

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Centro de Computação e Tecnologia da Informação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

Mateus Lazzari

PROPOSTA DE UM PROCESSO DE GARANTIA DA QUALIDADE
CONFORME MODELO MPS.BR NÍVEL F

Caxias do Sul

2009

Mateus Lazzari

**PROPOSTA DE UM PROCESSO DE GARANTIA DA QUALIDADE
CONFORME MODELO MPS.BR NÍVEL F**

Trabalho de Conclusão de Curso
para obtenção do Grau de
Bacharel em Ciência da
Computação da Universidade de
Caxias do Sul.

**Iraci Cristina da Silveira
Orientadora**

Caxias do Sul

2009

**Dedico este trabalho a todos os meus
familiares, pessoas queridas, amigos
e colegas que se fizeram presentes durante
a realização deste trabalho.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por possibilitar que concluísse mais uma etapa em minha vida.

Aos meus pais, por terem me criado e educado. Grande parte daquilo que sou devo a vocês.

A todos os meus familiares e pessoas queridas, por compreenderem minha ausência e me apoiarem incondicionalmente durante todo esse importante caminho percorrido.

Aos meus colegas e amigos, pelos momentos de descontração, pelos finais de semana dedicados aos estudos e pelo companheirismo ao longo de todos esses anos.

Aos meus professores, pelo profissionalismo e conhecimento repassado e por terem oportunizado momentos em que pude evoluir profissionalmente e pessoalmente. Especialmente à Iraci Cristina da Silveira, pela dedicação, paciência e disponibilidade para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que se fizeram presentes e contribuíram de alguma forma para a realização desta importante etapa que se conclui.

A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

A Garantia da Qualidade é um processo vital para as organizações de desenvolvimento de *software*. É através deste processo que se busca garantir a qualidade do que se está produzindo, identificando falhas antecipadamente e assegurando a aderência dos processos e produtos de trabalho aos padrões e processos estabelecidos pela organização. O modelo de melhoria de processo MPS.BR no Nível F tem como resultado esperado o processo de Garantia da Qualidade. Este trabalho identifica como esse processo ocorre, quais as principais dificuldades encontradas para realização dessas atividades para elaboração de uma proposta de um processo de Garantia da Qualidade baseado no Nível F do modelo MPS.BR para organizações de *software*. Tais organizações devem possuir os princípios de gerenciamento de projetos e requisitos previstos pelo Nível G do modelo MPS.BR e trabalharem como um modelo incremental de desenvolvimento. Para idealização do trabalho, uma proposta específica de um processo de Garantia da Qualidade foi elaborada para um estudo de caso.

Palavras-Chaves: garantia da qualidade, modelo MPS.BR, Nível F.

ABSTRACT

Quality Assurance is a vital process for organizations software development. It is through this process that aims to ensure the quality of what is taking place, identifying gaps in advance and ensuring adherence to processes and work products, standards and procedures established by the organization. The model of process improvement at Level F MPS.BR is expected as a result the process of Quality Assurance. This work identifies how this process occurs, what the main difficulties in carrying out these activities for developing a proposal for a process of quality assurance based on Level F MPS.BR model for software organizations. Such organizations should have the principles of project management and requirements for Level G MPS.BR model and work as a model for incremental development. For idealization of work, a specific proposal for a process of quality assurance was drawn to a case study.

Key-words: Quality Assurance, MPS.BR model, Level F.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Construção do MPS.BR.....	16
Ilustração 2 – Componentes do MPS.BR.....	17
Ilustração 3 - Processo de Garantia da Qualidade	48
Ilustração 4 - Garantia da Qualidade em todas as fases do ciclo de desenvolvimento.....	50
Ilustração 5 - Ferramentas de Apoio do Estudo de Caso.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de Maturidade e Processos do MPS.BR	18
Tabela 2 - Resumo dos Resultados Esperados pelo Processo de Garantia da Qualidade no Modelo MPS.BR Nível F	23
Tabela 3 - Processo de Garantia da Qualidade	30
Tabela 4 - Comparativo entre Técnicas de Revisão de <i>Software</i>	35
Tabela 5 - Dificuldades Relacionadas ao Planejamento e Monitoração da SQA.....	42
Tabela 6 - Dificuldades Relacionadas às Avaliações de Conformidade da SQA	43
Tabela 7 - Dificuldades Relacionadas ao Gerenciamento de Ações Corretivas.....	43
Tabela 8 - Dificuldades Relacionadas ao Relato das Atividades de SQA.....	44
Tabela 9 - Resumo de Técnicas para SQA	45
Tabela 10 - Métricas para o Processo de SQA	45
Tabela 11 - Dificuldades por Etapas do Processo de SQA.....	46
Tabela 12 - Perfil x Características para Atuar no Processo de SQA.....	49
Tabela 13 - Atividades de SQA nas Etapas do Processo de Desenvolvimento.....	52
Tabela 14 – Exemplo de Priorização das Categorias de Testes	55
Tabela 15 - Etapas do Desenvolvimento x Técnicas de SQA	56
Tabela 16 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação do Planejamento do Projeto.....	57
Tabela 17 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Modelagem de Negócios	58
Tabela 18 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Especificação de Requisitos ..	59
Tabela 19 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Análise e Modelagem	60
Tabela 20 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Implementação.....	61
Tabela 21 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação dos Testes de <i>Software</i>	62
Tabela 22 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Disponibilização	62
Tabela 23 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação do Acompanhamento do Projeto	63
Tabela 24 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação do Processo da Organização e do Processo de SQA	64
Tabela 25 - Métricas de SQA x Fase do Desenvolvimento.....	67
Tabela 26 - Modelo de Checklist de Verificação	69
Tabela 27 - Modelo de Controle de Não Conformidades.....	70
Tabela 28 - Fases x Produtos de Trabalho do Estudo de Caso.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado em Português	Significado em Inglês
BI	Inteligência de Negócios	Business Intelligence
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento	
CMMI	Modelo de Integração de Capacidade e Maturidade	Capability Maturity Model Integration
CMMI-DEV	Modelo de Integração de Capacidade e Maturidade para Desenvolvimento	Capability Maturity Model Integration for Development
CRM	Gestão de Relacionamento com o Cliente	Customer Relationship Management
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos	
GQA	Resultado Esperado pelo Processo de Garantia da Qualidade do MPS.BR	
GQM	Método Objetivos-Questões-Métricas	Method Goal-Question-Metrics
IEC	Comissão Internacional de Eletrotécnica	International Electrotechnical Commission
IEEE	Instituto de Eletrônica e Engenharia Elétrica	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ISO	Organização Internacional para Normalização	International Organization for Standardization
MA-MPS	Modelo de Avaliação do MPS.BR	
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia	
MN-MPS	Modelo de Negócio do MPS.BR	
MPS.BR	Melhoria de Processo de Software Brasileiro	
MR-MPS	Modelo de Referência do MPS.BR	
NBR	Norma Brasileira	

PSM	Método Prático para Medição de Software	Method Pratical Software Measurement
RAP	Resultado de Atributo do Processo do MPS.BR	
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas	
SOFTEX	Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro	
SQA	Garantia da Qualidade	Software Quality Assurance
SQuaRE	Requisitos de Qualidade e Avaliação de Produtos de Software	Software product Quality Requirements and Evaluation
SWEBOK	Conjunto de Conhecimentos sobre Engenharia de Software	Software Engineering Body of Knowledge

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos do Trabalho	14
1.2	Estrutura do Trabalho	15
2	MPS.BR: Melhoria de Processo de Software Brasileiro.....	16
2.1	Nível de Maturidade G - Parcialmente Gerenciado.....	19
2.2	Nível de Maturidade F - Gerenciado	20
3	PROCESSO DE GARANTIA DA QUALIDADE	24
3.1	Criação, Planejamento e Execução de um Processo de Garantia da Qualidade	26
3.2	Técnicas para Garantia da Qualidade	30
3.2.1	Revisões de <i>Software</i>	31
3.2.1.1	Auditorias	31
3.2.1.2	Inspeções	32
3.2.1.3	<i>Walkthrough</i>	33
3.2.1.4	Revisões Técnicas	33
3.2.1.5	Revisões Gerenciais	34
3.2.1.6	Comparativo de Técnicas de Revisão de <i>Software</i>	34
3.2.2	Avaliação (<i>Assessment</i>)	34
3.2.3	Testes	36
3.2.4	Seis Sigma	37
3.3	Métricas para a Garantia da Qualidade	38
3.3.1	Métricas de Processo	40
3.3.2	Métricas de Produto.....	40
3.4	Dificuldades em um Processo de Garantia da Qualidade	41
3.5	Considerações Finais	44
4	PROPOSTA DO PROCESSO DE GARANTIA DA QUALIDADE.....	47
4.1	Criação da Área da Garantia da Qualidade.....	48
4.2	Atividades e Área de Atuação da Garantia da Qualidade.....	49
4.3	Técnicas para Garantia da Qualidade	53
4.4	Crterios Objetivos para Avaliao da Garantia da Qualidade	56
4.5	Métricas para Garantia da Qualidade.....	64
4.6	Execução e Monitoração das Atividades de Garantia da Qualidade	68

4.7	Plano de Garantia da Qualidade.....	71
4.8	Considerações Finais	72
5	ESTUDO DE CASO	74
5.1	Proposta do Processo de Garantia da Qualidade para o Estudo de Caso.....	79
5.2	Considerações Finais	82
6	CONCLUSÃO	83
7	REFERÊNCIAS	85
	ANEXO A	87
	ANEXO B	92
	ANEXO C	93

1 INTRODUÇÃO

No mercado competitivo de desenvolvimento de *software*, a qualidade dos produtos oferecidos pelas organizações tornou-se uma necessidade de sobrevivência. A qualidade do *software* produzido está diretamente relacionada à qualidade do processo de *software* (Fuggetta, 2000). O processo que rege tais diretrizes deve ser apoiado por modelos de melhoria de processo reconhecidos no mercado e que garantam confiabilidade ao cliente.

A qualidade de *software* pode ser vista como um conjunto de características a serem supridas de modo que o produto ou serviço esteja de acordo às necessidades dos usuários (Villela, 2004). Além disso, deve focar todas as etapas e artefatos produzidos garantindo a conformidade de processos e produtos, prevenindo e eliminando defeitos (Bartíé, 2002). Isso somente é possível através da adoção de técnicas e a elaboração de um processo da Garantia da Qualidade.

O processo de Garantia da Qualidade serve para garantir que produtos e processos de *software*, no ciclo de vida dos projetos, estejam de acordo com os requisitos especificados e referenciados aos planos estabelecidos (Rocha, 2001). Para complementar, Sommerville (2007) descreve Garantia da Qualidade como sendo o processo de definição de como a qualidade de *software* pode ser atingida e como a organização de desenvolvimento sabe que o *software* possui o nível de qualidade desejado.

Para garantir a qualidade dos processos da organização, são utilizadas atividades de auditorias, revisões e análises estatísticas de controle de processo (Lewis, 2004). No produto, Pressman (2006) afirma que garantia da qualidade, abrange métodos e ferramentas de análise, projeto, codificação e teste que devem ser aplicados em todas as fases do ciclo de vida do produto. O controle da documentação do *software*, um procedimento para garantia aos padrões de desenvolvimento de *software* e mecanismos de medição e divulgação, também se tornam necessários.

Para se ter uma idéia da importância da garantia da qualidade dentro das organizações de desenvolvimento de *software*, os modelos de melhoria de processo, tais como o CMMI e o MPS.BR, descrevem o processo de Garantia da Qualidade do processo e do produto como sendo ponto chave para a identificação antecipada de problemas (reduzindo custos) e a implementação de melhorias nos processos e produtos da organização.

Mais próximo da realidade das pequenas e médias empresas de desenvolvimento de *software* no Brasil, o MPS.BR no Nível F tem como premissa a implementação do processo de garantia de qualidade no desenvolvimento de *software*, com o propósito de garantir que os produtos de trabalho e a execução dos processos estejam de acordo com os planos e recursos pré-definidos (MPS.BR, 2007). A partir dos procedimentos e padrões estabelecidos pela organização, deve-se garantir a implantação de um programa de qualidade que assegure a aderência dos processos e produtos de trabalho, identificando, documentando e corrigindo não conformidades.

Entretanto, segundo um estudo realizado por Katsurayama (2008), as organizações que já possuem o processo de Garantia da Qualidade implementado possuem diversas dificuldades para a realização de tais atividades. Além da falta de experiência dos responsáveis para execução das atividades, falta-lhes um referencial de apoio para definição dos critérios objetivos, métricas e planejamento de ações corretivas a serem utilizados para avaliação dos processos e produtos de trabalho.

É evidente a preocupação das organizações na busca pela melhoria da qualidade de seus produtos. O impacto da falta de qualidade para muitas organizações pode causar danos irreversíveis. Torna-se indispensável a elaboração de um processo de Garantia da Qualidade, através de uma metodologia que assegure a facilidade e a praticidade de execução das atividades, melhorando a qualidade do produto final.

1.1 Objetivos do Trabalho

O principal objetivo deste trabalho é a elaboração de uma proposta de um processo de Garantia da Qualidade baseado no Nível F do modelo MPS.BR, para empresas que possuem um modelo de ciclo de vida incremental de desenvolvimento e que tenham implantado os processos de gerenciamento de projetos e requisitos previstos pelo Nível G do modelo MPS.BR. A partir da elaboração desta proposta busca-se desenvolver um proposta específica para um estudo de caso. Tal proposta visa garantir a qualidade do processo e do produto de desenvolvimento da organização antevendo falhas e reduzindo custos de retrabalho.

1.2 Estrutura do Trabalho

O capítulo 2 do trabalho descreve a estrutura do modelo MPS.BR e os níveis de maturidade G e F do modelo. O nível G do modelo compreende a implementação de um processo de gerenciamento de projetos e requisitos. Tais processos se tornam necessários para a implementação do Nível F do MPS.BR. Busca-se neste capítulo demonstrar as características, os resultados esperados e os atributos de processo necessários para a implementação de um processo de Garantia da Qualidade de acordo com o Nível F do modelo.

No capítulo 3 são apresentadas as características necessárias para a elaboração de um processo de Garantia da Qualidade. Para tal, são estudadas as técnicas, métricas e todas as atividades necessárias para criação, planejamento e execução de um processo de Garantia da Qualidade.

Por sua vez, o capítulo 4 aborda a elaboração de uma proposta de um processo de Garantia da Qualidade baseado no Nível F do modelo MPS.BR e nas características estudadas no capítulo anterior. Tal proposta se aplica a empresas que possuem os processos do Nível G do modelo MPS.BR implantados e possuam um ciclo de desenvolvimento de produto incremental.

Por fim, no capítulo 5 é elaborada uma proposta de um processo de Garantia da Qualidade para um estudo de caso, utilizando-se da proposta descrita no capítulo anterior.

2 MPS.BR: Melhoria de Processo de Software Brasileiro

O MPS.BR é um programa coordenado pela Associação para Promoção da Excelência do *Software* Brasileiro (SOFTEX) 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), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a participação complementar de universidades e centros de pesquisas.

O modelo começou a ser desenvolvido em dezembro de 2003. Seu principal objetivo é a implantação de princípios de engenharia de *software* adequados ao contexto das organizações, baseado em padrões internacionais para definição, avaliação e melhoria dos processos de *software*. Os principais focos de atuação do modelo são as micro, pequenas e médias empresas de *software* brasileiras que buscam a melhoria de seus processos, porém não possuem recursos para implantação de modelos internacionais existentes (KOSCIANSKI; SOARES, 2006).

O MPS.BR tem como base a norma NBR ISO/IEC 12207 (Processo de Ciclo de Vida de *Software*) que visa estabelecer uma estrutura comum para os processos de ciclo de vida de *software* englobando o fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de produtos de *software* (NBR ISO/IEC 12207, 1998); a norma ISO/IEC 15504 (Avaliação de Processo) que tem por objetivo estabelecer os princípios, requisitos e metodologias a serem aplicadas nas avaliações de processos de *software*, de acordo com o modelo de processos definido pela norma ISO/IEC 12207; e o modelo de melhoria de processo CMMI-DEV (Guia Geral MPS.BR, 2007). A Ilustração 1 destaca as normas e as organizações envolvidas na construção do MPS.BR.



Ilustração 1 – Construção do MPS.BR

Fonte: KOSCIANSKI; SOARES, 2006.

O modelo MPS.BR é dividido em três componentes : Modelo de Referência (MR-MPS), Método de Avaliação (MA-MPS) e Modelo de Negócio (MN-MPS). Todos estes modelos

estão descritos através de guias e/ou documentos. Uma avaliação MPS.BR é realizada utilizando o processo e método de avaliação MA-MPS, verificando a conformidade da organização em relação ao processo do MR-MPS (MPS.BR, 2007). A Ilustração 2 descreve os componentes do modelo MPS.BR.

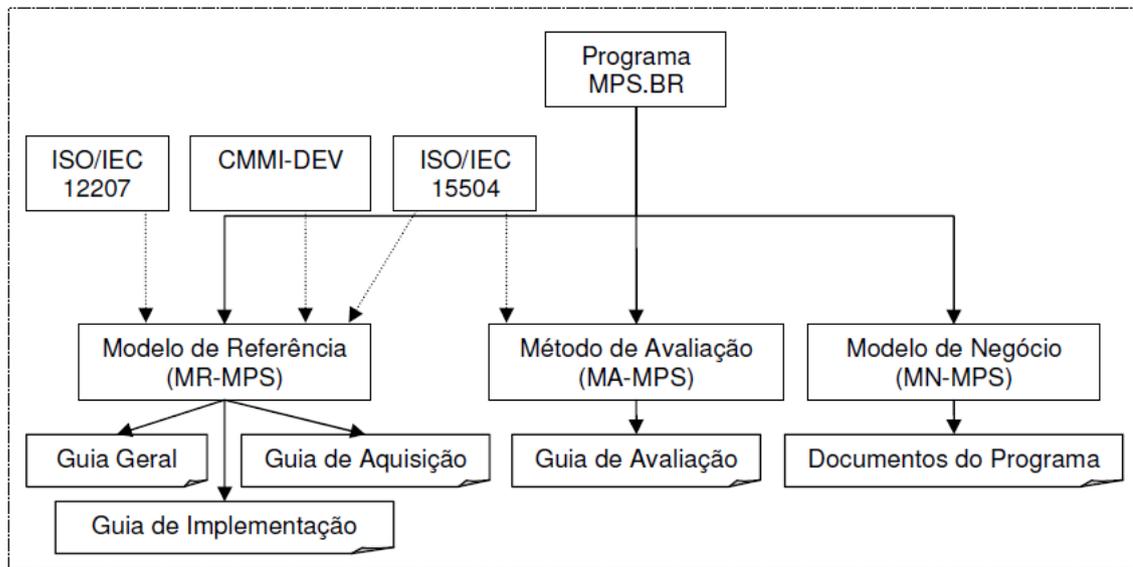


Ilustração 2 – Componentes do MPS.BR

Fonte: Guia Geral MPS.BR Versão 1.2, 2007.

O Modelo de Referência (MR-MPS) descreve os requisitos necessários que os processos das unidades organizacionais devem possuir para atender as especificações do modelo. Ele está descrito no Guia Geral do MPS.BR e é definido através de níveis de maturidade, sequenciais e acumulativos. Cada nível de maturidade possui um perfil de processos (propósitos e resultados esperados) e um perfil de capacitação dos processos (caracterização da habilidade do processo para atingir os objetivos de negócio).

O Guia Geral detalha o modelo de Referência (MR-MPS), seus componentes e as definições necessárias para sua total compreensão e aplicação, além de apresentar uma descrição geral sobre o modelo MPS.BR. O Guia de Aquisição por sua vez, serve de apoio para as organizações que necessitam adquirir produtos de *software* e serviços correlatos. Ele não contém requisitos do MR-MPS, mas recomendações para a aquisição de *softwares* e serviços.

O Guia de Implementação fornece orientação para implementar nas organizações os níveis de maturidade descritos no MR-MPS. É dividido em 7 partes que detalham os processos e resultados esperados com a implementação em cada nível de maturidade.

O Método de Avaliação (MA-MPS) é baseado na ISO/IEC 15504 e descreve o processo de avaliação, bem como os requisitos necessários para verificação da conformidade ao modelo MR-MPS. No Guia de Avaliação o processo e o método de avaliação são detalhados, assim como são descritos os requisitos para os avaliadores líderes, avaliadores adjuntos e as instituições avaliadoras.

Por fim, o Modelo de Negócio (MN-MPS) descreve as regras de negócio para a implementação do MR-MPS pelas instituições implementadoras, as regras de negócio para avaliação do modelo por parte das instituições avaliadoras, além de programas anuais de treinamento através de certificações, cursos, provas e *workshops* MPS.BR (MPS.BR, 2007).

Conforme destacado, o Modelo de Referência (MR-MPS) possui 7 níveis de maturidade, de A(mais avançado) a G(mais básico), que são uma combinação de processos (com seus propósitos e resultados) e capacitação de Processos (com seus atributos e resultados). Os mesmos são demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de Maturidade e Processos do MPS.BR

Nível de Maturidade		Processo
A	Em otimização	Inovação e Implantação na organização
		Análise de causas e resolução
B	Gerenciado Quantitativamente	Desempenho do processo organizacional
		Gerência quantitativa do projeto
C	Definido	Análise de decisão e resolução
		Gerência de riscos
D	Largamente Definido	Desenvolvimento de requisitos
		Solução técnica
		Integração de produto
		Instalação de produto
		Liberação de produto
		Verificação
E	Parcialmente Definido	Validação
		Treinamento
		Avaliação e melhoria do processo organizacional
		Definição do processo organizacional
F	Gerenciado	Adaptação do processo para gerência de projeto
		Medição
		Gerência de configuração
		Aquisição
G	Parcialmente Gerenciado	Garantia da Qualidade
		Gerência de requisitos

Fonte: KOSCIANSKI; SOARES, 2006.

Como o foco deste trabalho é o Processo de Garantia da Qualidade, não serão detalhados todos os níveis de maturidade do modelo, ficando restrito ao Nível F e ao Processo de Garantia da Qualidade. No entanto, o nível de maturidade G será brevemente descrito, pois o mesmo torna-se pré-requisito para implementação do Nível F e do Processo de Garantia da Qualidade.

2.1 Nível de Maturidade G - Parcialmente Gerenciado

O Nível de Maturidade G é a etapa inicial para implementação do Modelo de Referência do MPS.BR. Segundo o Guia de Implementação Parte 1 (MPS.BR, 2007) o grande desafio deste nível de maturidade é a mudança cultural da organização, com a criação e implantação de melhorias e definições acerca dos processos de desenvolvimento de *software* e do conceito de gerenciamento de projetos por parte da organização.

Basicamente este nível de maturidade propõe a implantação de um processo de gerenciamento de projetos e de gerenciamento de requisitos. “O propósito do processo de gerenciamento de projetos é identificar, estabelecer, coordenar e monitorar as atividades, tarefas e recursos envolvidos no projeto de um produto e/ou serviço.” (KOSCIANSKI e SOARES, 2006, p.146). Os resultados esperados pelo modelo neste processo visam a definição de um escopo de trabalho, o dimensionamento de tarefas, produtos e recursos de trabalho, um cronograma de projeto, incluindo marcos e/ou pontos do controle, a identificação e o controle sobre os riscos do projeto, bem como o monitoramento e a utilização de ações corretivas para desvios significativos do projeto em relação ao planejado.

Por sua vez, o processo de gerenciamento de requisitos tem como principal objetivo monitorar e controlar os requisitos funcionais e não-funcionais dos componentes e do produto do projeto. Os resultados esperados pelo modelo neste processo são: o entendimento e a aprovação dos requisitos junto aos fornecedores de requisitos, a utilização de rastreabilidade bidirecional entre requisitos e os produtos de trabalho (visando a avaliação de impacto quando da mudança de requisitos) e o gerenciamento de alterações nos requisitos ao longo do projeto.

Como descrito anteriormente, além da definição dos processos, o modelo descreve os atributos e resultados esperados de capacitação dos processos. Busca-se através dos mesmos

verificar se existe uma política organizacional estabelecida e mantida e se o processo está sendo planejado, executado, gerenciado, monitorado e ajustado para atender tais definições.

