que 40% a 50% do esforço de um projeto é gasto com retrabalho que poderia ser evitado [BOEHM e BASILI, 2001]. Além disso, o custo para detectar e corrigir defeitos cresce bastante à medida que eles são propagados para fases posteriores do processo de desenvolvimento.

Estudos mostram que o custo de corrigir um defeito de projeto ou de codificação na própria fase é entre 10 a 100 vezes menor do que o custo de corrigi-lo na fase de testes [ANDERSSON, 2003]. Essa é uma das principais motivações para o uso da verificação de software, que procura detectar os defeitos o quanto antes. Além de possibilitar a detecção de defeitos mais cedo, uma verificação efetiva pode aumentar a produtividade em projetos de software [BARRETO, 2006].

O termo “verificação” está definido de diversas formas na literatura. A verificação pode ser vista como a garantia de que produtos de uma fase particular do processo estão consistentes com os requisitos desta fase e da fase anterior [SCHULMEYER e MACKENZIE, 1999]. A norma internacional ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008] define verificação como sendo a confirmação, por exame e fornecimento de evidência objetiva, do atendimento aos requisitos especificados. O objetivo da verificação é determinar se os produtos de software de uma atividade atendem completamente aos requisitos ou condições impostas a eles nas atividades anteriores. Esta norma também apresenta um processo de verificação que pode ser usado como referência auxiliar na implementação deste processo e na interpretação de seus resultados esperados.

Atividades de verificação devem ser executadas ao longo do desenvolvimento de um produto, começando geralmente com a verificação dos requisitos, seguindo com a verificação dos produtos intermediários (projeto (*design*), código, dentre outros) e concluindo com a verificação do produto final. Estas avaliações da qualidade, distribuídas ao longo de todo o ciclo de vida, têm como objetivos: (i) assegurar que os requisitos estabelecidos podem ser alcançados; (ii) identificar os requisitos que não podem ser alcançados; (iii) garantir que o software é desenvolvido de forma uniforme; (iv) identificar erros para tomar medidas corretivas o mais cedo possível; e (v) tornar o projeto mais gerenciável [PRESSMAN, 2005].

A avaliação da qualidade de um produto de software deve ser baseada nos requisitos de qualidade especificados para o produto. Com o objetivo de auxiliar nesta avaliação, alguns critérios que atendam aos requisitos especificados devem ser identificados e, se satisfeitos, indicam o atendimento aos requisitos especificados. Para auxiliar na determinação da satisfação dos critérios, podem-se definir questões (*checklist*) a serem respondidas, ajudando na avaliação [BARRETO, 2006].

A verificação de produtos de software deve ser realizada por meio da aplicação de métodos e técnicas específicos ao longo do desenvolvimento do produto. Dois métodos de verificação são destacados na literatura [THELIN, 2002]; [SEI, 2006]: revisão por pares e testes.

Revisão por pares é um método estático de verificação no qual um artefato é examinado por qualquer integrante da equipe do projeto, exceto o autor do artefato, com o propósito de detectar defeitos [LAITENBERGER *et al.*, 2002]. Em uma revisão por pares são usados critérios objetivos para a avaliação. Por ser um método estático, isto é, que não depende da execução do código, a revisão por pares pode ser aplicada desde o início do projeto, ajudando a detectar defeitos mais cedo.

Testes têm como objetivo examinar o comportamento do software por meio de sua execução [JURISTO *et al.*, 2003]. Como o teste é baseado na execução do código, ele só pode ser usado depois que partes do software tenham sido implementadas e, portanto, em uma verificação baseada somente em testes, os defeitos provavelmente serão detectados tardiamente. Para possibilitar a detecção de defeitos tão cedo quanto possível, a proposta é associar testes às revisões por pares. Por isso, revisões e testes devem ser vistos como métodos complementares. As informações obtidas durante as revisões são extremamente úteis para os testes, por permitirem a identificação dos módulos críticos e propensos a erros [ROCHA *et al.*, 2001].

Verificação de software não é simples, uma vez que várias avaliações devem ser realizadas ao longo de um projeto e cada avaliação requer planejamento, controle e uso de técnicas de verificação adequadas. O planejamento da verificação pode ser iniciado no planejamento do projeto e refinado ao longo do projeto. Este planejamento deve estar integrado ao plano do projeto.

9.6.3 Resultados esperados

VER1 - Produtos de trabalho a serem verificados são identificados

Para atender a este resultado esperado deve-se analisar os produtos de trabalho que serão produzidos ao longo do projeto e selecionar aqueles a serem verificados.

Uma boa estratégia para seleção de produtos de trabalho leva em consideração as contribuições para o alcance dos objetivos e requisitos do projeto, considerando também os riscos do projeto. Desta forma, os principais produtos de trabalho em um projeto são geralmente objeto de atividades de verificação. Alguns possíveis produtos de trabalho selecionados para a verificação, por sua importância, podem ser o plano do projeto, o documento de requisitos, o documento de análise, o documento de projeto e o código-fonte.

VER2 - Uma estratégia de verificação é desenvolvida e implementada, estabelecendo cronograma, revisores envolvidos, métodos para verificação e qualquer material a ser utilizado na verificação

O alcance deste resultado esperado envolve definir uma estratégia de verificação descrevendo os procedimentos, a infra-estrutura necessária e as responsabilidades pelas atividades de verificação. Os métodos que serão usados para verificação de cada produto de trabalho selecionado para verificação devem ser identificados, garantindo, em cada projeto, a realização de algum tipo de revisão por pares e testes. As ferramentas que apoiarão a execução das atividades de verificação também devem ser definidas.

Alguns métodos de verificação podem ser classificados como sendo tipos particulares do método revisão por pares e diferem entre si pelo grau de formalidade e pelos papéis e responsabilidades dos participantes. Dentre estes, destacam-se os métodos *Walkthrough* e Inspeção [SEI, 2006]; LAITENBERGER *et al.*, 2002; SCHULMEYER e MACKENZIE, 1999].

O método *Walkthrough* tem por objetivo avaliar um ou mais artefatos para identificar defeitos e considerar possíveis soluções alternativas. Consiste de uma preparação e uma reunião de avaliação de, no máximo, duas horas e da qual participam, no máximo, sete pessoas. Os participantes assumem papéis específicos, tais como moderador, autor, secretário e membros [SCHULMEYER e MACKENZIE, 1999]. Ao moderador cabe, por exemplo, definir os demais participantes, organizar o *walkthrough* e definir local, data e agenda da reunião. O autor é o responsável pela produção dos artefatos avaliados além de apresentá-los durante a reunião. O secretário deve auxiliar o moderador durante a reunião enquanto os demais membros devem avaliar os artefatos, registrar os defeitos encontrados e sugerir soluções. Os problemas encontrados e as soluções propostas são registrados e a equipe, com base nos problemas encontrados, decide pela aceitação ou não dos artefatos avaliados. Caso julguem adequado, por exemplo, se encontrarem

problemas muito graves, os participantes podem decidir pela rejeição dos artefatos. Posteriormente, o autor corrige os problemas encontrados e, caso a decisão tenha sido a rejeição dos artefatos, outra avaliação deve ser realizada [SCHULMEYER e MACKENZIE, 1999].

Uma inspeção é realizada de acordo com um processo bem definido tendo como principais características a preparação para a reunião, realizada individualmente por cada participante, e o uso de *checklists* para facilitar a detecção de defeitos. Neste método, os participantes avaliam os artefatos com base nos critérios definidos nos *checklists* antes da reunião [SCHULMEYER e MACKENZIE, 1999]. Assim como no *walkthrough*, os inspetores, com base nos problemas encontrados, decidem pela aceitação ou não dos artefatos avaliados.

Além da inspeção e do *walkthrough*, a revisão por pares pode ser implementada com uma revisão simples, onde somente uma pessoa revisa o artefato, desde que: o revisor não seja o próprio autor do documento; o revisor seja um “par” do autor, isto é, o revisor exerça uma função semelhante à do autor ou, no mínimo, tenha conhecimento sobre o documento para revisar o seu conteúdo; e que sejam usados critérios objetivos para a revisão.

Testes têm como objetivo verificar dinamicamente o comportamento de um programa, usando um conjunto de casos de teste adequadamente selecionados, em relação ao seu comportamento esperado [IEEE, 2004]. A execução dos testes envolve várias fases e abrange verificação e validação. Primeiro, cada unidade do programa é testada, isolada das demais unidades. Esse teste, conhecido como teste de unidade, verifica se a unidade funciona de forma adequada aos tipos de entrada esperados, a partir do estudo do projeto (*design*) da unidade. Quando todas as unidades já tiverem sido testadas, a próxima fase é realizar o teste de integração, para assegurar que as interfaces entre as unidades foram definidas e tratadas adequadamente. Após assegurar que as informações são passadas entre as unidades de acordo com o que foi projetado, é o momento de realizar o teste do sistema. O teste do sistema envolve: teste funcional; teste de desempenho; teste de aceitação; e teste de instalação. O teste funcional verifica se o sistema integrado realiza as funções especificadas nos requisitos. Após garantir que as funções do sistema são executadas conforme especificado, pode-se realizar o teste de desempenho que tem como objetivo avaliar como o sistema se comporta em relação aos requisitos não-funcionais especificados, tais como tempo de resposta, uso do processador, segurança, dentre outros. Neste ponto, o produto deve operar conforme os desenvolvedores pretendem e pode-se dizer que o produto está verificado [PFLEEGER, 2004; WALLACE *et al.*, 1996].

Para guiar os desenvolvedores durante a realização dos testes, diversas técnicas de teste estão definidas na literatura [TIAN, 2005; IEEE, 2004; RAKITIN, 2001; ROCHA *et al.*, 2001]. As técnicas de teste de software podem ser classificadas de acordo com a origem das informações utilizadas para estabelecer os requisitos de teste. Estas técnicas podem ser classificadas como [MALDONADO e FABRI, 2001]:

- Funcional: aborda o software de um ponto de vista macroscópico e estabelece os requisitos de teste a partir da especificação do produto. Esta técnica também é chamada de “caixa-preta” ou “comportamental”;

- Estrutural: estabelece os requisitos de teste com base na implementação do código. Esta técnica também é chamada de “caixa-branca” ou “caixa-de-vidro”;
- Com base em erros: estabelece os requisitos explorando os erros típicos e comuns cometidos durante o desenvolvimento do software;
- Com base em máquina de estado finito: utiliza a estrutura de máquinas de estado finito e o conhecimento subjacente para determinar os requisitos de teste.

A maior diferença entre teste funcional e estrutural está na perspectiva e no foco. Teste funcional tem o foco no comportamento externo de um sistema de software ou de alguns de seus componentes, considerando o objeto a ser testado como uma caixa preta que nos impede de ver seu interior. Por outro lado, teste estrutural coloca o foco na implementação interna, considerando o objeto a ser testado como uma caixa branca que nos permite ver seu interior.

Além de identificar os métodos de verificação que serão usados, é necessário definir os participantes envolvidos na verificação e seus respectivos papéis. Também devem ser definidos os interessados nos resultados de cada verificação a ser realizada bem como os procedimentos para disponibilizar tais resultados. Deve ser definido, ainda, um cronograma para as atividades de verificação e os recursos necessários à execução das atividades devem ser planejados. Este cronograma e a alocação dos recursos, tanto humanos quanto outros recursos em geral, devem estar integrados ao plano do projeto.

O planejamento específico requerido para cada método de verificação também deve ser documentado como, por exemplo, o planejamento das revisões por pares identificando os papéis, a documentação para a preparação individual, a data e o local da reunião preliminar (se houver) e da reunião de inspeção, se é uma re-inspeção ou não e critérios para decidir se será feita uma nova inspeção e, também, o planejamento dos testes. Além disso, qualquer material necessário à verificação de um determinado produto de trabalho como, por exemplo, o material para preparação individual das revisões por pares, deve ser identificado neste planejamento e disponibilizado no momento da execução da verificação.

VER3 - Critérios e procedimentos para verificação dos produtos de trabalho a serem verificados são identificados e um ambiente para verificação é estabelecido

O alcance deste resultado esperado implica na definição dos critérios e procedimentos que serão utilizados para a verificação de cada produto de trabalho e na preparação do ambiente para verificação, disponibilizando ferramentas, recursos de hardware, infra-estrutura de rede e outros recursos necessários à execução das atividades planejadas.

Para ajudar a determinar se um critério foi ou não atendido, questões (*checklist*) e/ou métricas para cada critério podem ser definidas. Algumas sugestões de critérios e questões para alguns artefatos podem ser encontradas em [ISO/IEC, 2008]; ISO/IEC, 2001; RAKITIN, 2001; McCONNELL, 2004; MYERS, 2004; BARRETO, 2006].

Os relatórios técnicos [ISO/IEC, 2003b; ISO/IEC, 2003c; ISO/IEC, 2004d] apresentam um conjunto de critérios para avaliação de produto associados às

características de qualidade do produto e métricas relacionadas a esses critérios. Para cada métrica são apresentados o nome e o propósito da métrica, o método para sua aplicação, as fórmulas de cálculo da métrica e os elementos computacionais usados na composição da métrica, a interpretação do valor medido, o tipo de escala da métrica, o tipo de medida, os dados de entrada para a medição, as referências à ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008] e os usuários interessados nos resultados da métrica. A Tabela 9-1 mostra um exemplo com características de qualidade, critérios e questões para verificação de um documento de requisitos do software utilizando revisão por pares [BARRETO, 2006].

Tabela 9-1 - Exemplo de Critérios para Avaliação de Requisitos de Software [BARRETO, 2006].

Característica de Qualidade	Critério	Checklist
Consistência	Consistência Interna	Os requisitos são consistentes entre si?
	Consistência Externa	Os requisitos do software são consistentes com os requisitos do cliente?
		Os requisitos do software são consistentes com os requisitos do sistema?
Clareza	Clareza	O significado de cada requisito é compreensível?
		Os requisitos estão descritos com um nível de detalhes suficiente para o entendimento?
		Os requisitos podem ser entendidos e desenvolvidos por um grupo independente?
Testabilidade	Viabilidade de testes	Cada requisito é testável?
Adequação	Adequação às necessidades do cliente	Os requisitos descritos são adequados às necessidades do cliente?
Segurança	Controle de acesso	Todos os usuários do software estão identificados?
		Os requisitos de segurança estão especificados?

VER4 - Atividades de verificação, incluindo testes e revisões por pares, são executadas

Este resultado esperado visa garantir que as atividades de verificação são executadas conforme planejado, o que inclui, obrigatoriamente, a realização de revisão por pares e testes.

VER5 - Defeitos são identificados e registrados

Este resultado esperado visa garantir que os defeitos identificados durante a execução da verificação são documentados e registrados. Para registro dos defeitos identificados pode-se usar uma classificação de defeitos, por exemplo, por

severidade (crítico, sério, moderado) ou por origem (requisitos, projeto (*design*), código, testes).

Após a eliminação dos defeitos, deve-se julgar a necessidade de executar nova verificação para garantir que os defeitos foram removidos adequadamente e que novos defeitos não foram introduzidos no produto ou componente do produto.

Nem todos os defeitos encontrados precisam ser corrigidos. A organização pode definir critérios que facilitem essa análise considerando os riscos para o projeto e o impacto na qualidade do produto.

VER6 - Resultados de atividades de verificação são analisados e disponibilizados para as partes interessadas

O alcance deste resultado esperado envolve realizar uma análise dos resultados obtidos em cada atividade de verificação e disponibilizar estes resultados para as partes interessadas.

Assim, uma forma de alcance deste resultado é pela análise de laudos de avaliação e relatórios de testes que contenham informações sobre os resultados obtidos após a realização das atividades de verificação. Exemplos de perguntas que podem ser respondidas com esta avaliação incluem:

- Os critérios definidos foram satisfeitos?
- As ações corretivas planejadas foram concluídas?
- A verificação foi executada conforme planejado?
- Os resultados obtidos permitem a aprovação do artefato verificado?

9.7 Os atributos de processo no nível D

A evolução do nível E para o nível D não apresenta novidades em termos dos atributos de processo já implantados no nível E. A evolução para o nível D do MR-MPS implica, portanto, apenas na definição e implementação dos cinco novos processos com a mesma capacidade dos processos já implantados.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade C do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

10 Implementação do Nível C do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

10.1 Evoluindo do nível D para o nível C

A evolução do nível D para o nível C não apresenta novidades em termos dos processos e atributos de processo já implantados no nível D.

A evolução para o nível C do MR-MPS implica, portanto, apenas na definição e implementação de três novos processos com a mesma capacidade dos processos já implantados: Gerência de Decisões (GDE), Desenvolvimento para Reutilização (DRU) e Gerência de Riscos (GRI).

Neste nível são permitidas exclusões de resultados esperados apenas do processo Desenvolvimento para Reutilização (DRU) conforme definido na seção 10.2.1.

10.2 Desenvolvimento para Reutilização (DRU)

10.2.1 Propósito

O propósito do processo Desenvolvimento para Reutilização é identificar oportunidades de reutilização sistemática de ativos na organização e, se possível, estabelecer um programa de reutilização para desenvolver ativos a partir de engenharia de domínios de aplicação.

A Reutilização de Software é a disciplina responsável pela criação de sistemas de software a partir de software preexistente [KRUEGER, 1992]. Diferentemente da reutilização *ad hoc*, que usualmente se concretiza com cópia de trechos de artefatos preexistentes, a disciplina de Reutilização de Software visa sistematizar e difundir práticas de reutilização na organização. O processo Desenvolvimento para Reutilização é um dos mecanismos utilizados pela disciplina de Reutilização de Software para esse fim.

O Desenvolvimento para Reutilização visa aplicar técnicas de engenharia de domínio para definir o escopo, especificar a estrutura e construir ativos reutilizáveis para uma classe de sistemas, subsistemas ou aplicações [IEEE, 2004]. Esses ativos reutilizáveis, por serem produzidos a partir da engenharia de domínio, são denominados ativos de domínio. Desta forma, o principal resultado da aplicação do processo Desenvolvimento para Reutilização é a especificação, projeto (*design*) e implementação de ativos de domínio que atendam a famílias de aplicações ou a domínios de conhecimento específicos.

O Desenvolvimento para Reutilização se inicia na identificação do potencial de reutilização e da capacidade de reutilização da organização. Essa etapa visa minimizar o risco de implantação de um programa de reutilização. Em situações onde o Desenvolvimento para Reutilização se aplica, a etapa seguinte consiste na análise, projeto (*design*) e implementação de ativos de domínio, seguindo processos e notações de engenharia de domínio previamente definidos. A partir desse momento, os ativos de domínio podem ser alvo de propostas de reutilização, de acordo com processos de engenharia de aplicação [JACOBSON *et al.*, 1997].

Como pode ser constatado, o Desenvolvimento para Reutilização não se propõe a definir quando e como os ativos de domínio são reutilizados, papel este reservado

ao próprio processo de desenvolvimento de software. A sua atuação ocorre na criação e evolução desses ativos de domínio, levando em consideração a demanda existente nos diversos projetos da organização. Desta forma, é possível perceber que o processo Desenvolvimento para Reutilização atua tanto no nível organizacional, no que se refere à criação dos ativos de domínio, quanto em projetos específicos, no que se refere a solicitações de reutilização dos ativos de domínio.

O processo Desenvolvimento para Reutilização está relacionado com outros processos do MR-MPS. Por exemplo, o processo Gerência de Projetos apoia no planejamento do processo Desenvolvimento para Reutilização e do programa de reutilização; o processo Gerência de Decisões apoia na decisão sobre a implantação ou não de um programa de reutilização na organização; o processo Gerência de Riscos apoia na avaliação da capacidade de reutilização da organização; o processo Verificação apoia a revisão do programa de reutilização e dos ativos de domínio; o processo Aquisição apoia na aquisição de ativos de domínio no mercado; o processo Gerência de Configuração apoia na evolução dos ativos de domínio produzidos durante a execução do processo Desenvolvimento para Reutilização.

Por outro lado, o processo Desenvolvimento para Reutilização pode apoiar o processo Gerência de Reutilização, fornecendo ativos para serem disponibilizados para reutilização na organização, e o processo Projeto e Construção do Produto, quando é decidido por reutilizar componentes do produto.

Exclusões de resultados esperados deste processo são permitidas de acordo com o definido na Tabela 10-1.

Tabela 10-1 – Exclusões dos Resultados de DRU.

Oportunidades (DRU1)	Capacidade (DRU2)	Solução
Sim	Sim	- Os demais resultados do DRU são obrigatórios
Sim	Não	- Deve executar ações corretivas para gerar capacidade - Deve comprovar que essas ações corretivas estão em andamento - Os demais resultados podem ser excluídos dessa avaliação - Para a próxima avaliação, dentro de 3 anos, deve obrigatoriamente ter construído a capacidade
Não	Excluído	- Deve mostrar, via processo formal de tomada de decisão, que não existem oportunidades de reutilização - Os demais resultados podem ser excluídos enquanto houver ausência de oportunidades de reutilização (nessa e em próximas avaliações)

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Desenvolvimento para Reutilização (DRU) no nível de maturidade C do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

As exclusões de resultados deste processo permitidas estão definidas na tabela acima e não diferem das permitidas para outro tipo de organização.

A aprovação das exclusões é responsabilidade do avaliador líder. Todas as exclusões de processos devem estar listadas no Plano de Avaliação, no Relatório de Avaliação e no Resultado da Avaliação.

No caso de uma organização do tipo Fábrica de Software, por restrições contratuais, muitas vezes não é permitido reutilizar componentes entre projetos e/ou clientes diferentes.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

10.2.2 Fundamentação teórica

A Reutilização de Software surgiu em 1968, a partir da constatação de que sistemas de software poderiam ser construídos a partir de componentes preexistentes [MCILROY, 1968]. Naquele momento, componentes eram considerados apenas rotinas de código e os domínios de aplicação sugeridos para a criação de componentes eram de infra-estrutura (por exemplo, rotinas de aproximação numérica, conversão de entrada/saída, geometria 2D e 3D, processamento de texto e persistência).

Nessas últimas quatro décadas, foi possível notar uma grande evolução na disciplina de Reutilização de Software: os componentes reutilizáveis, que eram considerados como rotinas de código, hoje são tratados em diferentes níveis de abstração; os domínios de aplicação, que focavam basicamente em infra-estrutura, hoje estão migrando cada vez mais para domínios de negócio, onde ganhos maiores com a aplicação de reutilização podem ser observados; e os processos de apoio se tornaram cada vez mais maduros.

Sob a dimensão de processos, o processo de Reutilização de Software pode ser decomposto em dois processos principais [MOORE e BAILIN, 1991]: Desenvolvimento para Reutilização e Desenvolvimento com Reutilização. O processo Desenvolvimento para Reutilização utiliza técnicas de engenharia de domínio na criação de ativos reutilizáveis para um domínio específico. O processo Desenvolvimento com Reutilização utiliza técnicas de engenharia de aplicação para a incorporação de ativos reutilizáveis preexistentes em novas aplicações.

De forma análoga ao desenvolvimento convencional de software, a engenharia de domínio pode ser subdividida em três subatividades principais: análise, projeto (*design*) e implementação. O principal produto produzido pela análise é o modelo de domínio. Por sua vez, o principal produto produzido pelo projeto (*design*) é a arquitetura de domínio. Finalmente, o principal produto produzido pela implementação são os ativos de domínio.

Contudo, para que o processo Desenvolvimento para Reutilização tenha sucesso, aspectos técnicos e organizacionais precisam ser considerados. No que se refere aos aspectos técnicos, diversos métodos foram propostos para apoiar na criação dos ativos de domínio. Por outro lado, no que se refere a aspectos organizacionais, diferentes questões também são importantes, tais como: composição das equipes, certificação dos componentes, responsabilidade de manutenção, aspectos legais, aspectos econômicos etc.

Como o objetivo do processo Desenvolvimento para Reutilização não é a construção de uma única aplicação, mas sim de ativos de domínio que atendam a famílias de aplicações, é necessário que esses ativos de domínio tenham um grau adequado de generalidade. Para isso, a engenharia de domínio faz uso de recursos usualmente utilizados na análise de sistemas convencional, acrescidos de funcionalidades especiais para especificar elementos obrigatórios ou opcionais, comuns ou variantes, dependências e restrições.

