

Verificação de Qualidade de Software: Estudo de Casos de Empresas da Região Metropolitana de Recife

**Trabalho de Conclusão de Curso
Engenharia da Computação**

Carolina Mattos Cavalcanti

Orientador: Prof. Márcio Lopes Cornélio

Recife, julho de 2005



UNIVERSIDADE
DE PERNAMBUCO

Verificação de Qualidade de Software: Estudo de Casos de Empresas da Região Metropolitana de Recife

Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia da Computação

Este Projeto é apresentado como requisito parcial para obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia da Computação pela Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco.

Carolina Mattos Cavalcanti

Orientador: Prof. Márcio Lopes Cornélio

Recife, julho de 2005



Carolina Mattos Cavalcanti

**Verificação de Qualidade de
Software: Estudo de Casos de
Empresas da Região Metropolitana
de Recife**

Resumo

A melhoria do processo de software é importante para que defeitos no produto possam ser evitados ao máximo possível, aumentando a produtividade, cumprindo prazo estabelecido sem necessitar alocar mais recursos e facilitando a manutenção. Por isso, é importante a implantação de processos bem definidos e guiados por conjuntos de normas.

O CMMI (*Capability Maturity Model Integrated*) constitui um arcabouço que acomoda múltiplas disciplinas e é bastante flexível para apoiar duas representações diferentes (por estágio e contínuo). Este trabalho irá abordar o modelo por estágio no Nível 2 de maturação.

É apresentado um estudo de caso que avalia a qualidade de software de algumas empresas de Recife. Foi elaborado um questionário baseado nas sete áreas de processo do modelo de qualidade de software CMMI nível dois por estágio. Tendo dados coletados por meio deste questionário é mostrado um cenário de como estas organizações se apresentam em tais áreas de processo. Os resultados foram relacionados a alguns aspectos de empresas, como se esta possuía alguma certificação e seu porte. Análises e sugestões são apresentadas com a avaliação de resultados encontrados.

Abstract

The improvement of the software process is important so that defects in the product can be prevented to the possible maximum, increasing the productivity, fulfilling stated period established without needing to place more resources and facilitating the maintenance. Therefore, the implantation of processes defined and guided well by sets of norms is important.

The CMMI (Capability Maturity Model Integrated) constitute a framework that accomodates multiple disciplines and are sufficiently flexible to support two different representations (for period of training and continuous). This work will approach the model for period of training in maturation Level 2.

A case study is presented to evaluate the software quality of some companies of Recife. It was elaborated a questionnaire based on the seven areas of process of the model of quality of software CMMI Level 2. Having collected data by this questionnaire, a scene of these organizations are present in such areas of process is given. The results had been related to some aspects of companies as if have some certification and its size. Analyses and suggestions are presented with the evaluation of joined results.

Sumário

Índice de Figuras	v
Índice de Tabelas	vi
Tabela de Símbolos e Siglas	vii
Introdução	9
1 Qualidade de Software	11
1.1 Modelos ISO para qualidade de produto de software	12
1.2 Qualidade de Processo de Software	14
1.2.1 Modelos ISO para qualidade de processo de software	14
1.2.2 Modelos CMM para qualidade de processo de software	15
1.2.3 CMM versus CMMI	17
2 SW-CMMI	21
2.1 Histórico do CMMI	21
2.2 O Modelo CMMI	22
2.3 Seleção de um modelo	23
2.3.1 Representação contínua ou por estágio	23
2.4 Estrutura do modelo por estágio	24
2.4.1 Estrutura do modelo:	24
2.4.2 Níveis de Maturidade:	25
2.4.3 Disciplinas (áreas de Conhecimento) do CMMI	27
1) Engenharia de Sistemas	27
2) Engenharia de Software	28
3) Produtos Integrados e Desenvolvimento de Processos	28
4) Fornecimento de Recursos	28
2.4.4 Categorias dos Componentes de uma Área de Processo	28
2.5 Componentes de Modelo	29
2.6 Comparações de representações de modelo	31
2.7 Nível de Maturidade 2: Gerenciado	32
2.7.1 Gerenciamento de requisitos:	32
2.7.2 Gerenciamento de configuração:	33
SG1 Estabelecer linhas de base:	33
SP1.1 Identificar os Itens de Configuração:	33
SP1.2 Estabelecer um sistema de gerência de configuração:	33
SP1.3 Criar ou liberar linhas de base:	33
SG2 Rastrear e controlar mudanças:	34
SP 2.1 Rastrear mudanças requisitados:	34
SP2.2 Controle dos itens de configuração:	34
SG3 Estabeler integridade:	34
SP3.1 Estabelecer registros de gerência de configuração	34
2.7.3 Garantia de controle de processo e de produto	34

2.7.4	Medição e análise	35
2.7.5	Planejamento de Projeto	36
2.7.6	Controle e monitoramento de projetos	37
2.7.7	Gerenciamento de Sub-Contratação	38
2.7.8	Metas Genéricas	39

3 Estudo de caso: Avaliação de Área de Processo, segundo modelo CMMI

Nível dois 41

3.1	Definindo Modelos e Áreas de Processo	41
3.2	Definindo Método de Avaliação	42
3.2.1	O perfil das empresas apresentadas	42
3.2.2	Definindo o questionário	42
3.2.3	Contactando as empresas	43
3.2.4	Pontuação da avaliação	43
3.3	Resultados da Avaliação e Discussão	44
3.3.1	Avaliando empresas de Recife	44
	Quanto à certificação de empresas	44
	Quanto ao porte das empresas	45
	Respostas de cada área de processo de todas empresas	45
	Respostas de cada área de processo de todas empresas que estão Em Certificação	55

Conclusões e Trabalhos Futuros 56

Índice de Figuras

Figura1. Modelo para qualidade interna e externa.	13
Figura2. Níveis de Maturidade CMM.	16
Figura3. Componentes do Modelo CMMI.	24
Figura4. Certificação de Empresas em Estudo	44
Figura5. Porte de Empresas	45
Figura6. Gerenciamento de Requisitos Empresas	47
Figura7. Planejamento de Projetos Empresas	48
Figura8. Controle e Monitoramento de Projetos Empresas	50
Figura9. Gerenciamento de Sub-Contratação Empresas	51
Figura10. Medição e Análise Empresas	52
Figura11. Garantia e Qualidade o Processo e do Produto Empresas	53
Figura12. Gerenciamento de Configuração Empresas	54

Índice de Tabelas

Tabela 1. Estrutura dos guias das normas ISO/IEC 14598.	14
Tabela 2. Como CMM motiva princípios de gerenciamento de software.	19
Tabela 3. Como CMMI motiva princípios de gerenciamento iterativo de software.	20
Tabela 4. Níveis de Capacidade.	31
Tabela 5. Níveis de Maturidade.	31

Tabela de Símbolos e Siglas

CBA IPI - Based Appraisal for Internal Process Improvement;
CMMI – Capability Maturity Model Integrated;
DPPI - Desenvolvimento de Produtos e Processos Integrados ;
EIA/IS 731 - Electronic Industries Alliance Interim Standard;
IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers;
ISO – International Standart Organization;
NBR – Nomas Brasileiras;
MPE – Micro e Pequena Empresa;
PA – Process Área;
SCE - Software Capability Evaluation;
SEI - Software Engenier Institute;
SPA - Software Process Assessment;
SPI - Software Process Improvement;
SG – Meta Específica;
GG – Meta Genérica;
SP – Prática Específica;
GP – Prática Genérica;
CO – Compromissos a Executar;
AB – Habilidades a Executar;
DI – Direcionando a Execução (Diretrizes);
VE – Verificando a Implementação.

Agradecimentos

Este trabalho reflete a conclusão de uma fase importante e marcante em minha vida, pois representa o resultado de um grande esforço de pesquisa, aplicação e doação, numa área de meu interesse na qual estarei sempre tentando adquirir novos conhecimentos e promovendo sua evolução. Marca sim o término de mais uma fase – graduação – e início de outra fase em minha vida acadêmica e profissional.

Agradeço acima de tudo a Deus.

A minha família que sempre apóia minhas decisões e convicções, em especial a meus pais, Guiomar e George, a meus irmãos que muito me apoiaram ao longo do curso, Raquel, Lidia e George Júnior.

A minha querida avó materna, Tereza Mattos, onde fiquei hospedada e fui acolhida com carinho desde que comecei a estudar para o vestibular até a metade dos períodos cursados.

Aos meus queridos avós paternos, Lourdes e Ednilson, que muito me acolheram com muito carinho e conselhos nesta minha caminhada de estudos universitários e profissionais.

A meus padrinhos, tia Fátima e tio Alfredo, pelo carinho e acolhimento nesta minha caminhada universitária e alavanca inicial ao profissionalismo. E aos meus primos mais velhos, Henrique, Caia e Petrus, amigos, na hora das alegrias e tristezas.

A meus tios maternos e paternos muito acolhedores e carinhosos.

A meu amor, Thiago Mauad, incentivador de minhas realizações de estudos e conquistas profissionais, sempre acreditando em mim.

Agradeço de maneira especial ao Prof. Márcio Lopes Cornélio pela disponibilidade, receptividade e orientações constantes, que tornaram realização deste trabalho possível.

Agradeço a todos que constituem Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco, que possibilitaram minha formação, rumo a um dos melhores centros de referência do país.

A meus colegas de sala, em especial Rodrigo Brayner, Bruna Bunzen, Adélia Barros, Juliana Lima, amigos, conselheiros e companheiros.

Introdução

Os processos para o desenvolvimento de software são muito importantes pois, sem tratar adequadamente os requisitos, os riscos de fracasso do seu projeto serão altíssimos, isto é, não é apenas necessária a tecnologia ou infra-estrutura que empresas utilizam para desenvolver software. Utilizando-se do modelo CMM[1] ou CMMI[7], uma organização rapidamente percebe que gerenciar requisitos passa a ser uma exigência básica logo no primeiro nível (Nível 2) de maturação.

O modelo CMM é um conjunto de práticas adotadas pela organização para criar condições adequadas para que haja evolução de boas práticas de engenharia de software. Este foi criado em 1990 pelo Departamento de Defesa dos EUA.

Este modelo veio suprir a grande deficiência detectada em gerenciamento por parte do contratado e contratantes e observou-se que o maior problema não é de desempenho técnico. A indústria de software sentiu ser necessário desenvolver ferramentas, métodos e modelos de desenvolvimento de software baseados em processos. Tais processos serão fundamentais na qualidade de software produzido e na produtividade alcançada no projeto e além do mais, vêm se tornando um setor de mais investimento em organizações que desejam melhorar sua competitividade no mercado[6].

O CMMI é uma evolução do CMM, e integra modelos de capacidade e maturidade, aumentando a complexidade e exigência deste novo modelo, e é um conjunto coeso de modelos integrados. O foco do trabalho é o Nível 2, e neste, os projetos passam a ser gerenciados e é possível estabelecer pontos de controle do progresso do projeto e o sucesso do produto é mais previsível. Baseado neste nível de maturação, o questionário foi elaborado.

Empresas de software de Recife demonstram-se ativas no interesse de certificação em qualidade de software, mesmo empresas de pequeno e médio porte. O que pode se perceber, nos dias de hoje, é que a melhoria de processos com a avaliação CMMI é vista como um diferencial na vantagem competitiva para empresas se inserirem no mercado global e até para garantir licitações governamentais.

1. Objetivos e justificativas

O objetivo principal deste trabalho é explanar um quadro geral sobre algumas empresas de software de Recife relativos à melhoria dos processos. São identificadas as áreas de processo, segundo o modelo CMMI nível 2 por estágio, que mais se destacam. São obtidas metas e objetivos de cada organização com a aplicação do questionário.

As áreas de processo são analisadas segundo uma pontuação elaborada. São reconhecidos os processos mais estabelecidos e de maior consistências. É feita uma crítica sobre processos da organização do modelo CMMI. Finalmente, são destacados processos que mais precisam de melhorias e sugestões.

O estudo de caso em Recife motiva-se por qualidade de software estar sendo uma área difundida e vista como fundamental por várias organizações de software. Por isso, é

interessante retratar como empresas de software estão caminhando em termos de certificação em qualidade de software especialmente no modelo CMMI nível 2 por estágio.

2. Estrutura do trabalho

Esta monografia está estruturada da seguinte maneira:

O Capítulo 1 apresenta modelos de qualidade de software vigentes no mercado, tanto para produto como para desenvolvimento e uma breve comparação entre CMM e CMMI.

O Capítulo 2 apresenta o modelo CMMI dando ênfase no nível dois por estágio e suas áreas de processo.

O Capítulo 3 descreve a elaboração do questionário e a metodologia para avaliação de empresas.

O Capítulo 4 demonstra os resultados e as análises relacionadas a estes.

Em Conclusão e trabalhos futuros, estão o fechamento do trabalho, as conclusões e as perspectivas para trabalhos futuros.

O Apêndice A contém dois anexos, o primeiro, o questionário utilizado para a avaliação de empresas e o segundo, há o mapeamento de metas específicas e genéricas e suas práticas e subpráticas com as questões.

O Apêndice B contém gráficos de cada empresa e suas respostas em cada uma área de Processo de CMMI nível por estágio.

O Apêndice C apresenta tabelas com média e desvio padrão para todas empresas em cada área de Processo de CMMI nível por estágio.

O Apêndice D contém tabelas com média e desvio padrão de empresas em certificação em cada área de processo de CMMI nível por estágio.

Capítulo 1

Qualidade de Software

O desenvolvimento de software com elevada produtividade, dentro do prazo estabelecido, sem necessitar de mais recursos do que aqueles alocados, assegurando um software de qualidade, têm sido um desafio da Engenharia de Software [6]. Qualidade não é apenas um diferencial de mercado para a empresa conseguir vender e lucrar mais, é um pré requisito que a empresa deve conquistar para conseguir colocar o produto no Mercado Global. O conceito de qualidade e sua aplicabilidade vem sendo cada vez mais difundida em diversos setores empresariais e industriais.

É importante a utilização de modelos de qualidade que permitam estabelecer e avaliar os requisitos de qualidade com um processo de avaliação bem definido e estruturado. A qualidade de software diz respeito ao mesmo estar de acordo com as normas internacionais de qualidade [2,3].

A melhoria do processo de software é importante para que defeitos no produto possam ser evitados ao máximo possível, aumentando a produtividade e facilitando a manutenção. Por isso, é importante a implantação de processos bem definidos e guiados por conjuntos de normas. As práticas de qualidade devem ser aplicadas não somente ao processo, mas produtos de software também podem ser avaliados segundo normas internacionais.

Segundo a atual norma brasileira sobre o assunto (NBR ISO 8402), qualidade é: “A totalidade das características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer às necessidades explícitas e implícitas” [2].

Pessoas com interesses diferentes possuem visões distintas a respeito da qualidade de um software. Clientes consideram se o software atendem suas necessidades. Desenvolvedores vêem qualidade através de medidas de suas propriedades que são comparadas com indicadores de qualidade pré-estabelecidos. Em geral, o setor de desenvolvimento de software tem a visão estrita de que um produto de qualidade é aquele com um custo mínimo associado ao retrabalho durante o desenvolvimento e após a entrega do produto.

Ao longo do processo de desenvolvimento de software os desenvolvedores traduzem os requisitos em software. É certo que a qualidade de software está diretamente ligada à qualidade dos processos utilizados para o desenvolvimento [2,3]. Um bom processo de desenvolvimento de software deve capacitar a organização à construção de produtos de boa qualidade.

Por isso, devem ser aplicados princípios de qualidade de software definidas por normas internacional como a série ISO 9001. Além destas, muitas outras organizações nacionais e internacionais promovem padrões que descrevem sistemas de qualidade para serem adotadas por empresas, a exemplificar o CMM (Capability Maturity Model) [9,1,2,5] e o CMMI (Capability Maturity Model Integration) [7,8,9] que é uma evolução do CMM.

Um aspecto interessante da qualidade é que não basta que ela exista. Ela deve ser reconhecida pelo cliente. Por causa disso, é necessário que exista algum tipo de certificação oficial, emitida com base em um padrão, como por exemplo os certificados de qualidade da série ISO 9001 [2,3,5].

Mesmo com processos de software bem definidos, controlados e de boa qualidade, é indispensável que sejam considerados aspectos e mecanismos próprios de avaliação da qualidade dos produtos de software, resultantes do processo de desenvolvimento. Na próxima seção descrevemos modelos de qualidade de produto de software.

1.1 Modelos ISO para qualidade de produto de software

A avaliação do produto de software [2,3,4] tem sido usada para medir o grau de qualidade do mesmo. O processo de avaliação pode ser feito ao longo do processo de desenvolvimento de software ou ao final do mesmo, tendo como objeto de análise o produto de software resultante de processo de desenvolvimento.

Atualmente, com o objetivo de satisfazer as expectativas mínimas de um cliente quanto ao software, a avaliação de software deve levar em consideração algumas características que serão detalhadas abaixo. Por isso, há um conjunto de normas e padrões de qualidade segundo a ISO/IEC 9126 [2,3,4] para avaliação de produto de software. O processo de avaliação dos produtos de software está definido no conjunto de normas ISO/IEC 14598 [10,11,12], que deve ser utilizada em conjunto com a série ISO/IEC 9126. A norma ISO/IEC 12119 [13] aborda de maneira simplificada a definição de requisitos de qualidade em pacotes de software.

O modelo de qualidade de produto ISO/IEC 9126 [2,3,4] pode ser utilizado de diferentes maneiras por diferentes atores, sejam eles o usuário, o desenvolvedor e o gerente de desenvolvimento. A ISO 9126 define as seguintes características a serem avaliadas: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. Cada uma dessas características possuem subcaracterísticas que devem ser satisfeitas para a avaliação do produto de software. Suas descrições segundo a ISO 9126:

- **Funcionalidade:** Capacidade do produto de software fornecer funções que satisfazem necessidades explícitas ou implícitas quando o software é usado sob condições especificadas.
- **Confiabilidade:** Capacidade do produto de software manter o nível de desempenho especificado quando usado sob as condições especificadas.
- **Usabilidade:** capacidade do produto de software de ser entendido, ser aprendido e ser atraente ao usuário quando usado sob as condições especificadas.
- **Eficiência:** Capacidade do produto de software fornecer o desempenho adequado, relacionado à quantidade de recursos usados, sob condições estabelecidas.
- **Manutenibilidade:** Capacidade do produto de software de ser modificado. As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptação do software a mudanças no ambiente, nos requisitos e nas especificações funcionais.
- **Portabilidade:** Capacidade do produto de software ser transferido de um ambiente para outro.

A Figura 1 ilustra as características para avaliação de produto de software.

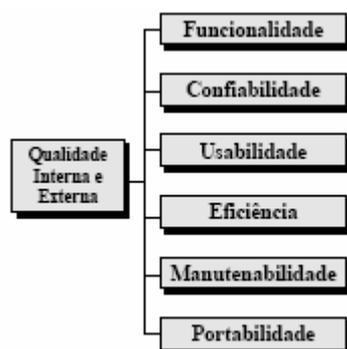


Figura 1. Modelo para qualidade interna e externa [4].

A qualidade de produtos deve ser avaliada de acordo com os tipos de aplicações e tecnologias de desenvolvimento. Será apresentado um exemplo em que foram identificadas características específicas de qualidade.

O software educacional tem por característica o ensino e interação com o aluno de tal forma que este tenha o aprendizado direcionado com autonomia e iniciativa. Dentre as importantes características a serem consideradas na avaliação deste tipo de software estão as de funcionalidade e usabilidade, a qual necessita prover uma interação do usuário com o tal software. Possui algumas subcaracterísticas como: condução, meios para aconselhar, informar e conduzir o usuário e sua interação com o computador; afetividade, avaliando se o software considera aspectos psicológicos do aluno que poderá desencadear; consistência, se a concepção da interface é conservada idêntica em contextos idênticos; e diferentes, em contextos distintos; significado dos códigos e denominações: avalia se as informações apresentadas ou solicitadas estão corretas; gestão de erros: avalia o mecanismo que permitem evitar ou reduzir ocorrência de erros, verificando os mecanismo de correção. Além do software educacional existem outros exemplos que podem ser considerados, tal como o software médico [2].