2.2 Nível de Maturidade F - Gerenciado

O Nível de Maturidade F serve de complemento aos processos já implementados no Nível G do modelo, pois agrega processos de apoio a gestão dos projetos da organização. Este nível de maturidade propõe a implantação dos processos de Garantia da Qualidade, aquisição, gerência de configuração, medição e atualmente, na versão 1.2 do Modelo MPS.BR o processo de gerência de portfólio de projetos. Como o foco deste trabalho é o processo de Garantia da Qualidade, serão detalhados apenas os propósitos e os resultados esperados deste processo.

O principal objetivo do processo de Garantia da Qualidade é garantir que todos os produtos de trabalho, bem como a execução dos processos estão de acordo com os planos e recursos predefinidos pela organização (MPS.BR, 2007).

O Guia de Implementação Parte 2 do Modelo MPS.BR Versão 1.1 (2007) salienta que este processo deve estar acoplado em todo o ciclo de vida dos projetos, visando sempre avaliar a execução das atividades, produtos de trabalho gerados e serviços utilizados em relação aos padrões e procedimentos da organização, identificando e documentando não conformidades e planejando ações corretivas quando houver necessidade. Em suma, deve prover um retorno de informações para o gerente e equipe de projeto acerca da utilização e eficiência dos padrões e procedimentos definidos pela organização.

O processo de Garantia da Qualidade atua como um mecanismo de controle da organização sob seus processos e produtos de trabalho. Para tal, esse mecanismo deve conter critérios objetivos e relevantes aos projetos e estar de acordo com a política organizacional. Para evitar a subjetividade e a imparcialidade, a organização deve prover um grupo de garantia da qualidade para atuar nos projetos ou utilizar-se de profissionais internos ou externos que não estejam envolvidos diretamente nos projetos.

Os resultados esperados com a aplicação do processo de Garantia da Qualidade são:

- 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;

- GQA2 - A aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente;
- GQA3 - Os problemas e as não conformidades são identificados, registrados e comunicados;
- 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;

O resultado esperado (GQA1) descreve sobre a importância da seleção dos produtos de trabalho do projeto a serem avaliados. Os mesmos devem ser considerados em relação ao valor agregado para o projeto bem como devem ser definidos no início do projeto, havendo tempo para que todos os interessados estejam cientes e de acordo com tais critérios de seleção. De acordo com o Guia de Implementação Parte 2 Versão 1.1 do MPS.BR (2007), critérios objetivos a serem utilizados na avaliação podem ser estabelecidos através da definição e utilização de: questionários, *checklists*, ferramentas automatizadas de verificação, entre outros.

Para a verificação da aderência dos produtos de trabalho do projeto aos padrões da organização a forma mais comumente utilizada são as auditorias. Elas devem ser realizadas de acordo com o planejamento do projeto e devem ocorrer antes da entrega dos produtos aos clientes. Para tal, as atividades de auditorias podem estar integradas diretamente ao plano do projeto ou possuir um plano de Garantia da Qualidade em separado, sendo que devem estar ligadas aos marcos ao longo do ciclo de vida do projeto.

Por fim, o Guia de Implementação Parte 2 Versão 1.1 do MPS.BR (2007) destaca no resultado esperado (GQA1) critérios que podem ser utilizados para a avaliação dos produtos de trabalho, dentre os quais pode-se citar: aderência aos padrões, clareza nos documentos, completeza do documentos em relação aos *templates* definidos pela organização, entre outros. É importante salientar que o modelo não exige uma avaliação do conteúdo de todos os documentos, levando-se em consideração que os profissionais que atuam no processo de Garantia da Qualidade não possuem habilidades e nem conhecimentos técnicos para tal. No entanto, o Guia enfatiza que a inclusão de critérios mais detalhados pode aumentar a abrangência das avaliações obtendo-se assim melhores resultados.

O resultado esperado (GQA2) descreve sobre a seleção e a avaliação dos processos executados nos projetos verificando a conformidade em relação aos padrões e procedimentos predefinidos pela organização. O Guia de Implementação Parte 2 Versão 1.1 do MPS.BR

(2007) destaca novamente sobre a importância da seleção de critérios objetivos para realização da avaliação e sugere a utilização de entrevistas com os responsáveis das atividades para realização da auditoria referente aos processos. Torna-se obrigatório a avaliação de todos os processos que a organização tenha implementado a partir dos processos definidos no MR-MPS.

O resultado esperado (GQA3) descreve sobre a identificação, a origem, a comunicação e o registro de problemas ou não conformidades encontradas durante a avaliação da Garantia da Qualidade em relação aos produtos de trabalho e aos processos organizacionais. É destacada a importância da comunicação entre os responsáveis pelas atividades não conformes a fim de serem tomadas ações ou posterior necessidade de alteração em padrões ou procedimentos.

Por sua vez, o resultado esperado (GQA4) descreve sobre a resolução dos problemas ou não conformidades através da utilização de ações corretivas. Uma ação corretiva deve identificar o tipo e a não conformidade detectada, o responsável e o prazo para resolução, bem como a solução a ser tomada. A solução pode envolver a mudança da não conformidade para satisfazer o processo ou padrão predefinido pela organização, a mudança dos padrões ou processos da organização ou ainda, uma decisão executiva de não satisfazer tal processo ou padrão, arcando com as devidas consequências. O grupo de Garantia da Qualidade deve monitorar as ações corretivas até suas conclusões garantindo que as mesmas sejam efetivas ou redirecionando para níveis hierárquicos superiores quando as mesmas não surtirem efeito ou ultrapassarem o prazo pré-estabelecido. Para tal, mecanismos de escalonamento devem ser definidos traçando quais níveis hierárquicos devem ser acionados e quais os prazos para reavaliação e execução das ações corretivas.

Além dos resultados esperados, o processo de Garantia da Qualidade possui relacionamento com atributos de processo definidos no Nível F do MPS.BR. A seguir, os mesmos são destacados :

- RAP9 - (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;
- RAP12 - Os produtos de trabalho são avaliados objetivamente com relação aos padrões, procedimentos e requisitos aplicáveis e são tratadas as não conformidades;

No RAP9 é esperado que o mesmo processo de avaliação realizado sobre os produtos de trabalho e sobre os processos da organização esteja sendo realizado sobre o processo de

Garantia da Qualidade. Ou seja, devem existir critérios objetivos para avaliação do próprio processo de Garantia da Qualidade garantindo que o mesmo esteja implementado conforme os procedimentos e padrões predefinidos pela organização. Essa atividade deve ser realizada por pessoas internas ou externas, que não estejam associadas a projetos onde a Garantia da Qualidade tenha atuado.

Já o RAP12, assemelha-se com o resultado esperado (GQA1). No entanto, o mesmo destina-se a avaliação objetiva dos produtos de trabalho dos processos da organização. Da mesma forma como descrito no GQA1, os responsáveis pela avaliação não devem executar ou gerenciar as atividades do processo que serão avaliadas. Além disso, todas as não conformidades devem ser registradas, avaliadas e gerenciadas até seus termos.

Atualmente, devido a inclusão do processo de gerência de portfólio de projetos, no Guia de Implementação Parte 2:2009 do MPS.BR (2009) a RAP10 corresponde a RAP9 do Guia de Implementação Parte 2 Versão 1.1 e a RAP14 corresponde a RAP12.

Por fim, baseado no descritivo acima, a Tabela 2 resume os resultados esperados pelo modelo MPS.BR Nível F no que tange ao processo de Garantia da Qualidade. No próximo capítulo serão abordados os métodos e práticas existentes dentro de um processo de Garantia da Qualidade.

Tabela 2 - Resumo dos Resultados Esperados pelo Processo de Garantia da Qualidade no Modelo MPS.BR Nível F

Resultado	Descrição
GQA1	Avaliação dos produtos de trabalho do projeto
GQA2	Avaliação dos processos executados no projeto
GQA3	Identificação e Registro de Problemas ou não conformidades
GQA4	Ações Corretivas para os Problemas ou não conformidades
RAP9	Avaliação do processo de Garantia da Qualidade
RAP12	Avaliação e Registros de Problemas dos produtos de trabalho dos processos da organização

3 PROCESSO DE GARANTIA DA QUALIDADE

A idéia de qualidade é supostamente intuitiva, entretanto se analisada profundamente pode tornar-se bastante complexa (KOSCIANSKI e SOARES, 2006). Para Crosby (1979) um dos precursores na definição deste conceito, qualidade é estar conforme aos requisitos. Em contrapartida, existem autores que citam a complexidade de se definir tal conceito, em função dos diversos significados (subjetividade) atribuídos pelas pessoas em relação ao contexto pelas quais estão inseridas. Em suma, o que é qualidade para uma pessoa pode não ser para outra. (Kitchenham *et al.*, 1996).

No contexto de desenvolvimento de *software*, a IEEE em seu glossário de terminologias em Engenharia de *Software* - IEEE 610.12 (1990) define qualidade de *software* como sendo o grau de atingimento do *software* a uma combinação de atributos, sejam eles requisitos especificados ou necessidades e expectativas do cliente. Para Bartié (2002), qualidade de *software* é a garantia da conformidade de processos e produtos, ao longo de todas as etapas do desenvolvimento, prevenindo-se contra defeitos. Pressman (2006), define qualidade de *software* como a conformidade das normas especificadas para desenvolvimento, bem como dos requisitos funcionais e não funcionais definidos ou esperados pelo usuário.

A partir da definição de qualidade de *software* torna-se necessário garantir que a mesma é aplicada no contexto de desenvolvimento de *software*. Para tal, surge o conceito de Garantia da Qualidade. Para Pressman (2006) e Bartié (2002), a Garantia da Qualidade (SQA – *Software Quality Assurance*) é um processo de avaliação que visa garantir que cada produto de trabalho, bem como o processo ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento está em conformidade aos requisitos e padrões estabelecidos. Para Sommerville (2007), Garantia da Qualidade é um processo que define como a qualidade de *software* pode ser atingida e como a organização tem ciência de que seu processo de desenvolvimento possui o padrão de qualidade desejado. Em resumo, Garantia da Qualidade é um processo de verificação e avaliação da conformidade dos produtos e processos ao longo do ciclo de vida dos projetos, em relação aos padrões e procedimentos estabelecidos pela organização.

Sendo assim, o principal objetivo da Garantia da Qualidade é disseminar uma cultura pela organização de que a qualidade não deve ser testada e avaliada somente ao término do desenvolvimento do produto e sim, em todas as fases do desenvolvimento. Segundo Pressman (2006), estatísticas comprovam de que o custo relativo para se corrigir um erro aumenta à medida que as fases do projeto são finalizadas. A Garantia da Qualidade atuaria como um

facilitador para a detecção destas falhas ou não conformidades ao longo do ciclo de vida do desenvolvimento, minimizando tais custos.

A história da Garantia da Qualidade no desenvolvimento de *software* é traçada em conjunto com a história da qualidade na fabricação de *hardware*. Inicialmente, a qualidade era responsabilidade de quem desenvolvia o *software* (programador). Com o passar dos anos, foram introduzidas em contratos militares de desenvolvimento, normas para a Garantia da Qualidade de *software*. Rapidamente tais normas tornaram-se referências e passaram a ser utilizadas comercialmente no desenvolvimento de *software*. Atualmente, a maioria das normas e modelos de melhoria de processo, descreve sobre o processo de Garantia da Qualidade e a importância da implantação do mesmo dentro das organizações.

A literatura (SOMMERVILLE, 2007; BARTIÉ, 2002; PRESSMAN, 2006) desmembra o gerenciamento da qualidade de *software* em três atividades principais:

- Planejamento da Qualidade: Atividade de identificação e seleção de procedimentos e padrões de qualidade a serem utilizados nos projetos;
- Garantia da Qualidade: Atividade de auditar e relatar a correta e completa utilização dos padrões e procedimentos de qualidade definidos no processo, ao longo de todo o ciclo de vida dos projetos;
- Controle de Qualidade: Atividade que inspeciona e avalia a qualidade do produto em relação aos requisitos para ele estabelecidos.

Torna-se importante destacar as atividades acima, pois a atividade de Garantia da Qualidade é complementar as atividades de planejamento e controle de qualidade, porém não é de sua responsabilidade a execução de testes de *software*. Para Pressman (2006) e Kasse (2004), testes são responsabilidades da atividade do controle de qualidade.

Para se alcançar o objetivo traçado pela Garantia da Qualidade, procedimentos, métricas, ferramentas, técnicas e estratégias devem ser definidos para garantir que todos os produtos de trabalho bem como o processo de desenvolvimento estejam de acordo com os padrões e procedimentos definidos pela organização. Para tal, a organização deve definir critérios objetivos e mensuráveis acerca de qualidade de *software*. As etapas necessárias para criação, planejamento e execução de um processo de Garantia da Qualidade, bem como as técnicas, métricas e principais dificuldades encontradas para a realização da SQA são descritas nas próximas seções.

3.1 Criação, Planejamento e Execução de um Processo de Garantia da Qualidade

O primeiro passo para a criação de um processo de Garantia da Qualidade, é a criação de uma área ou grupo de Garantia da Qualidade dentro da organização, trabalhando independente dos projetos de desenvolvimento. Além disso, se faz necessário um apoio da alta organização em dedicar recursos exclusivos para tal atividade visto que o processo de Garantia da Qualidade é um fator crítico de sucesso para a melhoria dos processos da organização, bem como um método eficaz para prevenção e detecção de não conformidades durante o ciclo de vida dos projetos.

Definida a criação da área ou grupo de Garantia da Qualidade, torna-se imprescindível a definição das pessoas responsáveis pela execução de tal processo. Segundo Schulmeyer (2008) funções típicas de uma área de Garantia da Qualidade envolvem: um gerente de SQA, um engenheiro de SQA, um engenheiro de confiabilidade de *software*, um especialista em gerenciamento de configuração, um engenheiro de segurança de *software* e assistentes.

O gerente de SQA tem como principal papel gerenciar a área ou grupo de Garantia da Qualidade. Ele é responsável por dispor das pessoas responsáveis pela realização das atividades de Garantia da Qualidade nos projetos, bem como contratá-las. Além disso, é responsável por monitorar e fornecer uma visão do andamento das atividades de Garantia da Qualidade aos níveis hierárquicos superiores. Para tal, deve possuir experiência de oito anos atuando em desenvolvimento de *software*, três anos trabalhando em Garantia da Qualidade e no mínimo um ano de experiência em gerenciamento.

Por sua vez, um engenheiro de SQA tem a responsabilidade de executar as atividades de Garantia da Qualidade sobre os projetos. Portanto, deve possuir tanto habilidades técnicas como habilidades de gestão, além de uma boa comunicação e um bom relacionamento interpessoal. Para o autor, o engenheiro de SQA deve possuir experiência de três a cinco anos em desenvolvimento de *software*, ter experiência em engenharia de *software*, uma formação acadêmica em ciência da computação, a vontade de conhecer e aceitar novos desafios, além de ser conhecedor da organização e dos processos definidos. A experiência em engenharia de *software* torna-se importante, pois facilita a detecção de não conformidades bem como dá embasamento para a contribuição de melhorias e sugestões a cerca das metodologias e padrões utilizados para desenvolvimento. A boa comunicação torna-se necessária, pois o engenheiro de SQA deve ser capaz de fornecer orientação, formação e consciência sobre a qualidade para todos os envolvidos no projeto. O conhecimento da organização lhe fornece

referências sobre a estrutura hierárquica da organização, os níveis de gerenciamento, a distribuição de responsabilidades bem como a cultura, padrões e políticas.

O engenheiro de confiabilidade de *software* serve de apoio para execução das atividades de Garantia da Qualidade, pois é responsável por executar os cálculos de confiabilidade a serem utilizados nos projetos e dar suporte a entendimento dos mesmos visando garantir a qualidade do que está sendo realizado. Tal engenheiro deve possuir experiência de quatro anos atuando em desenvolvimento de *software* e pelo menos um ano atuando com Garantia da Qualidade ou confiabilidade de software.

O especialista em gerenciamento de configuração é responsável por auxiliar a configuração de ferramentas para a gestão de projeto e o repositório dos dados para desenvolvimento das atividades relacionadas ao projeto e as atividades de Garantia da Qualidade. Já o engenheiro de segurança de *software* é responsável por desempenhar as funções de segurança do *software* para os projetos (funções críticas ao longo do ciclo de vida do *software* e avaliação de fatores humanos) aliados às atividades de Garantia da Qualidade. Ambos devem possuir experiência de quatro anos atuando em desenvolvimento de *software* e pelo menos um ano atuando com Garantia da Qualidade ou em suas respectivas áreas.

Entretanto, sabe-se da dificuldade de encontrar pessoas que possuam tais perfis técnicos. Além disso, o custo de profissionais com estes perfis pode ser alto demais e inviável para a maioria das organizações. Não havendo recursos para tal, deve-se priorizar a busca por um engenheiro de SQA (realiza a atividade chave do processo) que não possuindo todo o conhecimento técnico necessário, possua conhecimento dos processos e políticas da organização e tenha habilidade interpessoal e boa comunicação. Para minimizar a falta de experiência técnica das pessoas em engenharia de *software* devem-se estabelecer critérios objetivos de validação e verificação dos processos e produtos de trabalho, visando facilitar a detecção de não conformidades.

O segundo passo para criação de um processo de Garantia da Qualidade é a elaboração de critérios pelos quais o produto e o processo da organização serão avaliados. Os critérios de avaliação geralmente são criados baseados nos padrões de processo e produto da organização. Para Sommerville (2007) os padrões de produto são aplicáveis ao produto de *software* em desenvolvimento e constituem de padrões de documentos, que vão desde a estrutura da documentação dos requisitos até os padrões de codificação. Já os padrões de processo, definem os passos que devem ser seguidos durante o ciclo do desenvolvimento do *software* e se constituem de documentos com tais especificações. Ambos os padrões são importantes,

pois são baseados no conhecimento (amadurecimento, erros e acertos) sobre as melhores práticas apropriadas para organização.

Sommerville (2007) destaca ainda, a importância do envolvimento dos engenheiros de *software* para a seleção dos padrões de produto a serem avaliados pelo processo da Garantia da Qualidade. É de suma importância que além da definição dos padrões, exista um consenso sobre os motivos pelos quais tais padrões estão sendo adotados para que todos estejam comprometidos e para que os padrões não sejam impostos. Além disso, tais padrões devem ser revistos e modificados sempre que necessários e ferramentas de apoio devem ser utilizadas para reduzir o esforço na utilização dos padrões.

Definidos os critérios a serem avaliados pela Garantia da Qualidade, devem-se definir as estratégias para as atividades de SQA. Tais estratégias compreendem as técnicas a serem utilizadas, a periodicidade de avaliação dos processos organizacionais e do produto, a classificação da severidade e estratégias de correção das não conformidades, formas de escalonamento para as ações corretivas, bem como a periodicidade da avaliação de auditoria independente da Garantia da Qualidade. Cabe ao grupo de SQA juntamente com a gerência de alto nível a responsabilidade pela definição das políticas organizacionais e das diretrizes sobre as atividades de Garantia da Qualidade em relação a tais políticas. Por sua vez, cabe ao gerente de projetos e ao grupo de SQA a responsabilidade pela definição das principais diretrizes sobre as atividades de Garantia da Qualidade nos projetos (Katsurayama, 2008).

Complementar a isso, são definidas as métricas para Garantia da Qualidade. Deve-se definir padrões de medidas e coleta para o produto e para o processo a fim de entender, controlar e gerenciar todo o processo de desenvolvimento de *software*, obtendo-se assim resultados acerca da efetividade do processo e estabelecendo melhorias quando necessário.

A junção das estratégias para as atividades de Garantia da Qualidade, bem como os critérios objetivos a serem avaliados e as métricas a serem utilizadas formam o Plano de Garantia da Qualidade. Para Bartié (2002), o Plano de Garantia da Qualidade é uma definição de visão comum sobre todos os recursos e esforços a serem utilizados para garantir a qualidade durante todo o ciclo de desenvolvimento de *software*. Para tal, todos os integrantes do projeto devem ser envolvidos. Pressman (2006) salienta que o Plano de Garantia da Qualidade rege todas as atividades a serem executadas pelo grupo ou área de SQA. Nele estão contidas, as avaliações, auditorias e revisões a serem realizadas, normas aplicáveis ao projeto, procedimento para relato e acompanhamento de não conformidades, plano de comunicação de tais não conformidades, bem como todos os documentos a serem produzidos e as responsabilidades do grupo ou área de SQA. Uma norma para documentação do Plano de

Garantia da Qualidade foi definida pelo IEEE (98). A norma recomenda um padrão de documento que identifique: os objetivos e o escopo do plano; uma descrição de todos os produtos de trabalho a serem avaliados pela garantia da qualidade; todas as normas e práticas aplicáveis durante o processo de desenvolvimento (padrão do processo de desenvolvimento); todas as ações e tarefas da Garantia da Qualidade; ferramentas e métodos de apoio a SQA; métodos para registro, manutenção e proteção dos dados relacionados à SQA e por fim, a definição dos papéis e responsabilidades dos envolvidos nos projetos em relação à qualidade do produto.

Definido o Plano de Garantia da Qualidade o próximo passo a ser realizado é a elaboração do cronograma detalhado das atividades de SQA, bem como a monitoração de tais atividades. Segundo Katsurayama (2008), deve-se elaborar um cronograma de atividades organizacionais contendo as atividades e os produtos de trabalho organizacionais a serem avaliados e um cronograma contendo as atividades e os produtos de trabalho a serem avaliados durante os projetos, abrangendo assim a avaliação dos produtos e processos da organização. A monitoração e o acompanhamento de tais atividades também se fazem necessários, pois tem como objetivo garantir que a avaliação está ocorrendo conforme planejado e que todos os envolvidos estejam cientes de suas responsabilidades.

Somente a partir deste planejamento e destas definições é que se inicia a execução das avaliações de processo e dos produtos de trabalho. Para tal atividade, técnicas devem ser utilizadas visando facilitar a identificação de não conformidades em relação aos critérios objetivos definidos para avaliação do produto e do processo. Todas as não conformidades detectadas devem ser registradas e definidas ações corretivas, conforme descrito no Plano de Garantia da Qualidade.

À medida que não conformidades são detectadas pelo processo de Garantia da Qualidade, ações corretivas se fazem necessárias. Para tal, um plano de ação deve ser elaborado para cada ação corretiva e atribuído responsáveis para que tais problemas sejam solucionados dentro de um prazo estipulado. Torna-se responsabilidade do grupo ou área de SQA acompanhar e garantir que tais ações sejam realizadas até a solução do problema. Caso a solução planejada não atinja tais objetivos, cabe ao grupo ou área de SQA escalonar os problemas identificados para que níveis mais altos na organização possam assegurar a sua resolução.

De acordo com a periodicidade definida no cronograma das atividades de SQA, deve-se reportar a gerência da organização, o andamento das atividades de Garantia da Qualidade bem como identificar oportunidades de melhorias a partir das não conformidades encontradas

durantes as avaliações. Por fim, uma avaliação independente (auditores externos) deve ser realizada sobre o processo de Garantia da Qualidade visando fornecer a organização, a garantia de que tal processo corresponde às expectativas e objetivos preestabelecidos.

Um resumo descrevendo as etapas e atividades para construção, planejamento e execução de um processo de Garantia da Qualidade é demonstrado na Tabela 3. A etapa de definição das estratégias do processo de Garantia da Qualidade é de extrema importância para o processo, visto que definem as técnicas a serem utilizadas para prover a Garantia da Qualidade. Tais técnicas são melhores descritas na próxima seção.

Tabela 3 - Processo de Garantia da Qualidade

Etapa	Atividade
Definição	Criação da Área ou Grupo de Garantia da Qualidade
	Definição de Estratégias para Garantia da Qualidade
	Definição de Critérios para Avaliação dos Produtos de Trabalho e do Processo
	Definição de Métricas para Garantia da Qualidade
	Planejamento da Garantia da Qualidade
Execução	Execução da Garantia da Qualidade
	Gerenciamento de Ações Corretivas
	Relato aos envolvidos sobre o Andamento das Atividades
Avaliação	Avaliação Periódica do Processo de Garantia da Qualidade

3.2 Técnicas para Garantia da Qualidade

As técnicas para Garantia da Qualidade são estratégias utilizadas para garantir a qualidade do produto e do processo durante o desenvolvimento de *software*. De acordo com o SWEBOK (2004) o processo de validação e verificação, garante através de técnicas de testes a avaliação dos produtos de *software* em todo o ciclo de vida do produto. A verificação tem como objetivo garantir que o produto é construído corretamente através da avaliação dos documentos produzidos ao longo do ciclo de vida do produto. Por sua vez, a validação tem como objetivo garantir que o produto atende aos objetivos pelo qual foi proposto. Entretanto, para melhor abordar as técnicas utilizadas para gestão da qualidade, o SWEBOK (2004) classificou-as em técnicas estáticas e dinâmicas.