Uma característica obrigatória de um domínio representa algo que está presente em todas as aplicações para aquele domínio. Por outro lado, uma característica opcional de um domínio representa algo que pode ou não estar presente em aplicações do domínio. De forma perpendicular, uma característica comum do domínio tem o mesmo comportamento em todas as aplicações do domínio. Já uma característica variante do domínio pode ter comportamentos diferenciados para diferentes aplicações do domínio.

Além disso, podem existir relações específicas entre as diversas características de um domínio [KANG *et al.*, 1990]. Essas relações são usualmente divididas em duas categorias: dependência e exclusão mútua. A relação de dependência indica que uma característica só pode ser reutilizada de forma correta caso outras características também sejam reutilizadas em conjunto (por exemplo, característica A requer característica B). Por outro lado, a relação de exclusão mútua indica que uma característica só pode ser reutilizada de forma correta caso outras características não sejam reutilizadas em conjunto (por exemplo, característica A exclui característica B). Usualmente são utilizados outros operadores lógicos juntamente com essas relações para aumentar o poder de expressão do modelo de domínio.

Desta forma, um modelo de domínio descreve em um alto nível de abstração as diversas famílias de aplicações de um dado domínio. A partir do detalhamento desse modelo de domínio é obtida a arquitetura de domínio, que serve como base para priorização dos ativos de domínio a serem posteriormente adquiridos ou desenvolvidos.

Vale ressaltar que um elemento chave nesse cenário é a rastreabilidade entre as representações dos ativos de domínio em diferentes níveis de abstração. Com base nessa rastreabilidade, é possível selecionar determinadas características no modelo de domínio (recorte do modelo de domínio) e identificar quais ativos de domínio podem ser reutilizados para prover as características selecionadas.

10.2.3 Resultados esperados

DRU1 - Domínios de aplicação em que serão investigadas oportunidades de reutilização de ativos ou nos quais se pretende praticar reutilização são identificados, detectando os respectivos potenciais de reutilização

Com o intuito de viabilizar a decisão de implantação de um programa de reutilização, é necessário verificar se os ganhos proporcionados por essa implantação são maiores que os seus custos. Para isso, os domínios de atuação da organização são identificados. Essa identificação, que usualmente se baseia em projetos passados, é usualmente alinhada com os objetivos organizacionais e as metas de médio e longo prazo da organização. Com isso, além de perceber em quais domínios a organização atuou até então, é possível inferir domínios em que a organização pretende atuar em um futuro próximo.

Para cada domínio identificado, são analisados os potenciais de reutilização, levando em consideração os ativos de domínio preexistentes na organização e a possibilidade de adquirir ativos de domínio no mercado. O potencial de reutilização leva em consideração a importância do domínio para a organização em termos de projetos futuros que a organização pretende executar no domínio em questão e o nível de maturidade e estabilidade do domínio. Ou seja, um domínio em que existe uma grande oferta de ativos de domínio, mas que a organização não pretende atuar mais, é usualmente considerado de baixo potencial de reutilização sob o ponto de vista da organização. Da mesma forma, o potencial de reutilização de um domínio imaturo, com alto grau de instabilidade, é usualmente considerado baixo devido à dificuldade de manter um conjunto razoável de ativos de domínio disponível e consistente.

A não existência de domínios com potencial de reutilização na organização pode justificar a não adoção de um programa de reutilização. Contudo, para justificar essa não adoção, é fundamental a utilização de mecanismos formais de tomada de decisão, de acordo com o processo Gerência de Decisões.

DRU2 - A capacidade de reutilização sistemática da organização é avaliada e ações corretivas são tomadas, caso necessário

Outro fator de grande importância para o sucesso de implantações de programas de reutilização é a capacidade da organização em executar esse programa. Exemplos de critérios relevantes para avaliação neste contexto incluem recursos humanos, financeiros, de infra-estrutura e culturais. Sob o ponto de vista de recursos humanos, pessoas capacitadas para a execução sistemática do programa de reutilização podem garantir uma maior efetividade do programa. Em relação a recursos financeiros, é importante que a organização esteja ciente que o retorno dos investimentos em um programa de reutilização são obtidos em longo prazo. Quanto à infra-estrutura, um programa de reutilização demanda, como qualquer outro projeto de desenvolvimento de software, recursos apropriados para a sua execução. Finalmente, aspectos culturais também são importantes de serem considerados, pois, com a adoção de um programa de reutilização, as equipes passarão a utilizar ativos de domínio construídos e mantidos por outras equipes dentro da organização.

A avaliação da capacidade de reutilização sistemática da organização pode ser apoiada pelo processo Gerência de Riscos, onde o objetivo é minimizar os riscos de fracasso do programa de reutilização a ser implantado.

Caso a avaliação da capacidade da organização não tenha resultados positivos, a organização precisa tomar ações corretivas visando criar as condições necessárias para a adoção do programa de reutilização. Desta forma, uma avaliação negativa de capacidade de reutilização sistemática não justifica a não adoção de um programa de reutilização, mas sim o adiamento dessa adoção até que níveis adequados de capacidade sejam atingidos com a execução das ações corretivas.

DRU3 - Um programa de reutilização, envolvendo propósitos, escopo, metas e objetivos, é planejado com a finalidade de atender às necessidades de reutilização de domínios

Cenários onde a organização tem capacidade de reutilização sistemática e existem domínios com potenciais de reutilização são propícios para o sucesso de um programa de reutilização. Após a aplicação de mecanismos formais para tomada de decisão (por exemplo, por meio do processo Gerência de Decisões), caso seja comprovado esse cenário, a organização está apta para iniciar um programa de reutilização. Caso contrário, a adoção de um programa de reutilização pode ser suspensa temporariamente. Contudo, a avaliação formal precisa ser repetida periodicamente para verificar se o cenário propício para a adoção de um programa de reutilização foi atingido.

O programa de reutilização estabelece o propósito e as metas a serem atingidas com a adoção de Reutilização de Software na organização. Além disso, uma informação relevante é quanto aos recursos necessários e disponíveis para que essas metas possam ser alcançadas. Desta forma, elementos comuns no planejamento de um programa de reutilização são: os estágios intermediários a serem atingidos durante a implantação; as atividades a serem executadas, juntamente com os procedimentos, o cronograma e os responsáveis pela execução; os recursos disponíveis; os indicadores a serem utilizados para o monitoramento do programa; e o escopo em que o programa será conduzido. Esse escopo pode ser definido em diferentes dimensões: a organização como um todo ou unidades organizacionais específicas; todos os domínios em que a organização atua ou domínios específicos; para todos os tipos de ativos de domínio ou para tipos de ativos de domínio específicos etc.

Note que tanto as metas como os objetivos fornecem orientação e refletem as condições desejadas para melhoria do desempenho global da organização. Enquanto os objetivos são mais amplos, as metas são mais específicas, sendo mais adequadas para orientar as tomadas de decisão e atividades cotidianas da organização [VILLELA, 2004].

DRU4 - O programa de reutilização é implantado, monitorado e avaliado

O programa de reutilização é implantado de acordo com o planejado, como descrito no DRU3. Além disso, o programa de reutilização é monitorado levando em consideração os indicadores previamente planejados. Esse monitoramento compara o planejado com o realizado. As não-conformidades detectadas são reportadas, analisadas, avaliadas e tratadas.

Finalmente, o programa de reutilização é avaliado periodicamente, com o intuito de verificar a sua efetividade e motivar melhorias no seu planejamento, execução e infra-estrutura disponível.

DRU5 - Propostas de reutilização são avaliadas de forma a garantir que o resultado da reutilização seja apropriado para a aplicação alvo

Sempre que projetos específicos demandam por ativos de domínio, essas demandas são encaminhadas na forma de propostas de reutilização. As propostas de reutilização podem ocorrer tanto na forma de solicitações de reutilização de ativos de domínio existentes quanto na forma de solicitações para a construção ou aquisição de novos ativos de domínio.

Essas propostas de reutilização são analisadas visando medir o esforço de adaptação dos ativos de domínio existentes. No caso de não existir na biblioteca de ativos reutilizáveis nenhum ativo de domínio que atenda a necessidade relatada, a análise visa medir o esforço para construir o ativo de domínio ou o custo para adquirir o ativo de domínio no mercado.

A partir dos laudos de análise, as propostas de reutilização são avaliadas, visando garantir que a reutilização esteja alinhada com as necessidades e expectativas da organização. Essa avaliação, além de aprovar ou não a proposta de reutilização, indica como a reutilização será viabilizada. Ou seja, via adaptação de ativos de domínio preexistentes, construção de novos ativos de domínio ou aquisição de ativos de domínio no mercado. No caso de adaptações sobre ativos de domínio preexistentes, é de grande importância manter a rastreabilidade entre o ativo de domínio base da adaptação e o ativo de domínio adaptado.

DRU6 - Formas de representação para modelos de domínio e arquiteturas de domínio são selecionadas

Para que o conhecimento relacionado com um domínio específico possa ser difundido pela organização, é importante que notações adequadas de representação dos modelos de domínio e das arquiteturas de domínio sejam adotadas. Essas notações são capazes de representar domínios e famílias de aplicações em diferentes níveis de abstração.

No nível de modelos de domínio, é esperado que a notação adotada consiga representar a fronteira entre domínios e capturar características que fazem parte de todas as aplicações desenvolvidas para um dado domínio, características que podem ou não fazer parte de determinadas aplicações e características que podem assumir diferentes formas em diferentes aplicações. Além disso, a notação precisa ser capaz de representar dependência entre características e exclusão mútua de características.

No nível de arquiteturas de domínio, é esperado que a notação adotada consiga representar, no nível de projeto (*design*), as restrições definidas no nível de modelos de domínio. O objetivo das arquiteturas de domínio é prover detalhes de projeto (*design*) para famílias de aplicações que tiveram suas características analisadas por meio de modelos de domínio. A notação adotada precisa permitir a concretização das características definidas nos modelos de domínio em uma arquitetura que descreva a relação entre possíveis ativos de domínio, incluindo aspectos tecnológicos e de infra-estrutura sempre que pertinente.

DRU7 - Um modelo de domínio que capture características, capacidades, conceitos e funções comuns, variantes, opcionais e obrigatórios é desenvolvido e seus limites e relações com outros domínios são estabelecidos e mantidos

Para cada domínio em que existe potencial de reutilização, é necessário que se estabeleça as suas fronteiras com domínios correlatos, de acordo com a notação previamente estabelecida. Essa fronteira define claramente o contexto do programa de reutilização e permite identificar domínios correlatos, que podem vir a fazer parte do programa de reutilização no futuro.

Modelos de domínio são definidos para todos os domínios que estão no escopo do programa de reutilização, de acordo com a notação previamente estabelecida. Esses modelos de domínio produzidos, apesar de se situarem em um alto nível de abstração, já podem ser considerados ativos reutilizáveis e colocados em uma biblioteca de ativos reutilizáveis. Além disso, esses modelos de domínio são alvo de um processo formal de Gerência de Configuração, visto que os ativos de domínio construídos a partir deles serão utilizados por diferentes projetos da organização. Modificações não controladas sobre os modelos de domínio podem trazer graves consequências nesses projetos.

DRU8 - Uma arquitetura de domínio descrevendo uma família de aplicações para o domínio é desenvolvida e mantida por todo o seu ciclo de vida

O detalhamento dos modelos de domínio permite identificar famílias de aplicações para um dado domínio. Essas famílias de aplicações são representadas via arquitetura de domínio utilizando a notação previamente estabelecida. Essa arquitetura de domínio possibilita identificar quais são os ativos de domínio e como eles se relacionam.

Cada ativo de domínio pertencente à arquitetura de domínio é analisado com o intuito de perceber a sua importância para a organização. A partir dessa análise, uma priorização pode ser estabelecida para a especificação dos ativos de domínio.

De forma análoga aos modelos de domínio, a arquitetura de domínio também pode ser considerada um ativo reutilizável e ser colocada em uma biblioteca de ativos reutilizáveis. Para viabilizar a Gerência de Configuração sobre a arquitetura de domínio, é de grande importância a manutenção da rastreabilidade entre as características existentes nos modelos de domínio e os ativos de domínio descritos na arquitetura de domínio que provêm essas características. Assim, modificações nos modelos de domínio podem ser facilmente propagadas para os demais níveis de abstração.

DRU9 - Ativos do domínio são especificados; adquiridos ou desenvolvidos, e mantidos por todo o seu ciclo de vida

Os ativos de domínio identificados na arquitetura de domínio são especificados conforme estratégia definida pela organização, por exemplo, seguindo a priorização previamente definida. Essa especificação visa detalhar as funcionalidades do ativo de domínio, o que viabilizaria tanto o seu desenvolvimento quanto a sua aquisição.

Com essa especificação detalhada, ainda seguindo a priorização definida na arquitetura de domínio, pode ser feita uma análise de custo x benefício em relação

ao desenvolvimento ou aquisição do ativo de domínio. Essa análise, juntamente com a especificação do ativo de domínio, serve de base para a tomada de decisão de desenvolvimento ou aquisição.

Vale ressaltar que o desenvolvimento do ativo de domínio pode ser acelerado, caso projetos anteriores tenham funcionalidades semelhantes às funcionalidades especificadas para o ativo de domínio. Nesses casos, processos de refatoração podem ser aplicados com o intuito de generalizar essas funcionalidades e encapsulá-las no ativo de domínio. De forma geral, caso o ativo de domínio venha a ser desenvolvido, os processos de engenharia da organização são aplicáveis. Por outro lado, caso o ativo de domínio venha a ser adquirido no mercado, o processo Aquisição deve ser aplicado.

Depois de desenvolvidos ou adquiridos no mercado, os ativos de domínio são disponibilizados em uma biblioteca de ativos reutilizáveis. Mecanismos estabelecidos na organização são indicados para assegurar que os ativos atendem aos requisitos mínimos de qualidade desejados e se funcionarão como pretendidos no ambiente de uso. Além disso, os ativos estão sob processo formal de Gerência de Configuração, que permita a identificação de todos os seus casos de utilização para notificação sempre que seja disponibilizada uma nova versão do ativo de domínio na biblioteca.

10.3 Gerência de Decisões (GDE)

10.3.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Decisões é analisar possíveis decisões críticas usando um processo formal, com critérios estabelecidos, para avaliação das alternativas identificadas.

Este processo deve ser aplicado na tomada de decisão relacionada a uma questão crítica que se julgue objeto de um processo de avaliação formal, podendo ocorrer tanto no âmbito dos projetos quanto organizacional. Dessa forma, esse processo é iniciado a qualquer momento a partir da identificação de uma questão deste tipo na execução de qualquer um dos processos do MR-MPS.

Um processo de avaliação formal é uma abordagem estruturada para avaliar soluções alternativas em relação a critérios estabelecidos para determinar a solução a ser utilizada para resolver um problema. O principal motivo de se utilizar este processo é que ele reduz a subjetividade da decisão e, desta forma, se tem maior probabilidade de selecionar uma solução que atenda às múltiplas demandas dos envolvidos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Decisões (GDE) no nível de maturidade C do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

10.3.2 Fundamentação teórica

A Engenharia de Software, como diversas áreas de conhecimento, também requer o uso de técnicas gerenciais, pois decisões precisam ser tomadas ao longo de todo o processo de desenvolvimento e evolução dos sistemas. Questões como tipos de tecnologias, processos, recursos e ferramentas são fundamentais para a garantia da qualidade de produtos e serviços. RUHE [2003a] comenta que a tomada de decisões afeta significativamente todos os estágios do ciclo de vida de um projeto e que processos e sistemas de apoio à decisão são fundamentais para aumentar a eficiência, a qualidade e a relação custo/benefício de sistemas.

RUHE [2003b] também destaca o fato que o apoio à tomada de decisões é um novo paradigma para organizações que buscam um aprendizado contínuo em desenvolvimento de software, pois:

- Facilita a estruturação de problemas sob investigação;
- Auxilia a compreensão de informações necessárias à tomada de decisões eficientes;
- Possibilita o acesso a dados que, de outra forma, não estariam disponíveis ou seriam difíceis de serem obtidos;
- Gera e avalia alternativas de soluções;
- Prioriza alternativas por meio de modelos explícitos.

Segundo KLEIN [1999] existem duas perspectivas nas quais os seres humanos tomam decisões: a natural e a racional. Na primeira, os decisores estão, normalmente, envolvidos com problemas ou objetivos mal definidos e decisões são baseadas na experiência, pela intuição, simulações mentais etc. Já na decisão Racional, existe um processo formal de tomada de decisão, ou linha de raciocínio a ser seguida onde passo a passo, o decisor é levado a atingir o objetivo proposto pelo processo.

Problemas bem definidos são aqueles onde os objetivos, caminhos e obstáculos estão claros e baseados em informações confiáveis. Por sua vez, problemas mal definidos são caracterizados pela ausência de um caminho claro que leve à solução. Os objetivos bem definidos são aqueles que proporcionam ao solucionador uma linha clara de ação em sua direção como, por exemplo, o objetivo de adquirir o produto de menor preço. Já nos objetivos mal definidos, as metas a serem alcançadas não são claras.

Diversos estudos discutem as vantagens e as desvantagens tanto da abordagem natural, quanto da racional, tais como [SCHANK e OWENS, 1987; KLEIN e WEITZENFELD, 1978; LIPSHITZ e BAR-ILAN, 1996; GIGERENZER e SELTEN, 2002]. A despeito das controvérsias existentes entre as perspectivas natural e racional, não há como negar que informações quantitativas estão em todos os lugares no mundo dos negócios e a tendência parece ser: medir e quantificar tudo o que se puder. No entanto, o problema passa a ser o que fazer com essa quantidade massiva de informações. Como usá-las para auxiliar tomadores de decisão a ajudar as organizações a lidar com problemas e pressões que enfrentam [WISNIEWSKI, 2002]? Aliado a isso, outros fatores tendem a levar o processo de tomada de decisão no contexto da Engenharia de Software para a perspectiva racional:

- A Engenharia de Software faz parte de um contexto financeiro e é uma atividade econômica como qualquer outra, onde, além dos benefícios introduzidos pelos sistemas, organizações buscam ampliar seus lucros, aumentar a expectativa de ganhos futuros ou minimizar prejuízos em um mercado dinâmico, cada vez mais competitivo e repleto de incertezas. Neste sentido, tanto gerentes como técnicos precisam, em muitos casos, embasar e justificar suas decisões de maneira formal [COSTA *et al.*, 2004];
- Durante um processo de desenvolvimento de software, geralmente há tempo suficiente para se tomar decisões baseadas em uma análise mais detalhada, como a sugerida pela perspectiva racional, diferentemente de decisões que implicam risco de vida ou urgência absoluta como no caso de médicos, militares, bombeiros e outros profissionais altamente pressionados pelo tempo;
- Permite que o registro dos processos seja reutilizado em futuras decisões, facilitando a geração de conhecimento, o aprendizado organizacional, o aperfeiçoamento do processo e a melhoria dos parâmetros de decisão; e
- Modelos de Referências de Processos e normas internacionais, tais como o CMMI [SEI, 2006], a ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008] e a ISO/IEC 15504 [ISO/IEC, 2003a], exigem processos formais de tomada de decisão, seja para se obter uma certificação ou para atingir determinados níveis de maturidade e capacitação em processos de software.

10.3.3 Resultados esperados

GDE1 - Guias organizacionais para a gerência de decisões são estabelecidos e mantidos

O processo Gerência de Decisões (GDE) pode ser utilizado para tratar problemas com risco médio ou alto ou que afetam a possibilidade de alcançar os objetivos do projeto, bem como quando o impacto da decisão envolver uma quantia determinada do orçamento, alteração significativa do cronograma ou qualidade, decisões técnicas não triviais etc. Assim, ele poderá ser usado tanto para problemas técnicos (como a decisão do tipo de arquitetura a ser utilizada) como para problemas não técnicos (como qual o melhor fornecedor de um produto). No entanto, deve-se atentar para o fato que o custo de executar um processo de avaliação formal deve ser razoável quando comparado ao impacto da decisão. Guias organizacionais devem, então, ser estabelecidos e mantidos contendo descrições dos critérios para início obrigatório do processo Gerência de Decisões (GDE) na organização. No entanto, diversas outras situações não previstas podem evocar a execução do processo formal de decisão.

Não existe uma listagem completa sobre quando usar um processo formal de decisão, pois sua utilização é extremamente dependente do tipo de organização, do projeto ou até mesmo do produto. No entanto, alguns exemplos de situações onde sua utilização seria possível incluem:

- Definição de componentes;
- Decisão sobre construir ou adquirir um produto;
- Definição de ferramentas;
- Definição de estratégias de contingências de riscos;

- Priorização de recursos;
- Contratação de pessoal; e
- Plataformas de sistemas.

O processo formal de decisão pode estar associado à execução de qualquer outro processo, sem haver, contudo, uma relação direta entre eles. Assim, se durante o processo Gerência de Configuração, por exemplo, houver a necessidade de se determinar que ferramenta CASE será utilizada, e se fizer necessário formalizar esta decisão, o processo GDE poderá ser iniciado.

GDE2 - O problema ou questão a ser objeto de um processo formal de tomada de decisão é definido

O primeiro passo no processo de tomada de decisão é definir exatamente qual o problema que se deseja resolver, pois esta definição é decisiva sobre as possíveis soluções adotadas. Neste sentido, definir um problema erroneamente pode conduzir a um caminho que não levará à solução do problema real. Esta atividade visa assegurar que se pretende resolver o problema correto. Alguns dos principais pontos a serem observados na definição de problema são [GOMES *et al.*, 2003]:

- Não confundir um problema com a sua solução;
- Formular o problema como pergunta;
- Descrever o problema de forma clara e precisa;
- Verificar se o problema não tem base exclusivamente subjetiva;
- Verificar se o problema é suscetível de solução;
- Definir o escopo do problema;
- Não focar a atenção nos sintomas e sim no problema raiz;
- Listar os objetivos a serem atingidos para solucionar o problema; e
- Listar as restrições e premissas existentes a possíveis soluções.

GDE3 - Critérios para avaliação das alternativas de solução são estabelecidos e mantidos em ordem de importância, de forma que os critérios mais importantes exerçam mais influência na avaliação

Em muitos casos, mais de uma variável pode influenciar na escolha da melhor solução. Essas variáveis são chamadas de critérios. Dessa forma, os critérios de avaliação devem ser priorizados e/ou ponderados para que possam ser aplicados e a melhor solução possa ser escolhida, bem como os parâmetros de aceitação de cada critério. A priorização ou a ponderação dos critérios poderá ser feita por uma ou mais pessoas, é interessante que se registre o resultado do trabalho com os motivos que levaram à escolha dos critérios e sua priorização e/ou ponderação. Pode-se, também, registrar os motivos que levaram à recusa de alguns critérios.

Para garantir objetividade, os critérios escolhidos não devem ser tendenciosos e devem ser escolhidos apenas aqueles que colaboram para que o objetivo seja alcançado. Na priorização ou ponderação de critérios, estes devem ser ordenados de tal forma que o critério com maior grau de prioridade seja o que tenha maior influência no processo de decisão.

Um exemplo de definição e priorização de critérios seria o caso onde alguém está tentando definir qual a melhor impressora a ser adquirida, sendo que os critérios para a escolha serão a velocidade, a qualidade e o custo de impressão, que neste caso podem estar priorizados da seguinte forma: velocidade (20%), qualidade (30%) e custo (50%), sendo estas porcentagens os pesos utilizados na priorização dos critérios.

GDE4 - Alternativas de solução aceitáveis para o problema ou questão são identificadas

A identificação de alternativas de solução deve ser realizada de forma que seja possível fazer uma boa avaliação e uma implementação correta. Sempre que possível, os principais envolvidos no problema devem estar presentes na execução desta atividade, bem como especialistas e pessoas que serão afetadas pelo problema ou pela(s) solução(ões).

Uma boa prática para a identificação das possíveis soluções é realizar um trabalho de grupo ou reuniões de *brainstorming*, bem como a busca de dados históricos, onde, além das alternativas de solução, são levantados os riscos, problemas, vantagens e desvantagens das referidas alternativas, bem como possíveis premissas e restrições para a implementação de uma solução.

É importante, neste momento, a avaliação (quantitativa) dos riscos de implementação de cada solução, pois caso alguma solução seja considerada inviável, devido ao seu risco, provavelmente esta não deverá ser levada para a próxima fase do processo. Esta avaliação considera a probabilidade de ocorrência, o impacto e se a implementação desta solução afetará o processo de desenvolvimento, o produto final ou qualquer outra atividade em alguma fase futura.