A norma ISO/IEC 12119 [3,13] visa à qualidade de pacotes de software através de: documentação do usuário de fácil compreensão, com sumário e índice; manual de instalação com instruções detalhadas; possibilidade de verificar se uma instalação foi bem sucedida; especificação e verificação de valores limites para todos dados de entrada; consistência de vocabulário entre as mensagens e a documentação. Esta norma é aplicável à avaliação de pacotes de software na forma em que são oferecidos e liberados para uso no mercado. Pacote de software é entendido como o conjunto completo e documentado de programas fornecidos a diversos usuários para uma aplicação ou função genérica. Os potenciais usuários desta norma são fornecedores, entidades certificadoras, laboratório de testes, entidades de credenciamento, auditores de laboratório de testes, compradores e usuários que podem se beneficiar com produtos melhor especificados.

A norma ISO/IEC 14598 [3,13] contém um conjunto de guias para avaliação do software contendo diferentes visões: de quem desenvolve, de quem adquire, de quem faz certificação de software. Inclui modelos para relatórios de avaliação, técnicas para medição de características, documentos necessários para avaliação e fases de avaliação. A Tabela 1 ilustra esta norma, seu guia e sua estrutura. Esta norma deve ser usada em conjunto com a série ISO/IEC 9126.

Tabela 1. Estrutura dos guias das normas ISO/IEC 14598 [3].

Norma	Título Resumido	Enfoque
14598-1	Parte 1: Visão Geral	Visão geral da estrutura dessa série de Normas e dos processos de avaliação.
14598-2	Parte 2: Planejamento e Gerenciamento	Atividades de planejamento e gerenciamento do processo e avaliação.
14598-3	Parte 3: Processo para a Equipe de Desenvolvimento	Atividades de avaliação durante o processo de desenvolvimento de software.
14598-4	Parte 4: Processo para o comprador	Atividades de avaliação no processo de seleção para aquisição de software.
14598-5	Parte 5: Processo para o Avaliador	Ciclo de vida de avaliação, com definição das atividades, incluindo relações entre avaliador e requisitante.
14598-6	Parte 6: Módulos de avaliação	São pacotes estruturados de métodos e ferramentas, para apoio de suas partes relacionadas.

1.2 Qualidade de Processo de Software

Um processo de software bem definido é muito importante, pois, a partir deste, pode-se estabelecer um plano para o desenvolvimento do projeto. A qualidade de processo de software ter no aumento da qualidade do produto reduzindo o retrabalho, obtendo maior produtividade e diminuindo o tempo de desenvolvimento. Assim, aumenta a competitividade de companhias que obtêm maior precisão nas estimativas de planejamento. Um dos benefícios indiretos da qualidade está relacionado à melhoria da satisfação do cliente e condições de trabalho.

1.2.1 Modelos ISO para qualidade de processo de software

Práticas de qualidade são aplicadas a todas as etapas de desenvolvimento. As normas ISO 9001 [2,3,5] foram desenvolvidas para aplicação em qualquer setor produtivo. Para facilitar sua aplicação em qualidade de software, a ISO desenvolveu o guia ISO 9000-3 [2,3,5]. Outra norma da ISO para aplicação em desenvolvimento de software é a ISO 12207 [2,3,5], que trata dos processos de ciclo de vida de software. A abordagem dessas normas da série ISO é fundamentada nos preceitos da documentação do sistema de qualidade que estabelece a visão da empresa com relação aos interesses e necessidades dos clientes e por isso resulta na percepção desses. A abordagem da ISO para qualidade é considerada uma das mais antigas e estabelecidas para a indústria em geral e tem alguma penetração nas empresas de software.

Na norma ISO/IEC 12207, os processos que envolvem ciclo de vida de software são agrupados em classes que representam sua natureza. Cada processo é definido em termos de suas próprias atividades e cada uma é adicionalmente definida em termos de suas tarefas:

- Processos fundamentais: atendem ao início, execução do desenvolvimento, operação ou manutenção de software durante o seu ciclo de vida.
- Processos de apoio: provêm suporte aos outros processos.
- Processos organizacionais: implementam uma estrutura constituída de processos de ciclo de vida e pessoal associados, melhorando continuamente a estrutura e os processos.

- Processo de adaptação: define as atividades necessárias para adaptar a norma para sua aplicação na organização ou em projetos.

Esta norma é flexível do ponto de vista da Engenharia de Software podendo ser usada em qualquer método ou técnica da área, qualquer modelo de ciclo de vida (cascata, incremental, evolutivo etc.) e quaisquer linguagens de programação. Implementa os princípios de gerência de qualidade executando três etapas básicas: Integração de qualidade no ciclo de vida; processo de garantia de qualidade e processo de melhoria.

A norma ISO/IEC 9000-3 estabelece um guia para facilitar a aplicação da ISO/IEC 9001 para desenvolvimento, suporte e manutenção de software. A ISO/IEC 9001 é um padrão internacional que “especifica requisitos para um sistema gerencial de qualidade de uma organização”, o que dificulta adaptação da norma para software, pois é aplicada a qualquer organização.

A norma ISO/IEC 15504 [3,10,11,12] está sendo desenvolvida desde 1993 pela ISO em conjunto com a comunidade internacional através do projeto SPICE [3,10,11,12] (*Software Process Improvement and Capability dEtermination*) com base nos modelos já existentes como ISO 9000 e CMM.

Em outubro de 2003, a norma ISO/IEC 15504 (SPICE) para a avaliação de processos de software foi oficialmente publicada pela ISO. Esta define um modelo bi-dimensional que tem por objetivo a realização de avaliações de processos de software com o foco da melhoria dos processos (gerando um perfil dos processos, identificando os pontos fracos e fortes, que serão utilizados para a elaboração de um plano de melhorias) e a determinação da capacidade dos processos viabilizando a avaliação de um fornecedor em potencial.

Uma das vantagens desta norma é que integra padrões existentes de forma muito flexível. Mas, sua aplicação na prática requer muito esforço, tempo e experiência consideráveis, o que complica sua aplicação em micro e pequenas empresas de software. O projeto 15504MPE[LQPS] - submetido ao PBQP - Software (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade em Software) no ciclo 2004, pelo LQPS (Laboratório de Qualidade e Produtividade de Software) – UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí) em parceria com o CenPRA (Centro de Pesquisas Renato Archer) e o centro GeNESS (Centro de Geração de Novos Empreendimentos em Software e Serviços) - desenvolveu um método que adapta a norma ISO/IEC15504 às características e limitações específicas para estes tipos de empresas de pequeno porte. Os resultados deste projeto agregam valor e aplicabilidade na melhoria do processo de software e serve de apoio no aumento da competitividade no mercado nacional e internacional de empresas brasileiras [16]. Na dimensão do processo, estes são agrupados em cinco categorias de acordo com o tipo de atividades de executam. Cada processo é descrito em termos de um propósito que exprime um único objetivo funcional.

Na dimensão de capacidade é estabelecida a graduação de capacidade em seis níveis. A determinação de capacidade dos processos está relacionada com a análise dos perfis de capacidades propostos para os processos selecionados versus o perfil das capacidades a atingir. Esta relação permite identificar os riscos envolvidos na gestão de um projeto usando os processos em questão.

1.2.2 Modelos CMM para qualidade de processo de software

A abordagem CMM [1,2,5,9] é mais recente e foi desenvolvida especialmente para software. O CMM é uma marca registrada da SEI (*Software Engineering Institute*). Este modelo é construído a partir do conceito de processo. Na medida em que a maturidade dos processos de software evoluem em uma determinada empresa, os processos passam a ser mais definidos e efetivos. O

CMM está organizado em uma série de práticas, organizadas em cinco níveis crescentes de maturidade.

Cada nível de maturidade agrega áreas chave de um processo de software. Cada área chave é detalhada nas práticas-chave a serem cumpridas na implantação do modelo. Estas práticas chaves especificam o que deve ser feito, exigindo documentos, treinamentos ou políticas definidas para atividades, mas nunca especificam o modo como devem ser implementadas. Cada área possui um conjunto de metas que, se satisfeitas rotineiramente, tendem a aumentar a capacitação do processo em produzir resultados previsíveis, assegurando a qualidade.

O CMM fornece e descreve um caminho de melhoria evolutiva a partir de um processo *ad hoc* para um processo maduro e altamente disciplinado. Na Figura 2 são ilustradas as várias etapas de maturação de processo de desenvolvimento de software segundo CMM.

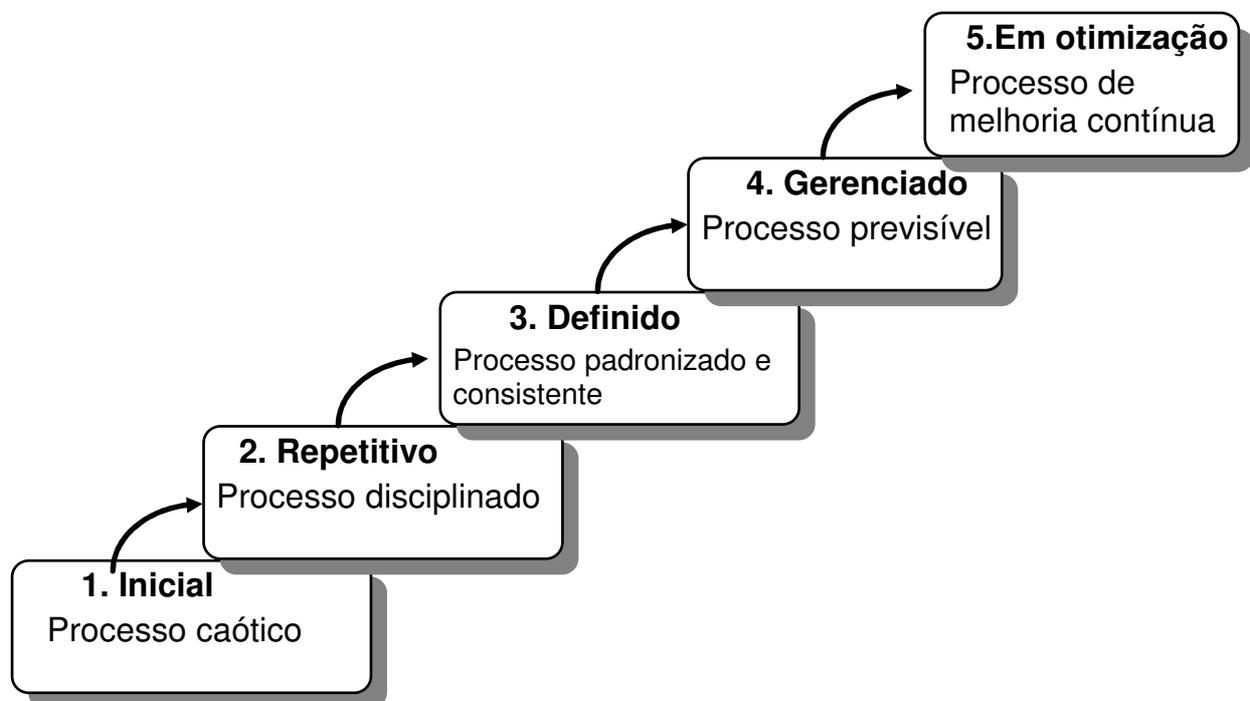


Figura 2. Níveis de maturidade CMM [18].

No nível 1 (Inicial), as qualidades, os procedimentos e conhecimento pertencem às pessoas, e não ao processo. Não há controle de requisitos e o cliente só os avalia na entrega do produto. Os cronogramas, orçamentos, funcionalidades e qualidade do produto são geralmente imprevisíveis.

No nível 2 (Repetitivo), a evolução dos requisitos é controlada de tal forma que o cliente possa avaliá-los ao final de cada marco do projeto. São estabelecidas políticas para gerenciar projetos de desenvolvimento de software bem como procedimentos para implementá-las. O planejamento de novos projetos é baseado em experiências anteriores de projetos semelhantes, já realizados. Para cada projeto são estabelecidos processos que são definidos, documentados, praticados, executados, treinados, medidos, obedecidos e passíveis de melhoria.

No nível 3 (Definido), os processos utilizados são estabelecidos e padronizados em toda a organização. Os envolvidos (gerentes e técnicos) conhecem seus papéis, responsabilidades e a forma com que as atividades interagem entre si. O processo padrão e os processos utilizados para

desenvolver e manter software estão documentados. Tanto os processos gerenciais quanto os técnicos passam a ser repetitivos. Esses processos pertencem à organização e não a uma ou mais equipes.

No nível gerenciado (Nível 4), a organização estabelece metas quantitativas para os seus produtos e processos. O cliente passa a ter um entendimento quantitativo da capacitação e do risco antes do projeto iniciar. A capacitação do processo de software para organizações deste nível é quantificável e previsível.

No nível otimizado (Nível 5), a organização como um todo estará engajada na melhoria contínua de seus processos. É realizada rotineiramente a melhoria do processo como um todo. Melhorias em processos e tecnologias são planejadas e executadas como parte das atividades de rotina.

O modelo CMM é comparável à norma ISO 9001, em particular à norma 9000-3. Pode haver um perfil de empresa certificada em ISO que satisfaz a determinadas áreas chave no CMM, mas em nível 1 do CMM. Entretanto, essa empresa teria pontos fortes significativos nas áreas chave do nível dois e três, ou seja, poderia satisfazer algumas características de áreas chave deste nível. Pode haver empresas que estejam no nível 1 do CMM e que consigam certificação ISO 9001. Mas é muito provável que uma empresa que obtenha e mantenha um certificado ISO 9001 tenha maturidade medida no nível dois na escala CMM. Para uma empresa Nível 3 conseguir certificação da série ISO 9001 deve atender a alguns requisitos a mais de elementos normativos desta norma mas empresa Nível 2 não deve encontrar muitas dificuldades em satisfazer os requisitos da ISO 9001.

1.2.3 CMM versus CMMI

De acordo com Royce [9], o modelo inicial de CMM, foi desenvolvido pela SEI e especificamente destinado à maturação de processo de software. Seu primeiro lançamento em 1990, e depois sua adoção com sucesso e uso em muitos domínios, outros CMMs foram desenvolvidos para outras disciplinas e funções tais como Engenharia de Sistemas, pessoas, desenvolvimento de produto integrado, aquisição de software, e outros. Apesar de muitas organizações acharem estes modelos úteis, eles também encontram problemas causados por sobreposições, inconsistências e integração. Muitas organizações também encontram conflitos de auditoria ou programas de melhorias de software entre estes modelos e ISO 9001.

O projeto CMM Integration (CMMI) [9] foi concebido como uma iniciativa para integrar os diversos CMMs dentro de um conjunto de modelos integrados. Os modelos que serviram como a base para CMMI inclui: CMM para Software v2.0 (Draft C), EIA-731 Engenharia de Sistemas, e IPD CMM (IPD) v0.98 [7, 8].

Alguns casos associados com a prática de CMM estão repetindo sintomas do modelo tradicional em cascata [6] e processo excessivamente baseado em gerenciamento. A atividade de medição baseada em gerenciamento está mais alinhada com seqüencial, ou seja, paradigma de atividade baseada em gerenciamento de processo em cascata [6] (por exemplo, fazer atividades de requisitos, integração de atividades e teste de sistema). Isto provavelmente explica porque muitas perspectivas de organizações em CMM seguem princípios de mentalidade de cascata.

Alternativamente, técnicas de desenvolvimento iterativo, melhores práticas de indústria de software, e motivações econômicas guiam organizações a tornarem uma abordagem baseada em resultados: desenvolvimento de casos de negócio, visão e protótipo de solução; elaboração dentro de uma arquitetura de linha de base; elaborar dentro de lançamentos utilizáveis; e então finalizar

dentro de campos lançados. O CMMI integra muitas das melhores práticas da indústria moderna, e isto desencoraja padrões de alinhamento com mentalidade de cascata.

Uma maneira de analisar o alinhamento de CMM e CMMI com modelo cascata e desenvolvimento iterativo [6], respectivamente, é observar se cada área-chave de processo motiva princípios de gerenciamento de software para estas duas diferentes abordagens de desenvolvimento. Primeiro, são definidos os princípios de gerenciamento de software. Durante os últimos 10 anos, Walker Royce compilou dois princípios de gerenciamento (Walker Royce é Vice Presidente e Gerente Geral de Serviços Estratégicos da Rational Software Corporation) [9]: uma para suceder com modelo convencional, cascata e um para suceder com um modelo moderno, iterativo. Estes dez princípios não tem base científica e fornecem apenas uma descrição grosseira de padrões para sucesso com seus respectivos gerenciamentos. Apesar disto, eles fornecem um *framework* adequado, segundo a visão de Walker Royce, que CMM é alinhado com a mentalidade cascata, enquanto que CMMI é mais alinhado com uma mentalidade iterativa.

A Tabela 2 identifica quais princípios em que cada conjunto são diretamente motivados por áreas-chave de processo de CMM. Os julgamentos são baseados apenas em evidências, experiências e opiniões de muitos profissionais da *Rational* (A *Rational* é bem conhecida pelo seu investimento em orientação em objetos. A empresa foi a criadora da UML (*Unified Modeling Language*), assim como de várias ferramentas que a suportam, sendo a mais conhecida o Rational Rose). Além do mais, estes princípios são baseados em observações de práticas padrões e inércia organizacional de quem está em CMM.

A Tabela 2 mostra, que as áreas chaves de processo de CMM motivam mais diretamente mais que princípios convencionais mas tem pequena influência em princípios modernos, segundo Walker Royce.

Tabela 2. Como CMM motiva princípios de gerenciamento de software [9].

Motivação para Princípios Cascata	Motivação para Princípios Iterativo
CMM motiva diretamente a organização a aplicar estes princípios	CMM motiva diretamente a organização a aplicar estes princípios
Congela requisitos antes de projetar	Estabelece um ambiente de gerenciamento de mudança.
Mantém rastreamento entre todos artefatos.	Instrumenta o processo para objetivo de controle de qualidade.
Documenta e mantém o projeto.	Estabelece um processo escalável e configurável.
Aferição de qualidade com uma equipe independente.	CMM é neutro; não motiva nem desmotiva organização a aplicar estes princípios
Inspeciona tudo.	Ataca riscos o mais cedo com um ciclo de vida iterativo
Planeja tudo cedo com alta fidelidade.	Enfatiza desenvolvimento baseado em componente.
Controla linhas de base de código rigorosamente.	
CMM é neutro; não motiva nem desmotiva organização a aplicar estes princípios	Aumenta a liberdade de mudança com ferramentas para engenharia “round-trip”.
Permite codificação antes de uma revisão detalhada do projeto.	Uso rigoroso de notação de projeto baseada em produto.
Uso de linguagem de programação de alta ordem	
Completar teste de unidade antes da integração	CMM desmotiva a organização a aplicar estes princípios
	Foca o processo em arquitetura primeiro. Usa demonstração baseada em avaliação de artefatos intermediários.
CMM desmotiva a organização a aplicar estes princípios	Planeja lançamentos com envolver níveis de detalhe.

O resultado de alinhamento de CMMI e princípio de gerenciamento iterativos e mais expressivo são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3. Como CMMI motiva princípios de gerenciamento iterativo de software[9].

Alinhamento de CMMI com princípios interativos
CMMI motiva diretamente a organização a aplicar estes princípios
Ataca riscos o mais cedo com um ciclo de vida iterativo
Estabelece um ambiente de gerenciamento de mudança
Aumenta a liberdade de mudança numa engenharia “round-trip”.
Instrumenta o processo para controle de qualidade objetivo
Estabelece um processo escalável e configurável
CMMI é neutro; não motiva nem desmotiva organização a aplicar estes princípios
Foca o processo inicialmente em arquitetura
Enfatiza desenvolvimento baseado em componente
Usa de rigorosa notação de projeto baseada em modelos
Enfatiza aferição baseada em demonstração
CMMI desmotiva a organização a aplicar estes princípios
Liberação de planejamento com níveis de detalhes crescentes

Esta análise é baseada em observações, segundo Walker Royce, da indústria e práticas padrões, em vez de intenções de CMMI.

Segundo a visão de Walker Royce, organizações devem começar a transição de CMM para CMMI. O CMM tem feito um grande serviço na indústria de software focando mais atenção no processo de software, mas já é tempo para CMM dar a vez para um caminho novo, melhorado, o CMMI.