As técnicas estáticas avaliam a documentação do projeto bem como os produtos de trabalho, sem execução de código. São exemplos de técnicas estáticas: revisões de *software*,

Assessment (Avaliação), entre outras técnicas. Por possuírem propósitos variados algumas técnicas nem sempre são aplicáveis a todos os projetos e, por conseguinte não serão citadas nesse trabalho. São exemplos dessas técnicas: métodos formais (para verificação de requisitos de software), análise de fluxo de controle (para avaliar defeitos de controle e pontos inacessíveis de código) entre outras.

Por outro lado, as técnicas dinâmicas envolvem a execução de código para realização de avaliações em cima do produto de *software* desenvolvido. O principal exemplo de técnica dinâmica são os testes. É importante salientar que o processo de Garantia da Qualidade deve garantir que tipos adequados de testes sejam planejados, desenvolvidos e implementados. Porém, não cabe ao processo de Garantia da Qualidade, o desenvolvimento de planos de testes, estratégias e procedimentos de testes sob o produto.

Além disso, existem metodologias que através da utilização destas técnicas podem ser aplicadas para o processo de SQA. O Seis Sigma é um exemplo disso.

Nas próximas subseções busca-se detalhar essas técnicas estáticas e dinâmicas, descrevendo sobre a utilização das mesmas e sobre a aplicação de uma metodologia para garantir a qualidade dos produtos e processos da organização.

3.2.1 Revisões de *Software*

As revisões de *software* são procedimentos de avaliação de *software* e de toda a documentação gerada durante o desenvolvimento do produto, garantindo que todas as atividades estão sendo conduzidas adequadamente e reduzindo eventuais falhas que possam prejudicar o desenvolvimento do produto (Bartié, 2002). Para Kosciansky e Soares (2006) “é um método formal, eficiente e econômico de encontrar defeitos”.

De acordo com o padrão IEEE 1028 – 1997 *Standard for Software Reviews* (Padrão de Revisão de *Software*) as revisões são classificadas em 5 tipos: auditorias, inspeções, *Walkthrough*, revisões técnicas e revisões gerenciais, sendo melhores descritas a seguir.

3.2.1.1 Auditorias

As auditorias são revisões que através de critérios objetivos, avaliam o processo e o produto de *software* buscando identificar a conformidade em relação aos padrões e procedimentos preestabelecidos pela organização. No início de cada auditoria é importante

nomear um líder que terá como responsabilidade a condução da auditoria, bem como as decisões pertinentes e identificação de ações corretivas. Além disso, as auditorias devem ser executadas por pessoas que não tenham relacionamento direto com o objeto/unidade a ser auditada. Para uma completa e eficaz revisão do processo e do produto de *software* é necessário que haja cooperação da unidade auditada em repassar as informações e desenvolver as ações corretivas quando necessário.

Por fim, a auditoria através de entrevistas ou exames de documentos deve coletar e analisar as evidências, garantindo conformidade em relação aos critérios estabelecidos. Caso não conformidades sejam detectadas, devem-se estabelecer ações corretivas entre o auditor e a unidade auditada visando solucioná-las no menor tempo possível. Todas essas informações devem ser registradas e deve ser elaborado um relatório final, contendo as conformidades, não conformidades e ações corretivas (contendo o responsável e o prazo para conclusão), bem como a divulgação dessas informações aos principais envolvidos.

3.2.1.2 Inspeções

As inspeções são revisões formais de *software* com procedimentos e papéis bem definidos visando à avaliação de um produto de *software*. Busca-se através das inspeções a detecção de falhas, anomalias ou desvios significativos em relação aos documentos do projeto, ao produto de *software* e aos padrões preestabelecidos. Uma inspeção geralmente é executada por especialistas treinados para este processo e é realizada através da utilização de *checklists*.

A inspeção deve ser devidamente planejada e documentada com seus objetivos, o produto a ser inspecionado, forma de realização e os documentos de inspeção, podendo ser realizada em diversas etapas ao longo do ciclo de vida de *software*: desde a aquisição até o desenvolvimento e manutenção de *software* (geralmente enfocam o código-fonte), por solicitação do gerente de projetos ou até mesmo do grupo de Garantia da Qualidade.

Inicialmente é disponibilizado o material a ser inspecionado. Antes da reunião formal de inspeção, os especialistas treinados examinam o produto de *software* e toda a documentação pertinente, identificando e registrando os defeitos encontrados. Posteriormente, essas informações são encaminhadas para o líder de inspeção que as classifica e apresenta para o autor do material na reunião de inspeção. O encerramento da inspeção dá-se com a

aceitação do produto sem maiores modificações, aceitação do produto condicionalmente ou rejeição do produto, sendo necessárias ações corretivas e novas inspeções.

3.2.1.3 Walkthrough

São revisões de *software* menos formais que as inspeções, não tendo papéis bem definidos e com o principal objetivo de educar seu público-alvo sobre a importância da realização de avaliações nos produtos de *software*.

A forma de utilização não difere da inspeção, porém não se faz necessário o treinamento dos participantes. Produtos de *software* que podem ser submetidos a um *walkthrough* são manuais de instalação, trechos de código fonte, especificação de requisitos, entre outros. A técnica auxilia na detecção de várias anomalias, como problemas de modularidade no projeto e no código, além de especificações que não podem ser testadas na prática. A mesma é recomendada como uma etapa inicial para organizações que ainda não trabalham a revisão de seus produtos de *software*.

3.2.1.4 Revisões Técnicas

As revisões técnicas possuem o objetivo de verificar a conformidade de um produto em relação aos padrões estabelecidos, garantir a integridade do produto em relação a mudanças ocorridas, além de avaliar o produto em relação ao objetivo pelo qual foi proposto.

Uma revisão técnica deve conter um planejamento claro e bem definido e uma equipe de avaliação qualificada. Inicialmente, devem-se definir os artefatos a serem avaliados e um período de tempo para avaliação por parte da equipe. Posteriormente, o condutor da avaliação técnica revisa tais avaliações e agenda uma reunião para divulgação dos resultados. Nessa reunião, os resultados são expostos e caso sejam detectadas não conformidades, recomendações ou alternativas são sugeridas e planejadas. Os produtos de *software* que podem ser utilizados para uma revisão técnica são: documento de especificação de requisitos, documentos de testes, documentos de design do produto, entre outros.

3.2.1.5 Revisões Gerenciais

Revisões Gerenciais tem como principal finalidade avaliar a eficácia dos processos e padrões utilizados para desenvolvimento do produto de *software*. Além disso, serve de apoio para monitoramento do andamento do projeto. Tais revisões são realizadas com a participação de gestores envolvidos com a construção do *software*.

A forma de realização das revisões gerenciais assemelha-se com as revisões técnicas, no entanto, as revisões gerenciais buscam identificar adequações e inadequações nos padrões e procedimentos gerenciais. Os produtos de *software* que podem ser utilizados para uma revisão gerencial são: lista de não conformidades do projeto, documentos de auditorias, plano do projeto, plano de contingência e risco, plano de Garantia da Qualidade, entre outros.

3.2.1.6 Comparativo de Técnicas de Revisão de *Software*

Para facilitar o entendimento e destacar os principais objetivos e características de cada uma das técnicas de revisão de *software* descritas nas subseções anteriores, um comparativo das mesmas é demonstrado na Tabela 4. Nesse comparativo são abordadas características que envolvem os objetivos, o volume de material utilizado, o responsável pela tomada de decisões, a utilização de *check-lists*, entre outras características importantes para diferenciar as técnicas de revisão de *software*.

3.2.2 Avaliação (*Assessment*)

A avaliação é uma forma de analisar um processo em comparação a modelos, normas ou boas práticas, visando mensurar sua capacidade e identificar ajustes ou melhorias.

De acordo com o SWEBOK(2004), para realização de uma avaliação de processo, deve-se definir critérios objetivos para obtenção de informações quantitativas (que possam ser medidas), coletando, analisando e interpretando tais dados. Um exemplo de modelo de avaliação é a norma ISO/IEC 15504 que estabelece os princípios, requisitos e metodologias a serem aplicados para análise e estudo da capacidade dos processos das organizações. O CMMI também é um exemplo de modelo de avaliação.

Para Guerra e Colombo (2001), uma avaliação deve conter uma estrutura e papéis bem definidos. Para tal, as seguintes etapas se fazem necessárias: estabelecer requisitos de

Tabela 4 - Comparativo entre Técnicas de Revisão de Software

Características	Auditorias	Inspeção	Walkthrough	Revisão Técnica	Revisão Gerencial
Objetivos	Avaliações Independentes verificando conformidades com os padrões e normas	Pesquisa de anomalias; Verificação de soluções e Verificação da qualidade do produto	Pesquisa de anomalias; Identificação de Alternativas; Melhorias de Produto; Fórum para Aprendizagem	Avaliar a conformidade do produto em relação as especificações e planos definidos	Eficácia do Processo; Recomendações de Ações Corretivas; Garantia de Correta Alocação dos Recursos
Tomada de Decisões	Organização auditada, Líder de Auditoria	Equipe de revisão escolhe disposições de produtos predefinidos; Defeitos devem ser removidos	Acordo entre a equipe envolvida e o facilitador	Equipe de Revisão ou Lideranças Técnicas que atuam nas recomendações de revisão	Equipe de Gerenciamento Envolvida no Projeto; Decisões tomadas na reunião ou como resultado das recomendações
Tamanho de Grupo Recomendado	Uma a Cinco Pessoas	Três a Seis Pessoas	Duas a Sete Pessoas	Três ou mais pessoas	Duas ou mais pessoas
Líder do Grupo	Líder de Auditoria	Facilitador Treinado	Facilitador ou Autor	Normalmente, o engenheiro-chefe	Normalmente, o gerente responsável
Volume de Material	Moderado a alto	Relativamente Baixo	Relativamente Baixo	Moderado a alto	Moderado a alto
Armazenamento dos dados	Não é uma exigência	Altamente Recomendado	Recomendado	Não é uma exigência	Conforme exigido pelas políticas, normas ou planos
Saída	Relatório Formal de Auditoria; Observações, Resultados e não conformidades	Lista ou Resumo de Anomalias, Documentação de Inspeção	Lista de Anomalias, Itens de Ação, Decisões, Propostas de Acompanhamento	Documentação da Revisão Técnica	Documentação da Revisão Gerencial
Treinamento Formal do Facilitador	Sim, Treinamento Formal de Auditoria	Sim	Não	Não	Não
Utilização de checklists de defeito	Sim	Sim	Não	Não	Não
Participação Gerencial	Sim	Não	Não	Opcional	Sim

Fonte: Padrão IEEE – 1028 – 1997.

avaliação; especificar a avaliação; projetar a avaliação; executar a avaliação e obter conclusões com base nos dados levantados.

Por fim, uma avaliação tem como objetivo orientar a organização acerca de seus processos, identificando melhorias e mensurando o nível de maturidade da organização em relação a normas e padrões.

3.2.3 Testes

Testes são técnicas dinâmicas que envolvem a execução de código e possuem como principal objetivo identificar e encontrar erros no produto de *software* gerado. Neste contexto, erro deve ser tratado como comportamento incorreto ou não desejável em relação a sua especificação. Para Sommerville (2007), inicialmente os testes devem ser planejados e elaborados com casos de testes distintos. Deve-se buscar através dos testes a certeza do funcionamento do sistema com base em suas especificações e, além disso, garantir que todos os comportamentos indesejáveis sejam detectados e removidos, prevenindo o *software* contra defeitos. Para tal, estratégias e técnicas devem ser utilizadas.

As principais estratégias de testes de *software*, segundo Pressman (2006) envolvem os testes de unidade, testes de integração, testes de validação e testes de sistema. Os testes de unidade visam identificar erros na menor unidade de projeto de *software* (componentes ou módulos). Os testes de integração têm como principal objetivo testar a interação entre os componentes de *software*, já testados unitariamente, identificando possíveis erros entre as interfaces de tais componentes. Por sua vez, os testes de validação são realizados para garantir que o *software* funciona de acordo com os critérios de validação comumente especificados na definição dos requisitos de *software*, ou que funciona de acordo com as expectativas e necessidades dos clientes. A estratégia de testes de sistema envolve a realização de diversificados testes (recuperação, segurança, *stress* e desempenho) tendo como objetivo exercitar o *software* por completo, garantindo as funcionalidades e a integração do *software*.

As principais técnicas utilizadas para o processo de testes de acordo com Pressman (2006) são: testes de caixa-preta (garantir que os requisitos do sistema estão de acordo com o produto de *software* gerado), testes de caixa-branca (garantir que todas as estruturas internas de código foram exercitadas e não possuem não conformidades), testes de ambiente, testes de regressão (garantir que as funcionalidades existentes anteriormente a alteração do produto

estejam funcionando corretamente), testes de progressão (garantir que novas alterações implementadas no produto estejam funcionando corretamente), entre outros.

Tais estratégias e técnicas de testes de *software* não são detalhadas neste trabalho visto que fogem ao escopo do mesmo. O processo de Garantia da Qualidade somente deve prover evidências que as atividades de testes estejam sendo planejadas e executadas de acordo com os padrões de processo estabelecidos.

3.2.4 Seis Sigma

O Seis Sigma é uma metodologia bastante utilizada para a garantia da qualidade estatística no setor industrial (Pressman, 2006). Tem como principal objetivo utilizar-se de dados e análise estatística para medição e identificação de melhorias nos processos organizacionais visando eliminar defeitos existentes. De acordo com Pressman (2006) a metodologia possui três etapas importantes:

- Definir as necessidades do cliente, os objetivos e os artefatos de entrega de uma forma clara e por métodos bem definidos de comunicação;
- Medir o processo e os artefatos de saída visando coletar métricas de defeitos;
- Analisar as métricas coletadas e determinar as causas vitais;

Posteriormente, devem-se eliminar as causas básicas dos defeitos e garantir que as mesmas não se repitam no futuro. Para a coleta dos dados e informações, as técnicas listadas nas subseções anteriores podem ser utilizadas. O termo sigma de acordo com Smith et al (1993) mede a capacidade de um processo em trabalhar livre de falhas, trabalhando com um percentual de 99,999996 % de perfeição. Portanto, atingindo a meta de seis (6) sigma (σ) tal nível de perfeição é garantindo.

Entretanto, muito se discute sobre a utilização da técnica Seis Sigma no contexto da engenharia de *software* (TONINI, 2006). Para Blakeslee et.al (1999) as inúmeras oportunidades de defeitos em um mesmo processo de desenvolvimento, bem como a possibilidade de distribuições estatísticas não normais dos defeitos e dos tempo empregados são empecilhos para a utilização do Seis Sigma. Biehl et. al (2004) complementa que não existe a possibilidade de medir e definir limites superiores ou inferiores a cerca da conformidade nos processos de *software* e mais, é praticamente impossível chegar ao conceito de "defeito-zero" devido a dificuldade em precisar a acuracidade de um *software*. Porém,

Waxer et. al (2005), acrescenta que o mais importante é a filosofia proposta pela métrica, ou seja a busca pela melhoria da capacidade do processo e não o conceito de “defeito-zero”.

Por fim, Tonini (2006) defende a utilização de tal técnica por acreditar que ela define uma abordagem direcionada as causas dos problemas, contribuindo para a melhoria de processo de desenvolvimento de *software* e cita casos de sucessos de implementação do Seis Sigma no Brasil.

Conhecidas as técnicas ou metodologias que podem ser utilizadas para um Processo de Garantia da Qualidade, torna-se necessário descrever as métricas que serão utilizadas para medição dos processos e produtos de trabalho. Para tal, as mesmas são descritas na seção a seguir.

3.3 Métricas para a Garantia da Qualidade

Uma métrica de *software* é um tipo de medição relacionado a um sistema, documento ou até mesmo ao processo de desenvolvimento de *software* (SOMMERVILLE, 2007). Uma medição consiste da derivação de um valor numérico ou símbolo a um atributo (seja ele de processo ou produto) comparando-o a padrões de qualidade ou regras claramente definidas, visando prover e identificar melhorias ou identificar não conformidades. (SOMMERVILLE, 2007; PRESSMAN, 2006). Apesar de serem utilizados sob o mesmo contexto, os termos medida, medição, métrica e indicador possuem diferenças. Pressman (2006) descreve medida como “uma indicação quantitativa da extensão, quantidade, dimensão, capacidade ou tamanho de algum atributo de um produto ou processo”. Para o autor, o termo medição é o ato de determinar uma medida e o termo métrica é o relacionamento de medidas individuais para se avaliar o grau em que um sistema se encontra em relação a um determinado atributo. Por fim, um indicador é uma métrica ou uma combinação de métricas que visa fornecer informações para compreensão do processo, produto ou projeto.

Uma medição de acordo com o Guia de Implementação do MPS.BR Nível F (2007) tem como principal objetivo, coletar, analisar e relatar dados relativos aos produtos, projetos e processos de uma organização. Para tal, o processo de medição deve ser bem planejado. Segundo Kosciansky e Soares (2007) as métricas devem considerar alguns critérios para que os resultados sejam precisos e bem aproveitáveis. O modelo SQuaRE (Scalet et. al, 1999) descreve tais critérios da seguinte forma: as métricas devem ter significância (resultados encontrados devem agregar a avaliação da organização); as métricas devem ter custo e

complexidade de aplicação validados (não devem ser aceitas métricas custosas e tão pouco complexas que possam tornar o processo de medição inviável); as métricas devem ser repetíveis (aplicáveis a vários projetos) e reproduzíveis (possuir resultados iguais para avaliadores diferentes). Além disso, as métricas devem ser objetivas (claras e de consenso das pessoas envolvidas), imparciais (deve existir um padrão definido para realização das avaliações) e devem prover evidências para sua validação, a fim de garantir a confiabilidade dos dados levantados.

De acordo com o padrão IEEE 1061 – 1998 *Standard for a Software Quality Metrics Methodology* (Padrão de Metodologias para Métricas da Qualidade de *Software*) dois métodos podem ser úteis para o planejamento do trabalho de medição. São eles: o Método GQM (*Goal-Question-Metrics*) e o Método PSM (*Practical Software Measurement*). O Guia de Implementação do MPS.BR Nível F (2007), também os destaca argumentando ser as abordagens de medição mais utilizadas atualmente.

O método GQM organiza o planejamento de uma medição em etapas. Tal método prevê inicialmente o estabelecimento e a definição dos objetivos da medição. Posteriormente, devem ser definidas as questões (metas) que serão utilizadas para realização da medição, especificando e categorizando as medidas a serem coletadas. Por fim, deve-se desenvolver mecanismos para a coleta dos dados e análise/interpretação dos resultados obtidos provendo um *feedback* para tomada de decisões.

Já o método PSM visa obter informações objetivas sobre os projetos em andamento. Basicamente, o método se preocupa em especificar formalmente as medidas a serem utilizadas e a condução do processo de medição. O foco do método é estabelecer medições baseadas nas necessidades principais de um projeto (custos, cronograma, tamanho do produto, recursos, satisfação do cliente, entre outros). Para tal, essas medidas são identificadas e definidas inicialmente de forma clara e, são atribuídos indicadores que a partir do andamento do projeto são verificados e conduzem à tomada de decisões. Posteriormente, as medições são executadas e avaliadas provendo informações para os gerentes de projeto, para que as metas de prazo, custo e qualidade dos projetos sejam atingidas.

O Guia de Implementação do MPS.BR Nível F (2007) na descrição dos resultados esperados do processo de medição cita que os aspectos a serem medidos para Garantia da Qualidade de *software* devem envolver os processos (atividade relacionadas com o *software*), produtos (resultados da execução dos processos) e os recursos (elementos atuantes nos processos e responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos). Devido à diferença destes aspectos, métricas distintas são definidas para a medição de produtos e processos. Os recursos

por estarem envolvidos em ambos os aspectos não serão tratados a parte. Tais métricas são listadas a seguir.

3.3.1 Métricas de Processo

São utilizadas para obter dados quantitativos sobre o processo de *software* (Sommerville, 2007). Pressman (2006) acrescenta tal definição, destacando que a medição de um processo de *software* além de visar à melhoria do processo, pode ser utilizada ao longo dos projetos de *software* auxiliando na estimativa, avaliação de produtividade e controle de qualidade dos projetos.

As métricas do processo geralmente quantificam atributos relacionados ao tempo (medição para identificar em quanto tempo atividades são concluídas), esforço (recursos necessários para um processo específico) e número de ocorrências (incidências de eventos específicos)(Sommerville, 2007). São exemplos de métricas de processo a serem utilizadas: percentual de erros descobertos antes da entrega ao usuário, percentual de defeitos entregues aos usuários, eficiência na remoção dos defeitos, esforço humano despendido, produtividade, cumprimento do cronograma, taxa de variação entre os processos planejados para avaliação e os realmente avaliados, entre outros. Pressman(2006) destaca que à medida que cresce a maturidade da organização na utilização de métricas de processo a abordagem de melhoria estatística do processo de *software* (*statistical software process improvement*) pode ser utilizada. Tal abordagem utiliza a análise de falhas de *software* para a coleta de informações sobre todos os erros e defeitos encontrados ao longo do ciclo de vida do *software*.

3.3.2 Métricas de Produto

As métricas de produto visam obter dados quantitativos acerca das características do próprio *software*. Para Sommerville (2007), as métricas de produtos dividem-se em duas classes: dinâmicas (coletadas por medições realizadas em um programa em execução) e estáticas (coletas por medições realizadas em documentos ou representações sem a necessidade de execução de programas). Tais métricas avaliam diferentes atributos de qualidade. As dinâmicas avaliam a eficiência e a confiabilidade de um programa. Por sua vez, as estáticas visam avaliar a complexidade e facilidade de compreensão e manutenção do sistema. Para facilitar a identificação das métricas a serem utilizadas sob o produto, Pressman

(2006) destaca que estas devem levar em consideração as fases do ciclo de vida do produto. Para tal, ele sugere métricas relativas às fases de análise, construção e testes do produto.

Na fase de análise, devem ser utilizadas métricas para a medição da qualidade da especificação de requisitos (atividade chave desta fase). São exemplos de métricas: percentual de modificações de requisito durante o projeto, percentual de erros de requisito, entre outras. Na fase de construção do produto as medições geralmente utilizadas envolvem o código-fonte. São exemplos de métricas: métrica de Halstead (utilizada para medir o esforço para construção do código baseado em seu tamanho), complexidade ciclomática e métricas baseadas no fluxo de dados. Por fim, na fase de testes do produto, indicadores de cobertura podem fornecer dados importantes sobre o percentual de produto de *software* que realmente foi testado ou ainda medir o percentual sobre os requisitos a serem testados. Bartié (2002) sugere a utilização das seguintes métricas: cobertura do planejamento dos testes, cobertura da execução dos testes, eficiência dos testes, entre outras.

Com a utilização das métricas torna-se possível mensurar e obter indicadores que remetem a qualidade daquilo que se está produzindo. Entretanto, para a coleta destes dados bem como a definição das técnicas a serem utilizadas para execução das atividades de SQA, entre outras atividades, inúmeras dificuldades podem surgir. Na seção a seguir é descrito um estudo que cita as principais dificuldades encontradas para execução das atividades de SQA por organizações que já possuem o processo implementado.

3.4 Dificuldades em um Processo de Garantia da Qualidade

Um estudo realizado por Katsurayama (2008) teve como principal objetivo identificar as dificuldades encontradas pelos participantes de SQA na execução das atividades de Garantia da Qualidade em organizações de desenvolvimento de *software*. O estudo foi realizado através de entrevistas e questionários, tendo como público-alvo, organizações de desenvolvimento de *software* que já possuíssem um processo de Garantia da Qualidade implementado e que já estivessem avaliadas por modelos de melhoria de Processo, tais como o MPS.BR a partir do Nível F ou modelo CMMI Nível 2. O estudo envolveu ao todo, 25 organizações sendo que 57% das organizações possuem mais de 100 funcionários, 32% possuem de 50 a 99 funcionários e 11% possuem de 10 a 49 funcionários.