Deve ser levantado o maior número possível de alternativas de solução e, se, a qualquer momento do processo formal de decisão, alguma outra alternativa de solução for identificada, esta também deverá ser registrada.

GDE5 - Os métodos de avaliação das alternativas de solução são selecionados de acordo com sua viabilidade de aplicação

Não existe um consenso sobre qual o melhor método a ser utilizado em um processo formal de decisão, pois eles dependem diretamente de vários fatores, tais como o nível de precisão requerido na resposta, o tempo disponível para a tomada de decisão, os recursos a serem empregados, o grau de conhecimento da equipe na aplicação de um método específico, a complexidade do problema, as informações disponíveis para a tomada de decisão etc. Enquanto alguns problemas podem necessitar usar apenas um método de avaliação, outros problemas podem requerer diversos métodos para se determinar que alternativa de solução melhor se aplica ao problema definido. Especial atenção deve ser dada à capacidade do método de focar no problema em questão e não ser influenciável por problemas secundários.

Assim, os métodos a serem usados para avaliação podem variar desde uma simples reunião a simulações, ao uso de modelos probabilísticos complexos, chegando ao desenvolvimento de sistemas especialistas para situações mais específicas. O nível de detalhamento, sofisticação ou complexidade de um método pode variar de acordo com a necessidade, o custo, o prazo, o desempenho e o impacto com que um problema pode afetar um projeto.

Exemplos de métodos de avaliação tais como criação de protótipo, simulação, árvores de decisão, análise de custo/benefício podem ser encontradas em [CLEMEN e REILLY, 2004]. Uma listagem de métodos mais simples tais como reuniões de *Brainstorming*, técnica Delphi, Multivotação Ponderada, Análise de Pareto e Comparação aos Pares podem ser encontrados em [WILDMAN e WARNER, 2003]. Outros métodos mais complexos tais como Redes Bayesianas [JENSEN, 1996], Análise Multicritério [BANA e COSTA e VANSNICK, 1995] e Dinâmicas de Sistemas [BARROS, 2001] também podem ser utilizados.

GDE6 - Soluções alternativas são avaliadas usando os critérios e métodos estabelecidos

Avaliar as alternativas significa realizar o trabalho necessário para aplicar os métodos selecionados às possíveis soluções listadas. Deve-se comparar os resultados obtidos em cada alternativa com relação aos critérios estabelecidos. Ao realizar a análise de uma alternativa, faz-se necessário verificar se ela está adequada às restrições e premissas impostas tanto pelo problema quanto pela própria alternativa em questão. A elaboração de um breve parecer do resultado obtido após a aplicação dos critérios de seleção a cada alternativa analisada auxilia a avaliação da adequabilidade da escolha e serve como justificativa para futuros questionamentos.

No exemplo da escolha da impressora, citado anteriormente (GDE4), seria possível, por exemplo, utilizar uma Multivotação Ponderada para a escolha da impressora, segundo os critérios estabelecidos. Assim, para cada impressora levantada como alternativa, seriam efetuados votos que atribuiriam pontos a cada impressora, considerando cada critério especificado. Após esta votação, pondera-se os pontos, com base na priorização dos critérios e calcula-se o somatório de pontos para cada impressora. Desta forma, a impressora com a maior quantidade de pontos, em princípio, seria a mais adequada para a aquisição.

GDE7 - Decisões são tomadas com base na avaliação das alternativas utilizando os critérios de avaliação estabelecidos

Tomar a decisão adequada implica escolher, dentre as alternativas avaliadas, aquela que melhor se enquadra nos critérios determinados e faz com que o problema seja resolvido.

Todo o processo de escolha da solução deve ser documentado para que questionamentos futuros possam ser esclarecidos. A fim de esclarecer o processo para análises futuras, considera-se uma boa prática registrar os motivos que justificaram a escolha de uma solução, bem como os motivos que levaram à exclusão das demais alternativas.

Após a escolha da alternativa de solução, é aconselhável traçar algumas recomendações para a sua implementação. Isto significa traçar as linhas gerais da forma como a solução escolhida será implementada, podendo conter informações adicionais, recomendações, responsáveis etc.

Dependendo do tipo de decisão a ser tomada, é importante que se verifiquem os riscos associados a esta implementação, os quais já podem ter sido identificados e avaliados ao se identificar as alternativas de solução. Possíveis respostas aos riscos (contenções ou contingências), necessárias para sua eliminação ou mitigação,

devem ser definidas. Algumas abordagens para gerenciamento de risco podem ser encontradas em [BOEHM, 1991; HALL, 1998; CARR et al., 1993]. Caso sejam necessárias modificações no Plano do Projeto ou em *baselines* previamente estabelecidas, estas devem ser registradas para que os responsáveis tomem ciência desses fatos.

Durante toda a execução do processo, considera-se uma boa prática registrar as lições aprendidas, bem como os parâmetros utilizados para que, em decisões futuras, estas lições e parâmetros possam ser reutilizados.

10.4 Gerência de Riscos (GRI)

10.4.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Riscos é identificar, analisar, tratar, monitorar e reduzir continuamente os riscos em nível organizacional e de projeto.

O processo Gerência de Riscos deve ser aplicado tanto a riscos de projeto quanto a riscos organizacionais. Este processo engloba as atividades de identificação e controle dos riscos, associadas a ações de mitigação e contingência, no intuito de garantir a redução contínua destes riscos e de seu impacto nos projetos ou na organização.

Apesar de o planejamento (incluindo a identificação e priorização) e monitoração dos riscos serem iniciados no nível G com os resultados GPR6 e GPR13 do processo Gerência de Projetos (GPR), a gerência de riscos no nível C acrescenta aspectos diferentes como, por exemplo, a necessidade de planos de mitigação e uso de medições do risco para avaliar a situação do risco e do progresso das atividades de tratamento, e determina que sejam estabelecidas estratégias a serem seguidas nos projetos para identificação e tratamento dos riscos.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados do processo Gerência de Riscos (GRI) no nível de maturidade C do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Para as organizações do tipo Fábrica de Software é importante analisar os riscos relacionados ao fato das especificações estarem incompletas ou incorretas, uma vez que são fornecidas à organização pela contratante.

Como não existem outras especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

10.4.2 Fundamentação teórica

O IEEE define risco como a probabilidade de um evento, perigo, ameaça ou situação ocorrer associado a indesejáveis consequências, ou seja, um problema potencial [IEEE, 2001].

Todo projeto de software envolve um conjunto de incertezas que podem levar a resultados negativos. Na grande maioria dos casos, estes resultados podem ser evitados ou reduzidos se houver preocupação em antecipar possíveis problemas com o uso de práticas de gestão proativa, identificando e resolvendo os principais riscos.

Todo tipo de atividade envolve riscos, portanto, além das atividades das organizações de software orientadas a projetos, existem atividades externas ao projeto, normalmente chamadas organizacionais, que também possuem riscos associados. É importante não negligenciar o gerenciamento destes riscos. A gerência de riscos deve ser conduzida durante todo o período vigente das atividades ou projetos às quais estiver associada, desde seu planejamento até a conclusão.

Associados a todo risco existem, segundo Pfleeger [PFLEEGER, 2004], três fatores: probabilidade de que o risco ocorra; perda ou impacto gerado como consequência; e grau em que se pode mudar o resultado do risco. A fim de calcular a exposição do risco para quantificar seus efeitos deve-se multiplicar a probabilidade pelo impacto. Para tal, deve ser estabelecida alguma forma de quantificação dos fatores: probabilidade e impacto.

Pfleeger [PFLEEGER, 2004] apresenta três abordagens para tratar os riscos: evitar o risco (mitigando sua probabilidade de ocorrer); assumir o risco (mitigando seus efeitos); ou transferir o risco. Para os riscos que serão tratados devem ser desenvolvidos planos de mitigação, que visam reduzir a probabilidade e/ou o impacto, e planos de contingência, que especificam o que fazer quando o risco se torna um fato.

Existem diversas referências de processos para gerência de riscos. BOEHM [1991] foi um dos primeiros autores a tratar riscos em projetos de software e propôs uma abordagem para a gerência de riscos, inspirada no modelo espiral, também proposto por ele. Ele elaborou, por meio de um *survey*, um *checklist* com as dez principais fontes de riscos e um processo composto de duas etapas [BOEHM, 1991]: a avaliação e controle dos riscos. A etapa de avaliação envolve a identificação (produção de uma lista de riscos), análise (avaliação da probabilidade e impacto) e priorização (ordenação) dos riscos. O controle engloba o planejamento (preparação para tratamento dos riscos), resolução (execução de ações de mitigação e contingência) e monitoração (acompanhamento do projeto para verificar a resolução de riscos tomando ações corretivas quando necessário).

A norma ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008], estabelece como propósito para o subprocesso Gerência de Riscos “identificar, analisar, tratar e monitorar os riscos continuamente”. Dentre os resultados esperados, estabelecidos por esta norma estão: a determinação do escopo da gerência de riscos; definição e implementação de estratégias apropriadas; identificação, análise e priorização dos riscos; aplicação de medidas para avaliação dos riscos e das atividades de tratamento dos riscos; e tratamento para evitar o impacto dos riscos prioritários.

O IEEE Std 1540 [IEEE, 2001] também apresenta um processo para gerenciamento de riscos composto das seguintes atividades: Planejar e Implementar a Gerência de Riscos, Gerenciar Informações sobre a Evolução dos Riscos, Realizar Análise dos Riscos, Realizar Monitoração dos Riscos, Realizar Tratamento dos Riscos e Avaliar o Processo Gerência de Riscos.

No PMBOK [PMI, 2008a], uma das áreas de conhecimento é o gerenciamento de riscos, onde são apresentados seis processos associados: Planejamento da Gerência de Riscos; Identificação de Riscos; Análise Qualitativa de Riscos; Análise Quantitativa de Riscos; Planejamento de Resposta a Riscos; e Controle e Monitoração de Riscos.

CARR *et al.* [1993] apresentam seis atividades para gerência de riscos: identificar; analisar; planejar; acompanhar; controlar; e comunicar. As atividades são apresentadas de forma cíclica para enfatizar que a gerência de riscos é um processo contínuo, seguindo um fluxo lógico de identificação, análise, planejamento, acompanhamento e controle, tendo a comunicação como um canal para o fluxo de informações. Apresenta, ainda, uma forma de realizar a identificação, auxiliada pelo uso de um questionário baseado em uma taxonomia. A taxonomia apresentada está organizada em três níveis: classes; elementos; e atributos. As classes sugeridas são: Engenharia do Produto, Ambiente de Desenvolvimento e Restrições. Estas classes são compostas de elementos e estes elementos, de atributos. No questionário, para cada atributo existe um conjunto de perguntas. Por exemplo, o atributo “Experiência da Gerência” refere-se ao elemento “Processo de Gerência” que integra a classe de “Ambiente de Desenvolvimento” e no questionário existe uma pergunta para avaliar se os gerentes possuem experiência em desenvolvimento de software, em gerência de software, no domínio da aplicação, no processo de desenvolvimento e em produtos de software grandes e complexos, que se refere ao atributo “Experiência da Gerência”.

O *Software Technology Support Center* (STSC) [STSC, 2005] propõe um processo composto das atividades de planejamento, avaliação (identificação e análise), tratamento, monitoração e documentação de riscos, apresentando também um *checklist* para apoiar a gerência de riscos.

Em [FARIAS, 2002], baseado na literatura e no resultado de um estudo experimental, é apresentado um *checklist* composto de um conjunto de fatos encontrados durante o planejamento do projeto e os riscos decorrentes destes fatos. É, também, apresentado um processo de gerência de riscos composto das atividades: identificar riscos; analisar riscos; priorizar riscos; planejar a gerência de riscos; integrar o plano de riscos ao plano do projeto; e monitorar riscos.

Em [HALL, 1998], a autora propõe um processo, caracterizado por identificação, análise, planejamento, acompanhamento e resolução de riscos, e técnicas associadas para apoiar a execução das atividades de gerência de riscos. De modo geral um processo para gerenciamento de riscos contém quatro etapas principais [COSTA, 2005]: identificação; análise; planejamento; e controle. Existem, no entanto, diversas formas de realizar e estruturar essas atividades.

10.4.3 Resultados esperados

GRI1 - O escopo da gerência de riscos é determinado

Normalmente, aplica-se a gerência de riscos dentro do âmbito dos projetos, mas este processo também deve ser aplicado para atividades organizacionais.

Para que este resultado esperado seja atendido deve-se definir claramente a abrangência de aplicação do processo de gerência de riscos na organização em relação à sua estrutura organizacional e de processos. Por exemplo, o processo de

gerência de riscos pode ser aplicado no âmbito de todos os projetos de software e na área de melhoria de processos e treinamento organizacional. Isto deve estar explícito em algum documento da organização, por exemplo, na política organizacional (RAP 2) ou diretriz.

GRI2 - As origens e as categorias de riscos são determinadas e os parâmetros usados para analisar riscos, categorizá-los e controlar o esforço da gerência de riscos são definidos

A fim de facilitar e garantir a completude da identificação de possíveis riscos, assim como para garantir uma homogeneidade na forma de análise, a organização deve definir uma classificação e critérios para determinação da probabilidade e da severidade dos riscos.

Existem na literatura vários exemplos de possíveis fontes e taxonomia de riscos que podem ser utilizadas para derivar as origens e categorias a serem utilizadas pela organização e seus projetos. Em [HIGUERA e HAIMES, 1996], são citadas como potenciais fontes de riscos de software todas as áreas do desenvolvimento de sistemas que envolvem: tecnologia; hardware; software; pessoas; custo; e cronograma. A taxonomia proposta em [CARR *et al.*, 1993] apresenta classes, elementos e atributos para os quais pode haver riscos relacionados. BOEHM [1991] apresenta uma relação com as dez principais fontes de riscos, dentre elas: pessoal insuficiente; cronograma e orçamento não realistas; mudanças contínuas nos requisitos; desenvolvimento de funcionalidades erradas; e interface com o usuário inadequada. Estas e outras referências, assim como a experiência de especialistas, podem ser utilizadas para definir uma classificação de riscos, a ser utilizada na organização, baseada nas possíveis origens e categorias.

Deve ser definida a forma como a organização determina a probabilidade e severidade dos riscos. Estas estimativas da probabilidade e impacto dos riscos podem ser realizadas quantitativa ou qualitativamente. Estimativas quantitativas são trabalhosas e de custo elevado, sendo mais comum o uso de estimativas qualitativas (com valores como alto, médio e baixo). Esta definição dos parâmetros a serem utilizados para probabilidade e impacto dos riscos fornece um critério consistente para a priorização dos riscos a serem gerenciados. Um exemplo de um conjunto de parâmetros seria: (1) probabilidade: baixa (0,0 a 0,3), média (0,4 a 0,7) e alta (0,8 a 1,0); (2) impacto: baixo (0 a 3), médio (4 a 6), alto (7 a 8) e muito alto (9 a 10). Com este exemplo de parâmetros é possível, após determinar a probabilidade e o impacto de um risco, calcular sua exposição, multiplicando-se os fatores. Deve-se disponibilizar orientações para o uso dos parâmetros (por exemplo, quando um risco pode ser classificado como de alto impacto) e limites para determinar a estratégia a ser utilizada (aceitar o risco, transferi-lo ou evitá-lo). A medida de exposição do risco poderá ser utilizada também para estimar e controlar o esforço da gerência de cada um dos riscos, isto é, riscos com baixa exposição demandarão menos esforço de gerência das atividades de mitigação e riscos com alta exposição demandarão mais esforço para gerenciá-los.

GRI3 - As estratégias apropriadas para a gerência de riscos são definidas e implementadas

Uma estratégia de gerência de riscos deve ser definida, relacionando aspectos como, por exemplo: escopo da gerência de riscos; métodos e ferramentas a serem utilizados na identificação, análise, mitigação e monitoração dos riscos e para a comunicação necessária; técnicas de mitigação a serem utilizadas; medidas para monitorar os riscos; periodicidade de monitoração e avaliação dos riscos. Normalmente a estratégia pode estar representada no plano de gerência de riscos a ser seguido. De qualquer forma, é importante que seja compatível com os itens definidos como parte da implementação dos resultados esperados GRI1 e GRI3.

GRI4 - Os riscos do projeto são identificados e documentados, incluindo seu contexto, condições e possíveis consequências para o projeto e as partes interessadas

A atividade de identificação de riscos pode fazer uso de várias abordagens incluindo [IEEE, 2001]:

- uso de *checklists* pré-definidos com possíveis riscos;
- reuniões e *brainstormings* com gerente e equipe de projeto com experiência em outros projetos;
- análise de cenários e lições aprendidas em projetos anteriores com contexto semelhante;
- exame de árvores de decisão com possíveis fatos que levem a prováveis riscos;
- uso de taxonomias de riscos disponíveis na literatura ou definida para a organização.

Utilizando como base as possíveis origens e categorias de riscos definidas, deve-se identificar os potenciais riscos para a organização ou para o projeto, assim como contexto e condições associadas (que envolvem as prováveis causas dos riscos) e decorrentes consequências. Por exemplo, no contexto de uma organização imatura, com procedimentos inadequados de controle de qualidade (provável causa), pode-se identificar um possível risco de desenvolvimento de um produto que não atenda às expectativas, originando insatisfação do cliente. Estas informações devem ser documentadas. Ao longo do projeto, novos riscos podem surgir e alguns podem deixar de existir, tornando necessária uma revisão periódica dessa documentação.

Os riscos não são identificados apenas no início do projeto. A gerência de riscos é dinâmica, pois novos riscos podem surgir e estes devem novamente ser analisados e priorizados.

GRI5 - Os riscos são priorizados, estimados e classificados de acordo com as categorias e os parâmetros definidos

Após identificar os riscos é possível que se tenha uma lista numerosa, sendo necessário organizá-los em categorias e determinar uma prioridade. Normalmente não é possível realizar ações para tratar e monitorar todos os riscos com boa relação de custo/benefício, sendo importante escolher um subconjunto.

A forma mais eficiente de realizar esta priorização é pelo cálculo do grau de exposição. Para isso, deve-se determinar a probabilidade e o impacto dos riscos, baseados nos parâmetros definidos (possíveis valores para probabilidade e impacto). De posse das estimativas dos riscos será possível o cálculo da exposição, multiplicando-se a probabilidade pelo impacto. Os riscos com maior grau de exposição são os principais candidatos a serem os escolhidos para serem tratados.

Uma dificuldade, entretanto, é quantificar a probabilidade e o impacto. Quanto mais precisa for a estimativa, mais custosa é a sua obtenção. Portanto, em grande parte dos casos, aplica-se uma análise qualitativa (baixo, médio e alto) que pode ser traduzida para valores quantitativos simples (com uma escala de 0 a 10), baseada na experiência de especialistas e dados históricos de projetos anteriores.

Na priorização dos riscos é interessante levar em consideração o grau de dificuldade para realização de ações de mitigação associadas ao risco que, em alguns casos, pode inviabilizar o tratamento de um risco apesar de seu alto grau de exposição. Deve-se documentar tanto a lista de riscos geral, com seus respectivos parâmetros estabelecidos, quanto a relação de riscos priorizada. Os interessados devem ser comunicados.

GRI6 - Planos para a mitigação de riscos são desenvolvidos

Com o intuito de mitigar os riscos, diminuindo a probabilidade de ocorrência ou atenuar os possíveis efeitos decorrentes, deve-se estabelecer planos de mitigação para os riscos prioritários, lembrando que a execução dessas ações trazem custos adicionais ao projeto. Os planos de mitigação serão executados antes que o risco ocorra para diminuir sua probabilidade e/ou impacto.

É importante, também, o desenvolvimento de planos de contingência para garantir que se esteja preparado para a ocorrência de um determinado risco que não se deseja aceitar. É importante mencionar que se pode escolher evitar um risco com o uso de planos de mitigação ou aceitá-lo, mas, para isso, deve-se estar preparado senão a gerência de riscos não será efetiva. Os planos de contingência devem ser colocados em prática apenas caso o risco torne-se uma realidade.

Tanto para o plano de mitigação quanto para o plano de contingência devem ser definidos os responsáveis pela execução das ações. Deve-se definir formas de acompanhamento para os riscos e indicadores para disparar a execução de um plano de mitigação ou de contingência. De acordo com a interação com o GPR10, a gerência de riscos deve ser feita de forma integrada ao plano do projeto.

GRI7 - Os riscos são analisados e a prioridade de aplicação dos recursos para o monitoramento desses riscos é determinada

Deve-se garantir que os riscos que serão tratados pela gerência de riscos sejam escolhidos após uma análise que determine a prioridade para aplicação dos recursos. Como dito anteriormente, ações para gerência de riscos são custosas e, portanto, deve-se buscar a otimização de recursos materiais e humanos para a execução destas tarefas.

GRI8 - Os riscos são avaliados e monitorados para determinar mudanças em sua situação e no progresso das atividades para seu tratamento

A estratégia de gerência de riscos deve ser seguida, garantindo que os riscos sejam monitorados e reavaliados periodicamente e que os planos de mitigação e contingência estabelecidos sejam executados, quando necessário. Estes planos também devem ser revistos, pois alterações nos riscos podem demandar alterações nas ações de mitigação ou de contingência.

No transcorrer do projeto, a prioridade dos riscos já identificados pode mudar com a alteração da probabilidade de ocorrência ou do impacto previsto. Pode ser, também, que novos riscos surjam ou que as ações de mitigação não sejam tão eficientes a ponto de eliminar um risco. Portanto, é importante que a lista de riscos seja reavaliada periodicamente, em conjunto com uma avaliação dos seus parâmetros de análise (probabilidade e impacto) e prioridade. Alterações realizadas no planejamento de riscos devem ser comunicadas aos interessados conforme pertinente.

GRI9 - Ações apropriadas são executadas para corrigir ou evitar o impacto do risco, baseadas na sua prioridade, probabilidade, consequência ou outros parâmetros definidos

Periodicamente deve-se realizar a monitoração dos riscos. Durante as atividades de monitoramento deve-se verificar a necessidade da execução de ações de mitigação e/ou contingência para os riscos, de acordo com a estratégia definida. Deve-se garantir que as ações que forem julgadas necessárias sejam executadas até sua conclusão.

Uma forma de garantir a execução das ações de mitigação é integrá-las ao Plano do Projeto. As ações de contingência podem ser gerenciadas por meio de planos de ação, visto que estes somente existirão se o risco se concretizar, ou seja, caso se transforme em fato.

10.5 Os atributos de processo no nível C

A evolução do nível D para o nível C não apresenta novidades em termos dos atributos de processo já implantados no nível D. A evolução para o nível C do MR-MPS implica, portanto, apenas na definição e implementação dos três novos processos com a mesma capacidade dos processos já implantados.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade C do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

11 Implementação do Nível B do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

Ao atingir o nível C, uma organização/unidade organizacional tem definidos e implementados seus processos padrão e usa práticas de engenharia de software em seus projetos.

A partir do nível B, com a implementação dos atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2, a organização/unidade organizacional passa a ter uma visão quantitativa do desempenho de seus processos no apoio ao alcance dos objetivos de qualidade e de desempenho dos processos. É importante se ter em conta que, ao se implementar os níveis anteriores, em especial o processo Medição, já se deve preparar o caminho para a implementação do nível B, por meio de uma escolha adequada das medidas. Também se deve ter em conta a impossibilidade de realizar mudanças radicais nos processos para se poder utilizar a base histórica de medidas na análise da estabilidade dos processos.

Com isso, a organização/unidade organizacional passa a ter dados de desempenho, limites de controle e modelos para gerenciar seus projetos de forma quantitativa, o que significa uma nova evolução do processo Gerência de Projetos⁷.

Não há necessidade, nem é conveniente, que sejam estabelecidos limites de controle de desempenho para todos os processos ou medidas, nem mesmo para um processo completo. Isto deve ser feito, apenas, para processos, subprocessos e medidas selecionados pela organização. Esta seleção, entretanto, não pode ser aleatória e, sim, baseada em critérios. Entre os critérios que devem apoiar esta decisão, os principais são: (i) relação do processo/subprocesso com os objetivos de negócio relevantes; (ii) existência de dados; (iii) variabilidade dos dados; (iv) estabilidade do processo/subprocesso; e (v) possibilidade de serem construídos modelos preditivos a partir das informações disponíveis na organização [SEI, 2006].

