



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE COMPUTAÇÃO

# “ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO MODELO DE QUALIDADE CMMI NAS ORGANIZAÇÕES”

Autor:

William Teixeira Silva de Sousa

Orientador:

Prof. Antônio Cláudio Gómez de Sousa,  
*M.Sc.*

Examinador:

Prof. Sergio Palma da Justa Medeiros,  
*D.Sc.*

Examinador:

Prof. Sergio Barbosa Villas-Boas,  
*Ph.D.*

DEL  
Dezembro/2006

## ***Dedicatória***

---

Dedico este trabalho à minha família, que sempre acreditou em mim e me proporcionou as ideais condições para que eu tivesse uma formação acadêmica de qualidade.

## ***Agradecimentos***

---

Este trabalho é fruto da cooperação de muitas pessoas e, por isso, gostaria de agradecer a todas elas.

Quero agradecer a minha família e aos meus amigos, que sempre me apoiaram e me incentivaram, pela compreensão por todos os momentos em que estive ausente, dedicando-me às minhas pesquisas.

Agradeço à UFRJ, em especial ao Departamento de Engenharia Eletrônica e Computação, por prover todos os recursos necessários para que eu pudesse fazer um curso de excelência.

Por fim, meus eternos agradecimentos ao professor Antônio Cláudio Gómez de Sousa, que foi o motivador dos meus estudos acerca deste tema e que, em um trabalho conjunto e de qualidade, proporcionou-me ajuda para o desenvolvimento deste projeto.

Em resumo, agradeço a todos que ajudaram a construir o meu conhecimento e em especial a você que vai ler o que dele resultou.

A todos vocês, o meu sincero: MUITO OBRIGADO !!!

## ***Resumo***

---

O objetivo deste trabalho é dissertar sobre o modelo CMMI, seus benefícios, o passo a passo de sua implantação, as dificuldades encontradas pelas organizações e a situação atual das empresas brasileiras no contexto da qualidade.

Como introdução, será apresentado um estudo introdutório aos modelos de processos abordando seus benefícios e origens. Outros modelos similares ao CMMI serão observados para exemplificar suas características e terminologias comuns.

Todos os conceitos necessários para o trabalho com modelos (processos, representações, objetivos, metas,...) serão explicados com detalhe permitindo o perfeito entendimento do leitor leigo.

Os motivos que levam as empresas e instituições a adotarem o CMMI serão esclarecidos junto com seus objetivos comuns na tentativa de traçar perfis. As condições normalmente levadas em conta na escolha do tipo de representação CMMI e suas diferenças também serão discutidas.

O modelo CMMI é estruturado em áreas de processos que por sua vez são divididas pelas disciplinas básicas do modelo e classificadas em níveis de maturidade. Cada área de processo será apresentada com seus objetivos na totalidade e exemplos das práticas específicas e genéricas. A estrutura em níveis de maturidade será explicada em detalhes esclarecendo os objetivos de cada nível e o que eles representam para uma empresa. Os desafios da institucionalização das práticas e exemplos também serão abordados.

O processo de implantação do CMMI numa empresa ou instituição será destrinchado. As lições e experiência delas com o modelo CMMI serão reunidas na tentativa de enumerar tanto as boas práticas quanto as dificuldades enfrentadas.

O desafio do alinhamento com o plano estratégico da empresa será discutido assim como a criação de grupos de apoio, divisão de responsabilidades, uso de indicadores, acompanhamento e documentação. Também será abordado o processo das avaliações (*appraisals*) incluindo os passos de preparação das empresas, definições dos propósitos, planejamento e formas de execução.

O estado atual das empresas será apresentado junto com seus perfis de maturidade e resultados alcançados. Os benefícios identificados e as lições aprendidas serão listados com exemplos e ilustrações.

Como conclusão, o panorama brasileiro em relação ao emprego de modelos de processos e sua situação no contexto internacional serão apresentados também como ensaio para analisar as tendências.