As questões levantadas pelo estudo envolviam as atividades chave do processo de Garantia da Qualidade. Para tal foram elaboradas questões sobre o planejamento e

monitoração da SQA, as avaliações de conformidade, o gerenciamento das ações corretivas e o relato das atividades de SQA. Para cada questionamento, mais de uma alternativa poderia ser marcada como resposta.

Os resultados obtidos sobre as dificuldades relacionadas ao planejamento e monitoração da garantia da qualidade são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Dificuldades Relacionadas ao Planejamento e Monitoração da SQA

Dificuldades	Percentual
Definir os critérios para avaliação de conformidade dos processos	38,46%
Assegurar a atualização do cronograma das atividades de garantia da qualidade	38,46%
Planejar as atividades de garantia da qualidade	34,62%
Elaborar o cronograma das atividades de garantia da qualidade	30,77%
Definir os critérios para avaliação de conformidade dos produtos de trabalho	30,77%
Definir as medidas de monitoração para o processo de garantia da qualidade	26,92%
Elaborar os modelos de laudos/ <i>checklists</i> para avaliação de conformidade dos produtos de trabalho	19,23%
Definir a periodicidade de avaliação dos processos	19,23%
Elaborar os modelos de laudos/ <i>checklists</i> para avaliação de conformidade dos processos	15,38%
Outras	11,54%
Identificar os produtos de trabalho que devem ser avaliados	7,69%

Fonte: Katsurayama, 2008.

Pode-se observar que as principais dificuldades relatadas estão relacionadas à definição de critérios para avaliação de conformidade dos processos e ao planejamento e criação/controle do cronograma com as atividades de Garantia da Qualidade.

Com base nestes dados Katsurayama (2008) realizou um novo estudo visando identificar quais as possíveis causas para estas duas dificuldades. Para a atividade de definição de critérios para avaliação de conformidades dos processos e dos produtos de trabalho observou-se que uma das causas se deve a falta de apoio ferramental ou uma base de conhecimento que facilite a identificação de critérios objetivos para a avaliação. Além disso, a falta de conhecimento ou inexperiência dos envolvidos no processo de Garantia da Qualidade seja em aspectos organizacionais ou até mesmo em modelos de qualidade são citados como

prováveis causas. Já para o planejamento e criação/controle do cronograma, Katsurayama (2008) atribuiu como principal causa, a falta de um guia para elaboração do cronograma, falta de um *template* para auxílio, inexperiência para planejar e definir as atividades de Garantia da Qualidade, além de uma possível sobrecarga de trabalho, dificultando a atualização imediata do cronograma.

Outro objeto de estudo foi a avaliação das dificuldades encontradas nas avaliações de conformidade de Garantia da Qualidade. O resultado é demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Dificuldades Relacionadas às Avaliações de Conformidade da SQA

Dificuldades	Percentual
Assegurar que todos os produtos de trabalho necessários foram gerados e avaliados	53,85%
Assegurar a aderência aos modelos de documentos definidos para o processo	23,08%
Preencher os laudos/checklists para avaliação de conformidade dos processos	19,23%
Preencher os laudos/checklists para avaliação de conformidade dos produtos de trabalho	11,54%
Outras	3,85%

Fonte: Katsurayama, 2008.

Observa-se que a principal dificuldade relacionada às avaliações de conformidade da SQA é garantir que todos os produtos de trabalho foram gerados e avaliados e garantir a aderência dos documentos em relação aos padrões da organização.

Para o gerenciamento de ações corretivas, os resultados obtidos pelo estudo sobre as principais dificuldades encontradas são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Dificuldades Relacionadas ao Gerenciamento de Ações Corretivas

Dificuldades	Percentual
Assegurar a execução do plano de ação para correção dos problemas no prazo definido	73,08%
Assegurar a execução adequada do plano de ação para correção dos problemas	34,62%
Acompanhar a resolução do plano de ação para correção dos problemas	26,92%
Elaborar o Plano de Ação para correção dos problemas	11,54%
Outras	7,69%

Fonte: Katsurayama, 2008.

Percebe-se que a principal dificuldade para o gerenciamento de ações corretivas está em garantir a execução das ações conforme prazo estabelecido.

Por fim, foram apresentadas as dificuldades encontradas no relato das atividades de Garantia da Qualidade. Tais resultados são apresentados na Tabela 8. Nota-se que a principal dificuldade é relatar a situação de todos os processos dos projetos quando em execução.

Tabela 8 - Dificuldades Relacionadas ao Relato das Atividades de SQA

Dificuldades	Percentual
Relatar a situação de todos os processos dos projetos em andamento	42,31%
Coletar as medidas de monitoração do processo de garantia da qualidade definidas	26,92%
Quantificar os problemas identificados	19,23%
Identificar oportunidades de melhoria nos processos	11,54%
Outras	11,54%

Fonte: Katsurayama, 2008.

Como conclusão do estudo pode-se observar que existem grandes dificuldades relacionadas ao gerenciamento das ações corretivas, principalmente no que diz respeito a garantir a execução das ações corretivas conforme prazo previsto. Além disso, observa-se que as principais dificuldades relacionadas ao planejamento e monitoração do processo de SQA se devem a falta de uma base de conhecimento com sugestão para definição dos critérios objetivos a serem avaliados e das medidas a serem utilizadas para monitoração da SQA. Tal base de conhecimento é de extrema importância, pois fornece subsídio indicando as principais práticas e diretrizes para a realização das atividades de SQA. Por fim, deve-se considerar como causa de algumas dificuldades, a falta de conhecimento nos processos e produtos de trabalho da organização das pessoas envolvidas nas atividades de SQA.

3.5 Considerações Finais

Neste capítulo foram abordados os conceitos necessários para a criação de um processo de Garantia da Qualidade. Foram analisadas todas as etapas e atividades envolvidas para construção, planejamento e execução de um processo de Garantia da Qualidade. A definição do perfil para atuar nas atividades de SQA, bem como as técnicas e métricas a

serem utilizadas para prover a garantia da qualidade dos produtos e processos da organização são as definições chave deste processo. Um resumo contendo as técnicas a serem utilizadas para as atividades de SQA é descrito na Tabela 9.

Tabela 9 - Resumo de Técnicas para SQA

Tipo	Técnica ou Metodologia
Estáticas	Auditoria
	Inspeção
	<i>Walkthrough</i>
	Revisões Técnicas
	Revisões Gerenciais
	Avaliação
	Seis Sigma
Dinâmicas	Testes

As métricas têm por objetivo mensurar a qualidade dos produtos de trabalho e do processo ao longo das fases de desenvolvimento. Um resumo das métricas que podem ser utilizadas para o processo de SQA é descrito na Tabela 10.

Tabela 10 - Métricas para o Processo de SQA

Tipo	Métricas
Processo	Percentual de erros descobertos antes da entrega ao usuário
	Percentual de defeitos entregues aos usuários
	Eficiência na remoção dos defeitos
	Esforço humano despendido
	Produtividade
	Cumprimento do cronograma
	Taxa de variação entre os processos planejados para avaliação e os realmente avaliados
Produto	Percentual de modificações de requisito durante o projeto
	Percentual de Erros de Requisito
	Métrica de Halstead
	Complexidade Ciclomática
	Cobertura do planejamento dos testes
	Cobertura da execução dos testes
	Eficiência dos Testes

Por fim, foram levantadas as principais dificuldades existentes por organizações que possuem o processo de SQA implementado a fim de obter conhecimento para a elaboração de uma proposta de processo de Garantia da Qualidade visando minimizar tais problemas. Tais dificuldades são resumidas na Tabela 11. O conjunto dessas informações será utilizado para a construção da proposta a ser abordada no próximo capítulo.

Tabela 11 - Dificuldades por Etapas do Processo de SQA

Etapas	Dificuldades
Planejamento e Monitoração	Definir os critérios para avaliação da conformidade dos processos e produtos de trabalho
Avaliação de Conformidade	Assegurar que todos os produtos de trabalho necessários foram gerados e avaliados
Gerenciamento Ações Corretivas	Assegurar a execução do plano de ação para correção dos problemas no prazo definido
Relato das Atividades	Relatar a situação de todos os processos dos projetos em andamento

4 PROPOSTA DO PROCESSO DE GARANTIA DA QUALIDADE

A elaboração da proposta do processo de Garantia da Qualidade a ser descrita nesse capítulo, toma como base os resultados esperados pelo modelo MPS.BR Nível F para o processo de Garantia da Qualidade descritos no Capítulo 2. Além disso, as definições abordadas no Capítulo 3, sobre as etapas, atividades, técnicas e métricas a serem utilizadas para SQA servirão de apoio para elaboração desta proposta.

A proposta a ser abordada tem como objetivo minimizar as dificuldades levantadas no Capítulo 3 sobre as atividades de Garantia da Qualidade e fornecer um referencial acerca dos critérios objetivos e medidas a serem utilizadas para as organizações que buscam a implementação do processo de SQA. Tais organizações devem possuir os princípios de gerenciamento de projetos e gerenciamento de requisitos previstos pelo modelo MPS.BR Nível G conforme descritos no Capítulo 2.

Como a Garantia da Qualidade tem por objetivo garantir a qualidade dos produtos de trabalho e dos processos ao término de cada fase do desenvolvimento (visando minimizar a disseminação de defeitos para as outras fases de desenvolvimento), a proposta será idealizada para organizações que possuam um modelo incremental de desenvolvimento de produto. Tal modelo visa a disponibilização de incrementos de funcionalidades do produto. A cada incremento, todas as fases de desenvolvimento do produto são executadas e são disponibilizadas as *releases*. O término do desenvolvimento do produto ocorre quando todos os incrementos atendem a totalidade dos requisitos esperados para sua construção. A liberação parcial do produto (*releases*) visa reduzir a concentração de defeitos encontrados se comparado a um modelo de desenvolvimento que disponibiliza uma versão de produto somente ao término de todos os requisitos esperados.

Nas próximas seções, são descritas as etapas para elaboração e criação de um processo de Garantia da Qualidade baseado nesse contexto. A Ilustração 3 demonstra as etapas fundamentais para realização de um processo de Garantia da Qualidade. Observa-se que na etapa de planejamento devem ser definidas a área, as técnicas, as métricas e os critérios a serem utilizados para realização das atividades de SQA. De posse dessas informações, deve-se planejar a forma de detecção e coleta de não conformidades realizando-se assim a execução das atividades de SQA. Para cada não conformidade detectada durante a execução das atividades, deve ser planejada uma ação corretiva que deve ser gerenciada e monitorada até o

seu término. Por fim, devem ser planejadas avaliações sobre o próprio processo de SQA, visando garantir a eficácia desse processo e o atingimento das expectativas da organização na execução destas atividades.



Ilustração 3 - Processo de Garantia da Qualidade

4.1 Criação da Área da Garantia da Qualidade

A criação de um processo de Garantia da Qualidade deve iniciar pela definição da área ou grupo de pessoas que serão responsáveis pelo processo. Conforme descrito no Capítulo 3, a criação de uma área de Garantia da Qualidade pode envolver várias funções. Entretanto, isto está diretamente relacionado ao ambiente no qual a Garantia da Qualidade atuará.

O primeiro passo a ser dado para a criação de uma área de Garantia da Qualidade é o entendimento por parte da organização de que esta área deve atuar independentemente das outras áreas da organização e que devem ser disponibilizados recursos exclusivos para tal atividade. Na literatura, não existe definição sobre o número de pessoas a serem utilizadas para atuar na Garantia da Qualidade. No entanto, deve-se considerar o tamanho da organização e o volume de trabalho a ser realizado.

Para o contexto de pequenas e médias empresas de desenvolvimento de *software* que possuem um número de colaboradores reduzido, torna-se inviável a nomeação de vários colaboradores para trabalharem na Garantia da Qualidade. Nesse caso, das funções típicas descritas no Capítulo 3, somente a função de um engenheiro de SQA se faria necessário. Cabe ressaltar que tal função requer um perfil técnico diferenciado. Um engenheiro de SQA deve possuir experiência em engenharia e desenvolvimento de *software*, formação acadêmica na

área da computação e habilidades de gestão tais como: bom relacionamento interpessoal e uma boa comunicação. Geralmente, uma pequena empresa possui este recurso para a área de desenvolvimento de *software*, mas não o possui para as atividades de Garantia da Qualidade.

Devido ao alto custo de um engenheiro de SQA com este perfil técnico, têm-se como alternativa a nomeação de pessoas com profundo conhecimento dos processos e produtos de trabalho da organização. Para suprir as deficiências técnicas de engenharia de *software*, treinamentos devem ser realizados para capacitação de tais recursos e devem ser definidos critérios objetivos para realização das atividades de SQA, visando auxiliar a detecção de não conformidades e a busca por melhorias no processo de desenvolvimento da organização.

O perfil mínimo e o desejável bem como as características necessárias para atuar na área de Garantia da Qualidade são descritos na Tabela 12.

Tabela 12 - Perfil x Características para Atuar no Processo de SQA

Características	Perfil Mínimo	Perfil Desejável
Experiência Desenvolvimento de <i>Software</i>	-	3 a 5 anos
Experiência em Engenharia de <i>Software</i>	-	1 ano
Graduação em Ciência da Computação ou Áreas Afins	-	Sim
Habilidades de Gestão	Sim	Sim
Boa Comunicação	Sim	Sim
Facilidade de Relacionamento	Sim	Sim
Conhecimento da Organização	Sim	Sim
Conhecimento dos Processos da Organização	Sim	Sim
Conhecimento dos Produtos de Trabalho da Organização	Sim	Sim

Definido o perfil para atuação nas atividades do processo de Garantia da Qualidade, deve-se definir em quais momentos ao longo do ciclo de vida de desenvolvimento de *software* a Garantia da Qualidade realizará suas atividades. A seção a seguir descreve tais etapas e atividades.

4.2 Atividades e Área de Atuação da Garantia da Qualidade

Conforme descrito no capítulo 2, o modelo MPS.BR no Nível F, prevê que o processo de Garantia da Qualidade avalie os produtos de trabalho e os processos executados em relação aos padrões e normas definidas pela organização antes dos produtos serem entregues aos

clientes. Além disso, torna-se necessário a avaliação de todos os processos que a organização tenha implementado em relação aos processos de gerenciamento de requisitos e gerenciamento de projetos (previstos no Nível G do modelo).

Por conseguinte, a Garantia da Qualidade deve atuar sobre todas as atividades que englobam o desenvolvimento do produto. Tais atividades envolvem a avaliação das etapas de planejamento, acompanhamento e encerramento dos projetos, passando por todas as fases do ciclo de desenvolvimento do produto.

Como etapa inicial, a Garantia da Qualidade deve avaliar a criação e o planejamento do projeto de desenvolvimento do produto. Para tal, deve verificar se existe um Plano de Projeto, contendo os marcos, os recursos, a equipe, o repositório, os riscos e o plano de comunicação definidos e documentados. Além disso, a Garantia da Qualidade deve verificar se existe um escopo de projeto definido, um cronograma macro de atividades e se a estrutura analítica do projeto foi definida.

Adicionalmente, a Garantia da Qualidade deve atuar sobre as fases do ciclo de desenvolvimento do produto. Seu principal objetivo é detectar não conformidades antes que tais problemas sejam migrados para as fases posteriores. A Ilustração 4 demonstra um padrão de fases do ciclo de desenvolvimento de *software*. Cabe a organização na etapa do planejamento do projeto decidir sobre a utilização ou modificação deste padrão para execução do projeto de desenvolvimento do produto. Para criação desta proposta, todas estas fases serão consideradas. Cabe ressaltar que tais fases se repetem a cada incremento realizado.

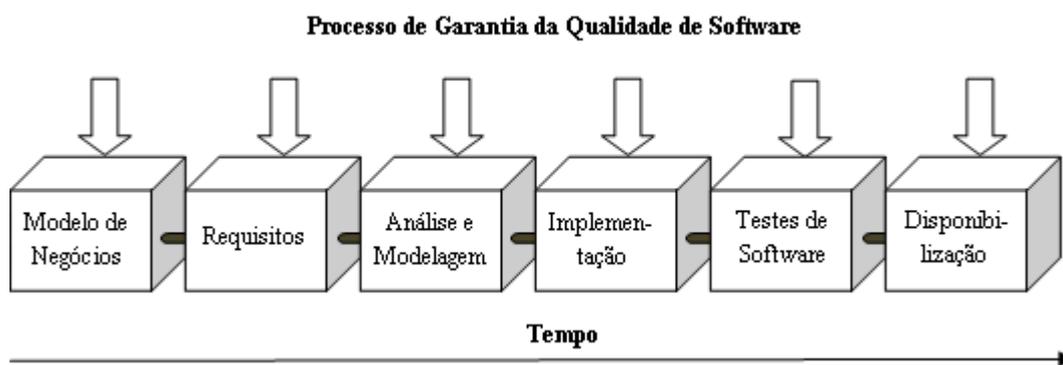


Ilustração 4 - Garantia da Qualidade em todas as fases do ciclo de desenvolvimento

Fonte: Bartié, 2002.

Na definição do modelo de negócios, durante o processo de desenvolvimento, são modeladas e identificadas as necessidades dos clientes permitindo-se ter uma visão do produto a ser desenvolvido, bem como a viabilidade, prazo e custos para realização de tais

atividades. A Garantia da Qualidade deve atuar nessa fase, verificando se as necessidades reportadas pelos clientes estão claras e objetivas e se existe um planejamento prevendo a análise de viabilidade de execução do projeto, prazo e custos a serem envolvidos em tais atividades.

Na fase de especificação de requisitos são identificadas todas as características funcionais e não funcionais necessárias para a construção do *software*. É nessa fase que são detalhadas todas as necessidades levantadas no modelo de negócios e o projeto de construção de *software* é dimensionado. Cabe a Garantia da Qualidade, avaliar se os requisitos descritos estão completos, claros e consistentes não havendo ambigüidade no entendimento dos mesmos. Além disso, deve-se verificar se os mesmos foram aprovados pelos clientes e, se existe a rastreabilidade entre os requisitos e as necessidades levantadas na fase de modelagem de negócios.

A fase de análise e modelagem define um modelo de solução que atenda a todos os requisitos descritos na fase de definição de requisitos. Adicionalmente, esta fase deve prover a modelagem de uma arquitetura de sistema flexível, escalável e reutilizável através da criação de diagramas. A Garantia da Qualidade nessa fase deve avaliar se todos os requisitos (funcionais e não-funcionais) contemplam a solução e se a arquitetura definida suporta mudanças significativas, relacionadas a crescimento, segurança, negócios, ambiente, entre outros.

Por sua vez, a fase de implementação transforma em código fonte os modelos e requisitos definidos nas fases anteriores do desenvolvimento do produto. O principal objetivo da Garantia da Qualidade nessa fase é garantir a legibilidade do código fonte, avaliar o padrão de nomenclaturas de codificação da organização, avaliar as mensagens apresentadas ao usuário final e garantir a existência de rotinas de tratamento de erros em processos críticos do sistema.

A fase de testes de *software* tem como principal objetivo a identificação de falhas ao avaliar a execução do produto gerado nas fases anteriores do desenvolvimento. Para tal, estratégias de testes devem ser organizadas com a premissa de validar os componentes mais complexos e os requisitos mais críticos (local onde se concentram o maior número de erros) diminuindo a incidência de problemas. Geralmente, as estratégias empregadas são: os testes de caixa branca (identificam falhas nas estruturas internas dos programas) e os testes de caixa preta (identificam falhas do comportamento externo do *software* em relação aos requisitos ou a resultados esperados). Dentre estas estratégias, categorias de testes a serem utilizadas devem ser definidas pela organização. Tais categorias compreendem testes funcionais, de

desempenho, de confiabilidade, de segurança, de usabilidade, de compatibilidade, de carga, entre outros. A partir das definições das categorias a serem utilizadas, são construídos casos de testes que auxiliam a execução desta fase. Cabe a Garantia da Qualidade, avaliar se as estratégias, tipos de categorias e casos de testes definidos para realização dos testes estão sendo seguidos, realizados e atingem aos objetivos pelos quais foram propostos.

Na fase de disponibilização após todos os testes de *software* terem sido realizados, o produto é entregue aos clientes e usuários para que validem as funcionalidades do sistema. Cabe a Garantia da Qualidade, avaliar a entrega do sistema juntamente com o manual do usuário e garantir o aceite por parte dos clientes e/ou contabilizar o número de defeitos encontrados após a instalação do produto.

Por fim, a Garantia da Qualidade deve avaliar o acompanhamento e encerramento do projeto de desenvolvimento, garantindo que todas as atividades planejadas foram executadas e concluídas e que medidas foram tomadas para significativas mudanças que ocorreram ao longo do projeto.

Além da avaliação dos produtos de trabalho, o MPS.BR conforme descrito no capítulo 2, tem como premissa a avaliação da aderência dos processos executados em relação aos processos definidos pela organização e a avaliação do próprio processo de Garantia da Qualidade. Para tal, periodicamente devem ser realizadas tais avaliações visando mensurar a eficácia dos processos e garantir que os mesmos atingem os objetivos pelos quais foram propostos.

Na Tabela 13, estão resumidos por etapas os principais produtos a serem avaliados e as principais atividades da Garantia da Qualidade sobre o processo de desenvolvimento do produto. Busca-se na próxima seção, descrever as técnicas que serão utilizadas em cada atividade para avaliar os produtos e processos da organização.

Tabela 13 - Atividades de SQA nas Etapas do Processo de Desenvolvimento

Etapas de Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA
Planejamento do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> - Plano do Projeto - Escopo do Projeto - Cronograma Macro de Atividades - EAP do Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar o Plano do Projeto - Revisar o Escopo do Projeto - Revisar o Cronograma Macro de Atividades - Revisar a EAP do Projeto
Modelo de Negócios	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de Negócios - Análise de Riscos - Estudo de Viabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar Necessidades do Cliente - Revisar Riscos do Projeto - Revisar Estudo de Viabilidade do Projeto

Especificação de Requisitos	- Modelo de Requisitos - Rastreabilidade	- Revisar Levantamento de Requisitos - Revisar Especificação de Requisitos Funcionais - Revisar Especificação de Requisitos Não-Funcionais - Revisar Rastreabilidade de Requisitos
Análise e Modelagem	- Arquitetura da Aplicação - Modelos Estáticos - Modelos Dinâmicos	- Revisar Arquitetura da Aplicação - Revisar o Modelo Estático do Projeto de Software - Revisar o Modelo Dinâmico do Projeto de Software
Implementação	- Código Fonte - Manual do Usuário	- Revisar padrões e clareza do código fonte - Revisar Manual do Usuário
Testes de Software	- Casos de Testes - Executável Testado	- Revisar os Casos de Testes - Revisar a Execução dos Testes
Disponibilização	- Pacote do Produto	- Confirmar a Disponibilização do Pacote do Produto - Confirmar o Aceite dos Clientes
Acompanhamento do Projeto	- Acompanhamento do Projeto - Controle de Mudanças	- Revisar o Plano do Projeto - Revisar o Cronograma do Projeto - Revisar o Escopo do Projeto - Revisar a Execução do Projeto - Revisar o Controle de Mudanças
Avaliação do Processo da Organização	- Processo da Organização	- Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da organização - Avaliar a eficácia dos processos da organização
Avaliação do Processo de Garantia da Qualidade	- Processo de Garantia da Qualidade	- Avaliar a Eficácia do Processo de Garantia da Qualidade

Fonte: Adaptado de Bartié, 2002.

4.3 Técnicas para Garantia da Qualidade

Conhecidas as atividades da Garantia da Qualidade nas fases de desenvolvimento do produto, devem-se estabelecer as técnicas que serão utilizadas para garantir a qualidade do produto e do processo da organização. Tais técnicas foram descritas na seção 3.2 e serão analisadas a seguir, visando identificar a(s) mais adequada(s) com base no contexto de

pequenas e médias empresas de desenvolvimento de *software* que não possuem um processo de Garantia da Qualidade implementado.

A técnica de revisões de *software* pode ser utilizada tanto para avaliar o contexto do produto como o contexto dos processos da organização, sendo uma técnica bastante recomendável. A auditoria pode ser utilizada para auditar o processo de desenvolvimento como um todo, garantindo que os padrões e normas da organização foram seguidos e o produto final foi desenvolvido baseado nos processos definidos pela organização. Além disso, produtos intermediários tais como: modelo de negócios, o planejamento do projeto, entre outros, também podem ser auditados garantindo a conformidade com o padrão estabelecido pela organização. Entretanto, o foco principal da auditoria é a avaliação das atividades realizadas. Com um caráter menos formal que a auditoria, as revisões técnicas podem ser utilizadas, para avaliar a conformidade do produto em relação às especificações e planos definidos. Aconselha-se que a organização opte pela utilização de uma dessas duas técnicas. Conforme descrito no Capítulo 2, o modelo MPS.BR descreve a auditoria como sendo a forma mais comumente utilizada.