Desta forma, o primeiro passo ao se iniciar a implementação do nível B do MPS é identificar os objetivos de negócio relevantes da organização, a necessidade de informações para apoiar o alcance destes objetivos e gerar a lista dos processos e/ou subprocessos selecionados para análise de desempenho. A implementação dos resultados de atributo de processo RAP 23 e RAP 24 é feita uma única vez para todos os processos. Entretanto a lista de processos/subprocessos selecionados deve ser revista periodicamente, incluindo-se novos processos/subprocessos conforme adequado.

Para os processos/subprocessos selecionados para análise de desempenho, todos os demais resultados dos atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2 devem ser implementados.

A partir do nível B, a organização/unidade organizacional passa, também, a gerenciar quantitativamente os projetos. Desta forma, o processo Gerência de Projetos passa a ser executado de forma quantitativa. Alguns de seus resultados esperados são modificados para ter este enfoque e novos resultados são acrescentados.

⁷ Uma primeira evolução ocorreu ao se implementar o nível E, quando a gerência de projetos passou a ser baseada no processo definido para o projeto e nos planos integrados.

Gerenciar quantitativamente um projeto depende da existência de dados de desempenho, limites de controle e modelos que são disponibilizados pela implementação dos atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2. A implementação da gerência de projetos com enfoque quantitativo, por sua vez, fornece dados reais de desempenho dos processos nos projetos que alimentam as *baselines* com novos dados. A Figura 1 mostra a relação entre os atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2 e o processo Gerência de Projetos conforme o nível B do MPS. BR.

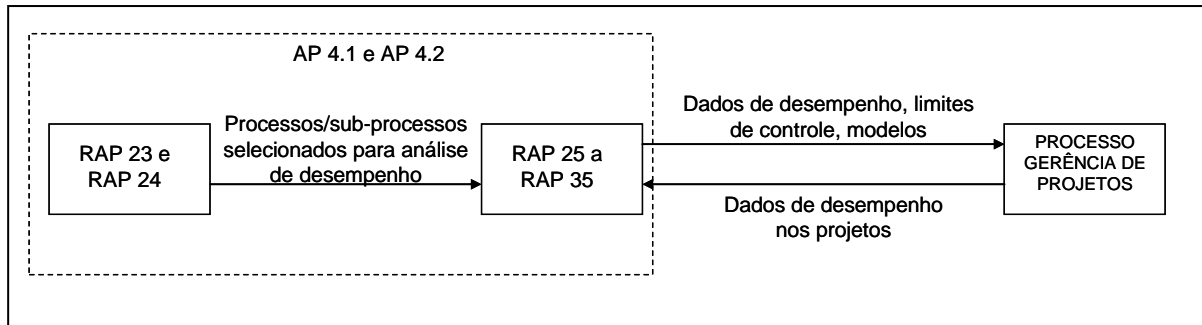


Figura 1 – Relação entre o processo de Gerência de Projetos e os atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação do nível de maturidade B do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

O nível B do MR-MPS não tem novos processos. A mudança de nível implica na evolução do processo Gerência de Projetos, na implementação dos resultados de atributos de processo RAP23 e RAP 24 e na implementação dos demais atributos de processo de AP 4.1 e AP 4.2 nos processos selecionados.

11.1 Gerência de Projetos (GPR) (evolução)

11.1.1 Propósito

O propósito do processo Gerência de Projetos é estabelecer e manter planos que definem as atividades, recursos e responsabilidades do projeto, bem como prover informações sobre o andamento do projeto que permitam a realização de correções quando houver desvios significativos no desempenho do projeto. O propósito deste processo evolui à medida que a organização cresce em maturidade. Assim, a partir do nível E, alguns resultados evoluem e outros são incorporados, de forma que a gerência de projetos passe a ser realizada com base no processo definido para o projeto e nos planos integrados. No nível B, a gerência de projetos passa a ter um enfoque quantitativo, refletindo a alta maturidade que se espera da organização. Novamente, alguns resultados evoluem e outros são incorporados.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de evolução do processo Gerência de Projetos (GPR) no nível de maturidade B do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não são permitidas exclusões de resultados deste processo.

Como não existem especificidades para organizações do tipo Fábrica de Software, não foram incluídos comentários nos resultados esperados.

11.1.2 Fundamentação teórica

A implementação do nível B do MR-MPS implica em uma mudança na forma como os projetos são gerenciados, passando a envolver técnicas quantitativas e estatísticas para controlar os processos e a qualidade. A seguir é apresentada uma introdução à gerência quantitativa de projetos, bem como uma breve descrição do método QFD (*Quality Function Deployment*), da norma ISO/IEC 9126, de modelos dinâmicos e de simulação. Com isto busca-se fornecer uma fundamentação teórica para a gerência quantitativa de projetos.

Gerência quantitativa de projetos

As organizações buscam, a cada dia, melhorar suas práticas de desenvolvimento e gerenciamento de projetos de software a fim de aumentar sua competitividade por meio da elaboração de produtos em projetos que sejam aderentes, principalmente, a seus objetivos de prazo, custos e qualidade.

Os métodos de gerência tradicional que incluem análises de medidas e a comparação destas, em um determinado ponto do projeto, com os valores que foram planejados para aquele momento, não são suficientes para determinar o desempenho⁸ de execuções anteriores dos processos ou para prever o desempenho dos processos nos projetos correntes e futuros [FENTON et al., 2004].

A gerência quantitativa do projeto consiste em utilizar métodos estatísticos para analisar os processos utilizados no projeto e, a partir daí, fornecer subsídios para sua melhoria, incluindo análise de causas de defeitos e outros problemas, aplicação de ações corretivas e preventivas e implantação de melhorias. A gerência quantitativa do projeto é capaz de fornecer, por meio da análise de dados obtidos em medições, uma visão objetiva do projeto e dos processos nele utilizados. Permite, assim a compreensão do *status* e andamento do projeto, suas variações de desempenho e qualidade e o grau de alcance dos objetivos do projeto e da organização. Isso é possível, pois a gerência quantitativa provê meios para estabelecer e manter estável os níveis de variação dos processos, permitindo prever resultados futuros [FLORAC e CARLETON, 1999].

⁸ Desempenho de processo pode ser definido como uma medida dos resultados atuais que o processo alcançou. Pode ser caracterizado por medidas de processo - como por exemplo esforço, prazo e eficiência da remoção de defeitos - e por medidas de produto, como confiabilidade e densidade de defeitos, por exemplo [SEI, 2006].

Para aplicar a gerência quantitativa, as organizações devem ter alcançado um bom nível de maturidade em seus processos de software [SARGUT e DEMIRORS, 2006]. A efetiva utilização da gerência quantitativa identifica um grau considerável de maturidade organizacional, pois significa que a organização executa o essencial para desenvolver softwares de qualidade e está realizando ações com o objetivo de passar ao patamar de melhoria contínua de seus processos.

Para ser possível gerenciar estatisticamente os projetos, os processos envolvidos precisam ser estáveis (ver AP 4.1 e AP 4.2). Após a fase de estabilização do desempenho dos processos, podem-se utilizar os resultados históricos do seu desempenho (*baseline*) e os modelos de desempenho, para a gerência quantitativa. Antes disso, não é possível caracterizar uma gerência quantitativa efetiva e, sim, um esforço para conhecer e estabilizar os processos [CAMPOS et al., 2007].

A gerência quantitativa não precisa ser aplicada a todo o processo definido para o projeto. Na verdade, deve-se analisar os subprocessos que compõem o processo definido e determinar quais serão gerenciados quantitativamente, podendo ser todos ou alguns. A decisão de quais subprocessos serão submetidos à gerência quantitativa deve estar baseada na seleção dos processos mais relevantes para os objetivos da organização. Processos que consomem recursos significativos ou estão no caminho crítico dos projetos ou, ainda, apresentam relação com a qualidade do produto devem ser priorizados [KULPA e JOHNSON, 2003].

Uma questão que se coloca é sobre o número de processos/subprocessos que precisam ser gerenciados quantitativamente. Uma resposta para esta questão pode ser encontrada em [SEI, 2006] que indica que deve-se selecionar pelo menos um subprocesso relevante por fase do ciclo de vida, um subprocesso relacionado à gerência do projeto e um relacionado aos processos de apoio.

Uma vez que a gerência quantitativa está diretamente relacionada às medições realizadas nos projetos, a medição de software é um de seus principais pilares. O plano de medição deve definir medidas alinhadas aos objetivos organizacionais e, após a coleta e análise dos dados, os resultados devem ser utilizados para identificar desvios e aplicar as ações necessárias.

Para que as ações corretivas sejam determinadas eficientemente, é essencial que as medidas e previsões sejam confiáveis, ou seja, é preciso que as medições e análises sejam feitas corretamente para garantir que as previsões sobre o alcance dos objetivos de desempenho e de qualidade dos processos sejam factíveis. Outro fator muito importante para a predição do alcance dos objetivos é a capacidade de entender a natureza e extensão das variações detectadas no desempenho dos processos do projeto quando estes não se apresentam adequados para alcançar os objetivos estabelecidos. Para isso, a gerência quantitativa de projeto utiliza técnicas quantitativas que auxiliam no entendimento e predição do desempenho dos processos, bem como na identificação das ações corretivas que devem ser realizadas para resolver possíveis desvios com relação ao alcance dos objetivos.

Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) foi concebido no Japão no final dos anos 60, como um método de desenvolvimento de novos produtos no contexto da Qualidade Total [AKAO, 1997].

O QFD fornece uma estrutura para o ciclo de desenvolvimento. Essa estrutura pode ser comparada à estrutura de uma casa onde a base é formada pelos requisitos do cliente [BOSSERT, 1991]. Segundo EUREKA e RYAN [1992], o QFD é uma forma sistemática de assegurar que o desenvolvimento de atributos, características e especificações do produto, assim como a seleção e o desenvolvimento de equipamentos, métodos e controles do processo sejam dirigidos para as demandas do cliente ou do mercado. Este método traduz as necessidades dos clientes em requisitos apropriados para a organização, em cada ciclo do desenvolvimento do produto, desde a pesquisa e o desenvolvimento até a engenharia. Dessa forma, o QFD diminui problemas no início da produção, minimiza mudanças no projeto, encurta os ciclos de desenvolvimento, maximiza a produtividade e reduz custos.

A principal característica do QFD é o foco nos requisitos do cliente. O processo é guiado pelo que o cliente quer e não por inovações tecnológicas.

Conseqüentemente, um esforço maior é dedicado ao levantamento das informações necessárias para determinar o que o cliente realmente quer. Esse esforço tende a aumentar o tempo do planejamento inicial do projeto, mas reduz o tempo total do desenvolvimento [BOSSERT, 1991].

O QFD é realizado por meio de uma série de matrizes, que desdobram as necessidades do cliente e os requisitos técnicos com elas relacionados, a partir do planejamento e do projeto do produto. Cada matriz é popularmente chamada de “casa da qualidade” [EUREKA e RYAN, 1992]. O QFD envolve basicamente quatro fases que ocorrem no processo de desenvolvimento do produto. Durante cada fase uma ou mais “casas da qualidade” são preparadas para ajudar o planejamento e comunicar quais processos e informações do projeto são críticos [EUREKA e RYAN, 1992; D'OLIVEIRA, 2003].

A primeira fase do QFD se refere ao planejamento do produto e tem como objetivos principais: (i) definir e priorizar as necessidades dos clientes; (ii) analisar as oportunidades oferecidas pela concorrência; (iii) planejar o produto para responder às necessidades e oportunidades e (iv) estabelecer os valores das características críticas.

A segunda fase, desdobramento de componentes, refere-se à montagem e características de componentes, onde se desdobram alguns dos requisitos do projeto, identificados na fase anterior, em nível de subsistema e componentes. A “casa da qualidade” resultante desta fase serve de base para todas as atividades preliminares de projeto. Entretanto, nem todos os requisitos de projeto são desdobrados, apenas aqueles que representem risco para o projeto (novos, difíceis, ou extremamente importantes) são desdobrados.

A terceira fase, denominada de planejamento do processo, representa a transição do projeto para as operações de fabricação, onde um diagrama do planejamento do processo é inserido para cada característica crítica de componente (identificado na fase anterior).

A quarta fase, planejamento de produção, preza pelo controle da qualidade e do processo onde as informações geradas são transferidas para a fábrica.

Segundo [BOSSERT, 1991], além das quatro fases, existem alguns passos que devem ser seguidos para construir a “casa da qualidade” do QFD:

- (i). Definir os requisitos do cliente: definir os objetivos ditados pelo cliente (o quê);
- (ii). Definir a importância dos requisitos do cliente;
- (iii). Definir os requisitos do produto: O objetivo deste passo é estabelecer os requisitos do produto (“como”) que respondem às necessidades dos clientes;
- (iv). Identificar relações entre os requisitos do cliente e os requisitos do produto;
- (v). Identificar correlações entre os requisitos do produto: determinar as correlações entre os requisitos do produto ou características técnicas utilizando símbolos para os relacionamentos fortes, médios, positivos ou negativos. Cada requisito do produto deve ser avaliado em relação a todos os outros. Caso a implementação de um requisito possa prejudicar a implementação de outro, a correlação é considerada uma correlação negativa;
- (vi). Realizar a avaliação competitiva técnica: desenvolver uma comparação com a concorrência sobre os requisitos do produto;
- (vii). Definir a importância dos requisitos do produto: calcular a importância dos requisitos do produto, obtida por meio da multiplicação do peso dos requisitos do cliente pelo fator de relacionamento. Um fator de relacionamento é definido como forte, médio ou fraco e indica o grau de relacionamento entre os requisitos do cliente e os requisitos do produto;
- (viii). Determinar o valor ideal para os requisitos do produto: quantificar os requisitos do produto encontrando seu valor ideal por meio da comparação das características técnicas relacionadas aos requisitos do produto da organização em relação aos seus concorrentes. Logo após, a equipe deve analisar os requisitos do cliente e do produto procurando inconsistências. Essa análise pode mostrar pontos que precisam de melhoria e onde as estratégias de mercado devem ser melhoradas. É necessário realizar uma avaliação da dificuldade relacionada a cada característica técnica. Geralmente, essa avaliação é feita por meio de uma escala de 1 (baixa) a 5 (alta) o que poderá ajudar a determinar o esforço de desenvolvimento dos requisitos do produto; e
- (ix). Analisar a “Casa da Qualidade”: analisar a “casa da qualidade” e finalizar a estratégia de desenvolvimento do produto. Determinar as áreas que merecem foco e as ações operacionais necessárias. Podem ser tomadas várias decisões analisando a “casa da qualidade”.

O uso do QFD em projetos de software pode trazer benefícios, dentre eles [BOSSERT, 1991; HAAG *et al.*, 1996]:

- Aumento da atenção para as perspectivas dos clientes;
- Uso efetivo das informações competitivas;
- Melhoria na comunicação entre os departamentos e com os usuários;
- Priorização de recursos;
- Fundamentação para justificar as decisões;
- Diminuição de futuras redundâncias no desenvolvimento;
- Quantificação qualitativa dos requisitos do cliente;
- Representatividade dos dados facilitando o uso de medidas;

- Definição mais rápida das características do produto; e
- Capacidade de adaptação a várias metodologias.

A norma Internacional ISO/IEC 9126

A qualidade desejável em um produto de software está relacionada aos requisitos identificados pelo cliente. Ao se desenvolver um produto com a qualidade desejada pelo usuário, é de se esperar que a satisfação do usuário seja obtida. No entanto, identificar os requisitos de qualidade de um produto não é uma tarefa trivial. Para auxiliar nesta tarefa, pode-se descrever a qualidade de um produto por meio de um conjunto de características que devem ser alcançadas em um determinado grau para que o produto atenda às necessidades de seus usuários. Cada uma das características de qualidade pode ser detalhada em vários níveis de subcaracterísticas, chegando-se a um amplo conjunto de atributos que descrevem a qualidade de um produto de software. Nesse contexto, a norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC, 2001] foi definida visando consolidar em um modelo as diferentes visões da qualidade. Atualmente, esta norma está sendo revisada sob a identificação ISO/IEC 25010, estando previstas alterações no modelo de qualidade.

A norma internacional ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC, 2001] define um modelo de qualidade que organiza as características e subcaracterísticas de qualidade desejáveis para um produto de software. Ela pode ser usada para especificar e avaliar a qualidade do produto, permitindo validar a completeza da definição dos requisitos, identificar os requisitos de software, identificar os objetivos do projeto de software, identificar os objetivos do teste de software, identificar os critérios de garantia da qualidade e identificar os critérios de aceitação para um produto de software completo.

Essa norma visa apoiar a avaliação dos produtos de software de forma que o produto avaliado atenda às necessidades específicas em um determinado contexto de uso. O modelo de qualidade definido na norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC, 2001] está subdividido em: (i) modelo de qualidade para características internas e externas e (ii) modelo de qualidade para qualidade em uso.

A qualidade interna é a totalidade de características do produto de software vista por uma perspectiva interna (dos desenvolvedores), ou seja, por meio de seus artefatos estáticos. Já a qualidade externa é a totalidade de características observadas por uma perspectiva externa (dos avaliadores ou usuários) e pode ser vista quando o produto é executado. Por fim, a qualidade em uso é a visão de qualidade pela perspectiva de uso (dos usuários) do produto de software. Essa última mede o nível de sucesso na realização de tarefas pelos usuários em um ambiente particular de operação, ao invés de medir o produto de software em si.

O modelo de qualidade para características internas e externas classifica os atributos de qualidade em seis características:

- **Funcionalidade:** refere-se à existência de um conjunto de funções que satisfazem às necessidades implícitas ou explícitas e suas propriedades específicas. Suas subcaracterísticas são: Adequação, Acurácia, Interoperabilidade, Segurança de acesso e Conformidade relacionada à funcionalidade.

- **Confiabilidade:** refere-se à capacidade de o software manter seu nível de desempenho, sob condições estabelecidas, por um período de tempo. Suas subcaracterísticas são: Maturidade, Tolerância a falhas, Recuperabilidade e Conformidade relacionada à confiabilidade.
- **Usabilidade:** refere-se ao esforço necessário para usar um produto de software, bem como o julgamento individual de tal uso por um conjunto explícito ou implícito de usuários. Suas subcaracterísticas são: Inteligibilidade, Apreensibilidade, Operacionalidade, Atratividade e Conformidade relacionada à usabilidade.
- **Eficiência:** refere-se ao relacionamento entre o nível de desempenho do software e a quantidade dos recursos utilizados sob as condições estabelecidas. Suas subcaracterísticas são: Comportamento em relação ao tempo, Utilização de recursos e Conformidade relacionada à eficiência.
- **Manutenibilidade:** refere-se ao esforço necessário para fazer modificações específicas no software. Suas subcaracterísticas são: Analisabilidade, Modificabilidade, Estabilidade, Testabilidade e Conformidade relacionada à manutenibilidade
- **Portabilidade:** refere-se à capacidade de o software ser transferido de um ambiente para outro. Suas subcaracterísticas são: Adaptabilidade, Capacidade para ser instalado, Co-Existência, Capacidade para substituir e Conformidade relacionada à portabilidade.

A qualidade em uso também pode ser vista como a capacidade do produto de software permitir que determinados usuários alcancem metas específicas como eficácia, efetividade, produtividade, segurança e satisfação em um contexto específico. No modelo de qualidade em uso, os atributos são classificados em quatro características:

- **Eficácia:** refere-se à capacidade de o produto de software possibilitar aos usuários atingir metas especificadas com acurácia e completeza em um contexto de uso especificado;
- **Produtividade:** refere-se à capacidade de o produto de software possibilitar aos usuários utilizar uma quantidade adequada de recursos em relação à efetividade alcançada em um contexto de uso especificado;
- **Segurança:** refere-se à capacidade de o produto de software oferecer níveis aceitáveis de risco de danos a pessoas, negócios, software, propriedades ou ao ambiente em um contexto de uso especificado; e,
- **Satisfação:** refere-se à capacidade de o produto de software satisfazer aos usuários em um contexto de uso especificado.

Com o objetivo de auxiliar a medição de software durante o desenvolvimento de produtos de software, guiando a definição de medidas para avaliação da qualidade, a norma internacional ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC, 2001] define um conjunto de medidas para avaliação de cada característica de qualidade nela definida. As medidas estão divididas em:

- **Medidas internas:** podem ser aplicadas a um produto de software não executável, durante estágios de seu desenvolvimento (como um pedido de

proposta, especificação de requisitos, especificação de projeto ou código fonte). Medidas internas fornecem aos usuários a capacidade de medir a qualidade de produtos intermediários e, assim, prever a qualidade do produto final. Isso permite ao usuário identificar problemas relativos à qualidade e iniciar ações corretivas o quanto antes no ciclo de desenvolvimento de software. Exemplos de medidas internas definidas nesta norma são a remoção de defeitos e o impacto de mudanças.

- Medidas externas: podem ser usadas para medir a qualidade do produto de software por meio da medição do comportamento do sistema do qual ele faz parte. As medidas externas podem ser usadas apenas durante o estágio de testes no ciclo de vida e durante qualquer estágio operacional. A medição é realizada durante a execução do produto de software no ambiente de sistema no qual ele deve operar. Alguns exemplos de medidas externas definidas nesta norma são adequação funcional e tempo médio entre falhas.
- Medidas de qualidade em uso: medem se um produto satisfaz às necessidades especificadas por usuários no que diz respeito a atingir níveis definidos de eficiência, produtividade, segurança e satisfação em um contexto de uso especificado. Isso só pode ser atingido em um ambiente de sistema real. Frequência de erro e escala de satisfação são exemplos de medidas de qualidade em uso definidas nesta norma.

Para cada medida proposta nos relatórios técnicos [ISO/IEC, 2003b, ISO/IEC, 2003c, ISO/IEC, 2004d] são apresentados o nome e o propósito da medida, o método para sua aplicação, as fórmulas de cálculo da medida e os elementos computacionais usados na composição da medida, a interpretação do valor medido, o tipo de escala da medida, o tipo de medida, os dados de entrada para a medição, as referências à norma ISO/IEC 12207 [ISO/IEC, 2008] e os usuários interessados nos resultados da medida.

Simulação de processos de software e dinâmica de sistemas

Realizar mudanças em processos é uma atividade frequente nas organizações de software que empreendem em melhoria contínua. Espera-se que, para cada nova modificação, os efeitos sejam sempre positivos. Porém, sempre há um conjunto de incertezas associadas que podem implicar em resultados inesperados. Resultados inesperados em projetos de software são extremamente indesejáveis, especialmente para organizações que prezam pela qualidade de seus produtos e satisfação dos seus clientes. Neste cenário, a simulação de processos de software pode ser de grande utilidade.

Simular processos de software consiste na manipulação de modelos formais⁹ capazes de reproduzir artificialmente a execução dos processos. A simulação pode ser utilizada para auxiliar na predição do comportamento do processo e responder questões do tipo "o que acontece se". Em muitos casos o objetivo é apoiar a tomada de decisão, apoiar a redução de riscos e auxiliar a gerência nos níveis operacional, tático e estratégico.

⁹ Modelo constituído por um conjunto de postulações matemáticas e lógicas com detalhes suficientes para descrever os objetivos e as limitações de um sistema [BARROS, 2001].

Segundo [KELLNER *et al.*, 1999] o propósito de utilizar simulação pode ser agrupado em seis categorias:

- Gerência estratégica: parâmetros organizacionais podem ser manipulados para simular cenários alternativos e apoiar a tomada de decisão;
- Planejamento: à medida que o plano é elaborado, o gerente do projeto pode utilizar a simulação para observar o comportamento do esforço, custo, prazo, qualidade do produto e outras variáveis de interesse.
- Controle e gerência operacional: Durante a execução de um projeto, o gerente pode verificar o estado atual e manipular parâmetros dos projetos de forma a verificar os potenciais efeitos nos resultados do projeto.
- Melhoria de processo e adoção de tecnologia: A simulação pode apoiar em decisões de optar ou não por uma proposta de melhoria ou atuar na priorização de um conjunto de propostas.
- Entendimento: Por meio da simulação do processo, os gerentes, desenvolvedores, grupo de qualidade e demais interessados, podem entender melhor o fluxo do processo, a sequência e dependência das atividades e demais propriedades do processo.
- Treinamento e aprendizado: Pessoas podem praticar e aprender sobre gerência de projetos a partir da simulação. O uso da simulação, neste caso, é análogo ao uso de simuladores de voo. No ambiente simulado, os aprendizes podem observar o impacto de ações e decisões mais comuns, como reduzir o tempo para testes, optar por não realizar inspeção e outras.