Capítulo 2

SW-CMMI

Grande parte do conteúdo deste capítulo é uma tradução livre da documentação oficial do SEI[19] referente ao modelo CMMI [7,8].

O CMMI – *Capability Maturity Model Integration* foi desenvolvido pelo SEI – *Software Engineering Institute* (Instituto de Engenharia de Software) – sediado na CMU – *Carnegie Mellon University* – em Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos.

O SEI é um centro de pesquisa e desenvolvimento criado em 1984 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e é patrocinado pelo OUSD (*Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology*). O SEI tem por missão aprimorar a prática de Engenharia de Software. As áreas de atuação do SEI são: capacitação de gerência de software, tecnologia para a engenharia, e aptidão para a transição. O SEI focaliza a transição tecnológica, ou seja, o desenvolvimento e a adoção das melhores práticas de engenharia de software.

Como outros CMMs (como engenharia de sistemas, engenharia de software, aquisição de software), os modelos CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) fornecem um guia a ser usado para o desenvolvimento de processos. Os reais processos usados em uma organização dependem de muitos fatores, incluindo domínios de aplicação e estrutura e tamanho de organização. Em particular, as áreas de processo de um modelo CMMI tipicamente não mapeiam diretamente com processos usados em outra organização.

2.1 Histórico do CMMI

O projeto de CMMI foi desenvolvido para fornecer um guia que encoraja o melhoramento de processos em organizações de qualquer estrutura. Desde 1991, modelos de maturidade foram desenvolvidos para as mais diversas disciplinas. Algumas das mais notáveis incluem modelos para engenharia de sistemas, engenharia de software, aquisição de software, gerenciamento de *workforce* e desenvolvimento, e Produto Integrado e Desenvolvimento de Processo.

Apesar desses modelos provarem utilidade em muitas organizações, o uso de múltiplos modelos tem sido problemático. Muitas organizações gostariam de focar seus esforços de melhoramento através de suas disciplinas. Entretanto, as diferenças entre os modelos específicos dessas disciplinas, incluindo sua arquitetura, conteúdo, e acesso, tem limitado as habilidades das organizações de focarem seus melhoramentos com sucesso. Além disso, aplicar modelos que não são integrados em uma organização torna mais caros treinamento, avaliação, e atividades de

melhoramento. Um conjunto de modelos que, com sucesso, se destina a múltiplas disciplinas e tem treinamento integrado e suporte de avaliação resolve estes problemas.

O projeto CMM Integration foi formado para resolver o problema de usar múltiplos CMMs. A missão do grupo de produto CMMI foi combinar três modelos — (1) *Capability Maturity Model for Software* (SW-CMM) v2.0 draft C, (2) Electronic Industries Alliance Interim Standard (EIA/IS) 731, e (3) Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM) v0.98 — dentro de um único arcabouço de melhoramento para uso de organizações aspirando melhoramento dos processos como um todo.

Desenvolver um conjunto de modelos integrados tem envolvido mais que uma simples adição de materiais de modelos existentes juntos. Usando processos que promovem consenso, o grupo de produto CMMI construiu um arcabouço que acomoda múltiplas disciplinas e é bastante flexível para apoiar duas representações diferentes (por estágio e contínuo).

Usando informação de modelos populares e observados como material de pesquisa, o grupo de produto CMMI criou um conjunto coeso de modelos integrados que podem ser adotados por aqueles outros usuais CMMs, bem como por seus novos conceitos CMMI.

Durante a fase de desenvolvimento de projeto CMMI, a missão do grupo incluía o desenvolvimento de um arcabouço comum para apoiar a futura integração de outros modelos CMMI de disciplinas específicas. Além do mais, a missão do grupo incluiu o objetivo de garantir a consistência e compatibilidade de produtos desenvolvidos com ISO/IEC 15504 para avaliação de processo de software.

A versão de CMMI 0.2 (2002) foi revisada em público e usada em atividades-piloto iniciais. Após o lançamento desta versão, melhoramentos foram guiados por requisições de mudanças de revisão pública, organizações-piloto, e vários focus de sessões de grupo. O grupo de produto CMMI avaliou mais que 3.000 requisições de mudanças para criar a versão 1.0. Pouco tempo depois, a versão 1.02 (2002) foi lançada, a qual incorporou diversos melhoramentos menores. Como com qualquer lançamento, entretanto, a oportunidade para melhoramento futuro permaneceu. Versão 1.1 (2003) acomoda mais melhoramentos de uso recente como bem mais que 1.500 mudanças requeridas.

2.2 O Modelo CMMI

O propósito de CMM *Integration*[8] é fornecer um guia para melhorar processos de organizações e sua habilidade de gerenciar o desenvolvimento, aquisição, e manutenção de produtos ou serviços. O CMM *Integration* através de sua estrutura, ajuda a organização, avaliar sua maturidade organizacional ou capacidade em área de processo, estabelecendo prioridades para melhoramento, e implementação desses melhoramentos.

A suíte de produtos CMMI contém e é produzida por um arcabouço que fornece a habilidade para gerar múltiplos modelos e materiais de avaliação e treinamento associados. Estes modelos podem refletir conteúdo de *corpus* (tais como, engenharia de sistemas, engenharia de software, produto integrado e processo de desenvolvimento) em combinação ao mais útil para a organização (CMMI-SE/SW, CMMI-SE/SW/IPPD/SS).

A organização pode usar um modelo de CMMI para ajudar a estabelecer objetivos e prioridades do melhoramento de processos, melhoria de processos, e fornece um guia para garantir estabilidade, processos estáveis e maduros.

É recomendável usar julgamento profissional para interpretar práticas genéricas e específicas de CMMI. Embora áreas de processo descrevam o comportamento que deve ser exibido em qualquer organização, todas as práticas devem ser interpretadas usando um

conhecimento profundo de modelo CMMI, da organização, do ambiente de negócios, e de circunstâncias envolvidas.

2.3 Seleção de um modelo

Há múltiplos modelos CMMI disponíveis gerados a partir do arcabouço CMMI. Conseqüentemente, é necessária uma preparação para decidir qual modelo CMMI melhor se adequa a uma organização, de acordo com as necessidades de melhoria de processo da organização. Deve ser selecionada a representação, contínua ou por estágios, e quais corpos de conhecimento, serão incluídos no modelo que a organização usará.

2.3.1 Representação contínua ou por estágio

Há muitas razões para selecionar uma representação ou outra. Talvez a organização escolherá usar a representação com qual é mais familiar. A seguinte lista descreve algumas das possíveis vantagens e desvantagens de com qual selecionar cada uma das duas representações.

2.3.1.1 Representação Contínua

Se escolher a representação contínua para a organização o modelo fará o seguinte:

- Permite selecionar a ordem e melhoria que mais se adequa aos objetivos de negócios da organização e diminui as áreas de risco.
- Habilita que haja comparações em uma empresa e entre empresas por área de processo ou pela comparação de resultados em estágio equivalentes.
- Permite uma fácil comparação de melhoria de processo para ISO/IEC (International Organization for Standardization e International Electrotechnical Commission) 15504, porque organização de área de processo é similar a ISO/IEC 15504.

2.3.1.2 Representação por estágio

Se escolher representação por estágio para a organização, espera-se que o modelo fará o seguinte:

- Fornece uma seqüência de melhorias, começando com práticas básicas de gerenciamento, progredindo através de um caminho predefinido provado de níveis de sucessivos, cada um servindo como um fundamento para o seguinte.
- Permite comparações entre organizações pelo uso de níveis de maturidade.
- Fornece uma migração fácil de SW-CMM para CMMI.
- Fornece um valor simples que sumariza resultados avaliados e permite comparações entre organizações.

Se usado para melhoria de processos ou avaliações, ambas as representações são projetadas para oferecer resultados equivalentes.

2.4 Estrutura do modelo por estágio

Os componentes dos modelos por estágio e contínuo são: áreas de processo, metas específicas, práticas específicas, metas genéricas, práticas genéricas, subpráticas, notas, ampliações de disciplinas, elaborações de práticas genéricas e referências.

A representação por estágio organiza áreas de processos dentro de cinco níveis de maturidade, indicando qual área de processo deve ser implementada para alcançar cada nível de maturidade. Níveis de maturidade representam um caminho de melhoria de processo ilustrando evolução da melhoria da organização inteira em busca da melhoria do processo.

Com cada área de processo, as metas específicas e práticas específicas são listadas primeiro, seguidas por metas genéricas e práticas genéricas. A representação por estágio usa quatro características comuns para organizar as práticas genéricas.

Nesta seção, é descrito cada componente de uma representação por estágio, as relações entre os componentes e as relações entre as duas representações. Muitos dos componentes descritos são também componentes de modelos CMMI com uma representação contínua.

2.4.1 Estrutura do modelo:

Um modelo CMMI com uma representação por estágio é ilustrado na Figura 3.

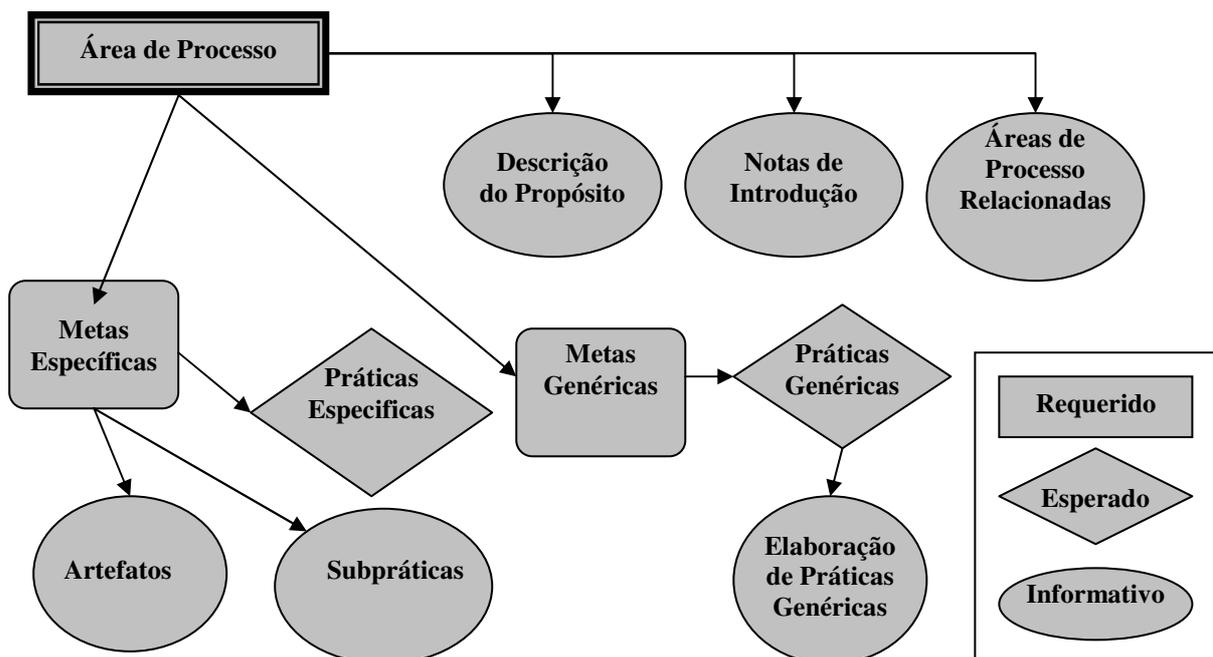


Figura 3. Componentes de Modelo CMMI [14].

Modelos CMMI são projetados para descrever níveis discretos de melhorias de processos. Em uma representação por estágios, níveis de maturidade fornecem uma ordem recomendada para acessar melhorias de processos em estágios.

Níveis de maturidade organizam as áreas de processo. Como ilustrado na Figura 3, com as áreas de processo estão metas genéricas e específicas como práticas genéricas e específicas. Características comuns organizam práticas genéricas. Estas representações focam nas melhores práticas que uma organização pode usar para melhorar processos nas áreas de processo que está no nível de maturidade escolhido para ser alcançado. Antes de começar usar um modelo CMMI

para melhoramento de processo, deve-se mapear o processo em áreas de processo CMMI. Este mapeamento permite controlar o melhoramento de processo na organização ajudando a rastrear o nível de conformidade em relação ao modelo CMMI. Não é pretendido que toda área de processo de CMMI mapeie totalmente em um processo da organização.

2.4.2 Níveis de Maturidade:

O nível de maturidade de uma organização fornece uma maneira de prever o futuro de desempenho de uma organização como uma dada disciplina ou conjunto de disciplinas. A experiência tem mostrado que organizações fazem o melhor quando focam seus esforços de melhoramentos de processos em número gerenciável de áreas de processo que requerem esforço crescente com o aperfeiçoamento da organização.

Um nível de maturidade é um patamar evolutivo de processo de melhoramento. Cada nível de maturidade estabelece uma parte importante dos processos da organização.

Em modelos CMMI com representação por estágio, há cinco níveis de maturidade, cada nível é base para melhoramento de processo:

1. Inicial
2. Gerenciado
3. Definido
4. Gerenciamento Quantitativo
5. Otimizado

Detalhes de Níveis de Maturidade:

Níveis de maturidade consistem em um conjunto pré-definido de áreas de processo. Os níveis de maturidade são medidos pelo alcance de metas específicas e genéricas que aplicam para cada conjunto predefinido de áreas de processo.

Nível de Maturidade 1: Inicial

No nível de maturidade 1, processos são geralmente informais e caóticos e a organização, geralmente, não fornece um ambiente estável. Sucesso nestas organizações depende, da competência e heroísmo de pessoas na organização e não no uso dos processos. Ambientes caóticos, organizações em níveis de maturidade 1 geralmente produzem produtos e serviços que funcionam, entretanto, eles freqüentemente excedem prazo orçamento de seus projetos.

Organizações de níveis de maturidade 1 são caracterizadas pela tendência de ultrapassar compromisso, abandonar processo em tempos de crise, e não ser capaz de repetir seus sucessos anteriores.

Nível de Maturidade 2: Gerenciado

No nível de maturidade 2, uma organização alcança todas as metas específicas e genéricas de áreas de processo. Em outras palavras, os projetos das organizações garantem que requisitos são gerenciados e que processos, são planejados, executados, medidos, e controlados.

A disciplina do processo refletido pelo nível de maturidade 2 ajuda garantir que práticas existentes são retidas durante tempos de estresse. Quando essas práticas estão no lugar, projetos são executados e gerenciados de acordo com os planos documentados.

O status dos produtos e a entrega de serviços são visíveis para controle em pontos definidos (por exemplo, nos principais marcos do desenvolvimento e na conclusão das principais

tarefas). Compromissos são estabelecidos entre os *stakeholders* relevantes e revisados quando necessário. Produtos de trabalho são revisados com os stakeholders e controlados. Os produtos e serviços satisfazem seus requisitos, padrões e objetivos especificados.

Nível de Maturidade 3: Definido

No nível de maturidade 3, uma organização alcançou metas específicas e genéricas das áreas de processo atribuídas aos níveis 2 e 3. No nível da maturidade 3, processos são bem caracterizados e entendidos, e são descritos como padrões, procedimentos, ferramentas e métodos.

O conjunto de padrões de processos da organização, que são a base para o nível de maturidade 3, é estabelecido e melhorado toda vez. Estes processos de padronização são usados para estabelecer consistência através da organização. Projetos estabelecem seus processos definidos por costurar o conjunto da organização de processos padrões de acordo com guias.

O gerenciamento de organizações estabelece objetivos de processos baseados no conjunto de processos padrão da organização e garante que estes objetivos sejam apropriadamente buscados.

Uma distinção entre nível de maturidade 2 e 3 está no escopo de padrões, descrições de processos e procedimentos. No nível de maturidade 2, os padrões, descrições de processos e procedimentos podem estar diferentes de cada instância específica do processo.

No nível de maturidade 3, os padrões, descrições de processos e procedimentos para um projeto são adaptados a partir de um conjunto de processos padrões para se adequar a um projeto particular. O conjunto de processos padronizados da organização inclui os processos que estão no nível de maturidade 2 e 3. Como resultado, os processos que executam através da organização são consistentes exceto para diferenças permitidas para guias.

Outra distinção é que no nível de maturidade 3, processos são tipicamente descritos em mais detalhes e mais rigorosamente que no nível 2. No nível 3, processos são gerenciados mais proativamente usando um entendimento das atividades dos processos e medidas detalhadas dos processos, seu produto e seus serviços.

Nível de Maturidade 4: Quantitativamente Gerenciado

No nível de maturidade 4, uma organização alcançou todas metas específicas das áreas de processo determinadas para os níveis de maturidade 2, 3 e 4 e metas genéricas dos níveis de maturidade 2 e 3. Subprocessos são selecionados que significativamente contribuam a toda parte de desempenho de processo. Estes subprocessos selecionados são controlados usando técnicas estatísticas e outras técnicas quantitativas.

Objetivos quantitativos para qualidade e desempenho de processo são estabelecidos e usados como critério em gerenciamento de processos. Objetivos quantitativos são baseados em necessidades de clientes, usuários finais, organização, e implementadores de processos. Qualidade e desempenho de processos são entendidos em termos estatísticos e são gerenciados ao longo de vida de processos.

Para estes processos, medidas detalhadas do desempenho dos processos são coletadas as fontes e analisadas estatisticamente. Casos especiais de variação são identificados e, quando apropriado, causas especiais são corrigidas para prevenir futuras ocorrências.

Medidas de qualidade e desempenho de processos são incorporados ao repositório de medição da organização para apoiarem tomadas de decisões reais no futuro baseadas em fatos.

Uma distinção entre os níveis 3 e 4 está na previsão de desempenho de processo. No nível 4, o desempenho de processos é controlado usando técnicas estatística e outras técnicas

quantitativas e é quantitativamente previsível. No nível 3, processos são apenas quantitativamente previsíveis.

Nível de Maturidade 5: Otimizado

No nível 5, uma organização alcançou todas as metas específicas das áreas de processo determinadas para os níveis 2, 3, 4 e 5 e metas genéricas determinadas para os níveis 2 e 3. Processos são continuamente melhorados baseados em entendimentos quantitativos de causas comuns de variação inerente aos processos.

O nível 5 foca na melhoria contínua de desempenho de processo através de melhorias incremental e tecnologicamente inovativa. Objetivos quantitativos do melhoramento do processo são estabelecidos, continuamente revisados para refletir mudanças de objetivos de negócios, e usados como critério em gerenciamento de melhoria de processo. Os efeitos de melhoria de processos desenvolvidos são medidos e avaliados com os objetivos quantitativos de melhoria de processos. Ambos processos definidos e conjunto de processos padrões da organização são objetivos de atividades de melhoramento.

Melhoramentos de processos para lidar com causas comum de variação de processos e de melhoramento de processos de organização, de forma mensurável, são definidos, avaliados e desenvolvidos. Melhoramentos são selecionados baseados em entendimento quantitativo de suas contribuições esperadas para alcançar os objetivos de melhoramento de processos da empresa versus o custo e impacto na organização. O desempenho de processos de organização é continuamente melhorado.

Otimizar processo que são ágeis e inovativos depende da participação da força de trabalho alinhada aos valores e objetivos da organização. A habilidade da organização para rapidamente responder a mudanças e oportunidades está melhorada por encontrar maneiras de acelerar e compartilhar aprendizado. Melhoramento de processos é inerente ao papel de todos, resultando em um ciclo de melhoramento contínuo.

Uma distinção entre nível 4 e nível 5 é o tipo de variação de processo com que se lida. No nível 4, processos estão preocupados com causas especiais de variação de processos e fornecem estatística previsível de resultados. Apesar de processos poderem produzir resultados previsíveis, os resultados podem ser insuficientes para alcançar os objetivos estabelecidos. No nível 5, processos estão preocupados em lidar com causas comuns de variação de processos e mudar o processo (isto é, aumentando a média de desempenho do processo) para melhorar performance de processo (enquanto fazendo manutenção de previsão estatística) para alcançar os objetivos quantitativos estabelecidos para o melhoramento do processo.