**Palavras-chave:** Engenharia de Sistemas, Modelos de Qualidade, Qualidade de Software, Modelagem de Processos.

# Sumário

---

<i>Dedicatória</i> .....	ii
<i>Agradecimentos</i> .....	iii
<i>Resumo</i> .....	iv
<i>Sumário</i> .....	vi
<i>Índice de Figuras</i> .....	viii
<i>Índice de Tabelas</i> .....	ix
<i>Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Sinais</i> .....	x
<i>Glossário</i> .....	xii
<i>Capítulo 1: Introdução</i> .....	1
1.1 O QUE É CMMI ?.....	1
1.2 POR QUE USAR O CMMI ? .....	2
1.3 TERMOS COMUNS E DEFINIÇÕES .....	4
<i>Capítulo 2: Estrutura do CMMI</i> .....	9
2.1 INTRODUÇÃO .....	9
2.2 REPRESENTAÇÃO ESTAGIADA .....	10
2.3 REPRESENTAÇÃO CONTÍNUA.....	15
2.4 ESCOLHA DA REPRESENTAÇÃO .....	18
<i>Capítulo 3: Áreas de Processos</i> .....	21
3.1 INTRODUÇÃO .....	21
3.2 NÍVEL DE MATURIDADE 2: GERENCIADO .....	26
3.3 NÍVEL DE MATURIDADE 3: DEFINIDO .....	37
3.4 NÍVEL DE MATURIDADE 4: QUANTITATIVAMENTE GERENCIADO .....	56
3.5 NÍVEL DE MATURIDADE 5: OTIMIZADO .....	60
<i>Capítulo 4: Implementação</i> .....	64
4.1 INTRODUÇÃO .....	64
4.2 PLANEJAMENTO.....	65
4.3 ALINHAMENTO .....	66
4.4 MELHORIA DE PROCESSOS: FASES DE UM PROJETO .....	68
4.5 RESPONSABILIDADES .....	71
4.6 DOCUMENTAÇÕES.....	73
4.7 MONITORAMENTO .....	76
4.8 LIÇÕES APRENDIDAS.....	77
4.9 AVALIAÇÕES .....	78
4.10 EXEMPLO – CMMI APLICADO EM SUPORTE À PRODUÇÃO .....	81

<i>Capítulo 5: Conclusão</i> .....	85
5.1 BENEFÍCIOS .....	85
5.2 CMMI NO MUNDO .....	90
5.3 CMMI NO BRASIL .....	96
5.4 CMMI VERSÃO 1.2 – MELHORIA CONTÍNUA .....	97
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	99

## ***Índice de Figuras***

---

Figura 1 – Família CMM .....	2
Figura 2 – Exemplo simples de um processo.....	5
Figura 3 – Exemplo da metodologia GQM .....	7
Figura 4 – Estrutura CMMI – Representação Estagiada .....	11
Figura 5 – Estrutura CMMI – Representação Contínua .....	15
Figura 6 – Estimativa de esforço da Boeing Information Systems .....	86
Figura 7 – Economia de custos na DB Systems GmbH .....	87
Figura 8 – % Relativo de defeitos pós-implantação – Motorola.....	87
Figura 9 – Custo por Baixa Qualidade – Motorola.....	88
Figura 10 – Desempenho na Qualidade do Produto – Siemens .....	89
Figura 11 – Desempenho na Satisfação do Cliente – Siemens .....	90
Figura 12 – Número total de organizações avaliadas .....	91
Figura 13 – Percentual relativo das organizações distribuído nos Nív. de Maturidade ..	92
Figura 14 – Percentual relativo das organizações avaliadas distribuído por razão.....	93
Figura 15 – Percentual de organizações avaliadas por área (SIC) .....	94
Figura 16 – Percentual de organizações avaliadas em relação ao nº de funcionários...	95
Figura 17 – Número de avaliações por país.....	96
Figura 18 – Organizações com Qualificação CMMI no Brasil .....	97

## ***Índice de Tabelas***

---

Tabela 1 – Termos importantes.....	8
Tabela 2 – CMMI <i>Framework</i> .....	9
Tabela 3 – Escolha da Representação - Matriz de Prós e Contras.....	20
Tabela 4 – Representação Contínua – Metas Genéricas.....	40
Tabela 5 – Características das Classes de Avaliação do CMMI .....	79
Tabela 6 – Áreas de Processos aplicadas em Suporte à Produção.....	83
Tabela 7 – Sumário dos resultados de desempenho CMMI - SEI.....	88