Para simular um processo de software é preciso: (i) Construir um modelo que represente o processo de software de interesse e que contenha um conjunto de parâmetros de entrada e variáveis de resposta e (ii) Inserir o modelo em um ambiente de simulação cujo objetivo é facilitar a interação com o modelo por parâmetros de entrada e a observação dos efeitos da interação observados nas variáveis de resposta.

A definição sobre o tipo de modelo a ser desenvolvido para a simulação depende do propósito do modelo e de quais questões se deseja investigar [KELLNER *et al.*, 1999]. A determinação do escopo do modelo é uma decisão que deve ser tomada levando em conta o que se deseja manipular, a amplitude dos potenciais efeitos da manipulação e como os resultados da manipulação devem ou podem ser observados. Em geral, o escopo está restrito a uma parte do ciclo de vida, um projeto de desenvolvimento, evolução de longo prazo de um produto ou questões de longo prazo em uma organização. Estes quatro escopos são fundamentados por duas dimensões: intervalo de tempo e amplitude organizacional (menos de um projeto ou equipe, um projeto ou equipe, múltiplos projetos ou equipes).

São variáveis de resposta típicas: esforço e custo; nível de defeitos, ciclo do tempo (duração, cronograma, intervalo), requisitos de pessoal sobre o tempo, taxa de utilização do pessoal, custo/benefício (ROI), desempenho/produzitividade; e *backlogs*. A abstração do processo requer a identificação de todos os seus elementos (atividades, artefatos, ferramentas, técnicas, medidas associadas e o próprio processo) e como eles interagem entre si.

O desenvolvimento e a manutenção de software são caracterizados pela complexidade da interação entre pessoas, processos e tecnologias. Cada um desses elementos inclui fatores que podem exercer inúmeras influências que são refletidas no produto final. Com o propósito de entender sistemas que apresentam este grau de complexidade, no final da década de 50, FORRESTER [1961] introduziu o conceito de Dinâmica de Sistemas. FORRESTER descreveu um caso real na indústria de componentes eletrônicos, onde desenvolveu um modelo experimental e realizou uma análise sensitiva para identificar quais partes do sistema produtivo eram mais cruciais para determinar seu comportamento. Com base nas observações, ele propôs modificações na política do sistema de produção real e foram obtidas melhorias.

No domínio da engenharia de software, um trabalho que serviu de marco e que explorou com profundidade o conceito de Dinâmica de Sistemas foi o de ABDELHAMID e MADNICK [1991]. Os autores construíram um modelo que permite visualizar os potenciais efeitos da manipulação de fatores que influenciam no custo e no esforço necessários para a conclusão de um projeto de desenvolvimento de software. Desde então, inúmeros estudos têm sido conduzidos no domínio da engenharia de software com foco em áreas específicas, dentre eles: gerência de projetos de software [COOPER e MULLEN, 1993; LIN *et al.*, 1997; HENDERSON e HOWARD, 2000], engenharia de software concorrente [POWELL *et al.*, 1999], engenharia de requisitos de software [CHRISTIE e STALEY, 2000], impacto da melhoria do processo no ciclo de vida [TVEDT e COLLOFELLO, 1995; TVEDT e COLLOFELLO, 1995], efeitos das atividades da melhoria da qualidade do software [ARANDA *et al.*, 1993; CHICHAKLY, 1993; MADACHY, 1994; MADACHY, 1996], gerência de confiabilidade de software [RUS, 1996; RUS *et al.*, 1999], manutenção de software [CARTWRIGHT e SHEPPERD, 1999], evolução de software [LEHMAN e RAMIL, 1999], *outsourcing* [ROEHLING *et al.*, 2000], treinamento em engenharia de software [MADACHY e TARBET, 2000], dentre outros.

Em todos estes estudos, o conceito de Dinâmica de Sistemas é aplicado à construção de modelos capazes de reproduzir artificialmente a execução dos processos por meio da simulação com a intenção de responder questões do tipo "o que acontece se".

11.1.3 Resultados esperados

Além de todos os resultados esperados do processo Gerência de Projetos, já implementados nos níveis anteriores¹⁰, no nível B o resultado GPR18 e os resultados GPR19 a GPR24 são incorporados, refletindo a abordagem quantitativa da gerência de projetos neste nível. Estes resultados esperados para o processo Gerência de Projetos estão baseados na área de processo Gerência Quantitativa de Projetos do CMMI-DEV [SEI, 2006].

¹⁰ Ver descrição detalhada da implementação dos demais resultados esperados nas partes 1 e 3 do Guia de Implementação.

GPR18 - (A partir do Nível B) Os subprocessos mais adequados para compor o processo definido para o projeto são selecionados com base na estabilidade histórica, em dados de capacidade e em outros critérios previamente estabelecidos

Este resultado esperado tem como objetivo garantir que os subprocessos que farão parte do processo definido para o projeto sejam selecionados considerando-se as características do projeto e dados históricos que evidenciem a estabilidade e capacidade dos subprocessos. Os subprocessos passíveis de seleção devem fazer parte da biblioteca de ativos da organização/unidade organizacional.

A seleção dos subprocessos que farão parte do processo definido para o projeto vai impactar na seleção dos subprocessos que serão gerenciados estatisticamente. Logo, é importante que sejam subprocessos que possam ser gerenciados estatisticamente durante a execução do projeto. Desta forma, é conveniente que GPR18, GPR19 e GPR20 sejam implementados de forma iterativa.

Ao se compor os subprocessos é, ainda, importante analisar a interação destes subprocessos para verificar se eles interagem da forma desejada. Esta análise pode ser feita usando-se modelos dinâmicos e simulação.

GPR19 - (A partir do nível B) Os objetivos para a qualidade do produto e para o desempenho do processo definido para o projeto são estabelecidos e mantidos

Este resultado esperado tem como objetivo garantir a definição de objetivos mensuráveis de qualidade e de desempenho do processo para cada projeto, de uma forma satisfatória para a organização e os clientes envolvidos.

A identificação dos objetivos de qualidade e de desempenho deve partir dos objetivos de qualidade e de desempenho da organização. Entretanto, é possível que nem todos os objetivos da organização sejam aplicáveis ao projeto ou que seja necessário incluir novos objetivos pelas necessidades específicas do projeto e do cliente. É importante neste momento ser realista estabelecendo objetivos viáveis de serem alcançados. Sempre que necessário, os objetivos devem ser revistos.

A implementação deste resultado requer, portanto: (i) entendimento das características do projeto; (ii) entendimento das necessidades de qualidade do cliente e priorização destas necessidades; (iii) transformar as necessidades do cliente em requisitos de software e objetivos de qualidade; e (iv) entender o processo e seu desempenho atual por meio da análise de dados históricos. Cuidado especial deve ser dado para que os objetivos de qualidade sejam realmente derivados das necessidades do cliente, isto é, das necessidades de negócio.

Para identificar as necessidades do cliente e prioridades, uma técnica útil é o QFD (*Quality Function Deployment*). Uma fonte importante de consulta sobre atributos de qualidade é a ISO/IEC 9126. Uma experiência de implementação usando QFD e a ISO/IEC 9126 pode ser encontrada em [ANTONIOL et al., 2004]. Outro exemplo pode ser encontrado em [CAMPOS et al., 2007].

GPR20 - (A partir do nível B) Subprocessos do processo definido para o projeto e que serão gerenciados estatisticamente são escolhidos e são

identificados os atributos por meio dos quais cada subprocesso será gerenciado estatisticamente

Este resultado esperado tem como objetivo selecionar os subprocessos a serem gerenciados estatisticamente. Esta seleção deve estar baseada nos subprocessos selecionados pela organização (RAP 24) e na relevância dos subprocessos para o alcance dos objetivos de qualidade e de desempenho.

Assim como no contexto organizacional, nem todos os subprocessos são objeto de análise de desempenho, no contexto do projeto, e nem todos os subprocessos que compõem o processo definido para o projeto serão gerenciados estatisticamente.

Após a escolha dos subprocessos, deve-se identificar os atributos do produto e do processo que serão medidos e controlados, isto é, gerenciados estatisticamente.

GPR21 - (A partir do nível B) O projeto é monitorado para determinar se seus objetivos para qualidade e para o desempenho do processo serão atingidos. Quando necessário, ações corretivas são identificadas

Este resultado esperado tem como objetivo garantir a revisão periódica e em curtos intervalos de tempo (algumas vezes diária) do desempenho e da capacidade de cada subprocesso selecionado para ser gerenciado estatisticamente para se poder avaliar o progresso em direção ao alcance dos objetivos de qualidade do projeto e de desempenho do processo. Para atender a este resultado esperado de forma integral, devem ser utilizados modelos que possam antecipar (por meio de estimativas e simulações) quais são as chances de se atingir resultados futuros (por exemplo, prazos, custos, qualidade) com base nos valores atuais. Tem-se, assim, uma gerência proativa.

GPR22 - (A partir do nível B) O entendimento da variação dos subprocessos escolhidos para gerência quantitativa, utilizando medidas e técnicas de análise estatística previamente selecionadas, é estabelecido e mantido

Este resultado esperado tem como objetivo a aplicação de métodos estatísticos para o entendimento da variação dos subprocessos selecionados.

Para que este resultado seja implementado é necessário se exista um planejamento prévio da gerência estatística, isto é, devem ter sido selecionadas medidas adequadas para a gerência estatística e técnicas de análise estatística para serem utilizadas na análise da variação dessas medidas. Essas medidas devem ser associadas aos objetivos de qualidade do projeto e de desempenho do processo, bem como devem estar baseadas nas medidas estabelecidas para a organização (RAP 27). No entanto, podem ser acrescentadas novas medidas para atender às necessidades do produto, do processo e do cliente.

GPR23 - (A partir do nível B) O desempenho dos subprocessos escolhidos para gerência quantitativa é monitorado para determinar a sua capacidade de satisfazer os seus objetivos para qualidade e para o desempenho. Ações são identificadas quando for necessário tratar deficiências dos subprocessos

A capacidade de cada subprocesso selecionado é determinada com relação aos atributos de qualidade e de desempenho estabelecidos para o subprocesso. Estes

objetivos são derivados dos objetivos de qualidade e de desempenho estabelecidos para o projeto como um todo.

Este resultado esperado tem como objetivo monitorar o desempenho dos subprocessos no projeto, o que significa:

- (i). determinar estatisticamente o desempenho esperado para o subprocesso;
- (ii). avaliar a probabilidade de o processo atingir seus objetivos de qualidade e de desempenho, o que significa comparar a capacidade do subprocesso selecionado com relação aos objetivos de qualidade e de desempenho; e
- (iii). identificar, quando necessário, as ações corretivas a serem tomadas para resolver as deficiências com relação à execução do processo¹¹, buscando-se que o projeto use um processo de maior capacidade que possa satisfazer os objetivos de qualidade do produto e de desempenho do processo.

Trata-se, portanto, de avaliar a capacidade do subprocesso com relação a cada atributo do subprocesso que foi medido. Esta avaliação só é possível de ser realizada se o subprocesso for estável com relação ao atributo. É conveniente, para facilitar a comunicação dos resultados, que a exibição dos resultados seja feita de forma gráfica.

GPR24 - (A partir do nível B) Dados estatísticos e de gerência da qualidade são incorporados ao repositório de medidas da organização

À medida que os projetos são executados, os resultados de desempenho dos atributos de interesse devem ser armazenados no repositório de medidas da organização.

11.2 Os atributos de processo no nível B

De acordo com o Guia Geral do MR-MPS, “a capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No MR-MPS, 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, 2009b].

Os atributos de processo no nível B visam garantir que os processos operam dentro de limites definidos. Entretanto, nem todos os processos/subprocessos necessitam ser objeto de análise de desempenho. A escolha é feita a partir da identificação dos objetivos de negócio da organização e da importância dos processos/subprocessos para o alcance destes objetivos (ver RAP 23 e RAP 24).

¹¹ O foco, aqui, é em ações corretivas relacionadas à execução dos processos. Entretanto, causas especiais de variação dos processos podem revelar oportunidades de melhoria a serem incorporadas futuramente na definição do subprocesso. As ações corretivas podem estar relacionadas à renegociação dos objetivos do projeto, implementação de subprocessos alternativos ou mesmo realizar medições em subprocessos de nível mais baixo para entender melhor os dados de desempenho [SEI, 2006].

Como os atributos de processo são cumulativos, para atingir o nível B, além dos atributos de processo AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2, uma unidade organizacional deve implementar os resultados esperados de atributos de processo RAP 25 a RAP 35 para todos os processos e/ou subprocessos selecionados para análise de desempenho. A implementação dos resultados RAP 23 e RAP 24 é obrigatória para todos os processos do MPS.

Em uma avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b] é exigido, para se considerar um processo “SATISFEITO” com relação ao nível B, que estes novos atributos de processo (AP 4.1 e AP 4.2) sejam caracterizados como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado). Todos os demais atributos de processo (AP 1.1 a AP 3.2) devem ser caracterizados com T (Totalmente implementado).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade B do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

A seguir os atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2 são descritos com detalhes, precedidos de uma breve fundamentação teórica.

11.2.1 Fundamentação teórica

Análise de desempenho de processos

A análise de desempenho de processos de software tem como objetivo estabelecer e manter um entendimento quantitativo da eficiência dos processos organizacionais, estabelecendo *baselines* e modelos de desempenho, necessários para o gerenciamento quantitativo dos projetos [SEI, 2006].

As medidas comuns da organização são compostas por medidas de produto e de processo que podem ser utilizadas para sumarizar o desempenho atual dos processos nos projetos da organização. Os dados organizacionais para essas medidas são analisados para estabelecer uma distribuição e limites de resultados que caracterizam o desempenho esperado para o processo quando este é utilizado em um projeto específico da organização.

O desempenho esperado para o processo pode ser utilizado para estabelecer os objetivos de qualidade e de desempenho e também, inicialmente, como uma *baseline* com a qual o desempenho dos projetos atuais pode ser comparado. Esta informação será utilizada para gerenciar quantitativamente os projetos. Cada projeto gerenciado quantitativamente fornecerá resultados atuais sobre o desempenho dos processos que se tornarão parte dos dados da *baseline* dos processos organizacionais.

Para que seja possível estabelecer *baselines* e modelos de desempenho, os dados coletados nos projetos da organização são representados utilizando-se ferramentas analíticas que ilustram, de maneira clara e objetiva, o comportamento dos processos nos projetos da organização. Nesse momento, as variações de comportamento dos processos são percebidas e precisam ser entendidas.

Quando uma variação é detectada, é preciso analisar sua causa. As causas podem ser de dois tipos: causas comuns e causas especiais [FLORAC e CARLETON, 1999].

As causas comuns provocam desvios dentro de um limite aceitável para o comportamento do processo. São variações que pertencem ao processo, ou seja, é o resultado de interações normais dos componentes do processo: pessoas, máquinas, ambientes e métodos. As causas especiais provocam desvios que excedem os limites estabelecidos para a variação do comportamento do processo. São eventos que não fazem parte do curso normal do processo e provocam mudança no padrão de variação. A remoção das causas especiais leva a ajustes no processo. As causas especiais são também chamadas de atribuíveis, pois podem ser identificadas, analisadas e utilizadas como diretrizes para prevenção de ocorrências futuras.

Do ponto de vista do controle estatístico, o primeiro passo para melhorar as saídas de um processo é a identificação das causas especiais ou atribuíveis. À medida que as causas especiais são identificadas e tratadas, a variabilidade do processo vai reduzindo até o processo ficar sob controle estatístico [WHEELER e CHAMBERS, 1992].

A análise de desempenho utiliza dados de projetos da organização para auxiliar a predição da qualidade dos produtos e do desempenho dos processos e identificar as ações corretivas que devem ser realizadas para tratar as causas especiais. A gerência quantitativa dos projetos, por sua vez, utiliza os modelos de desempenho e as *baselines* estabelecidas para os processos como referência para analisar, por meio de técnicas da gerência estatística, o desempenho dos processos em cada projeto específico.

Há uma relação direta entre a análise de desempenho de processos, gerência quantitativa de projetos e gerência estatística, porém, é importante perceber que, no âmbito dos processos, há diferença entre os termos “*estar sob controle quantitativo*” e “*estar sob controle estatístico*”. Um processo está sob controle estatístico quando são utilizadas técnicas estatísticas para analisar seu comportamento, identificar as causas de suas variações e seu desempenho está contido dentro de limites bem definidos, calculados com base em dados históricos e modelos estatísticos. Ou seja, um processo está sob controle estatístico quando suas variações são aceitáveis e encontram-se dentro de um limite estabelecido para ele, isto é, não há causas atribuíveis. Um processo sob controle estatístico é um processo estável [FLORAC e CARLETON, 1999]. Um processo é considerado sob controle quantitativo quando ele é controlado por meio de técnicas estatísticas e/ou quantitativas. Assim, um processo pode estar sob controle quantitativo e não estar sob controle estatístico, isto é, um processo pode estar sendo gerenciado quantitativamente, mas ainda não ter alcançado a estabilidade.

Quando o desempenho de um processo é estabilizado, o processo, as medições a ele associadas e os limites aceitáveis das variações são estabelecidos como uma *baseline* e podem ser utilizados para a gerência quantitativa. Para analisar o comportamento dos processos e estabelecer suas *baselines* e modelos de desempenho, são utilizadas técnicas e modelos estatísticos.

Exemplos de métodos estatísticos são os diagramas *scatter*, gráficos de tendências, histogramas, diagramas de causa e efeito, gráficos de barras, diagrama de Pareto e gráficos de controle [FLORAC e CARLETON, 1999].

Diagramas *Scatter* são gráficos que mostram o relacionamento entre duas características de processo. São limitados a analisar apenas duas variáveis. Podem ser utilizados como o primeiro passo para a exploração de dados em busca de relações entre causas e efeitos.

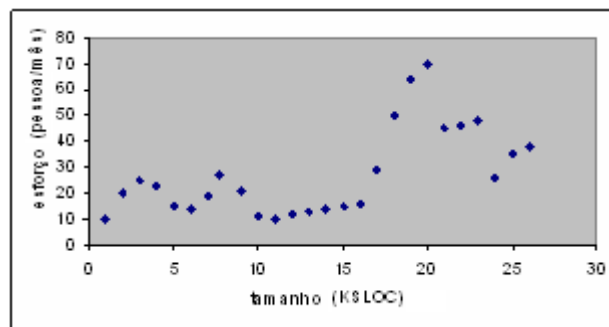


Figura 2 - Exemplo de Diagrama Scatter relacionando esforço e tamanho.

Gráficos de Tendência mostram padrões e tendências existentes nos dados ao longo do tempo. São similares aos gráficos de controle, porém, sem considerar a linha central e os limites superior e inferior.

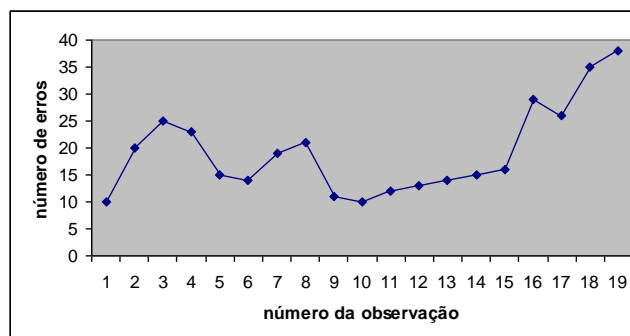


Figura 3 – Exemplo de Gráfico de Tendência.

Diagramas de Causa e Efeito, também conhecidos como diagramas *Ishikawa*, permitem mapear e priorizar um conjunto de fatores que pode afetar o processo. São úteis para organizar e priorizar as informações fornecidas por pessoas que conhecem o processo e podem auxiliar na investigação de problemas.

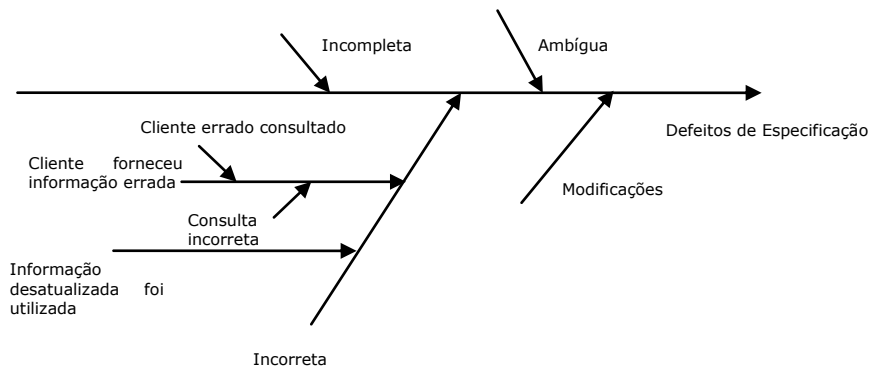


Figura 4 - Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito.

Histogramas mostram as distribuições dos dados, ou seja, a frequência dos eventos que ocorreram para um conjunto de dados em um determinado período. Podem ser utilizados para caracterizar valores observados para qualquer atributo do produto ou processo.

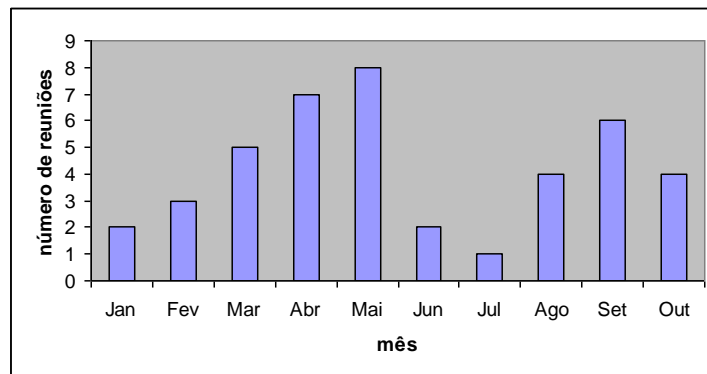


Figura 5 – Exemplo de Histograma.

Gráficos de Barras são similares aos histogramas e são utilizados para investigar o formato de um conjunto de dados. Consideram mais dimensões que o histograma.

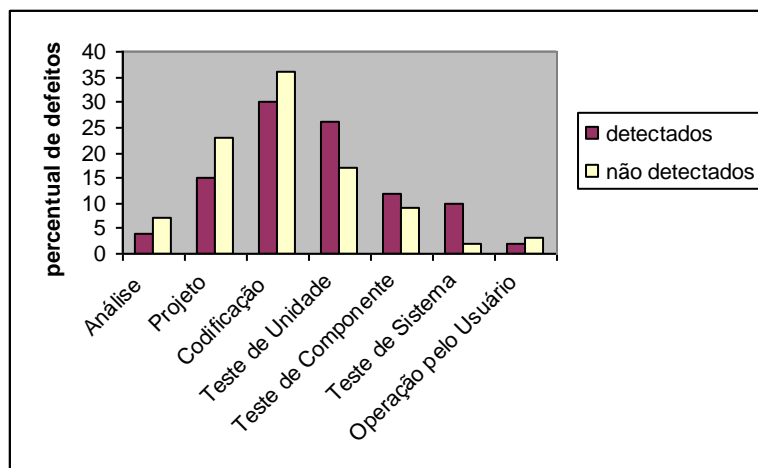


Figura 6 – Exemplo de Diagrama de Barras.

Gráficos de Pareto constituem uma forma especial de histograma ou gráfico de barras. São diagramas de frequência que mostram quantos resultados foram gerados por tipo ou categoria de causa identificada. É utilizado para direcionar as ações corretivas (por exemplo, o gerente deverá tratar as causas que estão gerando o maior número de defeitos)¹².