2.4.3 Disciplinas (áreas de Conhecimento) do CMMI

O objetivo do CMMI é fornecer um CMM que aborde o desenvolvimento do produto ou serviço além da manutenção, mas que permite a inclusão de novas áreas de conhecimento, que são conhecidas como disciplinas do CMMI. Atualmente o CMMI aborda quatro áreas de conhecimento que auxiliam na melhoria do processo: engenharia de sistemas, engenharia de software, produtos integrados e desenvolvimento de processos e fornecimento de recursos.

1) Engenharia de Sistemas

A engenharia de sistemas aborda o desenvolvimento de sistemas completos, que podem ou não incluir software. O enfoque dessa disciplina é capturar as necessidades do cliente, expectativas e restrições em produtos, fornecendo suporte necessário durante toda a vida do produto.

2) Engenharia de Software

A engenharia de software aborda o desenvolvimento de sistemas essencialmente de software. O papel dos engenheiros de software é aplicar abordagens quantificáveis ao desenvolvimento, operação e manutenção do software, de forma sistemática, disciplinada.

3) Produtos Integrados e Desenvolvimento de Processos

A área de conhecimento de Produtos Integrados e Processo de Desenvolvimento abordam de maneira sistemática o relacionamento e interação dos stakeholders mais representativos durante o tempo de vida do produto, objetivando a satisfazer as necessidades do cliente, expectativas e requisitos. Os processos que contribuem com esta disciplina estão integrados a outros processos na organização.

4) Fornecimento de Recursos

A disciplina de Fornecimento de Recursos tem como objetivo abordar a aquisição de produtos que podem melhorar, agilizar ou simplificar o projeto, principalmente quando o esforço de trabalho é muito extenso ou complexo.

2.4.4 Categorias dos Componentes de uma Área de Processo

Os componentes de um modelo CMMI são agrupados em três categorias que refletem, como eles são interpretados:

1) Requerido

Metas específicas e metas genéricas são componentes de modelo requerido. Estes componentes devem ser alcançados por processos implementados e planejados da organização. Componentes requeridos são essenciais para percentual do que foi alcançado por uma área de processo. Alcançar uma meta (ou satisfação) é usado em avaliações como a base sob qual satisfaz área de processo e maturidade organizacional são determinadas. Apenas a afirmativa de uma meta específica ou genérica é um componente de modelo requerido. Um pouco de uma meta específica ou genérica e qualquer nota associada com a meta são considerados componentes de modelos informativos.

2) Esperado

Os componentes esperados são geralmente implementados para contribuir na realização dos componentes requeridos. Eles servem como guias para quem implementa as melhorias ou realiza as avaliações. No CMMI as Práticas Específicas e as Práticas Genéricas representam esse tipo de componente.

3) Informativo

Subpráticas, produtos, disciplina, amplificações, elaboração de prática genérica, meta e títulos de práticas, notas de metas e práticas, e referências são componentes de modelos informativos que ajudam usuários de modelo entender as metas e práticas e como eles podem ser

alcançados. Componentes informativos fornecem detalhes que podem ajudar usuários de um modelo a começar a pensar sobre como abordar metas e práticas.

Quando o CMMI é usado como guia, são implementados e planejados processos que têm conformidade com componentes requeridos e esperados de áreas de processo. Conformidade com uma área de processo significa que em processos planejados e implementados há um processo associado (ou processos) que lidam com, práticas específicas e genéricas de uma área de processo ou alternativas que claramente alcançam um resultado de acordo com uma meta associada com prática específica ou genérica.

2.5 Componentes de Modelo

Áreas de Processo:

Uma área de processo é um conjunto de práticas relacionadas em uma área que, quando executada coletivamente, satisfaz um conjunto de metas consideradas importantes para fazer melhorias significativas na área. Todas as áreas de processo CMMI são comuns para ambas representações contínuas e por estágio. Na representação por estágio, áreas de processo são organizadas por níveis de maturidade.

Metas Específicas:

Metas específicas se aplicam à área de processo e lidam, com uma única característica que descreve o que deve ser implementado para satisfazer a área de processo. Metas específicas são componentes de modelo requerido e são usadas em avaliações para ajudar a determinar se uma área de processo é satisfeita.

Práticas Específicas:

Uma prática específica é uma atividade que é considerada importante para alcançar a meta específica associada. A prática específica descreve as atividades esperadas para alcançar metas específicas de uma área de processo. Práticas específicas são componentes de modelo esperado.

Características Comuns:

Quatro características comuns organizam práticas genéricas de cada área de processo. Características comuns são componentes de modelo que não são classificadas de qualquer maneira. Elas não apenas agrupamentos que fornecem uma maneira para apresentar práticas genéricas. Cada característica comum é projetada como mostrado:

- Compromisso para executar: agrupa práticas genéricas relatadas para criar políticas e conseguir patrocínio.
- Habilidade para executar: agrupa as práticas genéricas relatadas para garantir que o projeto e/ou organização tem recursos necessários.
- Diretrizes de implementação: agrupam práticas genéricas relatadas para gerenciar a execução de processos, gerenciar a integridade dos produtos gerados, e envolver relevantes pessoas significativas.
- Verificações de implementação: agrupam práticas genéricas relatadas para rever por nível de gerenciamento mais alto e objetiva avaliação de conformidade de descrição de processo, procedimentos e padrões.

Produtos de Trabalho:

Produtos são um componente de modelo informativo que fornece exemplo de saídas de uma prática específica ou genérica. Estes exemplos são chamados produtos típicos porque há frequentemente outros produtos que são efetivos, mas não listados.

Subpráticas:

Subpráticas são descrições detalhadas que fornecem guia para interpretar práticas específicas ou genéricas. Subprática podem ser expressas como se fixo, mas são geralmente componentes informativos em modelos CMMI apenas para fornecer idéias que podem ser úteis para melhoria de processo.

Amplificações de disciplinas:

Amplificações de disciplinas são componentes do modelo informativo que contém informação relevante para uma disciplina particular e estão associadas com práticas específicas. Por exemplo, se no modelo CMMI-SEI/SW, quiser encontrar uma amplificação de disciplina para engenharia de software, procurará em modelo por itens rotulados "Para Engenharia de Software". O mesmo é verdadeiro para outras disciplinas.

Metas genéricas:

Metas genéricas são chamadas "genéricas" porque a mesma meta aparece em múltiplas áreas de processo. Na representação por estágio, cada área de processo tem apenas uma meta genérica. Realização de uma meta genérica em uma área de processo significa controle de melhoramento em planejamento e implementação de processos associados com aquela área de processo, assim indicando se esses processos são, provavelmente, efetivos, repetível, e duradouro. Metas genéricas são componentes de modelo requerido e são usados nas avaliações para determinar se uma área de processo está satisfeita.

Práticas genéricas:

Práticas genéricas fornecem institucionalização para garantir que processos associados com áreas de processo serão efetivos, repetíveis e duradouros. Práticas genéricas são categorizadas por objetivos genéricos e características comuns e são componentes esperado em modelos CMMI.

Elaborações de prática genérica:

Elaborações de práticas genéricas são componentes de modelo informativo que aparecem em cada área de processo que fornecem um guia em como práticas genéricas deveriam unicamente ser aplicadas a áreas de processo. Por exemplo, quando prática genérica "Treinar pessoas executar ou apoiar processos planejados como necessidade" é incorporado na área de processo de Gerenciamento de Configuração, os tipos específicos de treinamento para fazer gerenciamento de configuração são descritos.

Referências:

Referências são componentes de modelo informativos que direciona o usuário a informação adicional ou mais detalhada em relatadas áreas de processo.

2.6 Comparações de representações de modelo

As representações contínuas usam níveis de capacidade para medir a melhoria de processo, enquanto representação por estágio usa níveis de maturidade. A principal diferença entre níveis de maturidade e níveis de capacidade é a que a representação a que pertence e como são aplicadas:

- Níveis de capacidade são os quais pertencem a representações contínuas, são aplicados a uma realização de processo de melhoramento de organização para cada área de processo. Há seis níveis de capacidade, numerado de 0 até 5. Cada nível da capacidade corresponde a metas genéricas e um conjunto de práticas genéricas e específicas.

Tabela 4. Níveis de Capacidade

Nível de Capacidade	Representação Contínua Níveis de Capacidade
0	Incompleto
1	Executável
2	Gerenciado
3	Definido
4	Quantitativamente Gerenciado
5	Otimizado

- Níveis de maturidade, são os quais pertencem à representação por estágio, são aplicados à organização de maturidade geralmente. Há cinco níveis de maturidade, numerados de um a cinco. Cada nível de maturidade engloba um conjunto predefinido de áreas de processo.

Tabela 5. Níveis de Maturidade.

Nível de Maturidade	Representação por Estágios Nível de Maturidade
1	Inicial
2	Gerenciado
3	Definido
4	Quantitativamente gerenciado
5	Otimizado

A representação contínua tem mais práticas específicas que a representação por estágio porque a representação contínua tem dois tipos de práticas específicas, básico e avançado, enquanto que a representação estagiada tem apenas um tipo específico de prática.

Em representação contínua, práticas genéricas existem para níveis de capacidade um a cinco, enquanto que, em representação por estágio, apenas as práticas genéricas para níveis de capacidade dois e três aparecem, não há práticas genéricas para níveis 1,4 e 5.

2.7 Nível de Maturidade 2: Gerenciado

Este trabalho concentra-se na avaliação de empresas de acordo com o nível dois do CMMI. Este nível é descrito abaixo.

No nível 2 de maturação, gerenciado:

- O processo não é mais uma caixa preta por completo;
- Os projetos são gerenciados;
- É possível estabelecer pontos de controle do progresso do projeto, mas entre os pontos de controle ainda existem “caixas pretas”;
- Os requisitos do produto são gerenciados;
- O sucesso do produto é mais previsível;

Esta seção contém todas áreas de processo que pertencem ao nível dois de maturidade, que são explanadas de forma genérica. Todas as práticas descritas nessa seção se encontram no documento Capability Maturity Model Integration (CMMI) (CMU SEI-2002 – TR-029 Version 1.1) [7].

Primeiramente são apresentadas as metas específicas de suas respectivas áreas de processo e depois uma sessão para metas genéricas, pois estas tendem a se repetir a cada área de processo.

As áreas de processo do nível de maturidade 2, de CMMI por estágio, são as seguintes:

2.7.1 Gerenciamento de requisitos:

O propósito de gerenciamento de requisitos é gerenciar os requisitos de produtos de projetos e componentes de produto e identificar inconsistências entre estes requisitos e planos de projetos e produtos de trabalho relacionados a ele.

Envolve:

- Identificação de entendimento claro dos requisitos;
- Obtenção de comprometimento da equipe em relação aos requisitos a serem implementados;
- Controle de mudança dos requisitos;
- Manutenção de rastreabilidade dos requisitos_ vertical, que tudo será impactado com a mudança no requisito (artefatos, planos de teste) e horizontal, analisando os requisitos que serão impactados pela mudança em requisito;
- Identificação das inconsistências entre os requisitos e os produtos de trabalho.

Práticas Específicas por Meta:

SG1 Gerenciar Requisitos:

Os requisitos devem ser gerenciados e as inconsistências entre os planos de projeto e os produtos de trabalho devem ser identificadas.

SP1.1 Obter um Entendimento dos Requisitos:

Desenvolver um entendimento junto aos fornecedores dos requisitos sobre o significado dos requisitos.

SP1.2 Obter Compromisso para com os Requisitos:

Obter um compromisso dos participantes do projeto para com os requisitos.

SP1.3 Gerenciar Mudanças nos Requisitos:

Gerenciar as mudanças nos requisitos de acordo com a evolução destes.

SP1.4 Manter uma Rastreabilidade Bidirecional dos Requisitos:

Manter uma rastreabilidade bidirecional entre os requisitos, os planos de projeto e os produtos de trabalho.

SP1.5 Identificar inconsistências entre o Produto Desenvolvido e os seus Requisitos:

Identifique inconsistências entre os planos de projeto, os produtos de trabalho e os requisitos.

2.7.2 Gerenciamento de configuração:

O propósito de gerenciamento de configuração é estabelecer e manter a integridade de produtos de trabalho usando identificação de configuração, controle de configuração, status de contabilidade de configuração e auditoria de configuração.

Envolve:

- Estabelecimento de linhas de base:
 - Identificação de itens de configuração;
 - Montagem da infra-estrutura de gerência de configuração;
- Liberação de linhas de base:
 - Versões ou "patches";
- Rastreamento e controle de mudanças:
 - Controle de Change Requests (CR);
 - Uso de CCB (Change Control Band), ajuda na análise de impacto e autorização de mudanças;
 - Controle dos itens de configuração modificados a partir das CR's (Change Request).

Práticas Específicas por Objetivo:

SG1 Estabelecer linhas de base:

Linhas de base de trabalhos de produto identificados são estabelecidas.

SP1.1 Identificar os Itens de Configuração:

Identifica os itens, componentes, e produtos de trabalhos relacionados o qual serão colocados sob gerência de configuração.

SP1.2 Estabelecer um sistema de gerência de configuração:

Estabelece e mantém um gerenciamento de configuração e sistema de gerenciamento de mudança para controlar produtos de trabalho.

SP1.3 Criar ou liberar linhas de base:

Cria ou libera linhas de base para uso interno e para entregar ao cliente.

SG2 Rastrear e controlar mudanças:

Fazer com que as mudanças nos artefatos que estão sob a gerência de configuração sejam rastreados e controlados.

SP 2.1 Rastrear mudanças requisitados:

Rastrear mudanças requisitados para itens de configuração.

SP2.2 Controle dos itens de configuração:

Controlar mudanças para configuração de itens.

SG3 Estabelecer integridade:

Integridade de linhas de base é estabelecida e mantida.

SP3.1 Estabelecer registros de gerência de configuração

Estabelecer e manter os registros que descrevem os itens de configuração.

SP3.2 Realizar auditorias de configuração:

Realizar auditorias de configuração para manter integridade de linhas de base de configuração.

2.7.3 Garantia de controle de processo e de produto

O propósito de Garantia de Qualidade de Processo e Produto é fornecer pessoal e gerenciamento com percepção objetiva nos processos e produtos de trabalho associados.

Envolve:

- Avaliação dos processos:
 - Verificação da execução do processo de acordo com o que foi escrito;
- Avaliação dos produtos de trabalho:
 - Uso de templates e padrões definidos nos processos;
- Rastreamento e controle de não-conformidades - verifica aderência aos padrões :
 - Garantia de resolução dos desvios detectados durante as avaliações.

Práticas Específicas por Objetivo:

SG1 Avaliar objetivamente processos e produtos de trabalho:

Aderência de execução de processo e produtos associados e serviços para descrição de processo, padrões, procedimentos estar objetivamente avaliada.

SP1.1 Avaliar processos objetivamente:

Avaliar objetivamente o processo realizado que foi projetado em relação à descrição de processos aplicável, padrões e procedimentos.

SP1.2 Avaliar objetivamente produtos de trabalho e serviços:

Avaliar objetivamente os produtos de trabalho projetados e serviços em relação à descrição de processo aplicável, padrões e procedimentos.

SG2 Fornecer objetivo perceptível:

Casos de não-conformidade são objetivamente rastreados e comunicados, e resolução é garantida.

SP2.1 Comunica e garante resolução de casos de não-conformidade:

Comunica casos de qualidade e garante resolução de casos de não conformidade com o pessoal e gerentes.

SP2.2 Estabelece registros:

Estabelece e mantém registros de atividades de garantia de qualidade.

2.7.4 Medição e análise

O propósito de medição e análise é desenvolver e sustentar uma capacidade de medição que é usada para apoiar as necessidades de informação da gerência.

Envolve:

- Identificação de métricas que atendam a objetivos estabelecidos pela organização;
- Coleta e análise das métricas identificadas:
 - Avaliação para determinar ações para melhorias de processos ou correção de problemas identificados.

Práticas Específicas por Objetivo:

SG1 Atividades de Alinhamento de Medição e Análise:

Objetivos das medições e atividades são alinhados com necessidades de informação e objetivos.

SP1.1 Estabelece objetivos de medição:

Estabelece e mantém objetivos de medição que são derivados de informações identificadas necessárias e objetivos.

SP1.2 Medições especificadas:

Especifica medições para lidar com os objetivos de medições.

SP1.3 Especifica Coleta de dados e procedimentos armazenados:

Especifica como dados de medições serão obtidos e armazenados.

SP1.4 Especifica procedimentos de análises:

Especifica como dados de medições serão analisados e reportados.

SG2 Fornece resultados de medições:

Resultados de medições que lidam com informações necessárias identificadas e objetivos são fornecidos.

SP2.1 Coleta de dados da medição:

Obtém específica coleção de dados.

SP2.2 Analisa dados de medição:

Analisa e interpreta dados de medição.

SP2.3 Armazena dados e resultados:

Gerencia e armazena dados de medição, especificações de medição, e resultados de análises.

SP2.4 Comunica resultados:

Relata resultados de medição e análises de atividades para todos *stakeholders* relevantes.

2.7.5 Planejamento de Projeto

O propósito de planejamento de projeto é estabelecer e manter planos que definem as atividades de projeto.

Envolve:

- Estabelecimento de estimativas:
 - Delimitação do escopo de projeto;
 - Definição do ciclo de vida do projeto;
 - Realização de estimativa de recursos, tamanho, esforço, custo, etc.;
- Desenvolvimento de plano de projeto:
 - Definição de orçamento e cronograma de projeto;
 - Identificação de riscos;
 - Planejamento de gerenciamento de dados;
 - Envolvimento de stakeholders no projeto;
- Obtenção do comprometimento com o plano:
 - Negociações entre envolvidos até aprovação do plano.

Práticas Específicas por Objetivo:

SG 1 Estabelecer Estimativas:

Estimativas de planejamento de projeto e parâmetros são estabelecidas e mantidas.

SP 1.1 Estimar o escopo do projeto:

Estabelecer em alto nível uma estrutura analítica de projeto (WBS) para estimar o escopo do projeto.

SP 1.2 Estabeleça estimativas de produto de trabalho e atributos de tarefas:

Estabelecer e manter estimativas de atributos de produtos de trabalho e ferramentas requeridas.

SP 1.3 Definir ciclo de vida para o projeto:

Definir as fases do ciclo de vida, que serão o escopo para o esforço de planejamento do projeto.

SP 1.4 Determinar estimativas de esforço e custo:

Estimar os esforços e custos do projeto para os produtos de trabalho e atividades, baseado em métodos/modelos/práticas apropriadas de estimativas.

SG 2 Desenvolver um plano de projeto:

Um plano de projeto é estabelecido e mantido como base para a gerência do projeto.

SP 2.1 Estabelecer um orçamento e cronograma:

Estabelecer e manter o orçamento e cronograma do projeto.

SP 2.2 Identificar riscos do projeto:

Identificar e analisar riscos do projeto.

SP 2.3 Planejar e gerenciar as dados:

Planejar e gerenciar as dados do projeto.

SP 2.4 Planejar os recursos para o projeto:

Planejar os recursos necessários para executar o projeto.

SP 2.5 Planejar as necessidades de conhecimentos e habilidades:

Planejar os conhecimentos e habilidades necessárias para executar o projeto.

SP 2.6 Planejar o envolvimento dos Stakeholder:

Planejar o envolvimento dos stakeholders identificados.

SP 2.7 Estabelecer o plano de projeto:

Estabelecer e manter o conteúdo do plano de projeto.

SG 3 Obter Compromissos para o plano:

Compromissos para o plano de projeto são estabelecidos e mantidos.

SP 3.1 Rever planos que afetam o projeto:

Revisar todos os planos que afetam o projeto e o entendimento dos compromissos.

SP 3.2 Reconciliar níveis de trabalho e recursos:

Reconciliar o plano de projeto para refletir a estimativa de recurso disponíveis.

SP 3.3 Obter planos de compromissos:

Obter compromissos e responsabilidades com os stakeholders mais relevantes para executar e suportar o plano de execução.

2.7.6 Controle e monitoramento de projetos

O propósito de Controle e Monitoramento de Projetos é fornecer um entendimento do progresso do projeto e que ações corretivas apropriadas podem ser tomadas quando o desempenho do projeto desvia significativamente do plano.