As técnicas de inspeções e *walkthrough* devem ser utilizadas para detecção de não conformidades nos produtos de trabalho intermediários. Devem ser utilizadas para garantir a conformidade do padrão de especificação de requisitos, modelagem e arquitetura do sistema, padrão de nomenclaturas do desenvolvimento, casos de testes, entre outros. Para organizações que ainda não utilizam nenhuma destas técnicas é aconselhável a utilização do *walkthrough*, visto que exige menos formalismo do que a técnica de inspeção e tem como principal objetivo, educar os envolvidos da organização sobre a necessidade da utilização de revisões sobre os produtos de trabalho.

Ainda dentro das revisões de *software*, a técnica de revisão gerencial deve ser utilizada para avaliação da eficácia dos processos e padrões utilizados no desenvolvimento de *software* da organização. Entretanto a mesma deverá ser realizada com uma periodicidade maior que as outras revisões, pois possui objetivos diferenciados.

Dentre as técnicas estáticas, a técnica de avaliação (*assessment*) é uma técnica bastante formal e exige uma estrutura e papéis bem definidos. Para a realização da Garantia da Qualidade em pequenas e médias empresas pode tornar-se uma prática inviável devido ao seu alto custo. Por sua vez, a metodologia Seis Sigma está sendo recentemente empregada pela engenharia de *software*. Apesar de gerar controvérsias, a filosofia proposta pela metodologia visa à busca pela melhoria na capacidade dos processos da organização. Porém, para empresas

que estão “amadurecendo” estes conceitos, não é a técnica mais recomendada, devido a dificuldade de implementação.

Dentre as técnicas dinâmicas que envolvem a execução do produto, a técnica de testes é altamente recomendável. Entretanto, devem-se definir quais estratégias e quais categorias de testes serão utilizadas para prover um mecanismo eficaz de detecção de falhas do produto. Para as organizações que não possuem tais características definidas, Bartié (2002) sugere a utilização de técnicas de caixa branca e caixa preta e a priorização das categorias de teste de acordo com as características da aplicação e da importância das mesmas para o sistema da organização. Portanto, os testes devem concentrar-se nas categorias de maior importância. Somente devem ser executados os testes para as categorias de menor importância caso haja recursos e tempo hábil para tal. Para evitar a classificação do mesmo conceito de importância para todas as características da aplicação, sugere-se a utilização de no máximo três conceitos repetidos entre as categorias. Os conceitos a serem utilizados são: Essencial (categorias indispensáveis a serem testadas), Alto Impacto (categorias que afetam drasticamente o sistema), Médio Impacto (categorias que afetam parcialmente o sistema) e Baixo Impacto (categorias que pouco afetam o sistema). Um exemplo de priorização das categorias de testes é demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 – Exemplo de Priorização das Categorias de Testes

Características da Aplicação	Importância
Funcionalidade	Essencial
Desempenho	Médio Impacto
Confiabilidade/Disponibilidade	Alto Impacto
Segurança	Essencial
Carga e Concorrência	Alto Impacto
Usabilidade	Médio Impacto
Compatibilidade	Essencial
Portabilidade	Baixo Impacto
Contingência	Alto Impacto
Instalação	Médio Impacto
Distribuição	Alto Impacto
Recuperação	Alto Impacto

Fonte: Bartié, 2002.

A partir da priorização destas categorias é possível definir a abrangência da criação dos casos de testes (que definem todos os cenários possíveis de testes) a serem utilizados para detecção de problemas e falhas no produto.

Um resumo das técnicas a serem utilizadas nas etapas do desenvolvimento do produto pode ser visualizado na Tabela 15 apresentada a seguir. Para utilização das técnicas, critérios objetivos devem ser definidos para avaliação de cada etapa do desenvolvimento. A próxima seção descreve os critérios que devem ser utilizados para cada etapa do desenvolvimento.

Tabela 15 - Etapas do Desenvolvimento x Técnicas de SQA

Etapas do Desenvolvimento	Técnicas para SQA
Planejamento do Projeto	- Auditorias ou Revisões Técnicas
Modelo de Negócios	- Auditorias ou Revisões Técnicas
Especificação de Requisitos	- Auditorias ou Revisões Técnicas - Inspeções ou <i>Walkthrough</i>
Análise e Modelagem	- Auditorias ou Revisões Técnicas - Inspeções ou <i>Walkthrough</i>
Implementação	- Auditorias ou Revisões Técnicas - Inspeções ou <i>Walkthrough</i>
Testes de Software	- Testes - Inspeções ou <i>Walkthrough</i>
Disponibilização	- Auditorias ou Revisões Técnicas
Acompanhamento do Projeto	- Auditorias
Avaliação do Processo da Organização	- Revisões Gerenciais
Avaliação do Processo de Garantia da Qualidade	- Auditorias

4.4 Critérios Objetivos para Avaliação da Garantia da Qualidade

Definidas as técnicas a serem utilizadas para as atividades de Garantia da Qualidade devem ser definidos os critérios objetivos de validação dos produtos e processos de desenvolvimento da organização. Tais critérios servem de orientação e definem claramente as validações a serem realizadas pelo processo de SQA. Bartié (2002) sugere a utilização dos critérios objetivos para cada fase do ciclo de desenvolvimento. Entretanto, critérios objetivos também devem ser definidos para as atividades de gerenciamento de projetos e para os

processos da organização. Para auxiliar na avaliação dos critérios objetivos a utilização de *checklists* de verificação é extremamente recomendável.

Ao término da definição do planejamento do projeto de desenvolvimento do produto, os seguintes critérios objetivos devem ser avaliados:

- Verificar se o Plano de Projeto foi criado e devidamente documentado;
- Verificar se o repositório do projeto foi criado;
- Verificar se os marcos do projeto foram definidos e revisados;
- Verificar se os recursos foram definidos e revisados para desenvolvimento do projeto;
- Verificar se a equipe do projeto foi definida e selecionada de acordo com as competências necessárias para desenvolvimento do produto;
- Verificar se os riscos do projeto foram identificados e descritos;
- Verificar se a comunicação entre os envolvidos do projeto foi planejada;
- Verificar se existe um escopo definido para o projeto;
- Verificar se a Estrutura Analítica do Projeto foi definida e documentada;
- Verificar se um cronograma macro das atividades foi elaborado e distribuído aos envolvidos.

A Tabela 16 tem por objetivo demonstrar por atividade, as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de planejamento do projeto.

Tabela 16 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação do Planejamento do Projeto

Fase do Projeto	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas para SQA	Critério
Planejamento	Plano do Projeto	Revisar o Plano do Projeto	Revisão Técnica	Verificar se o Plano de Projeto foi criado e devidamente documentado
			Auditoria	Verificar se o repositório do projeto foi criado
				Verificar se os marcos do projeto foram definidos e revisados
				Verificar se os recursos foram definidos e revisados para desenvolvimento do projeto
				Verificar se a equipe do projeto foi definida e selecionada de acordo com as competências necessárias para desenvolvimento do produto
				Verificar se os riscos do projeto foram identificados e descritos
	Verificar se a comunicação entre os envolvidos do projeto foi planejada			
Escopo do Projeto	Revisar o Escopo do Projeto	Revisão Técnica	Verificar se existe um escopo definido para o projeto	
EAP	Revisar a EAP do Projeto		Verificar se a Estrutura Analítica do Projeto foi definida e documentada	

Planejamento	Cronograma Macro de Atividades	Revisar Cronograma Macro de Atividades	Revisão Técnica	Verificar se um cronograma macro das atividades foi elaborado e distribuído aos envolvidos
--------------	--------------------------------	--	-----------------	--

Na fase de modelagem de negócios, os seguintes critérios objetivos devem ser avaliados:

- Verificar se todas as necessidades dos clientes foram devidamente registradas;
- Verificar se todas as necessidades foram descritas claramente;
- Verificar se todas as necessidades possuem exemplos que auxiliam seu entendimento;
- Verificar se os objetivos do projeto foram destacados e claramente definidos;
- Verificar se os objetivos do projeto possuem prazo de conclusão;
- Verificar se a viabilidade e o custo do projeto foram aprovados;
- Verificar se os riscos do projeto foram identificados e descritos;
- Verificar se existe um plano de ação para cada risco definido;
- Verificar se foram definidos, impacto e probabilidade de ocorrência para cada risco apontado.

A Tabela 17 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de modelagem de negócios.

Tabela 17 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Modelagem de Negócios

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas para SQA	Critério
Modelo de Negócio	Modelo de Negócio	Revisar Necessidades do Cliente	Auditoria	Verificar se todas as necessidades dos clientes foram devidamente registradas
			Revisão Técnica	Verificar se todas as necessidades foram descritas claramente Verificar se todas as necessidades possuem exemplos que auxiliam seu entendimento
	Análise de Riscos	Revisar Riscos do Projeto	Auditoria	Verificar se os riscos do projeto foram identificados e descritos
			Revisão Técnica	Verificar se existe um plano de ação para cada risco definido Verificar se foram definidos, impacto e probabilidade de ocorrência para cada risco apontado
	Estudo de Viabilidade	Revisar Estudo de Viabilidade do Projeto	Auditoria	Verificar se os objetivos do projeto foram destacados e claramente definidos
				Verificar se os objetivos do projeto possuem prazo de conclusão Verificar se a viabilidade e o custo do projeto foram aprovados

Para a fase de especificação de requisitos, devem-se avaliar os seguintes critérios objetivos:

- Verificar se todos os modelos de requisitos estão descritos claramente;
- Verificar se os requisitos foram avaliados por importância, volatilidade e criticidade;
- Verificar se cada requisito funcional possui uma descrição detalhada e clara;
- Verificar se todas as categorias de requisitos não funcionais foram analisadas;
- Verificar se cada requisito não funcional possui uma descrição detalhada e clara;
- Verificar se existe a rastreabilidade entre os requisitos e as necessidades levantadas na fase de modelagem de negócios.

A Tabela 18 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de especificação de requisitos.

Tabela 18 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Especificação de Requisitos

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Especificação de Requisitos	Modelo de Requisitos	Revisar Levantamento de Requisitos	Inspeções ou <i>Walkthrough</i>	Verificar se todos os modelos de requisitos estão descritos claramente
		Revisar Especificação de Requisitos Funcionais	Inspeções ou <i>Walkthrough</i>	Verificar se cada requisito foi avaliado por importância, volatilidade e criticidade
		Revisar Especificação de Requisitos Não Funcionais	Auditoria	Verificar se cada requisito funcional possui uma descrição detalhada e clara
		Revisar Especificação de Requisitos Não Funcionais	Auditoria	Verificar se todas as categorias de requisitos não funcionais foram analisadas
	Rastreabilidade	Revisar Rastreabilidade de Requisitos	Inspeções ou <i>Walkthrough</i>	Verificar se cada requisito não funcional possui uma descrição detalhada e clara Verificar se existe a rastreabilidade entre os requisitos e as necessidades levantadas na fase de modelo de negócios

Na fase de análise e modelagem os seguintes critérios objetivos devem ser avaliados:

- Verificar se o *software* está de acordo com o padrão e as definições de arquitetura do sistema definida pela organização;
- Verificar se existem e foram definidos os modelos estáticos do projeto de *software*;
- Verificar se todos os modelos estáticos do projeto de *software* foram adequadamente descritos e estão de acordo com os padrões da organização;

- Verificar se existem e foram definidos os modelos dinâmicos do projeto de *software*;
- Verificar se todos os modelos dinâmicos do projeto de *software* foram adequadamente descritos e estão de acordo com os padrões da organização.

A Tabela 19 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de análise e modelagem.

Tabela 19 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Análise e Modelagem

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Análise e Modelagem	Arquitetura da Aplicação	Revisar a Arquitetura da Aplicação	Inspeções ou <i>Walkthrough</i>	Verificar se o <i>software</i> está de acordo com o padrão e as definições de arquitetura do sistema definida pela organização.
	Modelos Estáticos	Revisar o Modelo Estático do Projeto de Software	Auditoria	Verificar se existem e foram definidos os modelos estáticos do projeto de <i>software</i>
			Inspeções ou <i>Walkthrough</i>	Verificar se todos os modelos estáticos do projeto de <i>software</i> foram adequadamente descritos e estão de acordo com os padrões da organização
	Modelos Dinâmicos	Revisar o Modelo Dinâmico do Projeto de Software	Auditoria	Verificar se existem e foram definidos os modelos dinâmicos do projeto de <i>software</i>
			Inspeções ou <i>Walkthrough</i>	Verificar se todos os modelos dinâmicos do projeto de <i>software</i> foram adequadamente descritos e estão de acordo com os padrões da organização

Na fase de implementação os seguintes critérios objetivos devem ser avaliados:

- Verificar se todas as definições dos modelos foram implementadas;
- Verificar se nenhuma mensagem apresentada pelo sistema ao usuário final possui erros gramaticais;
- Verificar se todas essas mensagens são objetivas e claras;
- Verificar se existe legibilidade no código implementado;
- Verificar se todas as variáveis declaradas foram inicializadas corretamente;
- Verificar se existe tratamento de erros para funções críticas do sistema;
- Verificar se não existem vários comandos em uma mesma linha;
- Verificar se todas as rotinas possuem comentário sobre seu comportamento e funcionalidade;
- Verificar se os padrões e normas de codificação foram seguidos;
- Verificar se todas as tabelas do modelo de dados foram implementadas;
- Verificar se todos os campos e os índices de cada tabela foram implementados;

- Verificar se as alterações realizadas foram documentadas no manual do usuário.

A Tabela 20 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de implementação.

Tabela 20 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Implementação

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Implementação	Código Fonte	Revisar padrões e clareza do código fonte	Inspeções ou <i>Walkthrough</i> (para revisão do código fonte)	Verificar se todas as definições dos modelos foram implementadas
				Verificar se nenhuma mensagem apresentada pelo sistema ao usuário final possui erros gramaticais
				Verificar se todas essas mensagens são objetivas e claras
				Verificar se existe legibilidade no código implementado
				Verificar se todas as variáveis declaradas foram inicializadas corretamente
				Verificar se existe tratamento de erros para funções críticas do sistema
				Verificar se não existem vários comandos em uma mesma linha
				Verificar se todas as rotinas possuem comentário sobre seu comportamento e funcionalidade
				Verificar se os padrões e normas de codificação foram seguidos
				Verificar se todas as tabelas do modelo de dados foram implementadas
	Verificar se todos os campos e os índices de cada tabela foram implementados			
Manual do Usuário	Revisar Manual do Usuário	Revisão Técnica	Verificar se as alterações realizadas foram documentadas no manual do usuário	

Para a fase de testes de *software*, devem-se avaliar os seguintes critérios:

- Verificar se os testes foram executados de acordo com as estratégias de testes definidas pela organização;
- Verificar se os testes foram executados de acordo com as categorias de testes priorizadas;
- Verificar se os casos de testes estão claros e objetivamente definidos;
- Verificar se os casos de testes possuem todos os cenários possíveis para identificação de falhas;
- Verificar se os casos de testes foram aplicados e realizados o registro de ocorrências quando necessário.

A Tabela 21 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de testes de *software*.

Tabela 21 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação dos Testes de *Software*

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Testes de <i>Software</i>	Casos de Testes	Revisar os Casos de Testes	Inspeções ou <i>Walkthrough</i> (para revisão dos casos de testes)	Verificar se os casos de testes estão claros e objetivamente definidos
				Verificar se os casos de testes possuem todos os cenários possíveis para identificação de falhas
	Código Executável	Execução dos Testes		Verificar se os testes foram executados de acordo com as estratégias de testes definidas pela organização
				Verificar se os testes foram executados de acordo com as categorias de testes priorizadas
		Verificar se os casos de testes foram aplicados e realizado o registro de ocorrências quando necessário		

Para a fase de disponibilização, os seguintes critérios objetivos devem ser avaliados:

- Verificar se o cliente foi informado da disponibilização do pacote do produto;
- Verificar se o cliente garantiu o aceite das implementações realizadas.

A Tabela 22 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de disponibilização.

Tabela 22 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação da Disponibilização

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Disponibilização	Pacote do Produto	Confirmar a disponibilização do pacote do produto	Auditoria (para avaliação das atividades)	Verificar se o cliente foi informado da disponibilização do pacote do produto
		Confirmar o aceite dos clientes		Verificar se o cliente garantiu o aceite das implementações realizadas

Complementar a todas essas fases, as atividades de acompanhamento de projeto, também devem possuir seus critérios objetivos de avaliação, tais como:

- Verificar se a revisão dos marcos está sendo realizada e se o Plano de Projeto está sendo atualizado e revisado;
- Verificar se o Escopo do Projeto está sendo seguido por todos os envolvidos;
- Verificar se o Cronograma de Atividades está sendo realizado e atualizado;

- Verificar se o Acompanhamento está sendo realizado e registrado pelo Gerente de Projetos;
- Verificar se o controle de mudanças foi acionado quando houve mudanças significativas no projeto, tais como: mudança de escopo, atrasos, entre outros.

A Tabela 23 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos principais produtos da fase de acompanhamento do projeto.

Tabela 23 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação do Acompanhamento do Projeto

Fases do Projeto	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas para SQA	Critério
Acompanhamento do Projeto	Plano do Projeto	Revisar o Plano do Projeto	Auditoria (para avaliação das atividades)	Verificar se a revisão dos marcos está sendo realizada e se o Plano de Projeto está sendo atualizado e revisado
	Escopo do Projeto	Revisar o Escopo do Projeto		Verificar se o Escopo do Projeto está sendo seguido por todos os envolvidos
	Cronograma de Atividades	Revisar o Cronograma de Atividades		Verificar se o Cronograma de Atividades está sendo realizado e atualizado
	Plano do Projeto	Revisar a Execução do Projeto		Verificar se o Acompanhamento está sendo realizado e registrado pelo Gerente de Projetos
	Plano do Projeto	Revisar o Controle de Mudanças		Verificar se o controle de mudanças foi acionado quando houve mudanças significativas no projeto, tais como: mudança de escopo, atrasos, entre outros.

Por fim, os processos da organização devem ser avaliados para garantir que o processo utilizado na execução dos projetos esteja de acordo com os padrões e normas definidas pela organização. Para tal, os seguintes critérios objetivos devem ser avaliados:

- Verificar se todas as atividades estão de acordo com as normas e padrões estabelecidos pela organização;
- Verificar se o processo está de acordo com a política organizacional;
- Verificar se o processo de desenvolvimento está sendo avaliado e modificado visando à melhoria contínua do processo de desenvolvimento da organização.

Visando a melhoria do processo de Garantia da Qualidade, o mesmo deve ser avaliado por pessoas que não estejam envolvidas com os processos ou atuando nos projetos de desenvolvimento. Para o processo de Garantia da Qualidade, o seguinte critério objetivo deve ser avaliado:

- Verificar se o processo de Garantia da Qualidade é eficaz e atende aos objetivos pelo qual foi proposto.

A Tabela 24 demonstra por atividade as técnicas a serem utilizadas para avaliar os critérios dos processos da organização e do processo de SQA.

Tabela 24 - Atividade x Técnica x Critério para Avaliação do Processo da Organização e do Processo de SQA

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Avaliação do Processo	Processo da Organização	Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da Organização	Auditoria (para avaliação das atividades)	Verificar se todas as atividades estão de acordo com as normas e padrões estabelecidos pela organização
		Avaliar a eficácia dos processos	Revisão Gerencial	Verificar se o processo está de acordo com a política organizacional
Avaliação do Processo de Garantia da Qualidade	Processo de Garantia da Qualidade	Avaliar a eficácia do processo de Garantia da Qualidade	Auditoria (para avaliação das atividades)	Verificar se o processo de Garantia da Qualidade é eficaz e atende aos objetivos pelo qual foi proposto.

Os critérios objetivos referentes aos processos da organização e ao processo de Garantia da Qualidade devem ser melhor definidos de acordo com as expectativas da organização. Além disso, outros critérios podem ser definidos pela organização para serem avaliados ao longo das etapas de desenvolvimento do produto de acordo com a modelagem e os métodos de desenvolvimento utilizados pela organização. Na próxima seção são definidas as métricas a serem utilizadas para avaliação dos processos e produtos de trabalho pelo Processo de Garantia da Qualidade.

4.5 Métricas para Garantia da Qualidade

A utilização de métricas para o Processo de Garantia da Qualidade tem como principal objetivo coletar, analisar e relatar dados referentes aos produtos, projetos e processos da organização visando mensurar a qualidade dos mesmos. Conforme descrito no capítulo 3, as métricas devem possuir objetivos claros e bem definidos além de agregar valor à organização.

A utilização de um método para medição varia de acordo com os objetivos da organização. Pode-se utilizar o método GQM através da definição de metas a serem atingidas. Para tal, deve-se estabelecer o objetivo a ser alcançado, as questões a serem avaliadas e especificar as medidas a serem coletadas para responder as questões levantadas. Por sua vez,

o método PSM serve de modelo para auxílio na especificação das medidas a serem utilizadas bem como na condução do processo de medição. Seu foco principal é prover informações objetivas (dentre as quais está a qualidade do processo e do produto) sobre os projetos em andamento da organização. Independente do método escolhido busca-se através do processo de Garantia da Qualidade mensurar a qualidade do processo e dos produtos de trabalhos gerados pela organização. Portanto, sugerem-se as seguintes métricas para avaliação do processo de desenvolvimento da organização:

- Taxa de variação entre critérios avaliados e critérios planejados de avaliação: Tal métrica permite mensurar o percentual de critérios que deveriam ser avaliados em relação aos critérios que efetivamente foram avaliados. Se houver uma disparidade muito grande não é possível garantir a qualidade do processo como um todo. Por conseguinte, a organização deve definir uma taxa de variação mínima de disparidade e garantir que a mesma seja atingida;
- Quantidade de não conformidades detectadas em relação ao número de critérios avaliados: Esta métrica permite mensurar o número de não conformidades detectadas no processo de desenvolvimento em relação ao número de critérios avaliados. Um número bastante elevado de não conformidades indica que os processos devem ser ajustados. Nesse caso, a organização deve definir um número máximo de não conformidades detectadas visando garantir a qualidade do processo;
- Variação entre quantidade de não conformidades detectadas e quantidade de não conformidades resolvidas no prazo: Esta métrica visa mensurar o número de não conformidades resolvidas no prazo estabelecido para conclusão, em relação ao número de não conformidades detectadas. Uma disparidade elevada de não conformidades que estouraram o prazo de conclusão pode trazer sérios retrabalhos para a organização. Por isso, a organização deve definir um percentual máximo de variação e/ou número máximo de não conformidades entregues fora do prazo de conclusão.

As métricas citadas acima podem ser utilizadas para a avaliação de cada fase do desenvolvimento do produto. Ao final do processo de desenvolvimento, a soma dos resultados de cada fase constitui os indicadores do processo como um todo e permite a contabilização para o seguinte indicador:

- Tipo de incidências de falhas: Este indicador visa contabilizar e identificar em qual fase do desenvolvimento do produto ocorre a maior quantidade de erros. É através destes dados que se busca identificar os pontos mais frágeis do processo e direcionar melhorias para aumentar a assertividade e qualidade do que se está sendo desenvolvido.

Dentre as métricas listadas na seção 3.3.1, as métricas de produtividade, esforço humano despendido, tempo gasto e cumprimento do cronograma também podem ser utilizadas. Entretanto, servem mais para indicadores de gestão do que para o processo de Garantia da Qualidade.