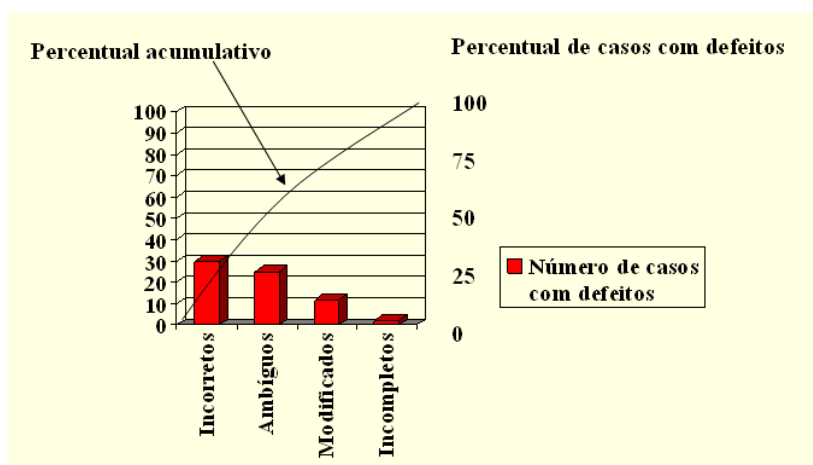


Figura 7 - Exemplo de uso do Gráfico de Pareto para análise das causas dos defeitos de especificação

Gráficos de Controle são utilizados para monitorar a variabilidade existente nos processos, permitindo distinguir causas comuns de causas especiais.

Existem diversos tipos de gráficos de controle e cada tipo é melhor aplicável sob determinadas circunstâncias. O primeiro passo para utilizar um gráfico de controle é

¹² Lei de Pareto: Uma quantidade consideravelmente pequena de causas, tipicamente, causará a grande maioria dos problemas. Normalmente, é referenciada como princípio 80/20 (80% dos problemas se devem a 20% das causas)

selecionar o tipo adequado às medidas e contexto a serem analisados. Em seguida, os dados devem ser 'plotados' e os limites de controle calculados.

O *layout* básico de um gráfico de controle é ilustrado na figura 8.a. Tanto a linha central quanto os limites superior e inferior representam estimativas calculadas a partir de um conjunto de medidas coletadas. A linha central e os limites não podem ser arbitrários, uma vez que são eles que refletem o comportamento atual do processo. Para construção de gráficos de controle e *Six Sigma* ver [WHEELER e CHAMBERS, 1992] e [WHEELER, 1999], [FLORAC e CARLETON, 1999]. A figura 8.b ilustra um exemplo de aplicação de um gráfico de controle para representar dados de medidas coletadas em um processo onde não há causas especiais. A figura 8.c apresenta um exemplo onde há causas especiais visíveis.

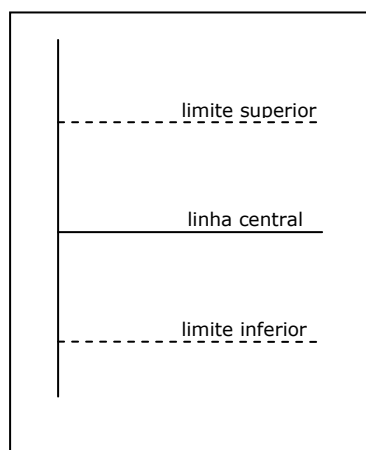


Figura 8.a – Layout básico de um gráfico de controle.

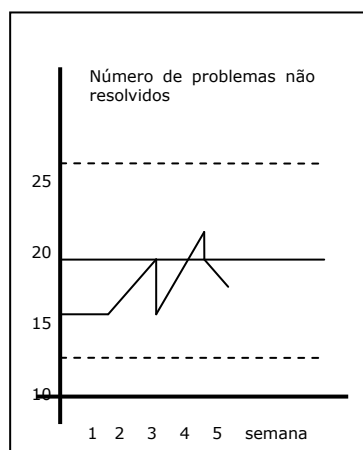


Figura 8.b – Gráfico de controle sem causas especiais.

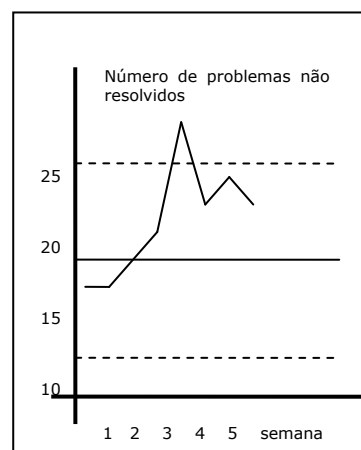


Figura 8.c – Gráfico de controle com causas especiais.

A maneira como os dados serão 'plotados', se serão agrupados e como os limites de controle e a linha central serão calculados é definida pelo tipo de gráfico de controle que será utilizado. Cada tipo possui um conjunto de métodos quantitativos e/ou estatísticos associados. A representação gráfica facilita a observância de valores fora dos limites esperados, ou seja, a presença de causas especiais. Entretanto, as causas especiais nem sempre aparecem fora dos limites e, por isso, existem métodos de análise estatística que orientam sobre como identificar pontos que merecem atenção nos gráficos de controle, mesmo quando não estão fora dos limites permitidos à variação.

Exemplos de gráficos de controle e de outras ferramentas estatísticas podem ser encontrados em [FLORAC e CARLETON, 1999].

11.2.2 AP 4.1 - O processo é medido

Este atributo é uma medida do quanto os resultados de medição são usados para assegurar que a execução do processo atinge os seus objetivos de desempenho e apoia o alcance dos objetivos de negócio definidos.

O objetivo deste atributo de processo é, portanto, garantir a existência de um sistema efetivo para coleta de medidas relevantes para o desempenho do processo

e a qualidade dos produtos de trabalho [ISO/IEC, 2004c]. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 23 - As necessidades de informação dos processos, requeridas para apoiar objetivos de negócio relevantes da organização, são identificadas

A implementação deste resultado de atributo de processo é obrigatória para todos os processos do MR-MPS, mas é realizada em conjunto para todos os processos.

Trata-se, aqui, de identificar os objetivos de negócio relevantes e as necessidades de informação para apoiar o alcance destes objetivos. Para isso, busca-se entender como os objetivos de negócio estão relacionados aos processos de software e às necessidades de informação destes processos, de forma a poder identificar quais são os processos/subprocessos críticos, ou seja, aqueles que afetam substancialmente o alcance dos objetivos da organização. Em geral, objetivos de negócio relacionados a custos, qualidade e tempo podem ser mapeados para processos de software [FLORAC e CARLETON, 1999].

RAP 24 - A partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação, são selecionados os processos e/ou subprocessos que serão objeto de análise de desempenho

O objetivo deste resultado esperado é identificar os processos/subprocessos (elementos do processo) que serão objeto de análise de desempenho. Para selecionar estes processos/subprocessos, deve-se partir das necessidades de informação dos processos, que foram derivadas dos objetivos de negócio em RAP 23. Os processos/subprocessos críticos são aqueles capazes de fornecer os dados necessários para planejamento e monitoramento de medições relacionadas às questões que poderão afetar substancialmente o alcance dos objetivos da organização¹³. A implementação deste resultado de atributo de processo é obrigatória para todos os processos do MPS, mas é realizada em conjunto para todos os processos.

Trata-se, aqui, de selecionar elementos de processos e, não, processos compostos de muitos elementos de processo, pois estes não serão possíveis de serem analisados de forma adequada.

Algumas abordagens relacionadas a medições e melhoria de processos [FUGGETTA, 2000] indicam que não se deve iniciar uma implantação de medições ou melhorias em um número elevado de processos simultaneamente, mas em um escopo restrito, facilitando o gerenciamento da implantação das novas técnicas e reduzindo os riscos da abordagem.

Responder a algumas das seguintes questões pode ajudar na seleção dos processos/subprocessos [FLORAC e CARLETON, 1999]:

- O que determina a qualidade do produto? O que determina o sucesso? O que o cliente quer?

¹³ Isto significa que nem todos os processos contribuem igualmente para o alcance dos objetivos da organização e que deve-se selecionar um conjunto pequeno. Com o tempo este conjunto pode ir aumentando à medida que se cresce em conhecimento [SEI, 2006].

- O que pode acontecer de errado? O que não está funcionando bem? O que pode assinalar futuros problemas?
- Onde estão os atrasos? Qual o tamanho do *backlog*? Onde está ocorrendo o *backlog*?
- O que é possível controlar? O que limita a capacidade da organização/unidade organizacional? O que limita o desempenho?

Esta seleção implica na escolha de quais processos terão seus atributos de desempenho medidos, estabilizados e controlados.

RAP 25 - Objetivos de medição do processo e/ou subprocesso são derivados das necessidades de informação do processo

A partir da seleção dos processos/subprocessos e das respostas às questões acima, a organização/unidade organizacional pode derivar os seus objetivos de medição.

Alguns aspectos fundamentais são, em geral, partilhados por todas as organizações de software e estão muito relacionados aos atributos de desempenho [FLORAC e CARLETON, 1999]:

- Qualidade do produto: defeitos exigem esforço para reparar e, portanto, aumentam o custo, o tempo e a complexidade;
- Duração do processo: o tempo desde o início até o fim da execução do processo/subprocesso, que pode ser melhorado, por exemplo, por meio de melhores ferramentas, eliminação de tarefas desnecessárias e treinamento;
- Entrega do produto: o evento de entrega do produto está diretamente relacionado ao tempo de execução do processo e é neste momento que se pode medir o real com relação ao esperado.
- Custo do processo: a chave para gerenciar o custo de um processo é identificar os elementos de custo que podem ser controlados e, então, buscar oportunidades de redução de custos.

RAP 26 - Objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho dos processos e/ou subprocessos são definidos para apoiar os objetivos de negócio

A ISO 15504-3 apresenta um exemplo de como a partir dos objetivos de negócio se chegar aos objetivos quantitativos [ISO/IEC, 2004c]

Exemplos de objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo podem ser encontrados em [SEI, 2006]¹⁴.

Entretanto, nem todos os objetivos identificados poderão ser tratados, pelo menos inicialmente. Os objetivos devem, portanto, ser priorizados e deve-se ter o comprometimento da alta direção com o conjunto selecionado. Periodicamente e sempre que necessário os objetivos devem ser revistos¹⁵.

¹⁴ Ver área de processo Organization Process Performance (OPP).

¹⁵ Por exemplo, em caso de mudança nos objetivos de negócio ou de mudança nos processos.

RAP 27 - Medidas, bem como a frequência de realização de suas medições, são identificadas e definidas de acordo com os objetivos de medição do processo/subprocesso e os objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo

A partir dos objetivos de medição do processo e os objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo são identificadas as medidas e estabelecido o plano de medição. As abordagens GQM [SOLLINGEN e BERGHOUT, 1999] ou GQIM [PARK *et al.*, 1996] são adequadas para derivar medidas de objetivos. Exemplos de uso da abordagem GQM neste contexto podem ser encontrados em [ANTONIOLO *et al.*, 2004] e [MONTONI *et al.*, 2007]. Outro enfoque para seleção de medidas pode ser encontrado em [TARHAN e DEMINORS, 2006].

FLORAC e CARLETON [FLORAC e CARLETON, 1999] definem algumas diretrizes para a seleção de medidas de desempenho de processos:

- As medidas devem estar fortemente relacionadas aos aspectos que se quer estudar e que são, em geral, relacionados à qualidade, ao consumo de recursos e ao tempo;
- As medidas devem fornecer grande conteúdo de informação, logo, as mais adequadas são medidas que são sensíveis ao maior número possível de facetas dos resultados do processo;
- As medidas devem realmente refletir o grau em que o processo atinge os resultados importantes;
- As medidas devem permitir uma coleta de dados simples e econômica;
- As medidas devem permitir a coleta consistente de dados bem definidos;
- As medidas devem medir a variação, pois um número que não muda não pode fornecer informação sobre o processo.
- As medidas devem ter um valor de diagnóstico e serem capazes de apoiar na identificação de acontecimentos não usuais e de suas causas.

SEI [SEI, 2006] fornece alguns exemplos de critérios para seleção de medidas:

- Relação das medidas com os objetivos de negócio da organização;
- Cobertura das medidas com relação à vida completa do produto ou serviço;
- Visibilidade das medidas com relação ao desempenho do processo;
- Disponibilidade das medidas;
- Objetividade das medidas;
- Frequência com que as medidas podem ser coletadas;
- Quanto as medidas são controláveis por mudanças nos processos e subprocessos;
- Quanto as medidas representam a visão do usuário sobre o desempenho efetivo do processo.

Após a seleção das medidas, o passo seguinte é criar sua definição operacional¹⁶ e estabelecer o plano de medição¹⁷. Medidas de desempenho bem definidas devem satisfazer três critérios [FLORAC e CARLETON, 1999]:

- Comunicação: Com este critério busca-se garantir que as medidas foram definidas e os valores resultantes das medições foram descritos de forma que outros possam saber exatamente o que foi medido, como os dados foram coletados e o que foi incluído ou excluído dos dados agregados, de forma a poder interpretar corretamente os resultados;
- Replicabilidade: Com este critério busca-se garantir que outras pessoas possam repetir a medição e obter os mesmos resultados;
- Rastreabilidade: Com este critério busca-se garantir que as origens do dado estejam identificadas em termos de tempo, fonte, sequência, atividade, produto, *status*, ambiente, ferramentas utilizadas e responsáveis pela coleta.

A seleção das medidas de desempenho dos processos deve ser realizada com base no plano de medição institucionalizado na organização, ou seja, deve-se procurar identificar medidas que já estejam sendo coletadas na organização. Se o plano de medição da organização não contiver as medidas desejadas, então as novas medidas deverão ser especificadas, incorporadas no plano de medição e coletadas nos projetos [MONTONI *et al.*, 2007].

RAP 28 - Resultados das medições são coletados, analisados e comunicados para monitorar o atendimento dos objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo/subprocesso

Medidas são coletadas dos projetos da organização que usam o processo/subprocesso. É importante guardar informações de contexto para posteriormente permitir a caracterização do desempenho do processo/subprocesso. A realização das atividades relacionadas à medição deve estar de acordo com o processo Medição.

Devem ser coletadas medidas em sucessivos projetos. Além das medidas básicas especificadas, devem ser registradas informações de caracterização dos projetos, tais como o tamanho estimado total, linguagem de programação utilizada, perfil da equipe do projeto, ambiente de desenvolvimento e versão do processo utilizado. Estas informações permitem o agrupamento das medidas coletadas em diferentes categorias de projeto, mantendo a homogeneidade entre os membros de cada grupo [CAMPOS *et al.*, 2007].

Não é suficiente, entretanto, simplesmente coletar medidas. Estas precisam ser analisadas e reportadas para permitir monitorar o alcance dos objetivos quantitativos. Deve-se, portanto, analisar a distribuição das medidas de desempenho. Em [MONTONI *et al.*, 2007] tem-se um exemplo de como pode ser feita esta análise.

¹⁶ Definições operacionais definem como as medições são realizadas, com detalhes suficientes para que diferentes pessoas obtenham o mesmo resultado se seguirem os mesmos procedimentos de coleta e interpretação.

¹⁷ Ver processo Medição.

RAP 29 - Resultados de medição são utilizados para caracterizar o desempenho do processo/subprocesso

O objetivo deste resultado esperado é conhecer o desempenho e a variabilidade do processo/subprocesso. Pode-se iniciar a elaboração do indicador estatístico, que é baseado em gráficos de controle.

Em [WANG *et al.*, 2007] pode ser encontrado um exemplo de método empírico para caracterizar o desempenho do processo de teste.

11.2.3 AP 4.2 - O processo é controlado

Este atributo é uma medida do quanto o processo é controlado estatisticamente para produzir um processo estável, capaz e previsível dentro de limites estabelecidos.

O processo estável pode ser definido como um processo previsível, cujo desempenho e variabilidade são conhecidos, permitindo elaborar estimativas que utilizam como base seu desempenho passado. Para verificar se determinado processo é estável, torna-se necessário executá-lo, coletar uma quantidade significativa de medidas de desempenho e avaliar se o processo está sob controle estatístico [WHEELER e CHAMBERS, 1992]. Um processo, entretanto, pode ser estável e não ser capaz por não atingir os objetivos da organização e as necessidades do cliente.

Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 30 - Técnicas de análise e de controle de desempenho são identificadas e aplicadas quando necessário

O processo de análise tem início com a determinação de limites de controle iniciais com o objetivo de detectar causas especiais. Neste momento do processo de análise, a informação obtida da análise de causas especiais é a mais importante [FLORAC e CARLETON, 1999].

A análise do comportamento do processo é um estudo analítico onde o objetivo do estudo é atuar sobre o processo que produziu os dados. O objetivo é prever ou melhorar o comportamento do processo no futuro. Gráficos de controle são ferramentas adequadas para analisar o comportamento de processos, sendo usados para medir a variação do processo e avaliar a sua estabilidade. É importante selecionar e construir adequadamente os gráficos de controle. Para construção de gráficos de controle consultar [FLORAC e CARLETON, 1999] e [WHEELER e CHAMBERS, 1992].

Quando cessa a ocorrência de pontos fora dos limites para os gráficos de controle, deve ser feita uma análise mais apurada para se ter certeza da estabilidade. Um curto período de observação de valores dentro dos limites de operação não é suficiente para determinar que o processo esteja estável, sendo indicadas pelo menos 100 observações consecutivas do desempenho dentro da faixa para obter uma maior segurança da estabilidade [WHEELER e CHAMBERS, 1992]. Além do cuidado com o número de pontos para compor a faixa de operação dos gráficos de controle, é importante que estes pontos sejam derivados de medidas em vários

projetos distintos, com diferentes equipes, para serem de fato representativos da unidade organizacional. A partir deste ponto poderá ser feita a análise mais apurada da estabilidade.

O teste de estabilidade mais comum é referenciado como T1 e analisa se os valores medidos do atributo ficaram fora dos limites estabelecidos ($\pm 3\sigma$ da média). Para uma análise mais detalhada da estabilidade aplicam-se os seguintes testes adicionais ao gráfico da média (X-bar):

- T2: Se, entre 3 pontos consecutivos, existirem 2 fora da linha de 2σ (do mesmo lado);
- T3: Se, entre 5 pontos consecutivos, existirem 4 fora da linha de 1σ (do mesmo lado);
- T4: Se 8 pontos consecutivos estiverem do mesmo lado da média.

Passar nos testes de T1 a T4 não é suficiente para concluir que o processo está estável, pois para confirmar a estabilidade deve ser analisado o gráfico da amplitude móvel (XmR), que não deve ter pontos fora dos limites. Os testes de T2 a T4 não são aplicáveis para a amplitude móvel [WHEELER e CHAMBERS, 1992]. Caso o processo seja instável, ou seja, se algum teste previamente mencionado der resultado positivo, deve-se tratar as causas especiais até se ter um processo estável. Exemplos podem ser encontrados em [MONTONI *et al.*, 2007] e [CAMPOS *et al.*, 2007].

RAP 31 - Limites de controle de variação são estabelecidos para o desempenho normal do processo

A *baseline* de desempenho do processo representa os resultados históricos da execução do processo [KULPA e JOHNSON, 2003]. É utilizada para comparar o desempenho do processo em execução, com o desempenho esperado, que é representado pelos valores da *baseline*. Após a estabilização, pode-se manter a média e os limites de controle dos gráficos, interrompendo o recálculo destes valores [WHEELER e CHAMBERS, 1992]. A média e os limites encontrados formam a *baseline* do atributo de desempenho do processo. Os dados pré-estabilização não devem ser considerados no cálculo da média e limites que compõem a *baseline*, pois refletem um comportamento que sofreu ajustes e que não é mais a realidade do processo [CAMPOS *et al.*, 2007].

Com os limites de controle de variação tem-se a caracterização do desempenho esperado do processo/subprocesso quando este for usado nos projetos específicos. É importante notar que pode haver várias *baselines* de desempenho do processo para caracterizar subgrupos existentes na unidade organizacional, por exemplo, linhas de produto, domínios de aplicação, tamanhos de equipe [SEI, 2006].

RAP 32 - Dados de medição são analisados com relação a causas especiais de variação

Do ponto de vista do controle estatístico, o primeiro passo para melhorar as saídas de um processo é a identificação das causas de variação excessiva, chamadas de causas atribuíveis ou causas especiais [WHEELER e CHAMBERS, 1992]. Causas especiais de variação referem-se a defeitos no processo que não são a ele

inerentes, mas incidentais, advindos de problemas de implementação [ISO/IEC, 2004c].

À medida que as causas especiais são identificadas e tratadas, a variabilidade no desempenho do processo é reduzida, até o processo ficar sob controle estatístico, ou seja, ficar estável. A ferramenta estatística utilizada para analisar se a estabilidade foi atingida são os gráficos de controle. Cabe ressaltar que, na prática, nem sempre é possível atingir a estabilidade de processos de software, existindo casos em que a dinâmica do ambiente de desenvolvimento e a mudança permanente de contexto não permitem esta estabilização [KAN, 2003].

O objetivo da estabilização não é eliminar a variação, mas reduzi-la a um nível tal que ela seja o resultado da interação natural das diversas partes do processo, resultante apenas das chamadas causas comuns de variação.

Em relação aos processos industriais convencionais, exemplos de fatores que podem levar a variabilidade por causas especiais são: máquinas desajustadas, diferenças nos insumos, alteração na aplicação dos métodos, diferenças entre trabalhadores ou diferenças no ambiente de produção [WHEELER e CHAMBERS, 1992]. Fazendo uma analogia para a produção de software, poderíamos ter como possíveis causas de instabilidade para, por exemplo, o processo Desenvolvimento de Requisitos: problemas em ferramentas de apoio às atividades de requisitos, diferenças nas fontes de requisitos, profissionais despreparados para executar as técnicas de elicitação e definição de requisitos ou problemas específicos de um determinado projeto.

As fontes de informação a serem usadas nestas análises podem ser dados de contexto associados às medições, avaliações de adequação das atividades, ou avaliações *post mortem* de projetos [CAMPOS *et al.*, 2007]. No caso de múltiplas causas possíveis, pode ser feita uma análise preliminar com um diagrama causa-efeito e, posteriormente, a identificação das prioritárias com um diagrama de Pareto [WANG *et al.*, 2007]. Essa análise pode apontar necessidades de treinamento, melhor definição da descrição de atividades, criação ou aprimoramento dos modelos de artefatos ou ferramentas [CAMPOS *et al.*, 2007].

RAP 33 - Ações corretivas são realizadas para tratar causas especiais de variação

Controlar quantitativamente o desempenho do processo implica na implementação de ações corretivas definidas para tratar causas especiais de variação [ISO/IEC, 2004b].

Nem todas as causas especiais são passíveis de serem removidas ou incorporadas. Em alguns casos serão apenas identificadas e dependendo do caso podem até ser desconsideradas em análises estatísticas, como por exemplo: um profissional foi trabalhar, durante uma semana, com sérios problemas particulares e sua produtividade foi extremamente baixa. Não existe muito que se possa fazer para evitar este tipo de variabilidade, mas quando identificado o problema, estes dados podem até ser desconsiderados nas análises de estabilidade, pois tiveram sua causa identificada, mesmo não sendo tratável [CAMPOS *et al.*, 2007].

Nas situações onde as causas especiais levem a um ponto fora do limite, no sentido positivo, pode ser feito um estudo para avaliar a possibilidade de incorporar ao

processo o fator causador da melhoria de desempenho, desde que mantida a qualidade dos artefatos, por exemplo, produtividade acima do limite superior.

RAP 34 - Limites de controle são redefinidos, quando necessário, seguindo as ações corretivas

Rever e atualizar os gráficos de controle envolve recalculando os limites de controle. A revisão dos limites ocorre quando se está trabalhando com um conjunto limitado de dados para os quais se calculou limites de controle iniciais com o objetivo de identificar causas especiais de variação. Neste contexto, tem-se um processo de identificação/remoção de pontos com causas especiais e cálculo de novo limite que é repetido até que apenas os pontos sem causas especiais estejam nos limites. Os pontos não são excluídos, mas omitidos.

A atualização dos limites acontece quando se usam dados adicionais e mais recentes para recalculando os limites. A necessidade de atualizar ocorre quando se inicia o gráfico de controle com menos dados do que o desejável, quando se observa que o processo variou quanto aos limites ou se foi feita uma mudança deliberada no processo. Nestes casos, deve-se recalculando os limites usando dados recentes e medidas anteriores que continuem aplicáveis.

A realidade é que este processo de controle do processo/subprocesso não acaba nunca, especialmente se tiver um histórico de sair do controle. Caso contrário, não se pode assegurar que depois de estabilizado e previsível, o processo/subprocesso não voltou a seu estado anterior [FLORAC e CARLETON, 1999].