Envolve:

- Acompanhamento do projeto em relação ao plano:
 - Acompanhamento do escopo de projeto;
 - Acompanhamento de estimativas;
 - Acompanhamento do orçamento e cronograma do projeto;

- Acompanhamento dos riscos;
 - Acompanhamento dos compromissos estabelecidos;

- Condução de revisões:
 - Revisões de progresso;
 - Revisões em marcos;
- Tomada de ações corretivas diante dos desvios do planejamento;

Práticas Específicas por Objetivo:

SG1 Monitora o projeto em relação ao plano:

Desempenho real e progresso do projeto são monitorados em relação ao plano.

SP1.1 Monitora valores reais dos parâmetros de planejamento de projeto:

Monitora valores reais de parâmetros de planejamento de projeto em relação ao plano de projeto.

SP1.2 Monitora Compromissos:

Monitora compromissos em relação àqueles identificados em plano de projeto.

SP1.3 Monitora riscos de projetos:

Monitora riscos em relação àqueles identificados em plano de projeto.

SP1.4 Monitora gerenciamento de dados:

Monitora o gerenciamento de dados de projeto em relação a plano de projeto.

SP1.5 Monitora envolvimento de *stakeholders*:

Monitora o envolvimento de stakeholders em relação ao projeto.

SP1.6 Conduz revisão de progresso:

Periodicamente revisa progresso de projeto, desempenho.

SP 1.7 Conduz marco de revisões:

Revisa as realizações e resultados do projeto em marcos definidos para o mesmo.

SG2 Gerencia ações corretivas:

Ações corretivas são gerenciadas quando o desempenho do projeto ou resultados desviam significativamente do plano.

SP2.1 Analisa casos:

Coleta e analisa os casos e determina as ações corretivas necessárias.

SP2.2 Tomar ações corretivas:

Tomar ações corretivas em casos identificados.

SP2.3 Gerencia ações corretivas:

Gerencia ações corretivas.

2.7.7 Gerenciamento de Sub-Contratação

O propósito de gerenciamento de sub-contratação é gerenciar a aquisição de produtos de fornecedores com os quais existe um acordo formal.

Envolve:

- Estabelecimento do Contrato de aquisição com os fornecedores escolhidos:
 - Utilização de critérios bem definidos para a escolha;
 - Estabelecimento de critérios de aceitação do produto ou serviço contratado;
- Monitoramento do contrato de aquisição:
 - Garantia no recebimento do produto ou serviço conforme estabelecido no contrato;

Práticas Específicas por Objetivo:

SG1. Estabelecer acordos com fornecedores:

Acordos com fornecedores são estabelecidos e mantidos.

SP1.1. Estabelecer tipo de aquisição:

Determina o tipo de aquisição para cada produto ou componente de produto a ser adquirido.

SP1.2. Selecionar fornecedores:

Seleciona fornecedores baseados em uma avaliação de suas habilidades para encontrar requisitos específicos e estabelecer critério.

SP1.3. Estabelecer acordos com fornecedor:

Estabelecer e manter acordos formais com fornecedor.

SG2. Satisfazer acordos com fornecedores:

Acordos com fornecedores são satisfeitos tanto pelo projeto quanto pelo fornecedor.

SP2.1. Rever produtos COTS:

Rever produtos COTS candidatos para garantir que eles satisfazem os requerimentos específicos que são feitos sob um acordo com o fornecedor.

SP2.2. Executar o acordo com o fornecedor:

Realizar atividades com o fornecedor como especificado no acordo formal.

SP2.3. Aceitar o produto adquirido:

Garantir que o acordo com o fornecedor é satisfeito antes de aceitar o produto adquirido.

SP2.4. Transição de produtos:

Transição dos produtos adquiridos do fornecedor para o projeto.

2.7.8 Metas Genéricas

Nesta sessão estão as metas em comum a áreas de processo. Todas as práticas descritas nessa seção se encontram no documento Capability Maturity Model Integration (CMMI) (CMU SEI-2002 – TR-029 Version 1.1). As metas genéricas são divididas por características comuns:

GG 2.1 Institucionalize um Processo Gerenciado

O processo é institucionalizado como um Processo Gerenciado.

Compromissos

GP 2.1 Estabelecer uma Política Organizacional(CO 1)

Estabelecer e manter uma política organizacional para planejamento e realização do processo.

Habilidades

GP 2.2 Planejar o Processo(AB 1)

Estabelecer e manter os requisitos e objetivos, e planejar para a realização do processo.

GP 2.3 Fornecer Recursos(AB 2)

Disponibilizar os recursos necessários para a realização do processo, o desenvolvimento dos produtos de trabalho e o fornecimento dos serviços do processo.

GP 2.4 Atribuir Responsabilidade (AB 3)

Atribuir responsabilidade e autoridade para a realização do processo.

GP 2.5 Treinar Pessoal (AB 4)

Treinar o pessoal que realiza ou dá suporte ao processo conforme necessário.

Diretrizes

GP 2.6 Gerenciar configurações (DI 1)

Colocar produtos de trabalho designados do processo sob níveis adequados de gerenciamento de configuração.

GP 2.7 Identificar e envolver stakeholders relevantes (DI 2)

Identificar e envolver os stakeholders relevantes conforme planejado.

GP 2.8 Monitorar e controlar o processo (DI 3)

Monitorar e controlar o processo com relação ao plano e tomar as ações corretivas adequadas.

Verificações

GP 2.9 Avaliar objetivamente a aderência (VE 1)

Avaliar objetivamente a aderência do processo e dos produtos de trabalho e serviços do processo aos requisitos, objetivos e normas aplicáveis e tratar as não conformidades.

GP 2.10 Rever o status com a gerência de alto nível(VE 2)

Rever as atividades, status e resultados do processo com a alta gerência e resolver aspectos pertinentes.

Capítulo 3

Estudo de caso: Avaliação de Área de Processo, segundo modelo CMMI Nível dois

Este capítulo descreve os procedimentos utilizados para avaliar as empresas e os resultados obtidos com a avaliação. O presente trabalho teve como intuito avaliar a área de processo de nível de maturidade 2 – gerenciado – em empresas da região metropolitana de Recife.

3.1 Definindo Modelos e Áreas de Processo

Inicialmente foram estudados os vários modelos de processos vigentes no mercado. Pode ser observado que de uma maneira geral os modelos de certificação CMM's são os de grande aceitação e uso no mercado pernambucano, nacional e internacional para estabelecer novas negociações de contratos de projetos mais importantes e lucrativos.

Atualmente há algumas empresas do Grande Recife com certificação CMM com nível de maturação 2. Muitas destas têm pretensão de adaptar seu modelo CMM para CMMI.

Com a exigência de mercado para a certificação de empresas em CMMI, várias empresas de pequeno e médio porte estão buscando a certificação para poderem se inserir no cenário de exigência de certificação de qualidade para terem seus serviços contratados e produtos vendidos.

Observou-se que a maioria das empresas locais estão buscando a certificação CMM, mas há poucas certificadas neste modelo e nenhuma tem certificação CMMI. A representação por estágio foi escolhida, pois a maioria das organizações locais observadas estão em busca de certificação CMM, que é um modelo estruturado em níveis de maturidade. O foco no nível dois de maturação de modelo CMMI foi escolhido para abranger o máximo de questões relacionadas a metas específicas e genéricas e então não tornar tão cansativo responder o questionário procurando não estender o número de questões.

Com esta motivação, o estudo de caso terá como foco a avaliação do processo de desenvolvimento, segundo o modelo CMMI nível dois por estágio, tanto em empresas certificadas com outros modelos de qualidade de desenvolvimento de software e sem nenhuma

certificação, considerando também com empresas sem certificação de qualquer tipo, se estão buscando a certificação.

3.2 Definindo Método de Avaliação

Depois de escolhido o modelo de avaliação, passou-se então, à definição de qual método de avaliação seria utilizado para a condução da avaliação da área de processo. Como o objetivo é compreender de uma forma genérica como as empresas pesquisadas estão em cada área de processo do nível 2 de maturidade de CMMI por estágio, um questionário foi elaborado, com base no questionário de maturidade para software CMM, abrangendo de uma forma geral cada área de processo, entrando em alguns detalhes, mas não todos, de suas práticas específicas e genéricas.

3.2.1 O perfil das empresas apresentadas

O perfil das empresas apresentadas que foram escolhidas se baseia em alguns fatores relevantes tais como seu porte, se esta é certificada em algum modelo de qualidade de desenvolvimento de software (como ISO, CMM), se está a caminho de alguma certificação, se pretende submeter a algum laboratório de avaliação de algum produto desenvolvido, mais explicitado nas perguntas iniciais do questionário (Apêndice A).

3.2.2 Definindo o questionário

O questionário de maturidade é composto de questões agrupadas por pertinência às áreas de processo do modelo. Cada questão pode ter somente respostas do tipo: Estabelecida e consistente, Inconsistente, Não Estabelecida, Não se aplica e Não sei.

Desse modo, se o usuário responder uma questão com Não estabelecida ou Não sei, a área de processo é marcada como não satisfeita e, por conseguinte o nível não é alcançado. Cada resposta está explicada na instrução do questionário (Apêndice A).

O questionário de maturidade não foi projetado para ser usado como base na avaliação final do SW-CMMI e sim para ser um instrumento de avaliação para conhecimento da organização alvo. O questionário de maturidade do modelo SW-CMMI, não abrange todas as práticas específicas de uma área de processo, geralmente ele aborda todas as metas específicas e algumas práticas específicas e subpráticas e boa parte de práticas genéricas de suas características comuns (Compromisso, Habilidade, Diretrizes e Verificação). Para se dizer que uma área de processo está satisfeita é preciso analisar se todas as práticas específicas e genéricas desta área de processo estão sendo implementadas.

Por esse motivo, este questionário não é indicado para ser base de avaliação final, mas serve para dar uma visão geral da organização em relação ao nível 2 do modelo CMMI por estágio. Para uma avaliação mais consistente seria preciso um questionário que contivesse uma questão para cada prática específica (e suas subpráticas) e genérica da área de processo analisada, sendo assim possível estabelecer com maior precisão o nível de maturidade do SW-CMMI em que uma organização se encontra. Além disso, seriam necessárias serem feitas entrevistas com participantes da organização para verificar se tudo o que estava sendo respondido que estava sendo feito, estaria realmente sendo realizado na prática.

Este questionário baseou-se na idéia do Questionário de Maturidade de CMM proposto pelo SEI que contém somente quatro opções de resposta Sim, Não, Não Se Aplica e Sem

Conhecimento da Resposta. Foi elaborado segundo o documento Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1, que descreve todas áreas de processo de CMMI, procurando ser similar mas explorando mais subpráticas de metas específicas que do questionário de maturidade que há na página da SEI aplicado para SW-CMM. Este não engloba todas as metas genéricas, metas específicas e suas práticas e subpráticas. Serve apenas para se obter um quadro geral das empresas em áreas de processo CMMI nível dois por estágio.

3.2.3 Contactando as empresas

Depois de preparado questionário, foram escolhidas empresas de diversos perfis, como quanto à existência de modelo de certificação. O contato inicial com as empresas via telefonemas não foi muito receptivo pois estas demoravam a retornar ligações de aceitação para confirmar responder as questões. Então a maneira mais efetiva para conseguir contato com gerentes de qualidade e de projetos foi por meio de pessoas conhecidas empregadas em companhias de desenvolvimento de software, incentivando-as a convencerem seus superiores a responderem o questionário.

Desta maneira as empresas foram mais receptivas a responderem as questões, e a comunicação foi feita através de correio eletrônico e mensagens instantâneas para o envio de questionário e suprimir dúvidas remanescentes do mesmo.

O número de empresas que se conseguiu entrar em contato e que foi enviado o questionário foi um total de 18. Destas, procurou-se diversificar o perfil de certificação de qualidade das mesmas, por isso são apresentados resultados interessantes sobre as amostras. O total de empresas de Recife a responderem o questionário foi 11. Das 11, uma mostrava-se discrepante do cenário local já que suas respostas não foram respondidas localmente. Então o total de amostras foram compostas no total por 10 empresas.

O questionário foi encaminhado aos responsáveis nas empresas pelo setor de Engenharia e Gerência de Software e de Qualidade. Depois de respondidas, as respostas de cada empresa foram analisadas, e obteve-se seu percentual atingido em cada área de processo.

3.2.4 Pontuação da avaliação

É mostrado um cenário final de que percentual foi atingido por cada empresa no nível de maturidade 2 de CMMI por estágio, comparando-as e mostrando como empresas estão em relação a seu processo de desenvolvimento no geral. É mostrado também como se adequam empresas que tem determinada certificação em relação à pesquisa de áreas de processo questionadas e as que não possuem alguma certificação. Será levado em conta e analisada organizações que estão em busca de certificação CMMI em questão.

O método utilizado neste questionário para pontuação foi feito de modo a distribuir um percentual total para uma área de processo entre as metas e é explicado adiante. A pontuação da avaliação foi feita da seguinte maneira: para cada área de processo, cada questão correspondente a uma meta específica (SG) ou meta genérica (GG) terá o valor de 100% distribuído entre o total destas. E para cada SG ou GG, havendo uma prática específica ou subprática, o percentual da questão que corresponde a uma SG ou GG será distribuído para as questões existentes igualmente.

Por exemplo, em Planejamento de Projeto a questão 1 é correspondente à meta específica SG1 desta PA, e possui quatro perguntas (representadas de “a” a “d”), que correspondem às quatro práticas específicas. Caso a resposta seja Inconsistente, então se o valor de cada questão é 10% (100% dividido pelo número de questões que é 10 nesta PA), então o valor de cada letra

a resposta assinalada será de 10% dividido pelo número de perguntas de práticas específicas em questão, no caso, 10% dividido por quatro, resultando em 2,5% cada resposta representada por letra de cada questão enumerada.

A primeira área de processo especificamente, tem questões representadas por letras que correspondem a SG ou GG, então a pontuação é distribuída pelo número total de SG e GG do percentual total.

3.3 Resultados da Avaliação e Discussão

Nesta seção é descrito quais foram os resultados da avaliação de algumas empresas de software no que se diz respeito às áreas de processo de nível dois de CMMI de Recife, analisando cada empresa e, por fim, obtendo uma análise geral e também são sugeridas melhorias para que estas companhias possam atingir o nível dois de maturidade.

3.3.1 Avaliando empresas de Recife

É apresentada a avaliação de empresas quanto alguns fatores como à certificação de empresas, o porte de empresas, respostas de áreas de processo por empresa e resposta da área de processos de todas empresas.

Quanto à certificação de empresas

Esta análise está relacionada com as perguntas de informações iniciais das empresas. Com bases nestas é apresentado um quadro de que percentual as empresas se encontram em categorias de certificação, tais como apenas ISO e Em processo de certificação CMM, CMM e ISO, Em processo de certificação CMM e Outros, apresentado na Figura 4.

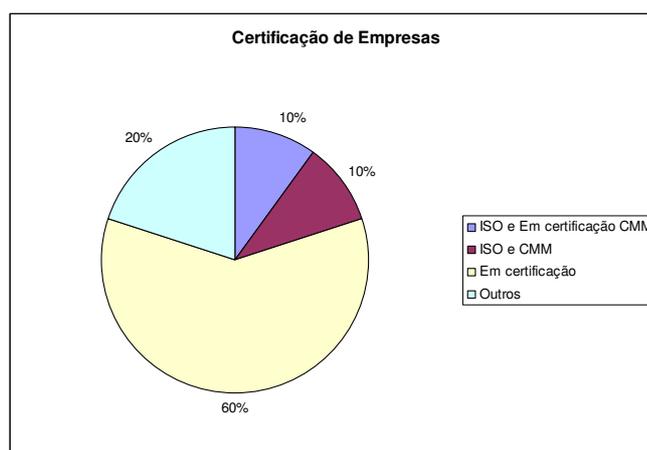


Figura 4. Certificação de Empresas em Estudo.

Como pode ser observado na Figura 4, com o total de dez empresas, uma é certificada apenas em ISO e está em processo de certificação CMM, uma tem tanto certificação ISO quanto CMM, seis estão em processo de certificação, sendo que destas apenas uma está em certificação ISO e as outras cinco em certificação CMMI nível dois e as outras empresas estão

em categoria de Outros. Nesta última categoria, a maioria das empresas procura seguir algumas práticas de qualidade de CMM, mas no momento não pretendem se certificar.

Quanto ao porte das empresas

São destacadas a quantidade de empresas com grande, médio e pequeno porte e pode ser observado na Figura 5.

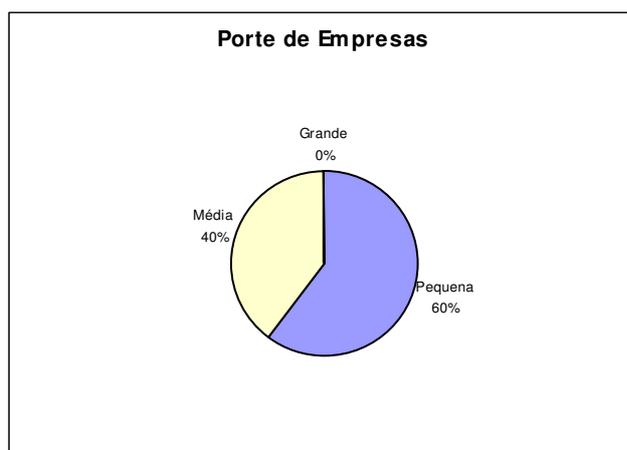


Figura 5. Porte de Empresas.

Como mostra a Figura 7, no total de dez empresas pesquisadas a maioria é de médio e pequeno porte. Quatro são de médio porte e 6 de médio porte. Importante mencionar, que algumas empresas de grande porte nacional ou multinacionais, marcaram a opção de serem médias ou pequenas, pois correspondem ao tamanho de empresas em Recife, isto é, as respostas do questionário são condizentes com suas unidades nesta cidade.

Respostas de cada área de processo de todas empresas

Nesta seção são mostrados gráficos com a média de cada resposta das empresas em cada área de processo. A partir destes apresentamos análises e sugestões quanto às áreas de processo que mais têm evoluído em empresas de software.

Os comentários em relação às respostas têm por objetivo observar o quanto às empresas estão estabelecidas em cada área de processo e quantas metas precisam ser alcançadas observando o quanto estão “não estabelecidas” e “inconsistentes”. Considera-se a resposta “não se aplica” para a definição de processo que não são efetivos na organização, entende-se que esta atividade não é necessária à organização no ramo de atuação, por isto não há porque procurar estabelecer metas.

Observando cada área de processo de empresas das respostas diretamente em seus questionários, pode-se fazer uma análise mais detalhista sobre metas.

Análise por área de processo:

Na figura 6 são apresentados os resultados para Gerência de Requisitos com um alto percentual na inconsistência de seu processo, e mais de um quarto está “estabelecido” e o mesmo percentual para “não estabelecido”. Isto sugere que há muitas metas a serem completamente alcançadas, mesmo com o percentual de “não se aplica”, que é pequeno.

Observando de uma forma mais criteriosa diretamente no questionário pode-se observar que a maioria das empresas na meta específica SG1 é “inconsistente”, e nas práticas G2.1 e G2.2, também a maioria apresenta esta resposta. Dentre estas há tanto empresas pequenas como médias. Isto sugere que os requisitos não devem ser repassados sempre para todos os envolvidos na organização e os requisitos não devem ter plano bem definido para gerenciar requisitos. Uma grande maioria está “inconsistente” na verificação de inconsistências de planejamento do sistema e artefatos gerados, esta é a prática específica SP 1.5 relacionada com empresas médias e pequenas e empresas mais dedicadas a desenvolvimento de software.

Quase metade de empresas consegue desenvolver entendimento com provedores de requisitos de forma inconsistente e o restante “não estabelece” a prática SP1.1. A prática específica 1.2 está dividida entre empresas que responderam “inconsistente” e “não estabelecida”, e poucas “estabelecida”. Esta prática exige um comprometimento de requisitos a serem implementados e a estarem sempre atuais. O percentual da prática SP1.3 é dividido entre “estabelecida”, “não estabelecida” e “inconsistente”, esta é sobre as mudanças nos requisitos a serem gerenciados e documentadas durante o andamento do projeto. A subprática de 1.5 em que está satisfeita por muitas empresas, e distribuída em “inconsistente” e “não estabelecida” para outras, são feitas revisões no plano e artefatos para encontrar inconsistência entre o plano de projeto e implementação.