## **Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Sinais**

---

AB	<i>Ability to perform</i>
ARC	<i>Appraisal Requirements for CMMI</i>
CMM	<i>Capability Maturity Model</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CO	<i>Commitment to perform</i>
COTS	<i>Commercial Off-The-Shelf</i>
DI	<i>Directing Implementation</i>
EAP	<i>Estrutura Analítica do Projeto</i>
EPG	<i>Engineering Process Group</i>
GG	<i>Generic Goal</i>
GP	<i>Generic Practice</i>
GQ	<i>Garantia da Qualidade</i>
GQM	<i>Goal, Question, Metric</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical &amp; Electronics Engineers</i>
IPD-CMM	<i>Integrated Product Development Capability Maturity Model</i>
IPPD	<i>Integrated Product and Process Development</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPA	<i>Key Process Area</i>
MIL-STD	<i>Military Standard</i>
OPM3	<i>Organizational Project Management Maturity Model</i>
OSSP	<i>Organization's Set of Standard Processes</i>
PA	<i>Process Area</i>
PAT	<i>Process Action Team</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
ROI	<i>Return On Investment</i>
QA	<i>Quality Assurance</i>
SA-CMM	<i>Software Acquisition Capability Maturity Model</i>
SCAMPI	<i>Standard CMMI Assessment Method for Process Improvement</i>
SDCE	<i>Software Development Capability Evaluation</i>
SE	<i>Systems Engineering</i>
SECAM	<i>Systems Engineering Capability Assessment Model</i>
SECM	<i>Systems Engineering Capability Model</i>
SE-CMM	<i>Software Engineering Capability Maturity Model</i>
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
SEPG	<i>Software Engineering Process Group</i>
SEPI	<i>Systems Engineering Process Initiative</i>

SIC	<i>Standard Industrial Classification</i>
SG	<i>Specific Goal</i>
SP	<i>Specific Practice</i>
SS	<i>Supplier Sourcing</i>
SW	<i>Software Engineering</i>
VE	<i>Verification</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

## Glossário

Nome	Descrição
SEI	O <i>Software Engineering Institute</i> (SEI) é um centro de pesquisa e desenvolvimento patrocinado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América que provê uma prática avançada de engenharia de software qualificando graus de qualidade de software.
PMI	O <i>Project Management Institute</i> (PMI) é uma entidade internacional sem fins lucrativos, líder mundial no desenvolvimento de padrões para a prática da profissão de gerenciamento de projetos.
ISO	A <i>International Organization for Standardization</i> (ISO) é uma organização internacional formada por órgãos de diversos países, tais como o ANSI (americano), o BSI (inglês), o AFNOR (francês) e a ABNT (brasileira), e que estabelece padrões industriais de aceitação mundial.
Pós-Implementação	Período após a entrega de um produto final de software.
<i>Benchmarking</i>	Processo de comparação sistemática de produtos e serviços com os oferecidos pela concorrência ou por empresas consideradas excelentes em algo determinado.
<i>Ad Hoc</i>	Expressão latina que significa "para esse mesmo efeito".
EAP	A Estrutura Analítica do Projeto (EAP ou WBS – <i>Work Breakdown Structure</i> ) é uma ferramenta de decomposição do trabalho de um projeto em partes gerenciáveis.
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i> – Ver EAP.
Produtos COTS	Produtos <i>Commercial Off-The-Shelf</i> são sistemas disponíveis comercialmente que podem ser comprados e integrados com pouca ou nenhuma personalização ao cliente.
<i>Charter</i>	Documento que oficializa uma estrutura ou organização contendo informações básicas como nome, equipe, objetivos, etc.
Evidências Objetivas	Dados que apóiam a existência ou veracidade de alguma coisa, podendo ser obtidas através de observações, medições, ensaios ou outros meios.
Help Desk	Help Desk é um serviço de apoio aos usuários para resolver problemas técnicos.

# ***Capítulo 1: Introdução***

---

## **1.1 O Que é CMMI ?**

O CMMI (*Capability Maturity Model Integration* - Integração do Modelo de Maturidade de Capacitação) é um modelo resultado da união dos bem-sucedidos modelos CMM (*Capability Maturity Model* - Modelo de Maturidade de Capacitação) baseados nas melhores práticas das indústrias em engenharia e aquisição de software, gerenciamento da força de trabalho e engenharia simultânea. Ambos CMM e CMMI são marcas registradas no escritório de patentes norte-americano (*US Patent and Trademark Office*) pela Universidade de Carnegie Mellon.