Para a avaliação do produto gerado pelo processo de desenvolvimento, métricas específicas devem ser utilizadas nas fases de desenvolvimento do produto. Para o Processo de Garantia da Qualidade convém utilizar medições para as etapas de especificação de requisitos, codificação e testes. Entretanto, as métricas para a etapa de codificação descritas na seção 3.3.2 podem tornar-se onerosas e de elevado custo para a organização. Cabe à organização avaliar e decidir sobre a utilização das mesmas. Para o contexto das organizações deste trabalho sugere-se a utilização de métricas para avaliação das etapas de especificação de requisitos e testes de *software*. Por conseguinte, as seguintes métricas podem ser utilizadas para mensurar a qualidade do produto final:

- Percentual de Modificações de Requisito durante o projeto: Esta métrica serve para identificar o percentual de requisitos que sofreram modificações ao longo do projeto em relação ao total de requisitos do projeto. Um percentual muito elevado de modificações pode atrasar a entrega do projeto, bem como dificultar a fase de testes, devido ao elevado número de modificações a serem realizados nos casos de testes. Através da medida de modificações por requisito, tem-se ao final do processo de medição, o resultado da métrica e o indicador de qual requisito sofreu maior modificação durante o projeto;
- Percentual de Erros de Requisito: Esta métrica serve identificar o percentual de erros de requisitos em relação ao total de requisitos do projeto. Um percentual muito elevado de erros nos requisitos deve levar a organização a rever o processo de especificação de requisito. Através da medida de erros por requisito, tem-se ao final do processo de medição, o resultado da métrica e o indicador de qual requisito teve mais erros ao longo do projeto.

- Cobertura de Testes sobre Requisitos: Tal métrica visa mensurar o total de requisitos com cobertura dos testes em relação ao total de requisitos do sistema. O principal objetivo desta métrica é obter um índice de quanto o *software* possui testes adequadamente planejados. A organização deve definir um percentual mínimo de cobertura de testes sobre os requisitos reduzindo a probabilidade de defeitos e garantindo a qualidade do produto.
- Percentual de Erros encontrados na Atividade de Testes: Tal métrica visa mensurar o percentual de erros encontrado pelos testes após a implementação do produto, antes da disponibilização do mesmo. O principal objetivo desta métrica é avaliar o percentual de retrabalho a ser realizado pelo desenvolvimento. Um percentual elevado de erros, deve levar a organização a rever o cronograma de atividades do projeto ou até mesmo rever o processo de implementação do produto;
- Eficiência dos Testes: O principal objetivo desta métrica é mensurar através de um índice a eficiência dos testes e garantir que tais atividades estejam sendo bem planejadas. Portanto, devem ser comparados o total de erros encontrados durante a fase de testes em relação ao total de erros encontrados durante a fase de testes mais o total de erros encontrados em produção. Um número grande de incidência de erros em produção deve levar a organização a repensar a atividade de testes.

Um resumo das métricas a serem utilizadas para o processo de Garantia da Qualidade em relação às fases de desenvolvimento é descrito na Tabela 25. Tais métricas devem ser coletadas ao término de cada uma das fases pelas quais estão relacionadas e documentadas de acordo com o ferramental de apoio disponibilizado pela organização. Posteriormente, as métricas que não atingirem os resultados esperados de qualidade, deverão ser classificadas como itens de não conformidade e planejadas ações corretivas.

Tabela 25 - Métricas de SQA x Fase do Desenvolvimento

Fase	Métricas
Para cada Fase do Processo de Desenvolvimento	Taxa de variação entre critérios avaliados e critérios planejados de avaliação para a etapa
	Quantidade de não conformidades detectadas em relação ao número de critérios avaliados para a etapa

Para cada Fase do Processo de Desenvolvimento	Variação entre quantidade de não conformidades detectadas e a quantidade de não conformidades resolvidas no prazo
Especificação de Requisitos	Percentual de Modificações de Requisito durante o Projeto
Testes de Software	Percentual de Erros de Requisitos
	Cobertura de Testes sobre Requisitos
	Percentual de Erros Encontrados na Atividade de Testes
Disponibilização	Eficiência dos Testes

Planejadas as pessoas que irão atuar no processo de Garantia da Qualidade, as fases e critérios objetivos que deverão ser avaliados, as técnicas e métricas a serem utilizadas para garantir a qualidade do produto e do processo de desenvolvimento de *software*, deve-se planejar a execução de tais atividades, a forma de identificação, registro e ações das não conformidades encontradas. Tais definições são descritas na próxima seção.

4.6 Execução e Monitoração das Atividades de Garantia da Qualidade

A periodicidade das atividades do processo de Garantia da Qualidade deve ocorrer conforme cronograma de atividades do projeto de desenvolvimento da organização. Ao término de cada etapa de desenvolvimento do produto as atividades da Garantia da Qualidade devem ser realizadas garantindo que problemas ou falhas não sejam repassados para as próximas atividades do cronograma. Portanto, as atividades de Garantia da Qualidade devem ser planejadas juntamente com o planejamento das atividades do projeto.

Durante a execução das atividades de Garantia da Qualidade os problemas ou não conformidades detectadas devem ser identificados e registrados. Para tal, a organização deve definir a forma e o local de armazenamento de tais dados. Além disso, ações corretivas devem ser planejadas e monitoradas até suas conclusões. Conforme descrito no capítulo 2, o modelo MPS.BR determina que as ações corretivas tenham os seguintes critérios definidos:

- Origem da não conformidade;
- Descrição da não conformidade;
- Responsável pela Ação Corretiva;
- Descrição da Solução ou Ação Corretiva;

- Prazo para conclusão da Ação Corretiva.

O responsável pela Garantia da Qualidade deve monitorar as ações corretivas até suas conclusões e/ou direcionar para níveis hierárquicos superiores quando as mesmas não forem concluídas no prazo. Portanto, devem ser definidos pela organização, mecanismos de escalonamento que determinam quais níveis hierárquicos devem ser acionados e quais os prazos para reavaliação e conclusão das ações corretivas.

Um modelo de *checklist* de verificação da etapa de especificação de requisitos pode ser visto na Tabela 26. Nele são especificadas as atividades e os critérios a serem avaliados para a etapa. Para cada critério a ser avaliado pode existir um documento padrão da organização que deverá ser relacionado e verificado a conformidade. Tais documentos devem ser relacionados na coluna “Documento Relacionado” do modelo. Durante a execução da Garantia da Qualidade para cada critério avaliado deve-se determinar se o mesmo está conforme, não conforme ou não se aplica. Para tal, deve-se marcar um “X” na coluna correspondente. Para cada critério “Não Conforme” deve ser criado um identificador (Id). Tal identificador será utilizado como link para posterior descrição e planejamento de ações corretivas. Tais descrições devem ser documentadas em um modelo de controle de não conformidades semelhante à Tabela 27. Tal documento pode fazer parte do *checklist* de verificação ou ser um documento a parte.

Tabela 26 - Modelo de Checklist de Verificação

Checklist de Verificação						
Projeto:	Versão XYZ					
Fase:	Especificação de Requisitos					
Periodicidade:	Ao Término da Etapa de Especificação de Requisitos					
Data da Avaliação:	DD/MM/YYYY					
Avaliador:	Responsável pela SQA					
Tipo de Avaliação:	Walkthrough					
Produtos Avaliados:	Modelo de Requisitos e Rastreabilidade					
Responsável pela Etapa:	Analista de Requisitos					
Atividade	Critério	Documento Relacionado	Conforme	Não Conforme (NC)	Não se Aplica	Id NC
Revisar Levantamento de Requisitos	Verificar se todos os modelos de requisitos estão descritos claramente					
	Verificar se os requisitos foram avaliados por importância, volatilidade e criticidade					
Revisar Especificação de Requisitos Funcionais	Verificar se cada requisito funcional possui uma descrição detalhada e clara					
Revisar Especificação de Requisitos Não Funcionais	Verificar se todas as categorias de requisitos não funcionais foram analisadas					

Revisar Especificação de Requisitos Não Funcionais	Verificar se cada requisito não funcional possui uma descrição detalhada e clara					
Revisar Rastreabilidade de Requisitos	Verificar se existe a rastreabilidade entre os requisitos e as necessidades levantadas na fase de modelo de negócios					

O documento de controle de não conformidades deve possuir uma coluna com um identificador (Id) para fazer referência ao identificador descrito no *checklist* de verificação. Além disso, deve possuir a descrição da não conformidade, onde devem ser relatados os problemas identificados pelo avaliador. Para cada problema, deve ser identificado o(s) produto(s) de trabalho que originaram a não conformidade e deve ser classificado o grau de severidade para realização da ação corretiva. A severidade deve ser classificada como alta (quando o impacto da não conformidade for grande e a próxima fase do ciclo de desenvolvimento do produto não puder ser iniciada), média (quando o impacto da não conformidade for médio e houver retrabalho ou mudanças que afetem o cronograma do projeto) e baixa (quando o impacto da não conformidade for baixo e não influenciar no cronograma do projeto).

Tabela 27 - Modelo de Controle de Não Conformidades

Controle de Não Conformidades							
Id NC	Descrição NC	Artefato NC	Prioridade	Ação	Responsável	Prazo	Situação

Após a identificação da severidade, para cada item não conforme devem ser planejadas e descritas as ações corretivas, o responsável pela ação, um prazo para solução da não conformidade bem como realizar a comunicação para o responsável. Deve-se também classificar a situação da ação corretiva como Pendente ou Concluída e monitorá-la até a sua conclusão. Ao término de cada ação corretiva, devem ser planejados *checklists* específicos que devem seguir a mesma estrutura apresentada na tabela 26, para confirmação e validação da conclusão das ações corretivas.

De posse das atividades e do controle a ser realizado para execução e monitoração do processo de Garantia da Qualidade, deve-se elaborar um documento que formalize o processo de SQA como um todo. Os dados a serem descritos nesse documento serão abordados na próxima seção.

4.7 Plano de Garantia da Qualidade

O plano de Garantia da Qualidade é um artefato que visa a formalização do processo de Garantia da Qualidade na organização. Nele devem estar descritos os objetivos da Garantia da Qualidade bem como todas as definições necessárias para execução e controle do processo. Para tal, a IEEE (1998) publicou um padrão para elaboração do Plano de Garantia da Qualidade. O padrão IEEE Std 730 (*Standard for Software Quality Assurance Plans*) descreve uma estrutura de tópicos a serem descritos para a elaboração do Plano de Garantia da Qualidade de sistemas críticos. Entretanto, o mesmo pode ser adaptado para o contexto deste trabalho. Um plano de Garantia da Qualidade deve possuir a seguinte estrutura:

- Objetivos e Escopo do Plano: Deve ser descrito qual a finalidade do Processo de SQA e qual a abrangência do processo. Para tal, devem ser definidas as etapas de desenvolvimento do produto e os processos da organização que deverão ser avaliados;
- Equipe e Responsabilidades de SQA: Neste item devem ser descritas as pessoas que farão parte da equipe de Garantia da Qualidade, seus papéis e responsabilidades. É importante destacar a responsabilidade dos envolvidos na execução dos processos de desenvolvimento, pois servirão de apoio para a tomada de ações corretivas;
- Produtos e Processos a serem avaliados: Neste item devem ser especificados todos os produtos de trabalho de projeto, de atividades de apoio e atividades organizacionais que serão avaliadas pelo Processo de Garantia da Qualidade;
- Referências, Normas e Padrões da Organização: Este tópico deve descrever todas as normas, padrões, referências ou políticas da organização a serem utilizadas para avaliação;
- Técnicas a serem Utilizadas para Avaliação: Este item descreve todas as técnicas a serem utilizadas para avaliação conforme etapas de desenvolvimento dos produtos e processos definidos;
- Crítérios e Métricas para Avaliação: Neste tópico devem ser definidos quais os critérios objetivos serão utilizados para avaliação dos produtos e processos, bem como as métricas que definem a qualidade desejada dos itens a serem avaliados. Definidas estas características, deve-se descrever as tarefas a serem

executadas pelo Processo de Garantia da Qualidade, os responsáveis e o prazo para conclusão.

- Relato de Problemas e Ações Corretivas: Este tópico deve especificar como deve ser realizado o relato de não conformidades encontradas nas atividades de SQA e como devem ser planejadas as ações corretivas. Também devem ser definidos os critérios de escalonamento de níveis hierárquicos caso as ações corretivas não sejam cumpridas conforme planejado;
- Ferramentas de Apoio: Neste item devem ser descritas todas as ferramentas de apoio a serem utilizadas para as atividades de Garantia da Qualidade, bem como a forma e o local de armazenamento dos artefatos gerados pelo processo de SQA.
- Treinamentos: Neste item devem ser descritos e planejados treinamentos ou capacitações a serem realizadas para execução das atividades de SQA (quando necessário).

Por fim, ao final da elaboração do documento do Plano de SQA, todos os tópicos acima devem ser revisados e acordados com a direção e os gerentes responsáveis pelas áreas onde a Garantia da Qualidade atuará. Conforme descrito na seção 3.1 é de extrema importância o consenso de todos os envolvidos para que os mesmos estejam comprometidos com o processo de Garantia de Qualidade e o processo atinja os objetivos pelo qual foi proposto. Dependendo do tipo de projeto realizado pela organização o Plano de SQA pode tornar-se um padrão ou ser modificado e instanciado a cada novo projeto. É importante salientar, que no caso de tornar-se um padrão, o mesmo deve ser revisto e modificado sempre que necessário.

4.8 Considerações Finais

A partir da definição da Proposta de Garantia da Qualidade descrita neste capítulo é possível avaliar se a mesma está adequada aos resultados esperados do modelo MPS.BR Nível F para o Processo de Garantia da Qualidade.

De acordo com a tabela 1 apresentada no capítulo 2, o primeiro (GQA1) e o segundo (GQA2) resultado esperado pelo Processo de Garantia da Qualidade do modelo MPS.BR Nível F tratam respectivamente da avaliação dos produtos de trabalho do projeto e dos processos executados no projeto de desenvolvimento. Pode-se observar na seção 4.2 e na

tabela 13 a definição dos produtos de trabalho do projeto a serem avaliados (para cada etapa do desenvolvimento), bem como a avaliação dos processos organizacionais.

Para o terceiro (GQA3) e quarto (GQA4) resultado esperado do modelo MPS.BR, que tratam da identificação e registro dos problemas e não conformidades detectadas pelo processo de SQA bem como o planejamento de ações corretivas para tais problemas, a seção 4.6 descreve os critérios a serem preenchidos para registros das não conformidades e ações corretivas. Além disso, exemplifica sua utilização através de um modelo de *checklist* como pode ser visto na tabela 26.

Para os resultados de atributo de processo, RAP9 e RAP12 que tratam da avaliação do processo de Garantia da Qualidade e da avaliação e registros de problemas dos produtos de trabalho dos processos da organização, a seção 4.2 descreve sobre a atividade de avaliação do processo de Garantia da Qualidade e da avaliação dos processos definidos pela organização.

Por fim, conclui-se que a proposta está aderente as premissas descritas pelo modelo MPS.BR Nível F para o processo de Garantia da Qualidade. Além disso, com a definição de critérios objetivos e medidas a serem utilizadas, tal proposta minimiza as principais dificuldades levantadas no capítulo 3 para o processo de SQA. No próximo capítulo, tal proposta será instanciada para um estudo de caso.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso a ser utilizado para realização deste trabalho é uma pequena empresa de desenvolvimento de *software* localizada em Caxias do Sul - RS. A ForSales Consultoria de *Software* Ltda (Mercanet) desenvolve um produto único para gestão comercial e automação da força de vendas e trabalha com clientes de médio e grande porte. Constituído de vários módulos interligados, o produto abrange desde a digitação de pedidos a um total controle e administração das políticas e regras comerciais. Além disso, possui dados históricos e de relacionamento com clientes, dispondo de inúmeras consultas e análises gerenciais que tornam o produto similar a ferramentas de BI (*Business Intelligence*) e CRM (*Customer Relationship Management*).

O produto, de pacote fechado e com sucessivas customizações, é desenvolvido em três versões distintas. A Versão Server/Win é desenvolvida em *Visual Basic* 6.0 e é utilizada para rodar em equipamentos *desktop* ou *notebooks*. A versão WEB é desenvolvida em C# e é utilizada a partir do acesso a um *browser* pela Internet. Já a versão CE também desenvolvida em C# pode ser utilizada a partir de qualquer dispositivo móvel (*pockets, smartphones, etc.*). Essas variações de versão visam disponibilizar os dados de uma forma eficaz, agilizando o processo de venda, independente do local onde seus usuários estiverem acessando as informações

Atualmente a empresa possui 26 colaboradores, sendo 2 diretores, 3 analistas, 8 desenvolvedores, 2 analistas de testes, 9 consultores e 2 analistas de vendas/marketing. Possui implantando o Nível G do modelo MPS.BR (processo de gerenciamento de projetos e requisitos). A implantação do modelo foi avaliada por consultores adjuntos da Softex no final de novembro de 2009.

O processo de desenvolvimento da organização é realizado através da criação de projetos mensais de desenvolvimento de produto. Os projetos de desenvolvimento da organização possuem um modelo de ciclo de vida incremental, constituído de 4 ciclos de desenvolvimento sobrepostos que envolvem o planejamento, especificação, análise, implementação, testes e liberação de *release* aos seus términos. No final do quarto ciclo é disponibilizada a versão final do produto e o projeto é encerrado.

Ao término da fase de planejamento são elaborados e/ou revisados o Plano do Projeto, o cronograma de atividades e o escopo do projeto. Durante a fase de especificação são

descritos os modelos de requisitos a serem desenvolvidos com base no escopo do projeto e a rastreabilidade entre os requisitos. Durante a fase de análise são descritas as especificações técnicas para implementação do modelo de requisitos (nenhuma modelagem estática/dinâmica é utilizada na organização). Na fase de implementação são transformadas em código fonte as especificações técnicas descritas na fase de análise. A fase de testes visa identificar as falhas encontradas no produto gerado, bem como, verificar se o mesmo atende a especificação. Na organização, são realizados testes de unidade e eventualmente, testes de regressão. Entretanto, a organização não possui a definição e utilização de casos de testes para os projetos de desenvolvimento. Por fim, na fase de liberação, são disponibilizadas as *releases*/versões para os clientes. Complementar a estas fases existe a atividade de acompanhamento dos projetos, onde o cronograma de atividades é revisado, bem como o Plano de Projeto, a fim de garantir a execução das atividades previstas e/ou controlar e gerenciar desvios significativos no projeto.

Um resumo contendo os produtos de trabalho gerados em cada fase do ciclo de desenvolvimento do produto da organização é demonstrado na Tabela 28.

Tabela 28 - Fases x Produtos de Trabalho do Estudo de Caso

Fases	Produtos de Trabalho
Planejamento e Acompanhamento dos Projetos	Plano do Projeto
	Escopo do Projeto
	Cronograma de Atividades
Especificação de Requisitos	Modelo de Requisitos
	Rastreabilidade
Análise	Especificação Técnica
Implementação	Código Fonte
Testes	Executável do Produto
Disponibilização	Pacote do Produto

O ferramental de apoio disponível para o registro das atividades de desenvolvimento do estudo de caso, bem como o local de armazenamento de alguns produtos de trabalho está caracterizado na Ilustração 5. Nele é possível verificar que existe uma base de dados única e que existem sistemas interagindo com a base de dados. O MS Project é utilizado para a criação do cronograma das atividades, o MS Excel é utilizado para a priorização de chamados (registro de necessidades do cliente) que farão parte do escopo do projeto, para criação/manutenção do Plano de Projeto, para registro da planilha de não conformidades, entre outros. Já o MS Word é utilizado para geração da documentação a ser disponibilizada

para o usuário ao término das *releases*/versões dos projetos. Todas estas ferramentas se comunicam com a base de dados, através da utilização de macros.



Ilustração 5 - Ferramentas de Apoio do Estudo de Caso

Por sua vez, o HelpDesk WEB é uma ferramenta desenvolvida internamente e utilizada pelos clientes para descrição das necessidades de implementação ou correções, visualização dos calendários de projeto da organização, bem como o acompanhamento dos status dos chamados e *downloads* de *releases*, versões e documentações disponibilizadas. Além disso, é utilizado para aprovação da especificação realizada pelos analistas e a confirmação do aceite dos chamados entregues. Internamente, o HelpDesk é utilizado para cadastramento dos requisitos e a rastreabilidade entre os mesmos, bem como a especificação e análise dos chamados pelos analistas.

O Constat Qualitor é um sistema completo para gerenciamento de atendimentos. As necessidades de novas implementações ou correções podem ser cadastradas pelo cliente via HelpDesk ou pela consultoria através do Qualitor. Todos os chamados cadastrados independente da ferramenta são acessados tanto pelo Qualitor como pelo HelpDesk. Entretanto, as atividades do processo de desenvolvimento são registradas somente pelo Qualitor, bem como as atas de reuniões, os clientes e usuários chave dos clientes. É através do

Qualitor que se gerencia todas as horas de desenvolvimento, faturamento, suporte e consultoria da organização. Tal ferramenta não é acessada pelo cliente.

Para facilitar o entendimento e destacar as responsabilidades de seus colaboradores, a empresa desmembrou o seu processo em documentos. Para tal, o processo de desenvolvimento é dividido em 5 documentos. São eles:

- Políticas Gerais: Estabelece as regras, normas, diretrizes e responsabilidades para o desenvolvimento/ execução de projetos de desenvolvimento de *software*;
- Concepção: Estabelece a forma de registro e priorização das necessidades dos clientes, bem como a definição de escopo para os projetos;
- Desenvolvimento: Descreve todas as atividades envolvidas durante o desenvolvimento do produto bem como as normas e padrões para codificação;
- Entrega: Descreve a forma de disponibilização dos produtos gerados;
- Controle de Qualidade: Garantia da aderência aos processos de desenvolvimento da organização.

Como o objetivo deste trabalho é a elaboração de uma proposta para o processo de Garantia da Qualidade, analisar-se-à o processo de controle da qualidade da organização (vide Anexo A). Tal processo tem por objetivo descrever as atividades para garantir a aderência do processo de desenvolvimento em relação aos produtos e artefatos gerados pelos projetos. O processo de controle de qualidade da organização possui as atividades de planejamento, auditoria da qualidade e controle de não conformidades.

O planejamento deste processo ocorre a cada término de ciclo onde os artefatos produzidos pelo processo de desenvolvimento são auditados e, ao término de cada projeto, onde os processos de concepção e entrega são avaliados.

A realização da auditoria ocorre com base no calendário de projetos definido pela organização. Apesar de, no processo estar destacado os itens que devem ser avaliados, tal informação está descrita subjetivamente. Não existem critérios objetivos a respeito dos itens a serem avaliados na auditoria e não existem métricas definidas para avaliação dos resultados.

A atividade de controle de não conformidades descrita no processo de controle de qualidade da organização relata as não conformidades encontradas pela auditoria no processo. Através da utilização de uma planilha (ver Anexo B), o auditor destaca os itens não conformes e planeja ações corretivas para os mesmos. Entretanto, apesar de o controle de não conformidades destacar os problemas encontrados ao longo do processo, não existe a garantia de que os itens em conformidade foram realmente avaliados, tornando muitas vezes o

processo de auditoria duvidoso. Além disso, não existem regras para escalonamento no caso das ações corretivas não serem executadas conforme planejado.

Por fim, existe uma atividade realizada bimestralmente onde são avaliadas as não conformidades detectadas durante os projetos, bem como, as melhorias a serem realizadas sobre o processo de desenvolvimento de *software*. A partir desta reunião são planejadas e atribuídas responsabilidades para a definição e modificação dos processos visando melhorar a qualidade do processo de desenvolvimento da organização.

Cabe ressaltar que o nome do processo “Controle de Qualidade” não está de acordo com o contexto apresentado pela literatura no capítulo 3. Deve-se modificar o nome do processo para “Garantia da Qualidade” visto que é o objetivo central do processo. Além disso, é importante salientar que no processo definido pela organização não está definido uma avaliação sobre o próprio processo de controle de qualidade, ou seja, não está sendo verificado se as auditorias estão sendo realizadas conforme planejado e se estão de acordo com os objetivos definidos pela organização. Torna-se necessário também a validação das informações auditadas visto que a pessoa responsável pela auditoria não possui conhecimentos técnicos de desenvolvimento de software e atua na área de marketing da organização.

Por fim, observa-se que o processo de Controle da Qualidade da organização atua somente ao término de cada ciclo de desenvolvimento focado basicamente na avaliação das atividades nas etapas de desenvolvimento. Através da realização das auditorias, as atividades realizadas em cada etapa e alguns produtos de trabalho são avaliadas em relação padrões de processo e documentos organizacionais. Entretanto, ao término de cada etapa nenhuma inspeção dos produtos de trabalho está sendo realizada.

Busca-se na seção a seguir, através dos dados coletados acima, descrever um processo de Garantia da Qualidade aderente ao contexto da organização, melhorando o processo já existente e adequando-o aos resultados esperados do processo de Garantia da Qualidade do modelo MPS.BR Nível F. Como base será utilizada a proposta de Processo de Garantia da Qualidade descrita no capítulo 4.