As práticas genéricas GP2.4 , GP2.5 e GP2.6 são, na maioria das empresas, distribuídas entre “estabelecidas” e “inconsistentes”. A primeira é referente a se recursos para gestão de requisitos são alocadas e a outra à definição de papéis e responsabilidades para pessoas deste processo, e a última sobre se a equipe é treinada para dar suporte a área de processo em questão. Apenas algumas empresas não têm a prática 2.5 “estabelecida”.

Há divisão em respostas de estabelecida, não estabelecida para a prática GP2.6, em que os artefatos produzidos nesta área de processo são colocados sobre gerência de configuração. Para a meta GP2.7 há parte inconsistente e parte estabelecida, em identificar stakeholders relevantes. Quase todas as empresas monitoram e acompanham a execução de seu processo para tomar ações corretivas de forma inconsistente (GP2.9).

O processo não é verificado junto com a Alta Gerência para pendências (GP2.10) e algumas o fazem de forma inconsistente.

Então deve ser feito um entendimento mais claro dos requisitos e ter o compromisso da equipe em relação aos requisitos a serem implantados. As mudanças precisam ser controladas. A manutenção da rastreabilidade dos requisitos tem que ser implantada para poder fazer análise dos requisitos que serão impactados pela mudança em um requisito e para poder analisar tudo o que será impactado com a mudança no requisito (artefatos, plano de testes, etc.). Deve-se identificar as inconsistências entre requisitos e produtos de trabalho.

Pôde-se observar que algumas empresas não têm os requisitos completamente definidos, pois estas tem o perfil de desenvolvimento de software, então os requisitos

podem ser provenientes de outra unidade de negócio ou localização, ou seja, a especificação dos mesmos pode chegar inconsistente.

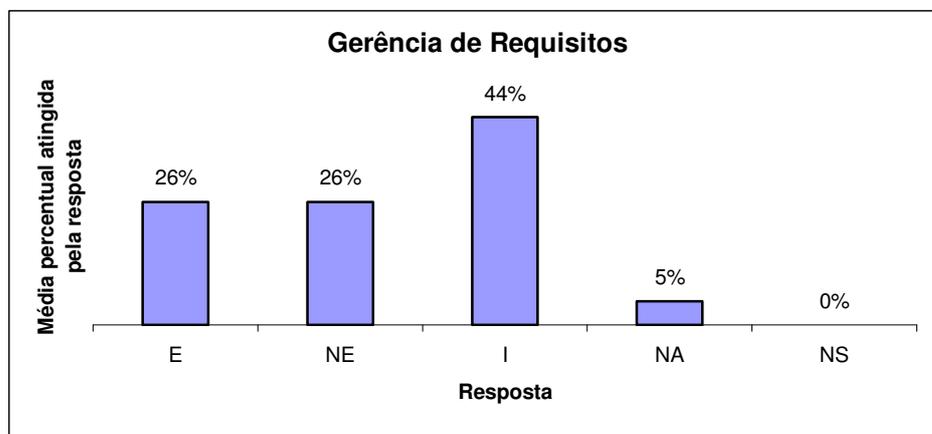


Figura 6. Gerência de Requisitos Empresas.

Sugestões:

Dentre as sugestões para Gerência de Requisitos, são sugeridas verificações periódicas quanto à realização de atividades que estão previstas no prazo devam ser documentadas e institucionalizadas. No caso de fábricas de software ou foco em desenvolvimento de software deve haver um controle mais rigoroso sobre especificações recebidas e elaboradas. Ter o gerenciamento das relações entre os requisitos e seus produtos de trabalho e manter facilidade de avaliação de mudanças em requisitos. O controle de mudanças em requisitos deve ser ao longo de desenvolvimento.

PMBOK (Project Management Book) pode suprir soluções da área de processo estudada também poderiam ser utilizadas para definição dos artefatos gerados em cada prática específica e genérica [19]. Podem ser utilizados indicadores de desempenho para o acompanhamento e rastreabilidade dos requisitos, possibilitando sua análise e implementação de ações corretivas [20].

Em Planejamento de Projeto, na Figura 7, o percentual de estabelecidas de quase um terço é um pouco superior às metas de processos não estabelecidas, com quase um quarto. A quantidade percentual inconsistente é alta, entretanto há menos metas a serem alcançadas em relação à gerência de requisitos. Há um grande percentual de metas a serem estabelecidas, entretanto, uma boa quantia está estabelecida parcialmente.

Observando de uma forma mais criteriosa diretamente no questionário pode-se observar que em Planejamento de Projeto, a maioria das empresas estão inconsistentes e de forma distribuída está as que estabelecem de forma consistente algumas práticas específicas, e outras que não são estabelecidas. A meta SG1 diz respeito a estimativas de planos de projeto serem estabelecidos e mantidos e as práticas específicas dizem respeito a práticas específicas de SP1.1 a SP1.4 correspondentes a estimativas de, respectivamente, *manutenção, estrutura analítica de trabalho, ciclo de vida de projeto, produto de trabalho, esforços e custos de projetos* e apresenta muitas inconsistências.

A meta específica SG2 teve quase todas empresas como inconsistente e diz respeito se o plano de projeto é desenvolvido e mantido como base de sua gestão. As práticas específicas dizem respeito ao cronograma, risco identificado, dados gerenciados,

recursos e conhecimentos e habilidades para o projeto no planejamento. São práticas de SP2.1 a SP2.6. Em algumas empresas estão “estabelecidas” e em outras “não estabelecidas”. O compromisso para que o plano de projeto seja estabelecido e mantido (SG3) é em quase todas empresas “inconsistente” e as práticas específicas (SP3.1 a SP3.3) são na maioria “inconsistentes” também, onde os planos são revisados com compromissos, reconciliado plano de projeto com recursos estimados e disponíveis, compromisso de *stakeholders* para realização de projeto.

Quanto às práticas genéricas, quase todas as empresas alocam recursos (G2.3) para este processo. Para inserir produtos de trabalho G2.2 muitas metas são estabelecidas e há algumas “não estabelecidas”. Quanto a identificar todos os *stakeholders* relevantes a maioria é “inconsistente”, e parte é “consistente” em G2.3, e o mesmo para monitoramento de plano de projeto G2.4 e metas genéricas G2.5 e G2.6.

Então, devem ser estabelecidos de forma consistente as estimativas como delimitação do escopo do projeto (WBS), definição de ciclo de vida do projeto e realização de estimativas de recursos, tamanho, esforço, custo, etc. O desenvolvimento do plano do projeto deve ter definido o orçamento e cronograma do projeto, identificação de riscos, planejamento e gerenciamento de dados e *stakeholders* envolvidos no projeto. Deve haver o comprometimento como plano de negociações entre envolvidos até aprovação do plano.

As empresas em estudo precisam de um Planejamento de Projeto mais definido. Mesmo empresas de pequeno e médio porte e com foco em desenvolvimento de software devem ter as práticas definidas e realizadas, além disso, essas práticas devem ser devidamente documentadas e institucionalizadas, para que estas possam ser realmente realizadas. Esta prática deve ser cumprida para que a empresa possa cumprir os prazos e não estourar também os custos, culminando até mesmo em prejuízos e insatisfação dos clientes. Em decorrência da especialização das empresas atuais e da busca de melhorias continuamente, as empresas correm o risco de perderem os clientes atuais e grande parte da fatia de mercado a qual elas concorrem atualmente.

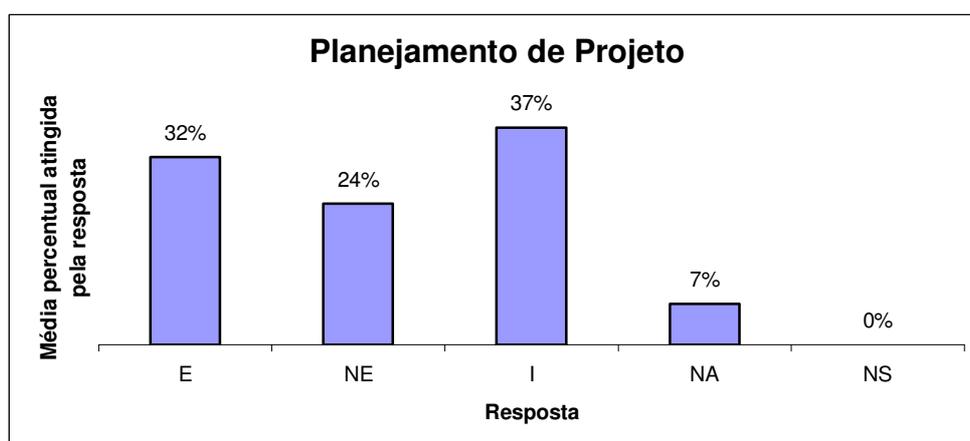


Figura 7. Planejamento de Projetos Empresas.

Sugestões:

Para a melhorar o Planejamento de Projeto, devem ser criado projetos mais completos e consistentes, não apenas com datas e responsáveis, e as estimativas devem ser mais próximas com a realidade e não devem ser feitas apenas com base em experiência de profissionais, mas utilizando-se de metodologias adequadas tais como Estimativas por pontos de função ou Estimativas por pontos de use-case. Uma participação maior do corpo técnico na realização das estimativas também é aconselhável. Devem haver documentações de plano de produto com o planejamento das manutenções do mesmo; plano de projeto com o seu planejamento e responsáveis, cronograma, artefatos gerados; planilha de estimativas com estimativas de tamanho e esforço para cada atividade a ser executada durante o projeto; e planilha de riscos, com os riscos identificados para produtos e os associados a este. Para auxiliar no planejamento de projeto há a ferramenta PMBOK [19].

Em Controle e Monitoramento de Projetos, na Figura 8, o percentual de “não estabelecido” é menos de um terço, e a quantidade de “inconsistentes” atinge quase 40%. Portanto há um grande número de metas a serem alcançadas nesta área de processo. Menos de um quarto de metas são “estabelecidas”, havendo ainda, um pequeno percentual de respostas “não sei”, que significa um provável não estabelecimento da meta e um pequeno percentual para “não se aplica”.

Em análise mais criteriosa, em Controle e Monitoramento de Projetos, o desempenho real e progresso de projeto são monitorados em relação ao planejado com “inconsistência” para maioria das empresas, mas para algumas é “estabelecida”.

As práticas específicas de SP1.1 a SP1.3 são “inconsistentes”. Elas dizem respeito a monitoramento de parâmetros, compromissos com plano, riscos, gerenciamento de dados, *stakeholders* com plano de projeto, revisões de desempenho.

Na meta genérica SG2 a maioria de organizações gerenciam ações corretivas de fora inconsistente quando resultados desviam do plano. Algumas empresas, na maioria das práticas genéricas, são inconsistentes (coletar dados e analisar o caso, ação corretiva em desvios identificados e gerenciamento de ações corretivas), apenas a SP2.2 que estava distribuída em algumas vezes em não estabelecida e estabelecida.

Das práticas genéricas GP2.1 a GP2.3 e GP2.7 a GP2.9 e GG3, a maioria não estabelece uma política organizacional GP2.1 para esta área de processo. A maioria não estabelece GP2.2 que insere produtos de trabalho. A maioria é inconsistente em GP2.3 que é alocar recursos para este processo. Há muitas inconsistências para identificar stakeholders, GP2.7, e algumas não estabelecidas e poucas estabelecidas.

Controle e Monitoramento de Projetos tende a acompanhar tudo o que foi planejado na área de processo de Planejamento de Projetos. Há o acompanhamento do projeto em relação ao plano, condução de revisões e tomadas de ações corretivas quando houver o desvio do planejamento. Devem ser definidas complementemente as metas desse processo nestas empresas para evitar desvios do planejamento, gerando atrasos de projetos.

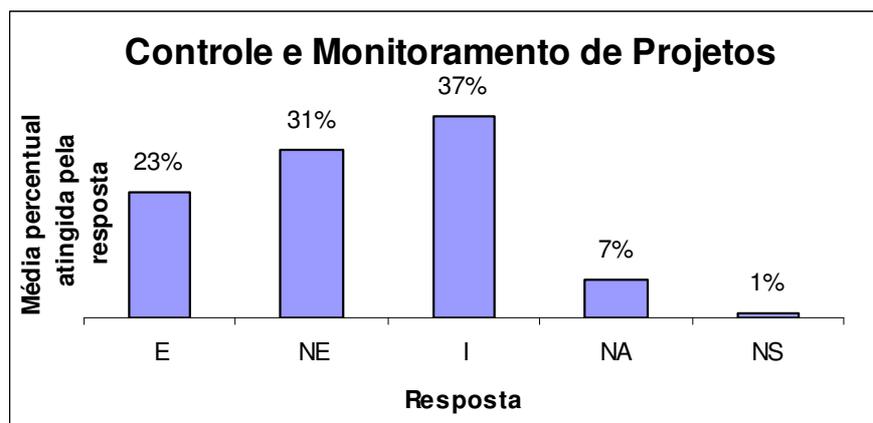


Figura 8. Controle e Monitoramento de Projetos Empresas.

Sugestões:

Para melhorias em Controle e Monitoramento de Projetos deve haver o acompanhamento de projetos da organização. As estimativas devem ser acompanhadas, ou seja, a atividade deve ser realizada com o esforço planejado e o prazo deve ser cumprido da data planejada. A comunicação deve ser melhorada dentro e fora da organização com a realização de reuniões e acompanhamento com as equipes, gerentes de projeto e gerências de sub-áreas. Deve haver um documento que contenha o acompanhamento de atividades realizadas no projeto, das métricas coletadas e dos riscos identificados.

Em Gerência de Sub-Contratação, na Figura 9, há um percentual de mais da metade das repostas como “não se aplica”, o que sugere que de uma forma geral não há esta atividade na empresa, então não há necessidade do estabelecimento desta área de processo. Há menos de um quarto de repostas como “não estabelecidas”, e mais de 15% como “inconsistente”, que mostra que há algumas organizações que precisam deste processo. Há muitas metas a serem alcançadas, poucas “são estabelecidas”, apenas 9%.

Em Gerência de Sub-Contratação quase todas empresas estão com todas as metas como “não se aplica”. Apenas uma empresa selecionou todas as metas como “não estabelecida” e outra selecionou outras repostas além de “não se aplica”. Isto porque a maioria é constituída de empresas pequenas e médias, que são prestadoras de seus serviços, por isso não necessitam, de produtos de software terceirizados. Algumas destas organizações são fábricas de software, ou seja, voltadas ao desenvolvimento.

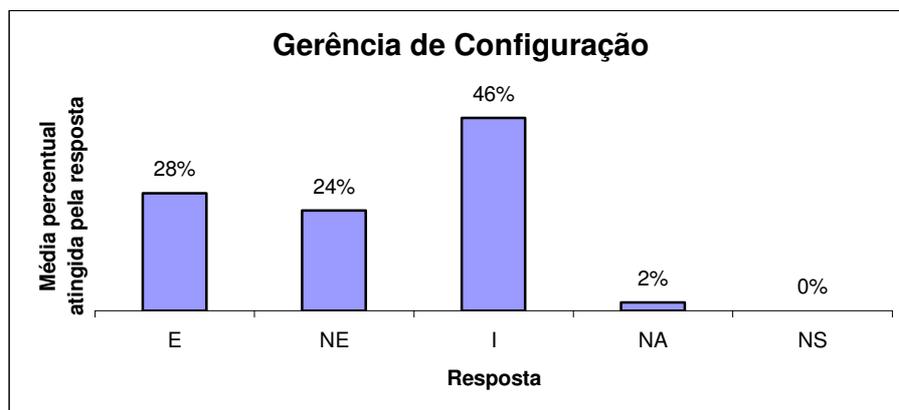


Figura 9. Gerência de Sub-Contratação Empresas.

Sugestões:

Caso haja o processo de Gerência de Contratação em algumas empresas, e o auxílio de fornecedor seja um fator interessante, deve-se ter um bom acordo com fornecedores. Segundo a definição de Pressman [15], COTS “ são componentes comprados de terceiros, prontos para uso no projeto atual e plenamente válidos”. E estes permitem abordar métodos para todas áreas do CMMI.

Em Medição e Análise, na Figura 10, quase um terço “não estabelece” metas de processo e tendo quase o mesmo para respostas “inconsistente”. É observado que também, há quase um terço de percentual para “não se aplica”. Isto sugere que há um grande percentual de metas a serem estabelecidas por completo e muitas delas não são consideradas essenciais para as atividades de processo da empresa. Poucas metas desta área de processo são estabelecidas, apenas pouco mais de 10%.

Em Medição e Análise, houve duas empresas que selecionaram todas as respostas como “não se aplica”. O perfil destas empresas são de produção de software, uma média e uma pequena. Outra selecionou quase todas respostas como estabelecida e uma pequena parte como “inconsistente”, e esta está em processo de certificação. Empresas com respostas distribuídas em quase todas as questões como “não estabelecida” e algumas “inconsistentes”. Uma destas é certificada em ISO e esta e as demais estão em fase de certificação CMMI nível dois.

Há as que responderam mais “inconsistente” e uma não está em busca de certificação e outra não está certificada, mas se interessa em se certificar. Uma têm todas as respostas de metas específicas e SG1 como “estabelecida” e as demais com respostas relacionadas a metas genéricas “inconsistente”.

Medição e análise utiliza-se de métricas para avaliar a efetividade dos processos sobre a informação da organização. Identifica métricas, importantes para atender os objetivos da organização, faz coleta de métricas identificadas e determinam ações corretivas de problemas identificados. É sugerido, com observações, que empresas em início de certificação e certificadas em ISO precisam ter que aplicar os quesitos necessários de CMMI nível dois, onde estão deficientes.

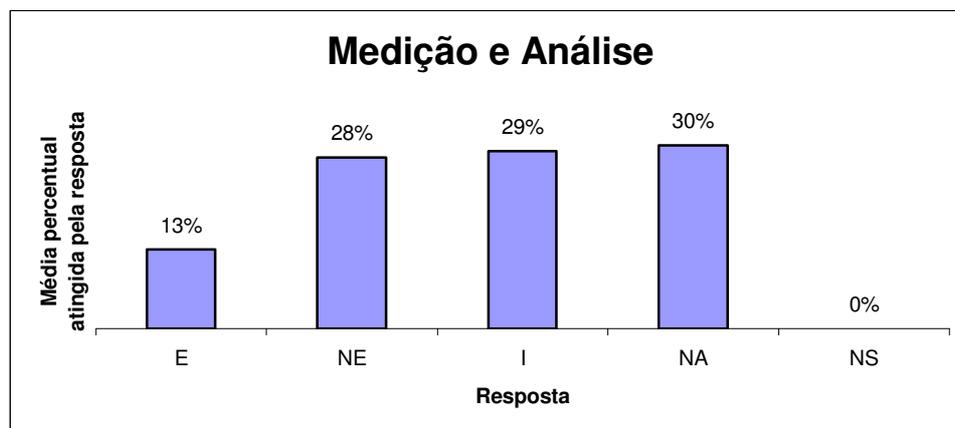


Figura 10. Medição e Análise Empresas.

Sugestões:

Em Medição e Análise, as medições devem ser planejadas e possuir atividades relacionadas a planejamento das atividades de medição. Para isto devem ser feitas a identificação de objetos de medição, deve haver métricas para os objetivos e detalhamento de métricas.

As atividades de medições devem ser executadas conforme planejadas anteriormente. Ações corretivas devem ser gerenciadas e aplicadas quando apropriado pelos *stakeholders*. A correção do problema deve ocorrer quando identificados pelas métricas apresentadas. A organização deve ter um documento com o planejamento das métricas a serem coletadas com o detalhamento de cada métrica e os objetivos traçados por elas. E deve ter um documento que contenha as métricas coletadas para cada produto e projetos associados a este produto.

Em Garantia e Qualidade de Processo e do Produto, na Figura 11, há poucas metas “não estabelecidas”, com pouco mais de 10%. Em compensação há um alto percentual de “inconsistentes”, sendo mais de um terço. No geral, há muitas metas a serem completamente alcançadas, mas boa parte são estabelecidas em parte, ou seja, “inconsistentes”. Há mais de um quinto de metas que não se aplicam à organização, um número significativo.