O mais difundido dos modelos CMM é o SW-CMM (*Software Engineering Capability Maturity Model* - CMM para Engenharia de Software), ou simplesmente CMM, e para descrever os conceitos do CMMI é conveniente relacioná-lo a esse e a outros modelos como o SE-CMM (*Systems Engineering Capability Maturity Model* - CMM para Engenharia de Sistemas), o SDCE (*Software Development Capability Evaluation* – Avaliação de Capacitação em Desenvolvimento de Software), o ISO (*International Organization for Standardization* – Organização Internacional para a Normalização) 9000, o Six Sigma, o OPM3 (*Organizational Project Management Maturity Model* - Modelo de Maturidade Organizacional em Gestão de Projetos - criado pelo PMI), etc.

O CMMI pode ser visto como um modelo com múltiplas representações ou como um conjunto de modelos; e um modelo, objeto que merece ser imitado, não é menos que uma representação simplificada de algo. Introdutoriamente, os modelos CMM contêm os elementos essenciais de eficientes processos para diversas áreas de conhecimento.

A Figura 1 mostra a linha do tempo relativa de criação dos modelos primários até o CMMI. Note que o SECM (*Systems Engineering Capability Model* – EIA/IS 731 da Electronic Industries Alliances) já era um modelo integrado, pois unia dois modelos de

engenharia de sistemas como mostra as setas.

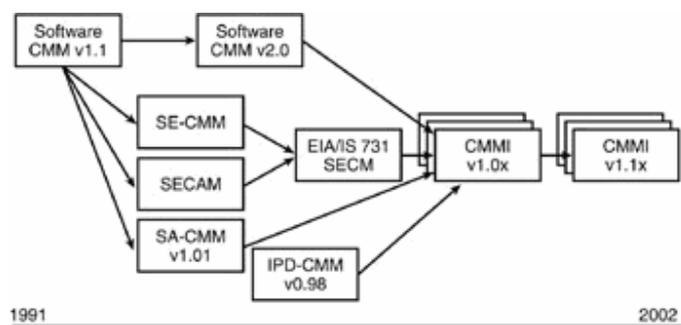


Figura 1 – Família CMM

A família CMM é composta pelos seguintes modelos:

- *Systems Engineering Capability Maturity Model (SE-CMM)*
- *Software Acquisition Capability Maturity Model (SA-CMM)*
- *Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM)*
- *Systems Engineering Capability Assessment Model (SECAM)*
- *Systems Engineering Capability Model (SECM)*

Apesar do CMM para Software ser o precursor da família CMM, é mais correto afirmar que todos os modelos citados são baseados em muitos anos de estudo anteriores em qualidade e melhoria de processos. Sem as significantes contribuições de cientistas como Philip Crosby, W. Edwards Deming e Joseph Juran, o CMMI jamais teria como ser criado.

## 1.2 Por que usar o CMMI ?

O projeto de integração dos modelos CMM foi iniciado em resposta às necessidades da comunidade usuária em reduzir os custos e a complexidade de se implantar múltiplos modelos eliminando as conseqüentes redundâncias. Seus responsáveis incluem representantes do governo, da indústria, e do SEI (*Software*

*Engineering Institute* – Instituto de Engenharia de Software).

Outro motivo que as organizações possuem para investir no modelo é que ele inclui suporte, idéias e direção nas atividades de engenharia, desenvolvimento integrado da equipe, gerenciamento de projetos e processos, etc. Apesar das empresas procurarem trabalhar sempre com o melhor em aperfeiçoamento de processos, muitas delas também escolhem usar o CMMI simplesmente porque é o estado da arte (portanto deve ser melhor) ou por requisição de clientes.