RAP 35 - Modelos de desempenho do processo são estabelecidos e mantidos

Os modelos de desempenho de processo são utilizados para representar o desempenho dos processos em aplicações passadas e para prever os resultados do processo em projetos futuros.

O objetivo dos modelos de desempenho é, portanto, permitir a previsão de desempenho futuro dos processos a partir de outros atributos do processo ou produtos. Estes modelos descrevem relacionamentos entre atributos do processo e produtos de trabalho [KULPA e JOHNSON, 2003]. Modelos de desempenho são utilizados principalmente nas estimativas que servem de base para o planejamento e na monitoração dos projetos.

Um aspecto importante sobre os modelos de desempenho e simulações é permitir que a variável independente dos modelos elaborados tenha alguma flexibilidade para ajuste (*control knobs*), pois isto possibilitará estimar ou simular as reações futuras dos processos (variável dependente) em um determinado projeto, em função de diferentes valores da variável independente. Este aspecto é crucial para a gerência quantitativa, é o controle quantitativo realizado em GPR21 quando se percebe que houve um desvio, ou que este ocorrerá. Exemplo de atributos ajustáveis durante a execução do projeto: tempo dedicado às revisões por pares (tempo de verificação por Pontos por Casos de Uso em um conjunto de Casos de Uso a serem revisados); número de profissionais que revisam um mesmo artefato; nível de experiência/produtividade dos profissionais que executarão determinada tarefa (ajustar trocando os profissionais); esforço dedicado às atividades de modelagem de análise e projeto antes de iniciar a codificação; esforço dedicado a testes unitários etc. Os modelos devem mostrar qual o efeito nas variáveis

dependentes com diferentes valores das variáveis independentes. Exemplos de variáveis dependentes: número de defeitos de um artefato em uma fase posterior à da variável independente; esforço de retrabalho em tarefa posterior; tempo de execução de tarefa posterior; custo de uma tarefa ou conjunto; prazo de entrega de produto intermediário ou final.

Em [CAMPOS *et al.*, 2007] pode ser encontrado um exemplo do estabelecimento de um modelo de desempenho para o processo Desenvolvimento de Requisitos, onde se relaciona o desempenho nas atividades de desenvolvimento de requisitos com a estimativa preliminar do tamanho dos casos de uso. O modelo é elaborado a partir de dados históricos pós-estabilização do processo, que relacionam o tamanho apurado dos casos de uso já prontos com o esforço de especificação. A partir do modelo de desempenho pode-se estimar, para um dado tamanho de caso de uso, qual será o esforço médio esperado para a sua especificação.

Outros exemplos podem ser encontrados em [MONTONI *et al.*, 2007] e [WANG *et al.*, 2007], que tratam respectivamente dos processos de revisão por pares e testes.

Sempre que novos dados forem coletados sobre o desempenho dos processos, os modelos podem ser atualizados. No caso de mudanças muito significativas em um processo, o modelo deve ser descartado e um novo produzido após a re-estabilização do processo.

12 Implementação do Nível A do MR-MPS em Organizações do tipo Fábrica de Software

A distinção principal entre o nível B e o nível A do MR-MPS 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 otimizado 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 é otimizado por meio de realização de mudanças e adaptações de forma ordenada e intencional para efetivamente atender mudanças nos objetivos de negócio da organização [ISO/IEC, 2004c]. 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 para os processos relevantes da organização.

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

- A melhoria no nível A do MR-MPS 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 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 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, 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 [ISO/IEC, 2004c]. 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, 2006].

É importante ressaltar que, da mesma forma que os atributos de processo do nível B do MR-MPS, os atributos de processo do nível A do MR-MPS 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 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 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, 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, 2006]. 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 [ISO/IEC, 2004c].

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.

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação do nível de maturidade A do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

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

12.1 Os atributos de processo no nível A

De acordo com o guia geral do MR-MPS, “a capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No MR-MPS, 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, 2009a].

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 resultados esperados RAP 36 a RAP 42 do atributo de processo AP 5.1, bem como os resultados esperados RAP 43 a RAP 46 do atributo de processo AP 5.2.

Numa avaliação segundo o MA-MPS [SOFTEX, 2009b] 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).

Comentário para organizações do tipo Fábrica de Software

Esta seção do Guia de Implementação - Parte 9 apresenta orientações para a implementação dos resultados de atributos de processo (RAP) no nível de maturidade A do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software.

Não há nenhuma alteração nos resultados esperados para os 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.

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

12.2 Fundamentação teórica

12.2.1 Análise de causas de problemas e resolução

A análise de causas de problemas e 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 e resolução de forma integrada em cada fase dos projetos ajuda na prevenção de muitos defeitos nos produtos e na resolução de muitos 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, 2006]. 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.

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 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, 1990] na IBM, [GRADY, 1996] na HP, [CARD, 1998] na *Computer Sciences Corporation*, entre outras.

A análise de causas de problemas e 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 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 para 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.

12.2.2 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 [ISO/IEC, 2004c]. 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 [C]. 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 [BIEHL2004](#)].

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 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, 2006].

12.2.3 AP 5.1 - O processo é objeto de melhorias e inovações

Este atributo é uma medida do quanto as mudanças no processo são identificadas a partir da análise de defeitos, problemas, causas comuns de variação do desempenho e da investigação de enfoques inovadores para a definição e implementação do processo.

Este atributo está relacionado à existência de um foco proativo na melhoria contínua do atendimento a objetivos de negócio projetados e relevantes da organização. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 36 - Propostas de melhoria são coletadas e analisadas para estabelecer os objetivos de melhoria do processo, que são definidos de forma a apoiar os objetivos de negócio relevantes

A premissa básica para uma organização atingir o nível A do MR-MPS 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.

O objetivo deste resultado esperado 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. 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.

RAP 37 - Defeitos e outros problemas são identificados, classificados e selecionados para análise

Este resultado esperado 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. 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 resultado esperado 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 e resolução, 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 os 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 causa é o uso de gráficos de Pareto [CARD, 1998]. Outras técnicas possíveis envolvem o uso de tabelas de índices cruzados e histogramas.

RAP 38 - Defeitos e outros problemas selecionados são analisados para identificar sua causa raiz e soluções aceitáveis para evitar sua ocorrência futura

O objetivo deste resultado esperado 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 RAP 37 (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 [CARD, 1998] e [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 resultado esperado, 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 da 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 e resolução de problemas. 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.

RAP 39 - Dados adequados são analisados para identificar causas comuns de variação no desempenho do processo

A análise de dados possibilita identificar problemas que ocorreram em projetos da organização e que possuem origem em causas comuns aos processos. Tais problemas podem ser removidos por meio de implantação de melhorias incrementais e inovadoras nos processos padrão da organização.

Para alcançar este resultado esperado, oportunidades de melhoria devem ser derivadas para remover a origem dos problemas (causa raiz) que resultam em variação no desempenho e na capacidade do processo. Essas melhorias devem ser identificadas a partir do entendimento de causas de problemas existentes ou de potenciais problemas de processo induzidos por objetivos de melhoria de processo.

RAP 40 - Dados adequados são analisados para identificar oportunidades para aplicar melhores práticas e inovações

O objetivo deste resultado esperado é identificar oportunidades para melhores práticas e inovações a partir da análise dos processos existentes com base nos objetivos de negócio projetados da organização. Essas melhorias podem ser originadas de várias fontes, por exemplo:

- Relatórios de avaliação do processo padrão baseados nas medidas coletadas dos processos;
- Relatórios de avaliações oficiais MPS.BR 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; e
- 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 compensadas pelo potencial benefício obtido. Por exemplo, o esforço de implementar testes automatizados deve ser estimado e comparado com o esforço que será reduzido na automatização da execução dos testes. A análise de custo-benefício de implementar a tecnologia de automatização 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 ou um novo modelo de ciclo de vida de projetos.

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.

RAP 41 - Oportunidades de melhoria derivadas de novas tecnologias e conceitos de processo são identificadas

Este resultado esperado 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 automatização 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.

RAP 42 - Uma estratégia de implementação é estabelecida e executada para alcançar os objetivos de melhoria do 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. 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. O estabelecimento e execução de tal estratégia é o objetivo deste resultado esperado.

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 resultado 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 identificadas no RAP 38, priorizadas e selecionadas para implementação, também devem ser incorporadas no plano de implementação por meio da definição de itens específicos de ação.

Uma das formas de alcançar este resultado é formar uma equipe responsável pela realização dos planos de ação. Os resultados da reunião de análise causal devem ser fornecidos para esta equipe, que pode ter dentre suas responsabilidades [CARD, 2005]: (i) priorizar os itens de ação; (ii) resolver conflitos e combinar propostas relacionadas (no caso de análises causais atuando simultaneamente em diferentes projetos); (iii) planejar a implementação dos itens; (iv) alocar recursos para implementar os itens de ação; (v) monitorar o progresso da implementação e a eficiência das ações (por meio de reuniões periódicas, por exemplo); e (vi) comunicar ações e sua situação para os interessados.

12.2.4 AP 5.2 - O processo é otimizado continuamente

Este atributo é uma medida do quanto as mudanças na definição, gerência e desempenho do processo têm impacto efetivo para o alcance dos objetivos relevantes de melhoria do processo.

Este atributo está relacionado à implementação de uma abordagem ordenada e proativa para identificação de mudanças de processo apropriadas e introdução dessas mudanças de forma a minimizar interrupções indesejáveis na operação do processo. Relacionados a este atributo de processo estão definidos os seguintes resultados esperados:

RAP 43 - O impacto de todas as mudanças propostas é avaliado com relação aos objetivos do processo definido e do processo padrão

O objetivo deste resultado esperado 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 serem implantadas 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.

RAP 44 - A implementação de todas as mudanças acordadas é gerenciada para assegurar que qualquer alteração no desempenho do processo seja entendida e que sejam tomadas as ações pertinentes

Este resultado 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. Essa gerência, geralmente, considera fatores críticos, como a situação do projeto e avaliação da efetividade de mudanças nos processos.

Este resultado 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) 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.

RAP 45 - As ações implementadas para resolução de problemas e melhoria no processo são acompanhadas com medições 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 resultado esperado 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.

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 estatístico 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 estatístico 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 MPS. 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 resultado de atributo de processo 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. Essa análise também pode ser realizada por meio da implementação do resultado GPR21 – “O projeto é monitorado para determinar se seus objetivos para qualidade e para o desempenho do processo serão atingidos. Quando necessário, ações corretivas são identificadas” do processo Gerência de Projetos (GPR) na qual o comportamento dos processos é analisado para verificar se as mudanças implementadas efetivamente resultaram no alcance dos objetivos para qualidade e para o desempenho. 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 os resultados esperados do atributo de processo AP 5.1.

RAP 46 - Dados da análise de causas de problemas e de sua resolução são armazenados para uso em situações similares

A organização deve manter dados da análise de causas de problemas 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. 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

- [ABDEL-HAMID E MADNICK, 1991] ABDEL-HAMID, T. K., MADNICK, S. E., **Software Projects Dynamics – an Integrated Approach**, Prentice-Hall, 1991.
- [ABECKER *et al.*, 1999] ABECKER, A., BERNARDI, A., SINTEK, M., 1999, **Developing a Knowledge Management Technology: An Encompassing View on KnowMore, Know-Net and Enrich**, In: *Proceedings of the IEEE WET-ICE '99 Workshop on Knowledge Media Networking*, California, USA, Jun.
- [ABNT, 2000] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 9001:2000 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- [ABNT, 2001] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000:2000 – Sistemas de gestão da qualidade e garantia da qualidade – Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- [ACUÑA *et al.*, 2000] ACUÑA, S. T., *et. al*, 2000, **Software Engineering and Knowledge Engineering Software Process: Formalizing the Who's Who**, In: *The 12th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering*, Chicago, Estados Unidos, Junho 2000, pp. 221-230.
- [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.
- [AKAO, 1997] AKAO, Y., **"QFD: Past, Present, and Future"**. In: *International Symposium on QFD*, Japão, 1997.
- [ALAVI e LEIDNER, 1999] ALAVI, M. LEIDNER, D., 1999, **Knowledge Management Systems: Emerging Views and Practices from the Field**, In: *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, Hawaii, Jan.
- [ALEXANDER e DAVIS, 1991] ALEXANDER, L. C., DAVIS, A. M.: **Criteria for Selecting Software Process Models**. In: *Proceedings of the Fifteenth Annual International Computer Software & Applications Conference – COMPSAC 91*, pp. 521-528, Tokyo, Japan, September, 1991.
- [ALEXANDER e ROBERTSON, 2004] ALEXANDER, I., ROBERTSON, S. **Understanding Project Sociology by Modeling Stakeholders**. *IEEE Software*, vol. 21, no. 1, pp. 23-27, Jan/Feb, 2004.
- [ANDERSSON, 2003] ANDERSSON, C., **Exploring the Software Verification and Validation Process with Focus on Efficient Fault Detection**, *Licentiate Thesis*, Lund Institute of Technology (LTH), Lund University, Sweden, 2003.
- [ANTONIOL *et al.*, 2004] ANTONIOL, G., GRADARA,S., VENTURINI,G. **Methodological Issues in a CMM Level 4 Implementation**, *Software Process Improvement*, n 9, 2004

- [ARANDA *et al.*, 1993] ARANDA, R. R., FIDDAMAN, T., OLIVA, R., **Quality Microworlds: modeling the impact of quality initiatives over the software product life cycle**, American Programmer, Maio, pp. 52-61, 1993.
- [ASKLUND e BENDIX, 2002] ASKLUND, U., BENDIX, L. "**A Study of Configuration Management in Open Source Software**", IEE Proceedings - Software, v. 149, n. 1, pp. 40-46, February, 2002.
- [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.
- [BANA e COSTA e VANSNICK, 1995] BANA e COSTA, C.A. e VANSNICK, J.C. **A theoretical framework for Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)**. In: Clímaco, J. Multicriteria Analysis. Berlin: Springer Verlag, 1995.
- [BARRETO, 2006] BARRETO, A.O.S., "**Apoio à Verificação de Software em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização**", Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [BARROS, 2001] BARROS, M. O., **Gerenciamento de Projetos Baseado em Cenários: Uma Abordagem de Modelagem Dinâmica e Simulação**, Tese de Doutorado, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- [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.
- [BARTIÉ, 2002] BARTIÉ, A., "**Garantia da Qualidade de Software**", Editora Campus, São Paulo, 2002
- [BASILI *et al.*, 1994] BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H.D., 1994, **The Experience Factory**, Encyclopedia of Software Engineering, pp. 469-476, John Wiley & Sons, Inc.
- [BASS *et al.*, 2003] BASS, L., CLEMENTS, P., KAZMAN, R., **Software Architecture in Practice**. Addison-Wesley, 2 edition, 2003.
- [BIEHL, 2004] BIEHL, R. E., "**Six sigma for software**", IEEE Software, vol. 21, pp. 68-70, 2004.
- [BIRK *et al.*, 2002] BIRK, A., DINGSOYR, T., STALHANE, T., 2002, **Postmorten: Never Leave a Project Without It**, IEEE Software, v. 19, n. 3 (May/June), pp. 43-45.
- [BOEHM e BASILI, 2001] BOEHM, B., BASILI, V., "**Software Defect Reduction Top 10 List**", IEEE Computer, v. 34, n.1, pp. 135-137, 2001.
- [BOEHM, 1981] BOEHM, B. **Software Engineering Economics**. Prentice-Hall, 1981
- [BOEHM, 1991] BOEHM, B. W. **Software Risk Management: Principles and Practices**, IEEE Software, vol. 8, n. 1 (January), pp. 32-41, 1991.

- [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.
- [BOSSERT, 1991] BOSSERT, J.L., **Quality function deployment: a practitioner's approach**, ASQC Quality Press, 1991.
- [BOUCHRIHA, et al., 2002] BOUCHRIHA, H., D'AMOURS, S., LADET, P., “**A ‘make or buy’ decision model with economies of scale**”, Article de conférence avec actes, 2002.
- [BRIAND et al., 1995] BRIAND, L., EMAM, K. EI, MELO, W. L., “**AINSI An Inductive Method for Software Process Improvement: Concrete Steps and Guidelines**”, Maryland, Computer Science Dep. University of Maryland, 1995.
- [BRIAND et al., 2002] BRIAND, L.C., FENG, J., LABICHE, Y., “**Experimenting with Genetic Algorithms and Coupling Measures to Devise Optimal Integration Test Orders**”. In: Technical Report TR SCE-02-03-Version 3, Outubro, Carleton University, Ottawa, Canadá, 2002.
- [BURGE, 2005] BURGE, J. E., “**Software Engineering Using design Rationale**”, PhD Dissertation, CS Dept., WPI, May, 2005
- [CACHERO e KOCH, 2002] CACHERO, C., KOCH, N. **Navigation Analysis and Navigation Design in OO-H and UWE**. Technical Report 0205, Institute of Computer Science, Ludwig-Maximilians University of Munich, 2002.
- [CAMPOS et al., 2007] CAMPOS, F.B., CONTE, T.U., KATSURAYAMA, A.E.; ROCHA, A.R.C. **Gerência Quantitativa para o Processo Desenvolvimento de Requisitos**, SBQS 2007, Porto de Galinhas, PE, junho 2007
- [CÁNEZ et al., 2001] CÁNEZ, L., PROBERT, D., PLATTS, K., **Testing a Make-or-Buy Process**, *Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Production and Operations Management Society*, POM-2001, March 30 – April 2, Orlando, 2001.
- [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.
- [CARR et al., 1993] CARR, M. J., KONDA, S.L, MONARCH, I., ULRICH, F.C., WALKER, C.F. **Taxonomy-Based Risk Identification**, *Technical Report CMU/SEI-93-TR-6*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, EUA, July, 1993.
- [CARTWRIGHT e SHEPPERD, 1999] CARTWRIGHT, M., SHEPPERD, M., “**On building dynamic models of maintenance behaviour**”, In: Kusters R, Cowderoy A, Heemstra F, van Veenendaal E.(eds.), *Project Control for Software Quality*, Shaker Publishing, 1999.
- [CHANDRASEKARAN et al., 1999] CHANDRASEKARAN, B., JOSEPHSON, J. R., BENJAMINS V. R., 1999, **What Are Ontologies, and Why Do We Need Them?**, *IEEE Intelligent Systems & their applications*, v. 14, n. 1 (Jan/Feb), pp. 20-26.

- [CHICHAKLY, 1993] CHICHAKLY, K.J., ***The Bifocal Vantage Point: Managing Software Projects from a Systems Thinking Perspective***, American Programmer, Maio 1993.
- [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.
- [CHRISTIE e STALEY, 2000] CHRISTIE, A.M., STALEY, M. J., ***Organizational and Social Simulation of a Requirements Development Process***, Software Process Improvement and Practice 5, 2000
- [CLEMEN e REILLY, 2004] CLEMEN, R. T., REILLY, T. ***Making Hard Decisions***, Duxbury Thomson Learning, CA, United States, 2004.
- [COAD e YOURDON, 1992] COAD, P., YOURDON, E. ***Análise Baseada em Objetos***, Editora Campus, 1992.
- [COLLIER *et al.*, 1996] COLLIER, B., DeMARCO, T., FEAREY, P., 1996, ***“A defined process for project post mortem reviews”***, IEEE Software, jul, 1996, pp. 65-72
- [CONKLIN, 1989] CONKLIN, J., ***“Design Rationale and Maintainability”***. Vol. II: Software Track, In: Proceedings of the Twenty-Second Annual Hawaii International Conference, Volume 2, 3-6 Jan. Page(s): 533-539.
- [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.
- [COOPER e MULLEN, 1993] COOPER, K. G., MULLEN, T., ***Swords and Ploughshares: the Rework Cycles of Defence and Commercial Software Development Projects***, American Programmer 6 (5), 1993.
- [COSTA *et al.*, 2004] COSTA, H. R., BARROS, M., O., TRAVASSOS, G., H. ***Software Project Risk Evaluation Based on Specific and Systemic Risks*** in: Proceedings of the 16th International Conference of Software Engineering and Knowledge Engineering, 2004.
- [COSTA, 2005] COSTA, H. R. ***Uma abordagem econômica baseada em riscos para avaliação de uma carteira de projetos de software***, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005.
- [CRISTENSEN e THAYER, 2001] CRISTENSEN, M. J., THAYER, R. H.: ***The Project Manager’s Guide to Software Engineering Best Practices***, IEEE Computer Society, 2001.

- [DART, 1991] DART, S. **"Concepts in Configuration Management Systems". In: International Workshop on Software Configuration Management (SCM)**, pp. 1-18, Trondheim, Norway, June, 1991.
- [DAVENPORT e PRUSAK, 1998] DAVENPORT, T., PRUSAK, L., 1998, **Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know**, Boston, USA, Harvard Business School Press.
- [DAVIS, 1989] DAVIS, F., **"Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology"**, MIS Quarterly 13 (3), pp. 319–339, 1989.
- [DEMARCO, 1982] DEMARCO, T. **Controlling software projects**, Yourdon Press Prentice-Hall, 1982.
- [DIENG, 2000] DIENG, R., 2000, **Knowledge Management and the Internet**, IEEE Intelligent Systems, pp. 14-17.
- [D'OLIVEIRA, 2003] D'OLIVEIRA, F.M., **Planejamento de Testes na Homologação de Software: uma Abordagem Orientada ao Cliente**, Dissertação de Pós Graduação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, Brasil, 2003.
- [DORFMANN e THAYER, 1990] DORFMANN, M. e THAYER, R. **Standards, Guidelines, and Examples of System and Software Requirements Engineering**. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1990.
- [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.
- [EUREKA e RYAN, 1992] EUREKA, W.E., RYAN, N.E, **QFD: Perspectivas Gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade** Rio de Janeiro, Quality Mark, 1992.
- [FARIAS, 2002] FARIAS, L. L. **Planejamento de Riscos em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização**, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2002.
- [FENTON e PFLEEGER, 1997] FENTON, NORMAN e PFLEEGER, SHARI LAWRENCE. **Software Metrics. A rigorous and practical approach**, PWS Pub., 1997.
- [FENTON *et al.*, 2004] FENTON, N., MARSH, W., CATES, P., FOREY, S., TAYLOR, M., **"Making Resource Decisions for Software Projects"**, Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering, Escócia, 2004.
- [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.
- [FISCHER e OSTWALD, 2001] FISCHER, G., OSTWALD, J., 2001, **Knowledge Management: Problems, Promises, realities, and Challenges**, IEEE Intelligent Systems, v. 16, n. 1 (Jan/Feb), pp. 60-72.

- [FLORAC e CARLETON, 1999] FLORAC, W.A., CARLETON, A.D. **Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement**, Addison Wesley, 1999.
- [FORRESTER, 1961] FORRESTER, J.W., **Industrial Dynamics**, MIT Press, Cambridge, MA, 1961.
- [FOWLER e RIFKIN, 1990] FOWLER, P., RIFKIN, S., **“Software Engineering Process Group Guide”**, Pittsburgh, Software Engineering Institute, 1990.
- [FUGGETTA, 2000] FUGGETTA, A., **Software Process: a roadmap, in The Future of Software engineering**, IEEE Computer Society, 2000.
- [GIGERENZER e SELTEN, 2002] GIGERENZER, G., SELTEN, R. **Bounded Rationality, the adaptive toolbox**, MIT Press, 2002.
- [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.
- [GOMES *et al.*, 2003] GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de Decisões em Cenários Complexos**. Ed. Thompson, SP, 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.
- [HAAG *et al.*, 1996] HAAG, S., RAJA, M.K., SCHKADE, L.L., **“Quality function deployment usage in software development”**, Communications of the ACM, v. 39, n. 1, Janeiro 1996.
- [HALL, 1998] HALL, E. M. **Managing Risk: Methods for Software Systems Development**, In: SEI series in Software Engineering, Reading, MA: Addison Wesley Longman Inc, 1998.
- [HAMMER e CHAMPY, 1994] HAMMER, M., CHAMPY, J., 1994, **Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência**, Rio de Janeiro, Editora Campus, ISBN 85-7001-848-7.
- [HASAN e PFAFF, 2006] HASAN, H. e PFAFF, C. C., **The Wiki: an environment to revolutionise employees’ interaction with corporate knowledge**, Australasian Computer-Human Interaction Conference - OZCHI 2006, pp 377-380, November, Sydney, Australia
- [HENDERSON e HOWARD, 2000] HENDERSON, H., HOWARD, Y., **Simulating a Process Strategy for Large Scale Software Development using System Dynamics**, Software Process Improvement and Practice 5, 2000.
- [HIGUERA e HAIMES, 1996] HIGUERA, R. P., HAIMES, Y. Y., **Software Risk Management, CMU/SEI-96-TR-012**, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, EUA, June, 1996. Disponível em:

<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.tr.012.html>, verificado em Março de 2009.