Fazendo uma análise mais criteriosa, em Garantia e Qualidade do Processo e do Produto houve empresas que marcaram todas respostas “inconsistentes” e dentre elas tem as que pertencem aos perfis daquelas que são certificadas em ISO ou em certificação ISO, empresa que segue alguns processos CMM, mas não pretende se certificar no momento e empresa em certificação. São pequenas e médias, e estão focadas em desenvolvimento de software.

As que marcaram tudo praticamente como “estabelecido”, uma é certificada em CMM nível dois e a outra está buscando certificação até 2006. Ou seja, as empresas mais tem este processo desenvolvido têm um tempo mais avançado em institucionalização de qualidade, pois devem ter mais padrões estabelecidos e assim podem avaliar processos e produtos em relação a estes.

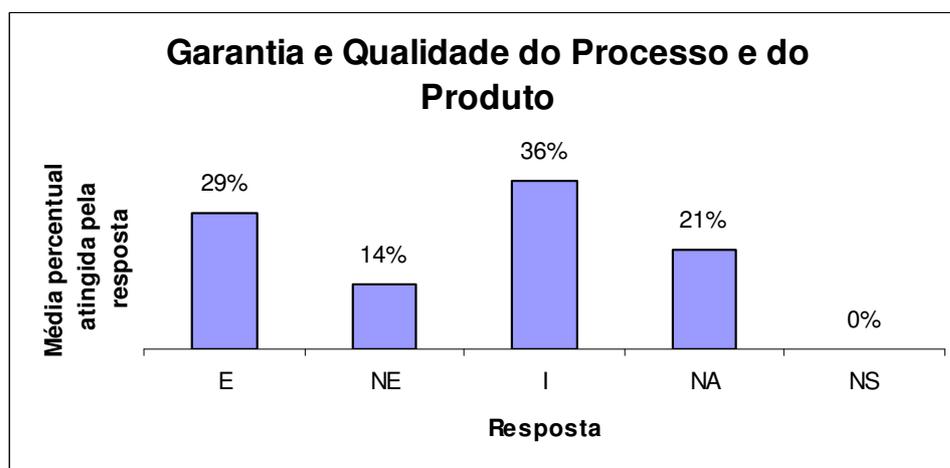


Figura 11. Garantia e Qualidade de Processo e do Produto Empresas.

Sugestões:

Em Processo de Garantia de Qualidade de Produto e Processo deve haver atividades relacionadas ao planejamento das avaliações de qualidade dos produtos e processos existentes da organização. Devem ser executadas as atividades planejadas, identificando os pontos negativos e positivos na execução de processos em organizações e a divulgação dos resultados encontrados. Deve haver a aderência dos processos da organização aos implantados.

Em Gerência de Configuração, na Figura 12, há quase metade do percentual de metas “inconsistentes” e quase um quarto de metas “não estabelecidas”. Isto significa que há um grande número de metas a serem alcançadas nesta área de processo, mas grande parte são metas que precisam ser completadas, pois estão estabelecidas parcialmente. Dentre as metas estabelecidas deste processo, há um número significativo de mais de um quarto. Um número muito pequeno de metas foram respondidas como “não se aplica”.

Em uma análise mais criteriosa, em Gerência de Configuração, respostas que na maioria foram inconsistentes nas metas estão certificadas em ISO, estão em certificação e em nenhuma certificação e a maioria tem foco na produção de software, são empresas pequenas na maioria.

As que tem como resposta como quase todas “não estabelecidas” são empresas que estão a pouco tempo buscando certificação CMMI nível dois. Por isso não há controle da integridade dos produtos de um projeto através de gerência de configuração. As mudanças não passam por uma solicitação com o estabelecimento de linhas de base, nem há controle de requisitos de mudança, nem há análise do impacto de uma mudança consistentes.

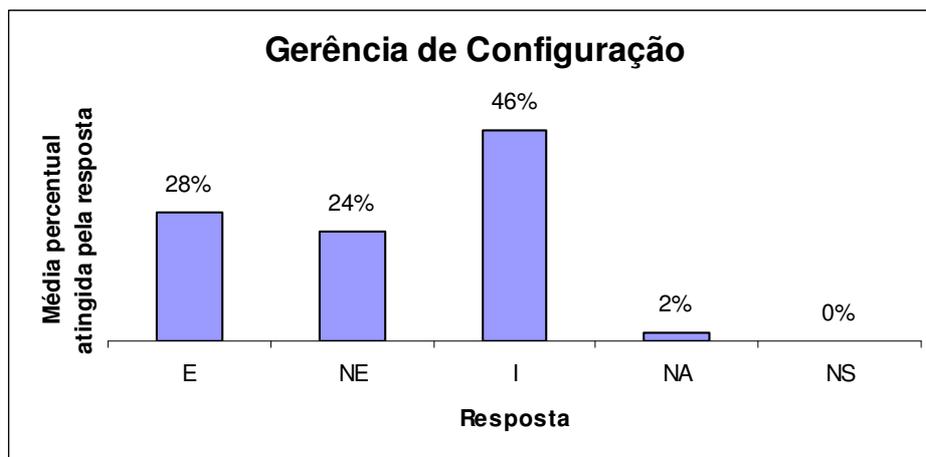


Figura 12. Gerência de Configuração Empresas.

Sugestões:

Em Gerência de Configuração, para sua melhoria, devem ser implantadas atividades relacionadas ao planejamento de gerenciamento de configuração para cada produto desenvolvido pela organização, como linhas de base, itens de configuração, novas versões. Deve haver o controle de versões e gerenciamento de mudanças. Rotinas de auditoria de gerência de configuração devem ser executadas para verificar se a garantia de que itens de configuração estão íntegros. Devem ser divulgados resultados das informações de gerência de configuração a todos da organização.

Considerações:

O questionário abrange perguntas que se relacionam com metas do modelo CMMI nível dois, mas não há perguntas para todas as metas específicas e genéricas. A avaliação se restringe a perguntas selecionadas, então as amostras estão em baseadas nestas, caso houvesse questões diferentes poderia haver outra coleção de dados. Se o questionário fosse enriquecido com mais questões, determinada empresa poderia ter respostas que beneficiaria esta.

Análise Geral:

A área de processo mais enfatizada dentre todas as empresas num primeiro momento foi aquela que obteve o maior número de respostas de “estabelecido e consistente” somado de todas as empresas, em caso empate de mesmo número desta resposta, o desempate foi com o maior número de respostas de todas empresas respectivamente em “inconsistente” (em parte), “não se aplica” e “inconsistente” somado de “não sei” (que é considerado então de “não estabelecida”).

Em uma análise mais geral, pôde ser percebido que a área de processo que possui o maior número percentual de metas “estabelecidas” e um percentual baixo de “não estabelecida” é a de Garantia e Qualidade do Processo e do Produto. Seu número de metas parcialmente estabelecidas está na média dentre todas as áreas de processo. Depois, Planejamento de Projetos é a área de maior percentual de metas de processo “estabelecidas e consistentes”, com o percentual de “não estabelecida”, menor que um quarto e com metas parcialmente “estabelecidas” de quase 40%. Em Gerência de Configuração e Gerência de Requisitos diminui o número percentual de “estabelecidas”, com mais “inconsistências” que metas “não estabelecidas”. Controle e

Monitoramento de Projetos possui quase um quarto de metas “estabelecidas”, mas possui um percentual mais alto de metas “não estabelecidas”, e um percentual um pouco acima da média das áreas de processo de resposta “inconsistente”. Gerência de Sub-Contratação possui o maior índice de metas de processo que não se aplicam. A área de processo de Medição e Análise possui o índice de metas “estabelecidas” pelas organizações mais discrepante em relação às “não estabelecidas” e “inconsistentes”, com alto percentual de metas a serem “estabelecidas”.

O que pôde ser observado de uma forma geral foi que empresas que estavam em processo avançado de certificação ou certificadas, estavam com Medição e Análise, Garantia do Processo e do Produto e Gerência de Configuração com a maioria das metas “estabelecidas”, e em Gerência de Requisitos e Planejamento de Projeto haviam maior número de metas a serem “estabelecidas”. Para empresas em certificação e não certificadas, estas precisam alcançar muitas metas das áreas processo em mencionadas em questão que empresas em certificação e certificadas. Mas muitas necessitam satisfazer metas em Gerência de Requisitos e Planejamento de Projeto como também todas organizações de qualquer tipo de certificação.

O desvio padrão de respostas para cada área de processo foi alto comparado com a média, havendo empresas que têm grande parte de metas “estabelecidas” num processo e outras com pouquíssimas metas estabelecidas neste mesmo processo. Então, para obter um quadro mais uniforme, é interessante, como mostrado na próxima seção, mostrar cada área de processo conforme a certificação de empresas. O Apêndice C mostra tabelas com a média de cada resposta para cada área de processo, o desvio padrão e a dispersão relativa ou coeficiente de variação de Pearson.

Respostas de cada área de processo de todas empresas que estão Em Certificação

Como o grau de concentração está muito alto em torno da média da maioria das respostas por área de processo, foi feita uma análise de respostas de cada área de processo de empresas que estão em fase de certificação. Como mostrado no Apêndice D, comparando-se o desvio padrão com a médio valor percentual é menor que o de empresas no geral, entretanto é muito alto. Em respostas de todo tipo para todas as áreas de processo o percentual de dispersão é alto, o que pode sugerir que na maioria destas empresas em certificação, de uma forma geral, há muitas metas a serem cumpridas em todas as áreas de processo de CMMI nível 2.

Conclusões e Trabalhos Futuros

Qualidade de software é fator muito importante. Melhorias de processo de software tratam métodos e tecnologias que são utilizados para avaliar, apoiar e melhorar as atividades de desenvolvimento e manutenção de software. Abordagens importantes como as normas ISO 9001 e a ISO/IEC 12207, o modelo CMM (*Capability Maturity Model*) e CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) e o SPICE sugerem que melhorando o processo de software, pode-se melhorar a qualidade de produtos.

No CMMI nível dois são estabelecidos os requisitos de gerenciamento e os processos são planejados, executados medidos e controlados. Este nível de maturidade auxilia a garantir que as práticas são seguidas mesmo em tempos de maiores estresses. Os projetos são executados e gerenciados de acordo com o planejado. Os requisitos, processos e produtos de trabalhos são gerenciados. Compromissos são estabelecidos por todos os *stakeholders* relevantes e são revisados quando preciso. Os produtos de trabalho são mantidos pelos *stakeholders* e controlados. E estes últimos satisfazem os requisitos, padrões e metas.

Quando selecionado o modelo de qualidade, foi preparado um questionário para avaliação de empresas de Recife. Num número de 10 empresas, foi feita a avaliação destas relativa à aderência ao modelo CMMI nível dois. Então foi obtido um panorama geral de como estas empresas apresentam-se nas áreas de processo de CMMI nível dois. Apesar da dificuldade de se obter um número maior de empresas, pôde ser mostrado um método importante de analisá-las e tirar conclusões sobre a qualidade das mesmas.

As empresas não apresentaram homogeneidade quanto a uma área de processo destacada. Enquanto algumas se apresentam com muitas respostas “estabelecidas” em uma área de processo outras tinham poucas metas “estabelecidas” na mesma. Por isso foi feita também uma análise mais criteriosa, além da análise geral, de empresas olhando suas respostas em seus questionários que tornou possível explicitar as metas que precisariam de melhorias em cada área de processo.

As empresas estão mais similares nas áreas de processo de Gerência de Requisitos, Planejamento de Projetos e Controle e Monitoramento de Projetos, apresentando muitas “inconsistências”, ainda assim há muitas divergências em respostas entre essas áreas. As áreas de processo com maiores divergências foram Medição e Análise, Garantia e Qualidade do Processo e do Produto e Gerência de Configuração porém, foi observado que as empresas que trabalhavam há mais tempo na área de qualidade de sua empresa, ou seja, em certificação porém com mais tempo de dedicação e empresas certificadas possuem a maioria de suas metas “estabelecidas”. Por outro lado, empresas recentemente em dedicação à certificação, as que não possuem e nem estão em busca de certificação e as certificadas em ISO, em sua maioria têm estes processos com metas “inconsistentes”.

A área de processo Gerência de Sub-Contratação em geral “não se aplica” às empresas, uma vez que o perfil de empresas de Recife não precisam contratar serviços, pois em geral são pequenas e médias empresas de desenvolvimento de software.

As sugestões de melhorias foram dadas para todas as áreas para poder englobar o conjunto de empresas que possuíam metas estabelecidas em parte e não estabelecidas em cada área de processo.

A produção deste trabalho pôde proporcionar o enriquecimento do conhecimento da aplicação na prática do modelo CMMI nível dois. As empresas, no geral, demonstram bastante interesse em qualidade de processos de software para garantir competitividade no mercado e mostram-se engajadas de alguma forma na busca de uma certificação em qualidade, essencialmente CMMI. Uma das grandes dificuldades constatadas destas organizações é de como implantar certos quesitos de qualidade e adaptá-los a sua empresa.

Podem ser desenvolvidos como trabalhos futuros a utilização de um maior número de empresas para obter um quadro mais preciso e mais próximo da realidade do total de empresas de Recife em qualidade de software. Tal quadro, pode ser de grande importância para poder encontrar pontos em comum a serem melhorados em áreas de processos pelas empresas levando a percepção da necessidade de consultoria para tais empresas.

Além disto, para uma análise individual mais detalhada de cada empresa deve ser feito um estudo a respeito dos processos de cada empresa, lendo documentos de projetos antigos e acompanhando projetos novos, englobar todas as metas de cada área de processo a ser avaliado. Então, poderia ser obtido com mais clareza o funcionamento de processos atuais de cada empresa. A identificação detalhada de processos mais efetivos e pontos a serem melhorados pode possibilitar a busca de solução em conjunto de principais melhorias em comum a serem executadas por parte de empresas. Obtendo a implantação de melhorias nas áreas do nível dois de CMMI vai possibilitar serem avaliados em um processo formal oficial do SEI.

Bibliografia

- [1] FIORINI, Soeli, “Engenharia de Software com CMM”, Rio de Janeiro, RJ: Brasport, 1998, 346 p.
- [2] CÔRTEZ, Mario, “Modelos de Qualidade de Software”, Campinas, SP: Editora da Unicamp, Instituto de Computação, 2001, 148 p.
- [3] ROCHA, Ana Regina Cavalcanti da; MALDONADO, José Carlos; WEBER, Kival Chaves; “Qualidade de software - teoria e prática”. São Paulo: Prentice Hall PTR, 2001, 1ª edição, 302 p.
- [4] ROCHA. “Qualidade de Produtos de Software”. Disponível em: <<http://www.lia.ufc.br/~eti/2003/menu/modulos/ENGSOFT/ENGSOFT-QualidadeProdutosDeSoftware.pdf>>.
- [5] ROCHA. “Processos de Software”. Disponível em: <<http://www.lia.ufc.br/~eti/2003/menu/modulos/ENGSOFT/ENGSOFT-ProcessoDeSoftware.pdf>>.
- [6] SOMMERVILLE, Ian, “Engenharia de Software”; tradução André Maurício de Andrade Riberio; revisão técnica Kechi Hiramã. São Paulo: Addison-Wesley, 2003, 6ª edição, 592 p.
- [7] CMMI Product Team (2002), Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1.
- [8] CHRISSIS, M. B., KONRAD, M., SHRUM, S. (2003), CMMI®: Guidelines for Process Integration and Product Improvement, Addison Wesley.
- [9] ROYCE, Walker. “CMM vs. CMMI: From Conventional to Modern Software Management”, Vice President and General Manager _Strategic Services. <www.therationaledge.com/content/feb_02/f_conventionalToModern_wr.htm>
- [10] KITSON David H.; KITSON, Loretta J. “ISO/IEC 15504 - Overview and Status”. Software Engineering Institute, KAMO Consultancy. Disponível em: <www.sei.cmu.edu/iso-15504/resources/symp-se-98.pdf>
- [11] ANACLETO, Alessandra; WANGENHEIM, Christiane; SALVIANO, Clênio; SAVI, Rafael. “15504MPE – Desenvolvendo um Método para Avaliação de Processos de Software em MPEs Utilizando a ISO/IEC 15504”. CenPRA, UNIVALI, 2003.
- [12] SILVA, Odair; BORGES, Carlos; SALVIANO, Clênio; CRESPO, Adalberto; ROULLIER, Ana. “Aplicação da ISO/IEC TR 15504 Na Melhoria do Processo de Desenvolvimento de software de uma Pequena Empresa “. Ampla Consultoria em Informação, CenPRA, UFLATEC, 2003.
- [13] ANDRADE, Ana Luísa. “Aplicação da Norma ISO/IEC 12119 na Avaliação da qualidade de Produtos de Software”. UNICAMP, Fundação Centro Tecnológico para Informática - CTI.
- [14] MENDES, Rodrigo. (2004) “Modelagem e Avaliação do CMMI no SPEM para Definição de um Meta-Processo de Software”. Trabalho de Graduação. Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.
- [15] PRESSMAN, Roger S., “Engenharia de software”, 5ª ed., McGraw-Hill, 2002.

- [16] WANGENHEIM, Christiane; SALVIANO, Clenio. “Consolidação de uma Metodologia para Avaliação de Processos de Software de MPEs Baseada na Norma ISO/IEC 15504 “ , (SPICE), (Projeto PBQP 2.32 2004). Univale, CENPRA.
- [17] ROCHA, William Veronesi. "CBA IPI – Método de Avaliação William". PUC Minas – Campus Poços de Caldas. Projeto PROBIC.
- [18] VIANA, Virgínia. “CMM – The Capability Maturity Model”. Apresentação slide.
- [19] PERRELLI, Hermano. “Gerência de Projetos: O modelo PMBOK”. Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- [20] HAZAN, Claudia. “Especificação de Indicadores para Gestão de Requisitos”. Serviço de Processamento de Dados, Departamento de Informática PUC-Rio.

Apêndice A

Anexo I

Questionário de Trabalho de Conclusão de Curso na área de Qualidade de Processo de Software

Informações Iniciais:

Nome da organização:
-É certificada ISO?
-É certificada CMM? Qual nível? A que unidades de negócio se aplica?
-A organização procura certificar seu produto (norma ISO 9126) ou se interessa em submeter seu produto a um laboratório de avaliação?
-Porte da empresa (pequeno, médio, grande):
-Está buscando alguma certificação, seguindo algum modelo de guia de melhoramento de processo?

Instruções:

- 1) Para a direita de cada questão há cinco possibilidades: Estabelecida e Consistente, Não-Estabelecida, Inconsistente, Não se aplica e Não sei.

Marque Estabelecida e Consistente quando:

- A prática está bem estabelecida e consistentemente executando.

Marque Não-Estabelecida quando:

- A prática não está bem estabelecida. A prática é omitida.

Marque Inconsistente quando:

- A prática está executando inconsistentemente. A prática pode estar executando algumas vezes, ou mesmo freqüentemente, mas é omitida sob circunstâncias de dificuldade.

Marque Não se aplica quando:

- Você tem o conhecimento sobre o projeto ou organização e questão perguntada, mas sente que questão não se aplica ao projeto.

Por exemplo, a seção inteira de Configuração de sub-contrato de gerenciamento pode não ser aplicar ao projeto se você não trabalha com qualquer sub-contratos.

Marque Não sei quando:

- Você não tem certeza sobre como responder a questão.

- 2) Há questões que são representadas por números e que são representadas por letras do alfabeto. Caso a questão numera for negativa ou não se aplicar, então não responder as próximas questões representadas por letra e ir para a próxima questão numerada e assim sucessivamente.

- 3) Caso a primeira pergunta de cada área de processo em questão a ser respondida for negativo ou não se aplicar, pule para as questões para próxima área de processo.