5.1 Proposta do Processo de Garantia da Qualidade para o Estudo de Caso

A criação da área ou grupo de Garantia da Qualidade não se faz necessário na organização, pois já existe uma pessoa responsável pela Garantia da Qualidade e a mesma possui o perfil mínimo descrito na Tabela 12 para realização das atividades de SQA.

A organização para a execução dos projetos de desenvolvimento do produto não possui a etapa de modelo de negócios e nem a modelagem de dados durante as fases do ciclo de desenvolvimento do produto conforme descritas no capítulo 4. Portanto, as atividades para as quais a SQA deve atuar na organização são: o planejamento e acompanhamento dos projetos e as atividades de especificação dos requisitos, análise, implementação, testes e disponibilização do produto (dentro da fase do ciclo de desenvolvimento do produto). Por fim, o processo de SQA e todos os processos definidos pela organização também devem ser avaliados.

Devido à utilização do modelo incremental de desenvolvimento, as atividades durante a execução dos projetos são sobrepostas. Por conseguinte, ao realizar a atividade de implementação de um ciclo, se está concluindo a atividade de testes do desenvolvimento ocorrido no ciclo anterior, como se está especificando e analisando o desenvolvimento do próximo ciclo. Além disso, em determinadas situações mais de um projeto de desenvolvimento é executado simultaneamente. Quando se está finalizando os testes para entrega do Projeto I, se está implementando as tarefas para o Ciclo I do Projeto II e se está especificando e analisando as tarefas para o Ciclo II do Projeto II.

De posse das fases de desenvolvimento utilizadas pelo estudo de caso e dos produtos de trabalho gerados ao longo destas fases, deve-se definir as técnicas a serem utilizadas para avaliação dos processos e produtos de trabalho da organização.

Baseada na tabela 15 da seção 4.3, as atividades de planejamento e acompanhamento do projeto podem ser avaliadas através de auditorias, já que os produtos de trabalho gerados nessas atividades não necessitam de uma avaliação mais técnica. Busca-se somente avaliar se a execução dessas atividades está de acordo com o processo definido pela empresa. Para as atividades de especificação de requisitos, análise e implementação uma avaliação mais técnica se torna necessário. Para tal, deve-se optar pela utilização da técnica de inspeção ou *walkthrough*. Como a organização ainda não possui experiência com a utilização destas técnicas, sugere-se a utilização do *walkthrough* para educar os colaboradores sobre a importância da realização de tais avaliações.

Para as atividades de testes, também se sugere a utilização de inspeções ou *walkthrough*. Entretanto, a atividade de testes dos projetos da organização compreende somente testes de unidade na aplicação. Não são elaborados casos de testes e, não são priorizadas as categorias de teste a serem realizadas sobre o sistema. Portanto, sugere-se a utilização de auditorias para avaliar se as atividades de testes foram realizadas e devidamente registradas. A mesma técnica deve ser utilizada para avaliar a atividade de disponibilização das releases/versões. Como ponto de melhoria, sugere-se que a organização reveja a atividade de testes. Conforme descrito no capítulo 4, a utilização de casos de testes torna-se de fundamental importância para as atividades de testes, pois definem todos os cenários possíveis de testes a serem utilizados para detecção de problemas e falhas no produto. Além disso, para uma melhor validação do produto, devem ser adicionados testes de caixa-branca, testes de caixa-preta e testes de regressão. Devido ao número de pessoas reduzidos nesse setor, sugere-se a utilização de uma ferramenta automatizada para facilitar e agilizar o processo de testes do produto. A partir do momento em que a organização utilizar-se dos casos de testes a técnica para avaliação da SQA deve ser a técnica de *walkthrough*.

Por fim, ao término de cada ciclo, devem ser realizadas auditorias para verificar se todas as atividades executadas estão de acordo com o processo definido pela organização. Sugere-se a continuação da reunião bimestral realizada pela empresa, para avaliação de melhorias a serem implementadas sobre o processo de desenvolvimento da organização. A mesma atua como uma revisão gerencial do processo. Na mesma periodicidade que acontecem tais reuniões, devem ser realizadas auditorias sobre o próprio processo de Garantia da Qualidade. Atualmente, a organização não audita tal processo, entretanto ele é um dos resultados de atributo do processo do modelo MPS.BR Nível F para o Processo de Garantia da Qualidade.

A Tabela 28 demonstra as atividades de SQA em relação às atividades de desenvolvimento dos projetos da organização durante uma semana de projeto. Observa-se que ao término de cada atividade de desenvolvimento, as atividades de SQA devem ser realizadas.

As métricas e os critérios objetivos para avaliação da SQA a serem utilizados para o estudo de caso serão baseados na proposta descrita no capítulo 4. Serão adicionados alguns critérios objetivos em função dos processos e documentos organizacionais. Tais descrições serão apresentadas juntamente com o Plano de Garantia da Qualidade no Anexo C.

Tabela 28 - Atividades Desenvolvimento x Atividades SQA durante uma Semana de Projeto

Dia da Semana	1°	2°	3°	4°	5°
Atividades de Desenvolvimento - Semana de Implementação do Ciclo II	Testes Ciclo I	Testes Ciclo I	Entrega Release I		
	Especificação I - Ciclo III	Especificação II - Ciclo III	Análise I - Ciclo III	Análise II - Ciclo III	Revisão Plano Ciclo III - Planej. Ciclo IV
	Implementação I - Ciclo II	Implementação I - Ciclo II	Implementação I - Ciclo II	Implementação II - Ciclo II	Implementação II - Ciclo II
			Testes Ciclo II	Testes Ciclo II	Testes Ciclo II
Atividades de SQA para esta Semana - Manhã	Walkthrough Implementação II - Ciclo I	Walkthrough Especificação I - Ciclo III	Walkthrough Implementação I - Ciclo II	Walkthrough Especificação II - Ciclo III	Walkthrough Análise II - Ciclo III
Atividades de SQA para esta Semana - Tarde	Avaliações Extras	Walkthrough Especificação II - Ciclo III	Auditoria de Testes e Disponibilização Ciclo I	Walkthrough Analise I - Ciclo III	Auditoria Processo e Projeto

As medições para obtenção das métricas de processo devem ser realizadas ao final de cada fase de desenvolvimento. A organização deverá definir valores limites para planejamento de ações corretivas a partir dos resultados das métricas. Tais valores foram levantados pela organização e estão descritos no Plano de Garantia da Qualidade (Anexo C). As métricas de produto devem ser coletadas ao término da fase no qual a métrica está relacionada. Por exemplo: a métrica de cobertura de testes sobre requisitos deve ser coletada ao término da fase de testes.

A periodicidade da execução e monitoração das atividades de SQA no estudo de caso deve ser modificada. Atualmente, as mesmas ocorrem ao término de cada ciclo de desenvolvimento (incremento) e ao final do projeto. Para a implantação do processo de Garantia da Qualidade baseado no Nível F do modelo MPS.BR as atividades de SQA devem ser realizadas ao término de cada atividade das fases do ciclo de desenvolvimento do produto. Portanto, as mesmas devem ser planejadas e adicionadas ao cronograma de atividades do projeto juntamente com as atividades de desenvolvimento do produto.

Para a realização das atividades de SQA sugere-se a modificação da planilha de não conformidades existente atualmente na organização, pela criação de um modelo de *checklist* baseado na tabela 26. Adicionalmente, sugere-se a utilização de um controle de não conformidades baseado na tabela 27. Tais modelos facilitam a realização das atividades e definem claramente o que deve ser avaliado e como planejar e monitorar as ações corretivas. A empresa deve adicionar ao Plano de Garantia da Qualidade, os papéis dos atuantes nos projetos de desenvolvimento vinculados ao seu superior imediato visando descrever os níveis

hierárquicos a serem utilizados para o escalonamento de ações corretivas (quando necessário). Para a elaboração dos *checklists* para realização das atividades de SQA, deve-se utilizar como pontos de verificação os critérios objetivos definidos no Plano de Garantia da Qualidade.

Por fim, o Plano de Garantia da Qualidade para o estudo de caso contendo todas as atividades a serem realizadas pelo responsável de SQA está descrito no Anexo C.

5.2 Considerações Finais

Este capítulo abordou a elaboração de uma proposta de processo de Garantia da Qualidade para o estudo de caso definido, baseado na proposta descrita no capítulo 4. Tal proposta possibilitou tornar completa a atividade de Garantia da Qualidade no estudo de caso. Anteriormente, eram realizadas auditorias (sem critérios objetivos) somente sobre as atividades do processo de desenvolvimento da organização. Além disso, as atividades de SQA eram realizadas somente ao término de cada ciclo de desenvolvimento, não atendendo o objetivo central do processo de SQA que é evitar a disseminação de problemas/defeitos para as próximas fases de desenvolvimento do produto.

A partir da elaboração desta proposta, definiu-se a avaliação sobre as atividades do processo, bem como sobre os produtos de trabalho gerados ao longo do processo de desenvolvimento. Além disso, modificou-se a periodicidade da execução das atividades de SQA. Tais atividades devem ser executadas ao término de cada uma das fases de desenvolvimento ao longo do ciclo de desenvolvimento do produto. Com a utilização de métricas a organização consegue identificar o nível de qualidade atingido pelo projeto e planejar ações ou tomada de decisões visando manter a qualidade esperada para o mesmo. Por fim, visando garantir a melhoria do processo de SQA, foram definidas avaliações sobre o próprio processo de Garantia da Qualidade. Todas estas definições garantem os resultados esperados e os atributos de processo do Nível F do Modelo MPS.BR. Entretanto, a eficiência deste processo somente poderá ser medida através da implantação do mesmo na organização.

6 CONCLUSÃO

Para a elaboração de um processo de Garantia da Qualidade, o apoio da alta organização é de fundamental importância. Deve-se criar um ambiente no qual todos tenham ciência de que o processo de SQA é utilizado para garantir a qualidade dos produtos e do processo de desenvolvimento executados e não simplesmente um processo de detecção de falhas e/ou apontamento de culpados. Além disso, a organização deve dispor de recursos exclusivos para realização desta atividade visando avaliar de forma imparcial os processos e produtos de trabalho. Tais recursos devem ter como principal aptidão o conhecimento sobre os produtos de trabalho e os processos da organização.

O principal objetivo deste trabalho era a elaboração de uma proposta de Garantia da Qualidade segundo o modelo MPS.BR Nível F. Sendo assim, elaborou-se uma proposta que além de estar de acordo com o modelo, procurou minimizar as principais dificuldades encontradas por organizações que já possuem o processo de SQA implementado. Para tal, constatou-se como ponto fundamental do processo de SQA o planejamento das atividades do processo, visando identificar quais os produtos de trabalho e processos são relevantes para a organização. A partir de tal definição buscou-se estudar as técnicas que poderiam ser utilizadas para execução das atividades de SQA. Somadas as técnicas procurou-se identificar quais as fases de desenvolvimento deveriam ser avaliadas e quais os critérios deveriam ser utilizados para execução das atividades. Com a utilização de métricas durante a execução das atividades, a qualidade do processo e do produto pode ser medida e dispor indicadores importantes sobre a qualidade do que se está sendo produzido, bem como identificar problemas antes que outras fases do ciclo de desenvolvimento sejam executadas.

Por fim, observou-se que a proposta elaborada garante a avaliação dos produtos de trabalho e dos processos da organização. Adicionalmente, descreve sobre o modo de identificação, registro e comunicação de não conformidades detectadas durante as atividades de SQA bem como dispõe das informações necessárias para o planejamento e execução de ações corretivas. Tal proposta observou a necessidade de avaliação do próprio processo de Garantia da Qualidade visando identificar a eficácia de tal processo em relação aos objetivos estabelecidos pela organização. Todas essas definições são os resultados esperados e atributos de processo da Garantia da Qualidade do modelo MPS.BR Nível F.

Para o estudo de caso, contribuiu-se com uma proposta de adequação do processo já existente na organização. Foram revistos os conceitos básicos do processo de Garantia da Qualidade não atendidos pela organização, acerca das fases e avaliações realizadas pelo

processo da Garantia da Qualidade. O processo de Garantia da Qualidade atuava somente ao término dos ciclos de desenvolvimento não abrangendo os produtos de trabalho e as fases intermediárias de desenvolvimento, limitando-se somente a avaliação dos registros das atividades do processo. Como contribuição, o trabalho forneceu um referencial através da definição de critérios objetivos, técnicas e métricas a serem utilizadas para execução das atividades no estudo de caso adequando-o aos resultados esperados do modelo de melhoria de processo MPS.BR Nível F e garantindo a qualidade dos produtos e processos da organização. Ao final, foi elaborado um Plano de Garantia da Qualidade para o estudo de caso, descrevendo todas as etapas necessárias para execução e monitoração das atividades de SQA.

Para trabalhos futuros, fica a necessidade da realização de uma pesquisa ou desenvolvimento de ferramentas para apoio da execução das atividades do processo de Garantia da Qualidade. Tal ferramental deve abranger desde a criação dos *checklists* de verificação, o controle de não conformidades, a comunicação dos responsáveis até a automatização das métricas a serem coletadas. Além disso, a implantação do processo de Garantia da Qualidade no estudo de caso validaria a proposta descrita neste trabalho bem como traria sugestões de melhoria não previstas durante a realização deste.

7 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO/IEC 12207 – Tecnologia da Informação – Processos de ciclo de vida de software**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia de Implementação Parte 1, versão 1.1**, julho 2007. Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acessado em: 15 de agosto, 2009.

ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia de Implementação Parte 2, versão 1.1**, julho 2007. Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acessado em: 15 de agosto, 2009.

ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia de Implementação Parte 2:2009**, junho 2007. Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acessado em: 15 de agosto, 2009.

ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. **MPS.BR – Guia Geral, versão 1.2**, junho 2007. Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acessado em: 15 de agosto, 2009.

BARTIÉ, Alexandre. **Garantia de Qualidade de Software**. 5.ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Elsevier, 2002.

BIEHL, Richard E. **Six Sigma for software. Quality time**. IEEE Software. v.21, n.2, p.68-70. Mar-Abr, 2004.

BLAKESLEE JR., J. A. **Achieving quantum leaps in quality and competitiveness: implementing the Six Sigma solution in your company**. In: THE 53TH ANNUAL QUALITY CONGRESS OF THE AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY, Proceedings... Anaheim: Califórnia, p. 486-496, Mai 1999.

CROSBY, P. **Quality is Free**. New York, New York: McGraw-Hill, 1979.

FUGGETTA, A. **A software process: a roadmap**. In: **The Future of Software Engineering**, A. Finkelstein (ed), 2000.

GUERRA, Ana Cervigni; COLOMBO Regina Maria Thienne. **Tecnologia da Informação: Qualidade de Produto de Software**. Brasília: MCT/SEPIN, 2009. 429 p.

IEEE Std 1028-1997. **IEEE Standard for Software Reviews**: IEEE, 1997.

IEEE Std 610.12-1990 (R2002), **IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**: IEEE, 1990.

IEEE. **Guide to Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)**. IEEE Software, 2004.

IEEE Std 1061-1998. **Standard for a Software Quality Metrics Methodology**: IEEE, 1998.

IEEE Std 730 – 1998. **Standard for Software Quality Assurance Plans**. IEEE, 2008

KASSE, Tim. **Practical insight into CMMI**, Artech House Publishers, Norwood: Massachusetts. Second Edition, 2008.

KATSURAYAMA, Anne Elise. **Apoio à Garantia da Qualidade do Processo e do Produto em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Organização**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

KITCHENHAM, B. et al. **Software quality: the elusive target**. IEEE Software, January, 1996.

KOSCIANSKI, André; SOARES, Michel dos Santos. **Qualidade de software: aprenda as metodologias e técnicas mais modernas para o desenvolvimento de software**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2007.

LEWIS, William E. **Software Testing and Continuous Quality Improvement**. Second Edition. 2004.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. McGraw-Hill, São Paulo, 2006.

ROCHA, A.R. J.C. MALDONADO; K.C. WEBER, (2001) **Qualidade de Software - Teoria e Prática**. Prentice Hall, São Paulo.

SCALET D et al. **Guia para Utilização das Normas sobre Avaliação de Qualidade de Produto de Software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598**. ABNT, 1999.

SCHULMEYER, G. Gordon. **Handbook of Software Quality Assurance**. Four Edition. Artech House Publishers, Norwood: Massachusetts, 2008.

SMITH, B. **Six Sigma Design**. IEEE Spectrum, p. 43-46. Sep. 1993.

SOMMERVILLE, I. (2007) **Engenharia de Software**. Addison Wesley, 8ª Edição.

TONINI, Antonio Carlos. **A Contribuição do Seis Sigma para a Melhoria dos Processos de Software**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 252p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Produção.

WAXER, Charles. **Process capability (Cp, Cpk) And process performance (Pp, Ppl) - what's the difference ? iSixSigma LLC**. Disponível em: <<http://www.isixsigma.com/library/content/c010806a.asp>>. Acesso em: 10 out. 2009.

VILLELA, K. ; ROCHA, A. R. C. da . **Processos de Software Compatíveis com o CMMI Nível II**. 2004.

ANEXO A – Processo de Controle de Qualidade do Estudo de Caso

	Processo	
	Controle de Qualidade	
	Código	Revisão
	MERC_PROC_04	3
Elaboração	Revisão	Aprovação
Grupo de Melhoria Grupo de Melhoria 20/fev/09	Grupo de Melhoria Grupo de Melhoria 05/jun/09	Jaime Fenner Diretor 10/jun/09

1. OBJETIVO

Descrever as atividades de planejamento e tratamento de não conformidades do processo de controle de qualidade, garantindo a aderência do processo de desenvolvimento definido pela organização, aprimorando a qualidade do produto, melhorando a eficiência dos serviços e cumprindo com os requisitos acordados com os clientes.

2. APLICAÇÃO

Todos os projetos de versões de produtos da empresa.

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

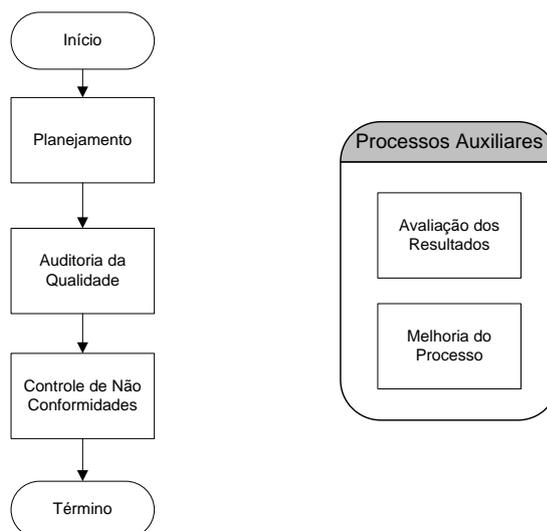
MERC_PROC_00 – Políticas Gerais

MERC_TEMP_06 – Planilha de Não Conformidades

4. REFERÊNCIAS

Guia Geral do MPS.BR, versão 1.2

5. FLUXOGRAMA



6. DEFINIÇÃO DE PROCESSOS

Fluxo: Controle de Qualidade	Atividade: Planejamento
Objetivos: Definir o Planejamento de Execução do Controle de Qualidade	
Entradas: - Plano de Produção - Documentos e Políticas da Organização	Saídas: - Planejamento do Controle de Qualidade Elaborado
Passos: - O planejamento do controle de qualidade deverá basear-se nos processos de Concepção, Desenvolvimento e Entrega dos projetos de desenvolvimento de versão do produto. - A cada término do ciclo de desenvolvimento de versão do produto, deve-se planejar a auditoria do Processo de Desenvolvimento. - Para os Processos de Concepção e Entrega dos projetos de desenvolvimento de versão do produto, devem ser planejadas auditorias mensais. - As datas das auditorias são agendadas conforme calendário de projetos da organização.	
Responsável: Comitê de Qualidade	
Participantes: Comitê de Qualidade e Grupo de Melhoria	

Fluxo: Controle de Qualidade	Atividade: Auditoria da Qualidade
Objetivos: Realizar a auditoria da qualidade visando levantar não conformidades em relação ao processo de desenvolvimento definido pela organização.	
Entradas: - Planejamento do Controle de Qualidade Elaborado	Saídas: - Lista de Não Conformidades Preenchida
Passos: - Auditar o Processo de Desenvolvimento dos projetos de desenvolvimento de versão do produto. Deve-se considerar:	

1. Criação/Atualização do Plano de Produção
2. Criação/Atualização do Cronograma
3. Atualização do Repositório do Projeto
4. Execução do Plano de Comunicação
5. Realização de Acompanhamento
6. Revisão dos Marcos Previstos
7. Planejamento e Controle dos Riscos envolvidos no projeto
8. Realização do Controle de Mudanças
9. Execução da Análise Técnica
10. Registros das Atividades de Análise
11. Desenvolvimento e Testes no sistema de gerenciamento de chamados
12. Execução dos Testes e Avaliação de Impacto
13. Execução do Controle de Versão
14. Controle de Desvios
15. Realização das reuniões do Comitê de Controle do Produto e avaliação dos critérios de priorização dos chamados.
16. Criação da Lista de chamados atendidos
17. Fechamento dos Chamados após término da implementação.

- Auditar o Processo de Concepção dos projetos de desenvolvimento de versão do produto.

Deve-se considerar:

1. Registros das necessidades dos clientes
2. Padronização da Abertura dos Chamados
3. Registro da Especificação Funcional e Orçamento
4. Avaliação dos Critérios de Viabilidade de desenvolvimento dos chamados
5. Registro da Aprovação dos Clientes
6. Registro de Verificação e Simulação de Erros
7. Execução da Avaliação de Grau de Severidade dos Chamados de Correção
8. Utilização da Planilha de Prioridades
9. Criação da Lista de Chamados Priorizados para o Plano de Produção
10. Execução do atendimento emergencial e critérios de classificação do mesmo

- Auditar o Processo de Entrega dos projetos de desenvolvimento de versão do produto.

Deve-se considerar:

1. Disponibilização de Entrega ao Cliente
2. Confirmação de Aceite do Cliente
3. Diagnóstico de Não Conformidade de Entrega.

- Nos processos de verificação de requisitos e registros de atividades deve-se auditar no mínimo 3 chamados de cada versão do produto (Mercanet Server/Win, Mercanet WEB, Mercanet CE e Mercanet Integração).

- Documentar a lista de não conformidades conforme template MERC_TEMP_06 – Lista de Não Conformidades. Deve-se preencher a data da auditoria, versão do projeto, processo no qual foi detectado a não conformidade (Concepção, Desenvolvimento ou Entrega), a descrição da não conformidade e o responsável pela mesma. Posteriormente deve-se acionar a atividade de “Controle de Não Conformidades”.

- Caso nenhuma não conformidade tenha sido detectada deve-se registrar na planilha que não houverem não conformidades detectadas para a data de realização da auditoria.

- O registro da planilha de não conformidades deve ficar no diretório \\merccxsap01\projctomercanet\$\GarantiaDaQualidade\Auditorias. Cada planilha deve conter o nome AUDIT_ANO.MES.xls.