[HILDRETH *et al.*, 2000] HILDRETH P., KIMBLE C., WRIGHT P., 2000, **Communities of Practice in the Distributed International Environment**, Journal of Knowledge Management 4, No. 1, pp. 27–38.

[HONG e GOH, 2003] HONG, G. Y., GOH, T. N., **"Six Sigma in software quality"**, TQM Magazine, vol. 15, pp. 364-373, 2003.

[IEEE Std 610.12, 1990] **Std 610.12 - IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990.

[IEEE, 1987] Institute of Electrical and Electronics Engineers, **Std 1042 - IEEE Guide to Software Configuration Management**, 1987.

[IEEE, 1990] Institute of Electrical and Electronics Engineers, **Std 610.12 - IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**, 1990.

[IEEE, 1998] **Std 830-1998 - IEEE recommended practice for software requirements specifications**, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998.

[IEEE, 2001] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, **IEEE Standard for Software Life Cycle Processes – Risk Management**, 2001.

[IEEE, 2004] IEEE COMPUTER SOCIETY PROFESSIONAL PRACTICES COMMITTEE. **Software Engineering Body of Knowledge – SWEBOK**, 2004 Disponível em: <http://www.swebok.org>, verificado em Abril/2009.

[IEEE, 2004] IEEE, 2004, **Std 1517 - IEEE Standard for Information Technology - Software Life Cycle Processes - Reuse Processes**, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

[IEEE, 2004] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, **Std 1517 - IEEE Standard for Information Technology - Software Life Cycle Processes - Reuse Processes**, 2004.

[IEEE, 2005] Institute of Electrical and Electronics Engineers, **Std 828 - IEEE Standard for Software Configuration Management Plans - Description**, , 2005.

[ISHIKAWA, 1976] ISHIKAWA, K., **Guide to Quality Control**, Asian Productivity Organization, Tokyo, 1976.

[ISO/IEC, 1994] THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 12119: Information Technology – Software packages – Quality requirements and testing**, Geneve: ISO, 1994.

[ISO/IEC, 1998] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC TR 15271: Information Technology – Guide for ISO/IEC 12207 (Software life cycle processes)**, Geneve: ISO, 1998.

[ISO/IEC, 2001] THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC TR 9126-1: Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model**. Geneve: ISO, 2001.

[ISO/IEC, 2003a] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15504-2: Information Technology - Process Assessment – Part 2 - Performing an Assessment**, Geneve: ISO, 2003.

[ISO/IEC, 2003b] THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC TR 9126-2: Software engineering - Product quality - Part 2: External metrics**. Geneve: ISO, 2003.

[ISO/IEC, 2003c] THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC TR 9126-3: Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics**. Geneve: ISO, 2003.

[ISO/IEC, 2004a] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15504-1: Information Technology – Process Assessment - Part 1: Concepts and Vocabulary**. Geneve: ISO, 2004.

[ISO/IEC, 2004b] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15504-4: Information Technology – Process Assessment, - Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination**. Geneve: ISO, 2004.

[ISO/IEC, 2004c] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15504-3: Information Technology – Process Assessment, - Part 3: Guidance on performing an assessment**. Geneve: ISO, 2004.

[ISO/IEC, 2004d] THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC TR 9126-4: Software engineering - Product quality - Part 4: Quality in Use**. Geneve: ISO, 2004.

[ISO/IEC, 2006a] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15939: System engineering – Software measurement process framework**, Geneve: ISO, 2006.

[ISO/IEC, 2006b] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 15504-5: Information Technology - Process Assessment - Part 5: An exemplar Process Assessment Mode**. Geneve: ISO, 2006.

[ISO/IEC, 2008] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 12207:2008 Systems and software engineering — Software life cycle processes**, Geneve: ISO, 2008.

[JACOBSON *et al.*, 1997] JACOBSON, I., GRISS, M., JONSSON, P., **Software Reuse: Architecture, Process and Organization for Business Success**, Addison-Wesley Professional, 1997.

- [JENSEN, 1996] JENSEN, F. V. **An introduction to Bayesian Networks**, UCL Press, 1996.
- [JONES, 1985] JONES, C.L., **“A process-integrated approach to defect prevention”**, IBM Systems Journal, 24(2), 150-67, 1985.
- [JURISTO *et al.*, 2003] JURISTO, N., MORENO, A.M., VEGAS, S., **“Limitations of Empirical Testing Technique Knowledge”**, *Lecture Notes on Empirical Software Engineering*, Series on Software Engineering and Knowledge Engineering, v. 12, pp.1-38, 2003.
- [KAN, 2003] KAN, S. H., **Metrics and Models in Software Quality Engineering**. 2 ed., Addison-Wesley, 2003.
- [KANG *et al.*, 1990] KANG, K., COHEN, S., HESS, J., et al., **Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study**, CMU/SEI-90-TR-021, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, 1990.
- [KAPLAN e NORTON, 1992] KAPLAN, R. S., NORTON, D. P., **“The balanced scorecard – measures that driver performance”**, Harvard Business Review, Jan/Feb, 1992.
- [KAPLAN e NORTON, 1996] KAPLAN, R. S., NORTON, D. P.: **The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action**, Harvard Business School Press, 1996.
- [KELLNER *et al.*, 1999] KELLNER, M., MADACHY, R., RAFFO, D. **Software Process Modeling and Simulation: Why, What, How**. Journal of Systems and Software, Vol. 46, No. 2/3, 1999.
- [KELTON e LAW, 1991] KELTON, W. D., LAW, A., **“Simulation Modeling & Analysis”**, New York, McGraw Hill, Inc., 1991.
- [KLEIN e WEITZENFELD, 1978] KLEIN, G., WEITZENFELD, J. **Improvements of skills for solving ill defined problems**. Educational Psychologist 13:13-41, 1978.
- [KLEIN *et al.*, 2001] KLEIN, G., JIANG, J., SOBOL, M., 2001, **A New View of IS Personal Evaluation**, *Communications of the ACM*, vol. 44, n. 6 (June), pp. 95-101.
- [KLEIN, 1999] KLEIN, G. **Sources of Power: How people make decisions**, MIT Press, Massachusetts, USA, 1999.
- [KRUCHTEN, 2003] KRUCHTEN, P., **The Rational Unified Process: An Introduction**, 3a Edição, Addison-Wesley Object Technology Series, 2003.
- [KRUEGER, 1992] KRUEGER, C.W., **Software Reuse**, ACM Computing Surveys, v. 24, n. 2 (June), pp. 131-183, 1992.
- [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.
- [KULPA e JOHNSON, 2003] KULPA, M.K., JOHNSON, K.A. **Interpreting the CMMI – A process improvement approach**, CRC Press LLC, 2003
- [LAITENBERGER *et al.*, 2002] LAITENBERGER, O., VEGAS, S., CIOLKOWOSKI, M., **“The State of the Practice of Review and Inspection Technologies in Germany”**, Tech Report Number: ViSEK/011/E, 2002.

- [LEHMAN e RAMIL,1999] LEHMAN, M.M., RAMIL, J. F., ***The impact of feedback in the global software process***, Journal of Systems and Software 46(2/3), 1999.
- [LEON, 2000], LEON. A. ***A Guide to Software Configuration Management*** Norwood, MA, Artech House Publishers.
- [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.
- [LEUF e CUNNINGHAM, 2001] LEUF, B., CUNNINGHAM, W., ***The Wiki Way***, Quick Collaboration of the Web. Addison-Wesley, (2001).
- [LEVINE, 2005] LEVINE, HARVEY. ***Project Portfolio Management – A Practical Guide to Selecting Projects, Managing Portfolios, and Maximizing Benefits***. San Francisco: John Wiley & Sons, 2005.
- [LIMA, 2005] LIMA, G. M. P. S., ***“Heurísticas para Identificação da Ordem de Integração de Classes em Testes Aplicados a Software Orientado a Objetos”***, Tese de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2005.
- [LIN *et al.*, 1997] LIN, C. Y., ABDEL-HAMID, T. K., SHERIF, J. S., ***Software-Engineering Process Simulation Model (SEPS)***, Journal of Systems and Software 38, 1997
- [LIPSHITZ e BAR-ILAN, 1996] LIPSHITZ, R., BAR-ILAN, O. ***How problems are solved: Reconsidering the phase theorem***. Organizational Behavior and Human Decision Process, pp. 48-60 e 65, 1996.
- [MADACHY e TARBET, 2000] MADACHY, R., TARBET, D., ***Case Studies in Software Process Modeling with System Dynamics***, Software Process Improvement and Practice 5, 2000.
- [MADACHY, 1994] MADACHY R.J., ***A software project dynamics model for process, cost, schedule, and risk assessment***, PhD Thesis, University of Southern California, Los Angeles, 1994.
- [MADACHY, 1996] MADACHY R.J., ***System Dynamics Modeling of an Inspection-Based Process***, Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering (ICSE), Berlin, Germany, IEEE Computer Society Press, Março, 1996.
- [MAIZLISH & HANDLER, 2005] MAIZLISH, BRYAN; HANDLER, ROBERT. ***IT Portfolio Management Step-by-Step***. Hoboken: John Willey & Sons, 2005.
- [MALDONADO e FABRI, 2001] MALDONADO, J.C., FABRI, S.C. ***Verificação e Validação de Software. In: Qualidade de Software – Teoria e Prática***, Prentice Hall, pp. 66-73, São Paulo, Brasil, 2001.
- [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.
- [McCONNELL, 2004] McCONNELL, S., ***Code Complete***, 2ª Edição, Microsoft Press, Washington, Estados Unidos, 2004.

- [McGARRY *et al.*, 2001] McGarry, John; Card, David; Jones, Cheryl; Layman, Beth; Clark, Elizabeth; Dean, Joseph; Hall, Fred Hall. ***Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers***, Addison Wesley Professional, 2001.
- [MCILROY, 1968] MCILROY, M.D., ***Mass Produced Software Components***. In: Software Engineering, Report on a conference sponsored by the NATO Science Committee, pp. 138-150, Garmisch, Germany, October, 1968.
- [MONTONI, 2003] MONTONI, M. A. ***Aquisição de Conhecimento no Desenvolvimento de Software***, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/taqa>, verificado em Junho/2009.
- [MONTONI *et al.*, 2007] MONTONI, M.A., KALINOWSKI,M., LUPO,P., ABRANTES,J.F., FERREIRA,A., ROCHA,A.R.C. ***Uma metodologia para Desenvolvimento de Modelos de Desempenho de Processos para Gerência Quantitativa de Projetos de Software***, SBQS 2007, Porto de Galinhas, PE, junho 2007.
- [MOORE e BAILIN, 1991] MOORE, J.M., BAILIN, S.C., ***Domain Analysis: Framework for reuse***. In: PRIETO-DIAZ, R., ARANGO, G. (eds), Domain Analysis and Software System Modeling, Los Alamos, IEEE Computer Society Press, 1991.
- [MYERS, 2004] MYERS, G., ***The Art of Software Testing***, 2ª Edição, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, Estados Unidos, 2004.
- [NBR ISO, 2000] NBR ISO 10006, 2000, ***Gestão da Qualidade – Diretrizes para a Qualidade no Gerenciamento de Projetos***, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- [O’HARA, 2000] O’HARA, F.: ***European experiences with software process improvement***, In: *Proc. of the 22nd Int. Conference on Software Engineering*, pp. 635-640, 2000.
- [O’LEARY, 1998] O’LEARY, D. E., 1998, ***Using AI in Knowledge Management: Knowledge Bases and Ontologies***, *IEEE Intelligent Systems*, v. 13, n. 3 (May/Jun), pp. 34-39.
- [PARK *et al.*, 1996] PARK, R. E., GOETHERT, W. B., FLORAC, W. A., ***Goal-Driven Software Measurement - A Guidebook***, Handbook, CMU/SEI-96-HB-002, <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.hb.002.html>, Acessado em Março de 2009.
- [PENDER, 2004] PENDER, T., ***UML, A Bíblia***. Rio de Janeiro: Elsevier, 1ª Edição, 2004
- [PFLEEGER, 2001] PFLEEGER, S. L., 2001, ***Software Engineering: theory and practice***, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc., ISBN 0-13-029049-1, 2001.
- [PFLEEGER, 2004] PFLEEGER, S.L. ***Engenharia de Software – Teoria e Prática***, 2ª edição, Prentice Hall, São Paulo, Brasil, 2004.
- [PHILIPS, 1986] PHILIPS, R. T., ***“An approach to software causal analysis and defect extinction”***, IEEE Globecom 1986, Vol. 1, (12), 412–416, 1986.

- [PMI, 2008a] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge - PMBOK™**. Syba: PMI Publishing Division, 2008. Disponível em: <www.pmi.org>.
- [PMI, 2008b] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **The Standard for Portfolio Management**. Syba: PMI Publishing Division, 2008. Disponível (para associados) em: <www.pmi.org>.
- [POWELL *et al.*, 1999] POWELL, A., MANDER, K., BROWN, D., **Strategies for lifecycle concurrency and iteration: A system dynamics approach**, Journal of Systems and Software 46(2/3), 1999.
- [PRESSMAN, 2005] PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**, 6th. ed., McGraw-Hill.
- [PRESSMAN, 2005] PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**, 6th. ed., McGraw-Hill.
- [PROBST *et al.*, 1999] PROBST, G. J. B., RAUB, S., ROMHARDT, K., 1999, **Managing Knowledge: Building Blocks for Success**, 368 pp, ISBN: 0-471-99768-4.
- [PURPER, 2000] PURPER, C. B., 2000, **Transcribing Process Model Standards into Meta-Processes**, Lecture Notes In Computer Science; Vol. 1780, Proceedings of the 7th European Workshop on Software Process Technology, pp. 55-68.
- [PUTNAM e MYERS, 2003] PUTNAM, L.H., MYERS, W., **"Five Core Metrics"**, Dorset House Publishing, 2003.
- [RAKITIN, 2001] RAKITIN, S.R., **Software Verification and Validation for Practitioners and Managers**, 2ª Edição, Artech House Publishers, Norwood, Estados Unidos, 2001.
- [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.
- [ROCHA *et al.*, 2001] ROCHA, A.R.C., MALDONADO, J.C., WEBER, K.C., **Qualidade de Software – Teoria e Prática**, Prentice Hall, São Paulo, Brasil, 2001.
- [ROEHLING *et al.*, 2000] COLLOFELLO, J.S., HERMANN, B.G., SMITH-DANIELS, D. E., ROEHLING, S. T., **System Dynamics Modeling Applied to Software Outsourcing Decision Support**, Software Process Improvement and Practice 5,2000.
- [ROSENBLUM e WEYUKER, 1997] ROSENBLUM, D. S. and WEYUKER, E. J., **Using coverage information to predict the cost effectiveness of regression testing strategies**. IEEE Trans. on Software Engineering, 23(3): 146-156, 1997.
- [ROTHERMEL e HARROLD, 1996] ROTHERMEL, G. and HARROLD, M. J., **Analyzing regression test selection techniques**. IEEE Trans. on Software Engineering, 22(8):529-55 1, 1996.
- [RUHE, 2003a] RUHE G. **Guest Editor's Introduction**, International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering Vol. 13, No. 5, 2003.

- [RUHE, 2003b] RUHE G. **Software Engineering Decision Support. A new paradigm for learning Software organizations**, in Proc. 4th Workshop on Learning Software Organizations, Chicago, 2003.
- [RUS, 1996] RUS, I., **Modelling the impact on project cost and schedule of software reliability engineering strategies**, PhD Thesis, Arizona State University, Tempe, 1996.
- [RUS *et al.*, 1999] RUS, I., COLLOFELLO, J., LAKEY, P., **Software process simulation for reliability management**, Journal of Systems and Software 46(2/3), 1999.
- [SAMETINGER, 1997] SAMETINGER, J., 1997, **Software Engineering with Reusable Components**, Springer-Verlag New York, Inc.
- [SANTOS, 2003] SANTOS, G. **Representação da Distribuição do Conhecimento, Habilidades e Experiências através da Estrutura Organizacional**, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/taqa>, verificado em Junho/2009.
- [SARGUT e DEMIRORS, 2006] SARGUT, K.U., DEMIRORS, O., **“Utilization of Statistical Process Control (SPC) in Emergent Software Organizations: Pitfalls and Suggestions”**, Software Quality Springer Science + Business Media, 2006.
- [SCHANK e OWENS, 1987] SCHANK, R., C., OWENS, C. C. **Ten problems in artificial intelligence**. New Heaven, CT: Yale University, Department of Computer Science, 1987.
- [SCHNAIDER, 2003] SCHNAIDER, L. R. M. **Planejamento da Alocação de Recursos Humanos em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização**, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/taqa>, verificado em Junho/2009.
- [SCHULMEYER e MACKENZIE, 1999] SCHULMEYER, G.G., MACKENZIE, G.R., **Verification & Validation of Modern Software-Intensive Systems**, New Jersey, Prentice-Hall Inc, 1999.
- [SEI, 2006] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. **CMMI for Development (CMMI-DEV), Version 1.2, Technical Report CMU/SEI-2006-TR-008**. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006.
- [SEYBOLD *et al.*, 2005] SEYBOLD, C., GLINZ, M., MEIER, S., **“Simulation-based Validation and Defect Localization for Evolving, Semi-Formal Requirements Models”**, In: Proceedings of the 12th Asia-Pacific Software Engineering Conference, pp.408-420, 2005.
- [SHAW e GARLAN, 1996] SHAW, M., GARLAN, D., **“Software Architectures-- Perspectives on an Emerging Discipline”**, Prentice Hall, 1996.
- [SHULL, 1998] SHULL, F., **“Developing Techniques for Using Software Documents: A Series of Empirical Studies”**, Ph.D. thesis, University of Maryland, College Park, 1998.
- [SILVA FILHO *et al.*, 2006] SILVA FILHO, R. C., ROCHA, A. R. C., TRAVASSOS, G. H., 2006, **O Uso de Projetos-Piloto para Avaliação da Efetividade da Melhoria de**

Processos, In: V Simposio Brasileiro de Qualidade de Software, Vila Velha - ES. ANAIS DO SBQS, pp. 57-71.

[SNOEK, 1999] SNOEK, B., 1999, **Knowledge Management and Organizational Learning**, Diploma Thesis, Fraunhofer/IESE.

[SOFTEX, 2009a] - ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia Geral:2009**, maio 2009. Disponível em www.softex.br

[SOFTEX, 2009b] - ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia de Avaliação:2009**, maio 2009. Disponível em www.softex.br.

[SOFTEX, 2009c] - ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia de Aquisição:2009**, maio 2009. Disponível em www.softex.br

[SOLLINGEN e BERGHOUT, 1999] SOLLINGEN, R.V., BERGHOUT, E. **The Goal/Question Metric Method, A Practical Guide For Quality Improvement of Software Development**, McGraw Hill, 1999.

[SOMÉ, 2005] SOMÉ, S., "**Use Cases based Requirements Validation with Scenarios**", In: Proceedings of the 2005 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering, pp.465-466, 2005.

[SOMMERVILLE, 2003] SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**, Addison Wesley, 6a edição, 2003.

[STADER e MACINTOSH, 1999] STADER, J. e MACINTOSH, A., 1999 "**Capability modelling and knowledge Management**". In *Applications and Innovations in Intelligent Systems VII*, Springer-Verlag, pp 33-50.

[STSC, 2005] SOFTWARE TECHNOLOGY SUPPORT CENTER. **Understanding Risk Management**, CROSSTALK The Journal of Defense Software Engineering, pp. 4-7, February, 2005.

[SUKUMARAN *et al.*, 2006] SUKUMARAN, S., SREENIVAS, A., VENKATESH, R., "**A rigorous approach to requirements validation**", In: Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Software Engineering and Formal Methods, pp.236-245, 2006.

[TARHAN e DEMINORS, 2006] TARHAN, A., DEMINORS, O. **Investigating Suitability of Software Process and Metrics for statistical Process Control**, EuroSPI 2006, I.Richardson, P. Runeson e R. Messnarz (eds), LNCS 4257, 2006.

[THELIN, 2002] THELIN, T., **Empirical Evaluations of Usage-Based Reading and Fault Content Estimation for Software Inspections**, Doctoral Thesis, Lund University, Sweden, 2002.

[TIAN, 2005] TIAN, J., **Software Quality Engineering - Testing, Quality Assurance, and Quantifiable Improvement**, John Willey & Sons, Hoboken, Estados Unidos, 2005.

[TRUEX *et al.*, 1999] TRUEX, D. P., BASKERVILLE, R. AND KLEIN, H., 1999, **Growing Systems in Emergent Organizations**, *Communications of the ACM*, v. 42, n. 8 (Aug.), pp. 117-123.

- [TVEDT e COLLOFELLO, 1995] TVEDT, J.D., COLLOFELLO, J.S., ***Evaluating the Effectiveness of Process Improvements on Development Cycle Time via System Dynamics Modeling***. Proceedings of the Computer Science and Application Conference (COMPSAC), 1995.
- [TVEDT, 1996] TVEDT J.D., ***An Extensible Model for Evaluating the Impact of Process Improvements on Software Development Cycle Time***, PhD Thesis, Arizona State University, Tempe, 1996.
- [VAZQUEZ et al., 2005] VAZQUEZ, C. E.; SIMÕES, G. S; ALBERT, R. M. ***Análise de Pontos de Função – Medição, Estimativas e Gerenciamento de Projetos de Software***. Editora Érica, São Paulo, 3.ed. 2005.
- [VIEIRA e TRAVASSOS, 1998] VIEIRA, M.E.R., TRAVASSOS, G.H., “***An Approach to Perform Behavior Testing in Object-Oriented Systems***”. Technology of Object-Oriented Languages and Systems, Setembro, pp 318-328, 1998.
- [VILLELA, 2004] VILLELA, K., ***Definição e Construção de Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização***, Tese de D. Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.
- [WALLACE et al., 1996] WALLACE, D.R., IPPOLITO, L.M., CUTHILL, B., “***Reference Information for the Software Verification and Validation Process***”, National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 500-234, 1996.
- [WANG et al., 2007] WANG,Q., GOU,L., JIANG,N., CHE,M., ZHANG,R., YANG,Y., LI,M. ***An Empirical Study on Establishing Quantitative Management Model for Testing Process***, JCSP 2007, Lecture Notes on Computer Science 4470, 2007.
- [WENGER e SNYDER, 2000] WENGER, E., SNYDER, W., 2000, ***Communities of practice: The organizational frontier***, Harvard Business Review, Vol 78, No. 1, Janeiro-Fevereiro.
- [WHEELER e CHAMBERS, 1992] WHEELER, D.J.; CHAMBERS, D.S., ***Understanding Statistical Process Control***, 2a. edição, SPC Press, Inc, 1992.
- [WHEELER, 1999] WHEELER, D.J. ***Understanding Variation: The Key to Managing Chaos***, 2a. edição, SPC Press, Inc, 1999.
- [WILDMAN e WARNER, 2003] WILDMAN, P., WARNER, J. ***The problem solving decision-making toolkit***, HRD Press, Amherst , Massachusetts, 2003.
- [WISNIEWSKI, 2002] WISNIEWSKI, M., ***Quantitative Methods for Decision Makers***. Pearson Education, Harlow, England, 2003.
- [ZAHARAN, 1998] ZAHARAN, S.: ***Software Process Improvement – Practical Guidelines for Business Success***, Addison-Wesley, 1998.

Lista de colaboradores do Guia de Implementação – Parte 9

Editora:

Ana Regina C. Rocha	COPPE/UFRJ (Coordenadora da ETM)
Sheila Reinehr	PUCPR e QualityFocus
Cristina Ângela Filipak Machado	CELEPAR e QualityFocus

Colaboradores:

Revisores:

Ana Cecília Peixoto Zabeu	ASR
Ana Liddy C de C. Magalhães	QualityFocus e Universidade FUMEC
Edmeia Leonor P. de Andrade	EMBRAPA e UCB
Gleison dos Santos Souza	COPPE/UFRJ e UNIRIO