Gerência de Requisitos

O propósito de gerenciamento de requisitos é gerenciar os requisitos de produtos de projetos e componentes de produto e identificar inconsistências entre estes requisitos e planos de projetos e produtos de trabalho relacionados a ele.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	Os requisitos são gerenciados?					
	a. O processo de gestão de requisitos é conhecido e adotado em todos projetos da organização?					
	b. É realizado um planejamento acerca do processo de gestão de requisitos?					
2	São verificadas e documentadas as inconsistências entre o planejamento do sistema e os produtos de sistema (artefatos, software)?					
	a. É desenvolvido um entendimento junto aos provedores dos requisitos sobre o significado dos mesmos?					
	b. Há alguma espécie de compromisso daqueles que vão realizar as atividades necessárias para implementar os requisitos para com tais requisitos no sentido de serem utilizados sempre os requisitos atuais, aprovados ou que resultaram de mudanças?					
	c. As mudanças nos requisitos são gerenciadas e documentadas durante a evolução do projeto?					
	d. São feitas revisões nos planos de projeto e demais artefatos a fim de encontrar inconsistência entre os plano de projeto e implementação?					
4	São alocados recursos (pessoais e ferramentas de rastreamento de requisitos) adequados para o processo de gestão de requisitos desenvolvendo os artefatos necessários?					
	a. São definidos papéis e responsabilidade a pessoas para realizar as tarefas do processo de gestão de requisitos e desenvolver seus artefatos?					
	b. A equipe é treinada para executar ou dar suporte ao processo de gestão de requisitos?					
5	Os artefatos e demais produtos de trabalho (requisitos e matriz de rastreabilidade de requisitos) gerados durante o processo de gestão de requisitos são colocados sob gerência de configuração?					

6	São identificados todos os <i>stakeholders</i> relevantes ao processo de gestão de requisitos para que estes possam resolver questões relativas ao entendimento dos requisitos, análise do impacto de mudanças, comunicação da rastreabilidade bidirecional dos requisitos e identificação de inconsistência entre o planejamento, artefatos e a implementação dos requisitos?					
7	O processo é monitorado e acompanhado no que diz respeito ao planejamento de execução do mesmo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário?					
8	São feitas verificações quanto à aderência do processo de gestão de requisitos em relação a sua descrição, padrões e procedimentos a fim de direcionar as não-conformidades?					
9	São feitas verificações das atividades, status e resultados do processo de gestão de requisitos junto a Alta Gerência da Organização a fim de solucionar as pendências					

Planejamento de Projeto

O propósito de planejamento de projeto é estabelecer e manter planos que definem atividades de projeto.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	As estimativas de planejamento de projeto são estabelecidas e mantidas?					
	a. Uma estrutura analítica de trabalho (WBS) é estabelecida para estimar o escopo do projeto?					
	b. As estimativas de produto de trabalho (artefatos, documentos, software operacionais e de suporte) e ferramentas requeridas são estabelecidas?					
	c. As fases do ciclo de vida do projeto que servem como base para definir o planejamento do esforço de planejamento de projeto são estabelecidas?					
	d. São estimados os esforços e custos do projeto para os artefatos e atividades, com base em métodos/modelos/práticas apropriadas de estimativas?					
2	Um plano de projeto é desenvolvido e mantido como base para a gestão do projeto?					
	a. Há o estabelecimento e manutenção do orçamento e					

	cronograma do projeto?					
	b. Riscos são identificados e analisados?					
	c. São planejados e gerenciados os dados (documentação de áreas como administração, engenharia, gerência de configuração) do projeto?					
	d Há um planejamento dos recursos (mão-de-obra, equipamento, materiais e métodos) para a realização do projeto?					
	e. São planejadas as necessidades de conhecimentos e habilidades para executar o projeto?					
	f. É planejado o envolvimento dos <i>stakeholders</i> identificados?					
	g.É estabelecido e mantido o conteúdo do plano de projeto como um todo?					
3	Compromissos para o plano de projeto são estabelecidos e mantidos?					
	a. São revisados todos os planos que afetam o a fim chegar a um entendimento dos compromissos com o mesmo?					
	b. Reconciliado o plano de projeto para refletir recursos estimados e disponíveis?					
	c É compromisso dos <i>stakeholders</i> (internos e externos ao projeto) relevantes que são responsáveis pela realização e apoio ao plano de execução?					
4	Existe uma política organizacional documentada para o processo e realização do processo de planejamento?					
5	São inseridos produtos de trabalho (plano de projeto, dados de gerenciamento do plano de projeto) em gestão de configuração incluindo plano de projeto?					
6	São alocados recursos (pessoais e materiais, por exemplo, planilhas, modelos de estimativa, pacotes para planejamento e escalonamento de projetos) adequados para o processo de planejamento de projeto e desenvolvimento dos artefatos necessários?					
7	São identificados todos os <i>stakeholders</i> relevantes ao processo como planejado?					
8	O processo de planejamento de projeto é monitorado e controlado no que diz respeito ao planejamento de execução do processo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário?					
9	A aderência do processo de planejamento de projeto é objetivamente avaliada em relação à sua descrição, padrões, procedimentos, levando em consideração não-conformidade?					
10	O processo é institucionalizado como processo definido?					

Controle e monitoramento de projetos

O propósito de monitoramento e controle de projetos é fornecer um entendimento de progresso do projeto e que ações corretivas apropriadas possam ser tomadas quando execução de projeto desvia significativamente do plano.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	O desempenho real e progresso de projeto são monitorados com relação ao planejado?					
	a. Monitora parâmetros (tarefas, custo, esforço e cronograma) e planejamento em relação ao plano de projeto?					
	b. Monitora compromissos em relação àqueles identificados no plano de projeto?					
	c. Monitora riscos em relação àqueles identificados no plano de projeto?					
	d. Monitora gerenciamento de dados planejados?					
	e. Monitora o envolvimento de <i>stakeholders</i> em relação ao plano de projeto?					
	f. Faz revisões periódicas de progresso e desempenho de projeto?					
2	Ações corretivas são gerenciadas quando desempenho ou resultados desviam significativamente do plano?					
	a. Coleta e analisa os casos e determina ações corretivas?					
	b. Toma ação corretiva em casos de desvios identificados?					
	c. Gerencia ações corretivas?					
3	Existe uma política organizacional para realizar o monitoramento e controle do processo de desenvolvimento de produto?					
4	Inserir produtos de trabalho em gestão de configuração incluindo plano de projeto?					
5	São alocados recursos (sistemas de rastreamento de custos, sistemas de relatório de esforço, por exemplo) adequados para o processo de monitoramento de controle e desenvolver os artefatos necessários?					
6	São identificados envolvidos todos os <i>stakeholders</i> relevantes ao processo de monitoramento e controle como planejado?					
7	O processo é monitorado com relação ao planejamento e realização do processo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário?					
8	São feitas verificações quanto a aderência do processo de					

	controle e monitoramento de projetos à sua descrição, padrões e procedimentos a fim de direcionar as não-conformidades?					
9	O processo é institucionalizado como processo definido?					

Gerenciamento de Sub-Contratação

O propósito de gerenciamento de sub-contratação é gerenciar a aquisição de produtos de terceiros para qual existir um acordo formal.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	Acordos formais com fornecedores são estabelecidos e mantidos, determinando o tipo para cada produto ou componente de produto a ser adquirido?					
2	Os acordos com os fornecedores são satisfeitos tanto pelo projeto quanto pelo fornecedor?					
3	Existe uma política organizacional documentada para o processo de gestão de sub-contratação?					
4	Inserir produtos de trabalho (artefatos, software) em gestão de sub-contratação incluindo plano de projeto?					
5	São alocados recursos (pessoais e materiais como lista de fornecedores preferidos, programa de rastreamento de requerimentos) adequados para o processo de gestão de sub-contratação e desenvolvimento dos artefatos necessários?					
6	São identificados e envolvidos todos os <i>stakeholders</i> relevantes ao processo de gerência de sub-contratação como planejado?					
7	O processo é monitorado e acompanhado no que diz respeito ao planejamento de execução do processo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário?					
8	É avaliada objetivamente a aderência do processo de gerenciamento do acordo com fornecedores em relação à descrição do processo, padrões e procedimentos e não conformidades?					
9	O processo é institucionalizado como processo definido?					
10	Os produtos de trabalho (com acordos com fornecedores, subcontratos, lista de fornecedores preferidos) são colocados sob gerenciamento de					

configuração com acordos de fornecedores, sub-contratos, listas de fornecedores preferidos?					
---	--	--	--	--	--

Medição e Análise

O propósito de medição e análise é desenvolvido e sustenta uma medição de capacidade que é usado para apoiar gerenciamento de informação necessária.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	Os objetivos das medições e suas atividades estão alinhados com informações necessárias que tenham sido identificadas e objetivos que tenham sido providos?					
	a. Estabelece objetivos de medições documentados?					
	b. Estabelece medidas para os objetivos de medições?					
	c. Especifica como medições de dados serão obtidos e armazenados?					
	d. Especifica como medições de dados serão analisados e relatados?					
2	Há resultados de medições que identificam informações necessárias e objetivos?					
	a. Obtém dados de medições especificados?					
	b. Analisa dados de medições?					
	c. Gerencia e armazena dados de medições, especificação de medição, e análise de resultados?					
	d. Relata resultados de medição e atividades de análise para todos os <i>stakeholders</i> relevantes?					
3	Existe uma política organizacional documentada para o planejamento e realização de processo de medição e análise?					
4	Inserir produtos de trabalho (como especificação de medidas de base e derivações, coleção de dados e procedimento, análise de resultados e ferramenta de análise) em medição e análise incluindo plano de projeto?					
5	São alocados recursos (com pacotes estatísticos e que suportam coleção de dados da própria rede) adequados para o processo de medição e análise e desenvolver os artefatos necessários?					
6	São identificados todos os <i>stakeholders</i> relevantes ao processo de gerência de medição e análise como planejado?					

7	O processo é monitorado e acompanhado no que diz respeito ao planejamento de execução do processo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário?					
8	São feitas verificações quanto à aderência do processo de medição e análise à sua descrição, padrões e procedimentos, lidando-se também com as não-conformidades?					
9	O processo é institucionalizado como processo definido?					

Garantia e qualidade do processo e do produto

O propósito de garantia de qualidade de processo e produto é fornecer grupo de trabalho e gerenciamento com objetivo dentro de processos e produtos de trabalho associados.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	A aderência dos processos realizados, produtos associados aos mesmos e serviços a descrições de processos, padrões e procedimentos aplicáveis é objetivamente avaliada?					
	a. Avalia objetivamente o processo em relação a sua descrição, padrões e procedimento aplicáveis?					
	b. Avalia objetivamente produtos e serviços em relação à descrição, padrões e procedimentos?					
2	Eventuais casos de não-conformidade são objetivamente rastreados e comunicados, com resolução assegurada?					
	a. Comunica questões de qualidade e assegura a resolução de questões de não-conformidade com a equipe e gerentes?					
	b. Mantém registros de garantia de qualidade de atividades?					
3	Existe uma política organizacional documentada para o processo de garantia de qualidade do processo e do produto?					
4	Inserir produtos de trabalho (artefatos, software) em garantia de controle de processo e de produto incluindo plano de projeto?					
5	São alocados recursos (tais como, ferramentas de avaliação) adequados para o processo de garantia de controle de processo e de produto e desenvolver os artefatos necessários?					
6	São identificados e envolvidos todos os <i>stakeholders</i>					

	relevantes ao processo de gerência de garantia de controle de processo e de produto como planejado?					
7	O processo é monitorado e acompanhado no que diz respeito ao planejamento de execução do processo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário?					
8	São feitas verificações quanto a aderência do processo de garantia de qualidade do processo e do produto à sua descrição, padrões e procedimentos a fim de direcionar as não-conformidades?					
9	O processo é institucionalizado como processo definido?					

Gerenciamento de Configuração

O propósito de gerenciamento de configuração é estabelecer e manter a integridade de produtos de trabalho usando configuração de identificação, configuração de controle, configuração de status de contabilidade e configuração de auditoria.

		Estabelecida e consistente	Não-estabelecida	Inconsistente (Em parte)	Não se aplica	Não sei
1	As linhas de base de produtos identificados (tais como, descrições de processos, requisitos, projeto, planos e procedimentos de teste, resultados de teste, descrições de interfaces, código) são estabelecidas?					
	a. Identifica itens de configuração (por exemplo, descrições de processos, requisitos, projeto, planos e procedimentos de teste, resultados de teste, descrições de interfaces, código)?					
	b. Controla e rastreia mudanças em produtos de trabalho (por exemplo, código e módulo)?					
	c. Cria linhas de base para uso interno?					
2	As mudanças para produtos em construção sob gerenciamento de configuração são rastreadas e controladas?					
	a. Rastreia mudanças em requisitos?					
	b. Controla itens de configuração?					
3	A integridade das linhas de base é estabelecida e mantida?					
	a. Há registros descrevendo itens de configuração?					
	b. São realizadas auditorias para manter integridade de linhas de base de configuração?					

4	Existe uma política organizacional documentada para planejamento e realização do processo de gestão de configuração?					
5	Inserir produtos de trabalho (artefatos, software) em gestão de configuração incluindo plano de projeto?					
6	São alocados recursos (tais como, ferramentas de gerenciamento de configuração, ferramenta de gerenciamento de dados) adequados para o desenvolvimento de artefatos e provisão dos serviços do processo ?					
7	São identificados e envolvidos todos os <i>stakeholders</i> relevantes ao processo de gerência de configuração como planejado?					
8	O processo é monitorado e acompanhado no que diz respeito ao planejamento de execução do próprio processo para que sejam tomadas ações corretivas quando necessário? (p. ex. número de auditorias de configuração conduzidas)					
9	São feitas verificações quanto à aderência do processo de gestão de configuração à sua descrição, padrões e procedimentos a fim de direcionar as não-conformidades?					
10	O processo é institucionalizado como processo definido?					

Anexo II

Mapeamento de Cada Área de Processo, ou Prática ou Subprática com cada Pergunta do Questionário

Gerência de Requisitos

1	SG1
a	GP2.1
b	GP2.2
2	SP 1.5
A	SP 1.1
b	SP 1.2
c	SP 1.3
d	Subprática 1 (um) de SP1.5
3	GP 2.3
a	GP 2.4
b	GP 2.5
4	GP 2.6
5	GP 2.7
6	GP 2.8
7	GP 2.9
8	GP 2.10

Planejamento de Projeto

1	SG1
a	SP1.1
b	SP1.2
c	SP1.3
d	SP1.4
2	SG 2
a	SP 2.1
b	SP 2.2
c	SP 2.3
d	SP 2.4
e	SP 2.5
f	SP 2.6
3	SG 3
a	SP 3.1
b	SP 3.2
c	SP 3.3
4	GG 2
5	GP 2.2
6	GP 2.3
7	GP 2.7
8	GP 2.8
9	GP 2.9
10	GG3

Controle e monitoramento de projetos

1	SG1
a	SP1.1
b	SP1.2
c	SP 1.3
d	SP 1.4
e	SP1.5
f	SP1.6
2	SG2
a	SP2.1
b	SP2.2
c	SP2.3
3	GP2.1
4	GP2.6
5	GP2.3
6	GP2.7
7	GP2.8
8	GP2.9
9	GG3

Gerenciamento de Sub-Contratação

1	SG1
2	SG2
3	GP2.1
4	GP2.2
5	GP2.3
6	GP2.7
7	GP2.8
8	GP2.9
9	GG3
10	GP2.6

Medição e Análise

1	SG 1
a	SP 1.1
b	SP 1.2
c	SP 1.3
d	SP 1.4
2	SG 2
a	SP 2.1
b	SP 2.2
c	SP 2.3
d	SP 2.4
3	GP 2.1
4	GP 2.2
5	GP 2.3
6	GP 2.7
7	GP 2.8
8	GP 2.9
9	GG3

Garantia e qualidade do processo e do produto

1	SG 1
a	SP 1.1
b	SP 1.2
2	SG 2
a	SP 2.1
b	SP 2.2
3	GP 2.1
4	GP 2.2
5	GP 2.3
6	GP 2.7
7	GP 2.8
8	GP 2.9
9	GG 3

Gerenciamento de Configuração

1	SG 1
a	SP 1.1
b	SP 1.2
c	SP 1.3
2	SG 2
a	SP 2.1
b	SP 2.2
3	SG 3
a	SP 3.1
b	SP 3.2
4	
5	GP 2.1
6	GP 2.3
7	GP 2.7
8	GP 2.8
9	GP 2.9
10	GG3

Apêndice B

Média e Desvio Padrão de Todas Empresas em cada Área de Processo de CMMI nível por estágio.

Gerência de Requisitos					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	25,625%	25,625%	43,75%	5%	0%
Desvio Padrão	23,32961	17,542112	18,10224	12,07615	0
Dispersão Relativa	91,042391%	68,457023%	41,376541%	241,5229%	0,000000%

Planejamento de Projetos					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	31,630952%	24,035714%	37,083333%	7,25%	0%
Desvio Padrão	27,04283	23,1692	20,3678	22,92651	0
Dispersão Relativa	85,4948	96,3949	54,9244	316,2278	0,0000

Controle e Monitoramento de Projetos					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	23,3333%	30,7407%	37,4074%	7,2222%	1,2963%
Desvio Padrão	24,05	25,29	23,50	19,25	3,50
Dispersão Relativa	103,0864%	82,2656%	62,8277%	266,5927%	269,7946%

Gerenciamento de Sub-Contratação					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	9%	23%	16%	52%	0%
Desvio Padrão	17,2884	34,65705	26,33122	50,72803	0
Dispersão Relativa	192,0934%	150,6828%	164,5701%	97,5539%	0,0000%

Medição e Análise					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	13,333333%	28,055556%	28,611111%	30%	0%
Desvio Padrão	22,09842	39,94273	32,12976	48,30459	0
Dispersão Relativa	165,7382%	142,3701%	112,2982%	161,0153%	0,0000%

Garantia e Qualidade do Processo e do Produto					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	29,111111%	13,888889%	35,88889%	21,111111%	0%
Desvio Padrão	39,9238	27,3736	35,7481	41,72219	0
Dispersão Relativa	137,1428%	197,0899%	99,6078%	197,6314%	0,0000%

Gerência de Configuração					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	27,962963%	24,2592593%	46,111111%	1,6666667%	0%
Desvio Padrão	27,43398	21,083681	25,20747	5,00	0
Dispersão Relativa	98,1083%	86,9098%	54,6668%	300,0000%	0,0000%

Apêndice C

Média e Desvio Padrão de Empresas Em Certificação em cada Área de Processo de CMMI nível por estágio.

Gerência de Requisitos					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	22,91667%	27,08333%	47,91667%	2,083333%	0,0000%
Desvio Padrão	20,12332	16,13743	14,47879	5,103104	0
Dispersão Relativa	87,81084%	59,58436%	30,21661%	244,949%	0%

Planejamento de Projetos					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	30,4762%	30,4960%	39,0278%	0,0000%	0,0000%
Desvio Padrão	28,40138	27,49071	12,84885	0	0
Dispersão Relativa	93,19202%	90,14522%	32,92233%	0%	0%

Controle e Monitoramento de Projetos					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	23,7654%	35,1852%	39,1975%	0,0000%	1,8519%
Desvio Padrão	26,30455	28,64091	19,75212	0	4,536092
Dispersão Relativa	110,6841%	81,40048%	0%	0%	244,949%

Gerenciamento de Sub-Contratação					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	6,666667%	31,66667%	10%	51,66667%	0%
Desvio Padrão	12,1106	43,08906	16,7332	53,07228	0
Dispersão Relativa	181,659%	136,0707%	167,332%	102,7205%	0%

Medição e Análise					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	20,37037%	37,5%	25,46296%	16,66667%	0%
Desvio Padrão	26,68209	49,37104	29,8358	40,82483	0
Dispersão Relativa	130,9848%	131,6561%	117,1733%	244,949%	0%

Garantia e Qualidade do Processo e do Produto					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	20,74074%	23,14815%	54,25926%	1,851852%	0%
Desvio Padrão	34,04185	33,03882	33,48423	4,536092	0
Dispersão Relativa	164,1304%	142,7277%	61,71154%	244,949%	0%

Gerência de Configuração					
	Estabelecida	Não Estabelecida	Inconsistente	Não se Aplica	Não sei
Média Percentual	22,33333	31,66667	46	0	0
Desvio Padrão	17,38454	24,69255	23,05187	0	0
Dispersão Relativa	77,84122%	77,97649%	50,11277	0	0