Fluxo: Controle de Qualidade	Atividade: Controle de Não Conformidades
Objetivos: Gerenciar as não conformidades levantadas na auditoria da qualidade.	
Entradas: - Lista de Não Conformidades Preenchida	Saídas: - Planejamento de Ações Corretivas
Passos: - A partir da lista de Não Conformidades preenchida o Comitê de Qualidade deve planejar e providenciar as ações corretivas a serem realizadas bem como a definição do prazo de entrega da ação. - Caso se faça necessário, deve-se agendar uma reunião do comitê de qualidade e do grupo de melhoria. - Definidas as ações corretivas devem-se comunicar os responsáveis envolvidos da ação e prazo para correção das não conformidades. - O Comitê de Qualidade é responsável por gerenciar os prazos/ações após a comunicação aos envolvidos. Em caso de novas não conformidades, deve-se novamente iniciar os passos descritos nessa atividade.	
Responsável: Comitê de Qualidade	
Participantes: Comitê de Qualidade e Grupo de Melhoria	

Fluxo: Controle de Qualidade	Atividade: Avaliação dos Resultados
Objetivos: Avaliar os resultados diagnosticados nas auditorias de qualidade.	
Entradas: - Lista de não conformidades dos projetos	Saídas: - Ata de reunião da avaliação dos resultados com sugestões de melhorias no Processo
Passos: - Bimestralmente deve-se agendar uma reunião para Avaliação dos Resultados. - Na reunião devem-se avaliar os resultados das últimas auditorias realizadas e diagnosticar eventuais melhorias no processo dos projetos de desenvolvimento de produto. Além disso, devem ser avaliadas as ocorrências identificadas nos projetos. - Ao final, devem-se registrar na ata de reunião os Planos de Ações a serem tomados, bem como o prazo e os responsáveis para execução dos mesmos. - Caso seja diagnosticado alguma melhoria deve-se executar a atividade “Melhorias do Processo”.	
Responsável: Comitê de Qualidade	
Participantes: Comitê de Qualidade, Grupo de Melhoria e Direção	

Fluxo: Controle de Qualidade	Atividade: Melhorias do Processo
Objetivos: Definir, planejar e executar melhorias a serem realizadas no processo de desenvolvimento do produto.	
Entradas: - Ata de reunião da avaliação dos resultados com sugestões de melhorias no	Saídas: - Nova versão do Processo

processo
<p>Passos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A partir das melhorias no processo detectadas na avaliação dos resultados, deve-se planejar e executar a forma de implementação dessas melhorias. - Deve-se revisar e atualizar a documentação do processo e treinar os envolvidos para execução da modificação do processo. - Informar a execução da Publicação dos processos, citando a vigências dos mesmos. <p>Por exemplo: a partir da publicação e treinamento os novos projetos utilizam o novo modelo e os antigos continuam na versão anterior até o seu término.</p>
<p>Responsável: Comitê de Qualidade</p>
<p>Participantes: Comitê de Qualidade, Grupo de Melhoria e Direção</p>

7. HISTÓRICO DE ALTERAÇÃO

Data	Revisão	Descrição	Responsável
20/02/2009	1	Criação do Documento	Grupo de Melhoria
26/03/2009	2	Alteração de tópico - passos da avaliação	Grupo de Melhoria
05/06/2009	3	Adição de novos itens a serem auditados, rfe a atendimento emergencial e critérios de viabilidade e priorização de chamados. Definição do local de armazenamento da lista de não conformidades.	Grupo de Melhoria

ANEXO C – Plano de Garantia da Qualidade para o Estudo de Caso

Um Plano de Garantia da Qualidade é descrito a seguir para a empresa ForSales Consultoria de Software LTDA (Mercanet).

Objetivos e Escopo do Plano de Garantia da Qualidade

O objetivo deste Plano de Garantia da Qualidade é estabelecer os critérios e definições sobre a qualidade dos processos e produtos da organização e identificar as ações que devem ser tomadas para que tais objetivos sejam alcançados.

O escopo deste Plano de Garantia da Qualidade abrange a avaliação de todas as atividades e artefatos de produtos dos processos e projetos de desenvolvimento da organização, bem como a avaliação do próprio processo de Garantia da Qualidade.

Equipe e Responsabilidades do Processo de Garantia da Qualidade

A equipe da Garantia da Qualidade é formada por uma pessoa que terá o papel de engenheiro SQA e realizará as avaliações sobre os produtos de trabalho e processos da organização, além de reportar e gerenciar todas as não conformidades e ações corretivas. Esta pessoa deve ser independente de todas as outras equipes envolvidas no projeto de desenvolvimento de software.

O restante dos papéis da organização atuantes no gerenciamento, desenvolvimento e execução dos processos de desenvolvimento da organização devem se comprometer em implementar ações corretivas e preventivas de sua alçada de resolução e contribuir para o êxito das avaliações por parte da Garantia da Qualidade. Cabe ao gerente de projeto, juntamente com o engenheiro de SQA definir as datas para avaliação das atividades de SQA bem como definir o prazo para conclusão das ações corretivas. Cabe a organização a definição de data para avaliação do processo de Garantia da Qualidade e os responsáveis por fazê-lo. Os papéis dos atuantes no projeto e seu respectivo nível hierárquico superior para escalonamento são:

Papel	Nível Hierárquico Superior
Analista	Gerente de Projeto
Desenvolvedor	Gerente de Projeto
Testador	Gerente de Projeto
Gerente de Projeto	Diretor

Produtos e Processos Avaliados pela Garantia da Qualidade

Os principais produtos de trabalho que devem ser avaliados pelo Processo de Garantia da Qualidade são:

- Plano do Projeto;
- Cronograma do Projeto;
- Escopo do Projeto;
- Modelo de Requisitos de Software;
- Rastreabilidade entre Requisitos;
- Especificação Técnica;
- Código Fonte;
- Pacote da Release/Versão;

As principais atividades do processo de desenvolvimento da organização que devem ser avaliadas pelo Processo de Garantia da Qualidade são:

- Atividade de Registro de Chamados;
- Atividade de Priorização dos Chamados;
- Atividade de Planejamento dos Projetos;
- Atividade de Especificação de Requisitos;
- Atividade de Aprovação da Especificação de Requisitos;
- Atividade de Análise dos Chamados;
- Atividade de Implementação dos Chamados;
- Atividade de Testes dos Chamados;
- Atividade de Entrega dos Chamados;
- Atividade de Acompanhamento do Projeto;
- Atividades em Conformidade com o Documento de Políticas Gerais;

Referências, Normas e Padrões da Organização para Garantia da Qualidade

Os documentos de padrões de processo e atividades dos projetos de desenvolvimento da organização pelo qual o Processo de Garantia da Qualidade deve verificar a conformidade são listados abaixo:

- MERC_PROC_00 – Políticas Gerais: Estabelece as políticas, regras e diretrizes que a organização deve seguir e cumprir na execução de projetos de desenvolvimento de *software*;
- MERC_PROC_01 – Concepção: Estabelece a forma de registro, priorização e aprovação das necessidades dos clientes, bem como a definição de escopo para os projetos e atividades de especificação e análise dos chamados;
- MERC_PROC_02 – Desenvolvimento: Descreve todas as atividades envolvidas durante o planejamento e desenvolvimento do produto bem como as normas e padrões para codificação e testes;
- MERC_PROC_03 – Entrega: Descreve sobre a forma de disponibilização dos produtos gerados pela organização;
- MERC_PROC_04 – Garantia da Qualidade: Descreve sobre o processo de avaliação da garantia da aderência aos processos de desenvolvimento da organização;
- Todas as instruções de trabalho e *templates* mencionados nos documentos descritos acima;

Técnicas para Garantia da Qualidade

As técnicas a serem utilizadas para avaliação dos produtos e processos da organização através da Garantia da Qualidade são listadas abaixo por etapas de desenvolvimento:

Etapas do Desenvolvimento	Técnicas para SQA
Planejamento do Projeto	Auditoria
Especificação de Requisitos	<i>Walkthrough</i>
Análise	<i>Walkthrough</i>
Implementação	<i>Walkthrough</i>
Testes de Software	Auditoria
Disponibilização	Auditoria
Acompanhamento do Projeto	Auditoria
Avaliação do Processo da Organização	Auditoria e Revisões Gerenciais

Avaliação do Processo de SQA	Auditoria
------------------------------	-----------

Critérios e Métricas para Avaliação da Garantia da Qualidade

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação da fase de planejamento dos projetos da organização são descritos abaixo:

Fase do Projeto	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas para SQA	Critério
Planejamento	Plano do Projeto	Revisar o Plano do Projeto	Auditoria	Verificar se o Plano de Projeto foi criado e devidamente documentado
				Verificar se os objetivos do Projeto foram definidos
				Verificar se o repositório do projeto foi criado
				Verificar se os marcos do projeto foram definidos e revisados
				Verificar se os recursos foram definidos e revisados para desenvolvimento do projeto
				Verificar se a equipe do projeto foi definida e selecionada de acordo com as competências necessárias para desenvolvimento do produto
				Verificar se os riscos do projeto foram identificados e descritos
				Verificar se a comunicação entre os envolvidos do projeto foi planejada
	Verificar se a viabilidade de execução do projeto foi aprovada pela direção			
Escopo do Projeto	Revisar o Escopo do Projeto	Verificar se existe um escopo definido para o projeto		
Cronograma Macro de Atividades	Revisar Cronograma Macro de Atividades	Verificar se um cronograma macro das atividades foi elaborado e distribuído aos envolvidos		

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação da fase de acompanhamento dos projetos da organização são descritos abaixo:

Fases do Projeto	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas para SQA	Critério
Acompanhamento do Projeto	Plano do Projeto	Revisar o Plano do Projeto	Auditoria	Verificar se a revisão dos marcos está sendo realizada e se o Plano de Projeto está sendo atualizado e revisado
	Escopo do Projeto	Revisar o Escopo do Projeto		Verificar se o Escopo do Projeto está sendo seguido por todos os envolvidos
	Cronograma de Atividades	Revisar o Cronograma de Atividades		Verificar se o Cronograma de Atividades está sendo realizado e atualizado
	Plano do Projeto	Revisar a Execução do Projeto		Verificar se ações corretivas foram planejadas e executadas quando encontrados desvios

Acompanhamento do Projeto	Plano do Projeto	Revisar a Execução do Projeto	Auditoria	Verificar se as estimativas para execução das atividades foram preenchidas e revisadas de acordo com o responsável por sua execução;
		Revisar o Controle de Mudanças		Verificar se o Acompanhamento está sendo realizado e registrado pelo Gerente de Projeto
				Verificar se o controle de mudanças foi acionado quando houveram mudanças significativas no projeto, tais como: mudança de escopo, atrasos, entre outros.

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação da fase de especificação de requisitos da organização são descritos abaixo:

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Especificação de Requisitos	Modelo de Requisitos	Revisar Levantamento de Requisitos	Walkthrough	Verificar se todos os requisitos estão descritos claramente
		Revisar Especificação de Requisitos Funcionais		Verificar se cada requisito foi avaliado por importância, volatilidade e criticidade
		Revisar Especificação de Requisitos Não Funcionais		Verificar se cada requisito funcional possui uma descrição detalhada e clara
		Cadastro de Requisitos		Verificar se todas as categorias de requisitos não funcionais foram analisadas
	Rastreabilidade	Revisar Rastreabilidade de Requisitos		Verificar se cada requisito não funcional possui uma descrição detalhada e clara
				Verificar se os requisitos foram cadastrados no sistema HelpDesk da organização
				Verificar se existe a rastreabilidade entre os requisitos cadastrados e o se os chamados possuem os requisitos a serem alterados

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação da fase de análise da organização são descritos abaixo:

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Análise	Especificação Técnica	Revisar a Análise dos Chamados	Walkthrough	Verificar se a descrição da especificação técnica dos chamados está clara e compreende todas as necessidades a serem desenvolvidas
				Verificar se todas as regras de negócio e especificações de codificação e layout foram descritas nos chamados a serem desenvolvidos
				Verificar se a definição de campos e tabelas de banco de dados foram especificados nos chamados.
				Verificar se estão descritas a criação de formulários ou classes para desenvolvimento dos chamados

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação da fase de implementação da organização são descritos abaixo:

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Implementação	Código Fonte	Revisar o código fonte	Walkthrough	Verificar se nenhuma mensagem apresentada pelo sistema ao usuário final possui erros gramaticais
				Verificar se todas essas mensagens são objetivas e claras
				Verificar se existe legibilidade no código implementado
				Verificar se existe tratamento de erros para funções críticas do sistema
				Verificar se todas as variáveis declaradas foram inicializadas corretamente
				Verificar se não existem vários comandos em uma mesma linha
				Verificar se todas as rotinas possuem comentário sobre seu comportamento e funcionalidade
				Verificar se os padrões e normas de codificação foram seguidos
				Verificar se todas as tabelas do modelo de dados foram implementadas
				Verificar se todos os campos e os índices de cada tabela foram implementados

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação da fase de testes de *software* e disponibilização da organização são descritos abaixo:

Fase do Desenvolvimento	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Testes de <i>Software</i>	Executável do Produto	Execução dos Testes	Auditoria	Verificar se os testes foram realizados e o registro de não conformidades foi feito quando necessário
				Verificar se quando detectadas não conformidades nos testes as atividades foram reencaminhadas para os desenvolvedores e testadas novamente
Disponibilização	Pacote do Produto	Confirmar a disponibilização do pacote do produto		Verificar se houve a criação e disponibilização da documentação da <i>release</i> /versão
				Verificar se o cliente foi informado da disponibilização do pacote do produto
		Confirmar o aceite dos clientes		Verificar se o cliente garantiu o aceite das implementações realizadas

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação dos processos da organização são descritos abaixo:

Processo	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Avaliação do Processo	Documento de Concepção	Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da Organização	Auditoria	Verificar se as necessidades dos clientes são registradas no sistema de gerenciamento interno de chamados
				Verificar se o registro das necessidades dos clientes está de acordo com o padrão definido pela organização

Avaliação do Processo	Documento de Concepção	Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da Organização	Auditoria	<p>Verificar o entendimento das necessidades dos clientes e se o registro da especificação foi descrita para atender a necessidade</p> <hr/> <p>Verificar se a especificação foi aprovada pelo cliente</p> <hr/> <p>Verificar se houve a necessidade de renegociação com o cliente e se a mesma foi realizada</p> <hr/> <p>Verificar a utilização de critérios de viabilidade para o desenvolvimento das necessidades dos clientes</p> <hr/> <p>Verificar a atividade e o registro de verificação/simulação quando registrados defeitos</p> <hr/> <p>Verificar a utilização de critérios para atendimento emergencial (liberação de <i>patches</i> de correção)</p> <hr/> <p>Verificar se as atividades de atendimento emergencial estão sendo seguidas e cumpridas conforme padrão da organização</p> <hr/> <p>Verificar se as necessidades dos clientes estão sendo priorizadas para entrarem nos projetos de desenvolvimento</p> <hr/> <p>Verificar se os critérios de priorização para definição do escopo dos projetos estão sendo seguidos</p> <hr/> <p>Verificar se existe o registro das atas de reuniões de definição/mudança de escopo dos projetos</p>
Avaliação do Processo	Documento de Desenvolvimento	Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da Organização	Auditoria	<p>Verificar se atividade de especificação técnica foi realizada para desenvolvimento das necessidades dos clientes</p> <hr/> <p>Verificar se cada chamado a ser desenvolvido possui os requisitos a serem criados ou modificados</p> <hr/> <p>Verificar se o Plano de Projeto está de acordo com o <i>template</i> definido pela organização</p> <hr/> <p>Verificar se o cronograma do projeto está de acordo com o <i>template</i> definido pela organização</p> <hr/> <p>Verificar se o registro das atividades de desenvolvimento foram descritas no sistema de gerenciamento interno de chamados</p> <hr/> <p>Verificar se os fontes alterados foram documentados no sistema de gerenciamento interno de chamados</p> <hr/> <p>Verificar se o registro bem como a duração da atividade de testes foi especificado no sistema de gerenciamento interno de chamados</p> <hr/> <p>Verificar se o processo de teste e homologação da <i>release</i>/versão está sendo realizado nos repositórios definidos pelo projeto</p> <hr/> <p>Verificar se a geração do executável do produto está de acordo com os padrões estabelecidos</p>

Avaliação do Processo	Documento de Entrega	Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da Organização	Auditoria	Verificar a disponibilização da documentação e do software no HelpDesk da organização
				Verificar se houve a confirmação de aceite por parte dos clientes através do sistema HelpDesk
				Verificar se houve a monitoração das não conformidades detectadas pelos clientes
Avaliação do Processo	Documento de Políticas Gerais	Avaliar a execução dos processos em relação aos padrões da Organização	Auditoria	Verificar se todas as atividades respeitam o documento de políticas gerais da organização
Avaliação do Processo	Processo de Desenvolvimento	Avaliar a eficácia dos processos	Revisão Gerencial	Verificar se o processo de desenvolvimento está sendo avaliado e modificado visando a melhoria contínua do processo de desenvolvimento da organização

As atividades, bem como os critérios a serem utilizados para avaliação do processo de SQA são descritos abaixo:

Processo	Principais Produtos	Atividades SQA	Técnicas Recomendáveis	Critério
Avaliação do Processo de Garantia da Qualidade	Documento de Garantia da Qualidade	Avaliar a execução do processo em relação aos padrões da Organização	Auditoria	Verificar se as atividades de SQA foram realizadas conforme planejamento
				Verificar se as não conformidades detectadas foram registradas e planejadas ações corretivas
				Verificar se as ações corretivas foram monitoradas até suas conclusões
				Verificar se houve escalonamento de responsáveis quando as ações corretivas não foram concluídas no prazo determinado

As métricas a serem utilizadas para avaliação de cada etapa dos processos de desenvolvimento da organização são descritas abaixo:

- Taxa de variação entre critérios avaliados e critérios planejados de avaliação (Fórmula: $1 - (\text{Nro Critérios Avaliados} / \text{Nro Critério Planejados para Avaliação})$);
- Quantidade de não conformidades detectadas em relação ao número de critérios avaliados (Fórmula: $\text{Nro NC} / \text{Nro Critérios Avaliados}$);
- Variação entre quantidade de não conformidades detectadas e quantidade de não conformidades resolvidas no prazo (Fórmula: $1 - (\text{Nro NC Fora Prazo} / \text{Nro NC})$);

As métricas a serem utilizadas para avaliação da atividade de especificação de requisitos são descritas abaixo:

- Percentual de Modificações de Requisito durante o projeto (Fórmula: $\text{Nro Modificações Requisito} / \text{Nro Total de Requisitos}$);

- Percentual de Erros de Requisito (Fórmula: $\text{Nro Erros Requisitos} / \text{Nro Total de Requisitos}$);

As métricas a serem utilizadas para avaliação da atividade de testes de *software* são descritas abaixo:

- Cobertura de Testes sobre Requisitos (Fórmula: $\text{Nro Total de Requisitos com Cobertura dos Testes} / \text{Nro Total de Requisitos}$);
- Percentual de Erros encontrados na Atividade de Testes (Fórmula: $\text{Nro de Erros Detectados no Teste} / \text{Nro Total de Testes Realizados}$);
- Eficiência dos Testes (Fórmula: $\text{Nro Total de Erros Testes} / (\text{Nro Total de Erros Testes} + \text{Nro Total de Erros em Produção})$);

A tolerância do resultado das métricas deve ser definida pelo engenheiro de SQA e pelo gerente de projeto antes de iniciarem as atividades de Garantia da Qualidade. Se alguma métrica passar do valor limite definido, ações corretivas devem ser planejadas e monitoradas até suas conclusões.

Para as métricas referente a avaliação de não conformidades detectadas pode se estabelecer critérios de tolerância em função da prioridade de tratamento das ações corretivas. Os valores limites esperados para cada métrica devem ser descritos na tabela abaixo. A documentação dos dados e métricas coletadas devem ser registrados em uma planilha de dados. As métricas que ultrapassaram o limite de tolerância descrito abaixo, devem ser tratadas como itens de não conformidade e planejadas ações corretivas.

Métricas	Limites de Tolerância
Taxa de variação entre critérios avaliados e critérios planejados de avaliação para a etapa	0
Quantidade de não conformidades detectadas em relação ao número de critérios avaliados para a etapa	0,10
Variação entre quantidade de não conformidades detectadas e a quantidade de não conformidades resolvidas no prazo	0
Percentual de Modificações de Requisito durante o Projeto	0,10
Percentual de Erros de Requisitos	0,05
Cobertura de Testes sobre Requisitos	0,80 (Atingimento)
Percentual de Erros Encontrados na Atividade de Testes	0,20

Eficiência dos Testes	0,70 (Atingimento)
-----------------------	--------------------

Juntamente com a definição das datas de realização das atividades de SQA, pode-se definir se todos os produtos de trabalho serão avaliados ou se somente um determinado arranjo deverá ser avaliado. Para tal, deve-se preencher a tabela abaixo.

Produtos de Trabalho	Nro Mínimo de Avaliações
Modelo de Requisitos de Software	100% dos Requisitos
Rastreabilidade entre Requisitos	100% dos Requisitos
Especificação Técnica	100% da Especificação Realizada
Código Fonte	50% do Código Produzido

A cada avaliação a ser realizada de acordo com as fases de desenvolvimento deve-se elaborar um *checklist* de acordo com o modelo abaixo. Devem ser documentados, o projeto a ser avaliado, a fase avaliada, a periodicidade com que ocorre tal avaliação, a data de avaliação, o avaliador, o tipo de avaliação, os produtos a serem avaliados bem como o responsável pela etapa. Por fim, devem ser inseridos no *checklist* as atividades e os critérios objetivos definidos para avaliação de cada fase. Caso algum critério objetivo esteja relacionado com algum documento da organização o mesmo deve ser documentado na coluna “Documento Relacionado”.

Checklist de Verificação						
Projeto:						
Fase:						
Periodicidade:						
Data da Avaliação:						
Avaliador:						
Tipo de Avaliação:						
Produtos Avaliados:						
Responsável pela Etapa:						
Atividade	Critério	Documento Relacionado	Conforme	Não Conforme (NC)	Não se Aplica	Id NC

Durante a execução da Garantia da Qualidade para cada critério avaliado deve-se determinar se o mesmo está conforme, não conforme ou não se aplica. Para tal, deve-se marcar um “X” na coluna correspondente. Para cada critério “Não Conforme” deve ser criado um identificador (Id). Tal identificador será utilizado como link para posterior descrição e planejamento de ações corretivas.

Relato de Problemas e Ações Corretivas

As não conformidades detectadas pelo responsável de SQA devem ser registradas e planejadas ações corretivas. Para tal, deve ser definida uma severidade para a ação, bem como um responsável e um prazo para conclusão.

É de responsabilidade do engenheiro de SQA identificar as não conformidades que possuem ações corretivas que expiraram o prazo para conclusão e escalonar tais ações corretivas para o nível hierárquico imediatamente superior ao responsável pela ação e assim sucessivamente, até que a não conformidade seja resolvida, ou seja, identificada como um desvio.

O Registro de não conformidades e ações corretivas deve ser realizado conforme modelo descrito abaixo. Tal modelo de controle de não conformidade deve ser adicionado juntamente com o *checklist* da fase que está sendo avaliada.

Controle de Não Conformidades							
Id NC	Descrição NC	Artefato NC	Prioridade	Ação	Responsável	Prazo	Situação

Ao detectar uma não conformidade o responsável de SQA deve registrar o Id para fazer referência ao identificador descrito no *checklist* de verificação. Além disso, deve descrever a não conformidade encontrada e relacionar ao artefato que originou tal não conformidade. A severidade deve ser classificada de acordo com o impacto da não conformidade para a organização. Por conseguinte, deve ser classificada como alta (quando o impacto da não conformidade for grande e a próxima fase do ciclo de desenvolvimento do produto não puder ser iniciada), média (quando o impacto da não conformidade for médio e houver retrabalho ou mudanças que afetem o cronograma do projeto) e baixa (quando o impacto da não conformidade for baixo e não influenciar no cronograma do projeto).

Definida a severidade deve-se planejar a ação a ser realizada. Caso o engenheiro de SQA não possua conhecimento para definir a ação corretiva, o mesmo deve definir a ação em conjunto com o gerente de projetos, especificando e comunicando o responsável e descrevendo o prazo para conclusão da mesma. Deve-se também classificar a situação da ação corretiva como pendente ou concluída e monitorá-la até a sua conclusão. Ao término da ação corretiva uma nova avaliação deve ser realizada para verificar a conformidade e confirmação da conclusão da ação corretiva.

Ferramentas de Apoio

As ferramentas de apoio para realização das atividades de SQA são:

- Qualitor: Para visualização dos registros das atividades, bem como os padrões de abertura e especificação dos chamados;
- HelpDesk: Para visualização dos cadastros e rastreabilidade entre os requisitos e especificação dos chamados;
- MS Project: Para visualização do cronograma do projeto;
- MS Word: Para visualização da documentação das releases/versões;
- MS Excel: Para visualização do Plano do Projeto e criação dos *checklists* de verificação e do modelo de controle de não conformidades;
- Visual Studio 2008 e Visual Basic 6.0: Para visualização do código fonte a ser avaliado ao longo das atividades de SQA;
- Repositório do processo de Garantia da Qualidade: local onde estarão armazenados os *checklists* de verificação dos processos e projetos da organização.

Treinamentos

Devem ser planejados treinamentos ou capacitações a serem realizadas para execução das atividades de SQA sempre que as atividades ou o processo de desenvolvimento de software da organização sofrerem modificações.