Com relação à interface software/sistemas na indústria de software atual, a tradicional separação entre as engenharias de software e de sistemas tem diminuído à medida que a importância relativa do software nos sistemas cresce e as práticas de engenharia simultânea se desenvolvem. Essa separação evoluiu ao desenvolvimento integrado de produtos e manutenção de ambientes e o uso do CMMI nessas empresas se justifica ao fornecer meios para melhorar o desenvolvimento, manutenção e gerenciamento dos sistemas buscando atingir as metas de negócio.

Analisando a forma que as organizações vêem os possíveis benefícios do CMMI, se conclui que elas podem visar à melhoria de seus processos ou simplesmente à avaliação e conseqüente certificação. Para exemplificar a diferença, uma organização que trabalha com o CMMI visando à sua avaliação pode decidir ter desenvolvedores e engenheiros revisando caoticamente o trabalho um do outro em vez de definir claramente as responsabilidades para atividades relacionadas à qualidade. À primeira vista, a primeira opção parece a mais rápida, e a melhor levando em conta o objetivo, até que se repara que será necessário treinar ambos os recursos e ampliar o orçamento e o cronograma para conter o treinamento necessário. Por não satisfazerem fielmente o modelo, principalmente pela falta de institucionalização, as organizações que focam seus esforços na avaliação estão fadadas à falha.

Alguns dos problemas também encontrados no CMMI incluem má interpretação e decisões organizacionais. Como o modelo foi escrito de modo ambíguo para cobrir

diversas situações, essa ambigüidade resulta na exigência de boa interpretação dos usuários e de qualidade na tomada de decisões. Por isso é necessário o perfeito entendimento do modelo e o que ele propõe.

## **1.3 Termos Comuns e Definições**

### *Processos*

Um processo é uma seqüência de passos que auxiliam na resolução de um problema. Esses passos devem ser definidos evitando a ambigüidade de modo que sejam facilmente compreendidos e executados por qualquer um que utilize o processo. Diferente do que se pode achar, o objetivo de um processo não é automatizar o trabalho transformando os recursos em robôs, e sim reduzir o re-trabalho, ou seja, redundâncias.

Os processos são exatamente como receitas de culinária: eles dizem os ingredientes e o modo de preparo, mas não explicam as técnicas de manipulação, mistura, corte, batida, etc. As receitas ainda dão espaço para modificações e experimentações. Quando aplicados em melhoria, os processos são geralmente definidos em alto nível e com procedimentos auxiliares. A Figura 2 representa um exemplo simples de um processo aplicado à área de gerenciamento de riscos.

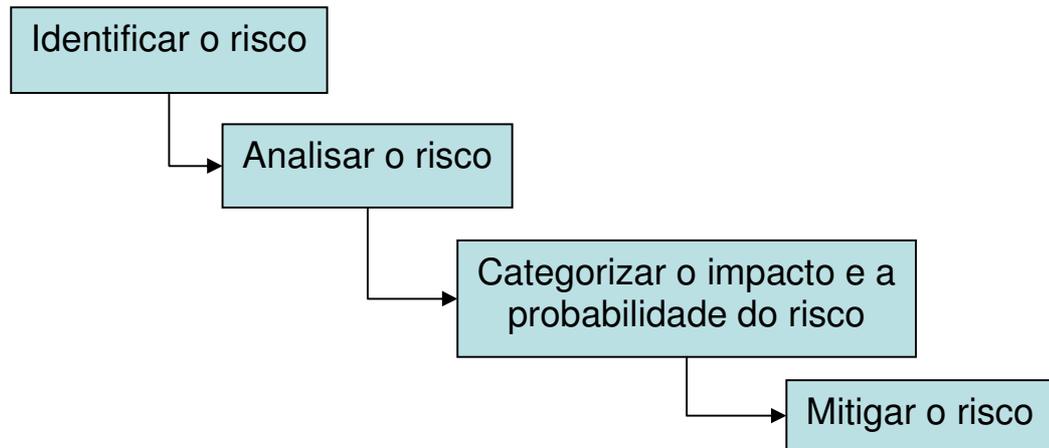


Figura 2 – Exemplo simples de um processo

Como se pode perceber o foco do processo é bastante generalizado e exige-se a geração de procedimentos que expliquem como fazer o que cada passo do processo indica. Por exemplo, o terceiro item do processo acima implica procedimentos, além da criação de categorias, que determinem o que coloca um risco em qualquer uma das categorias criadas.

### *Modelos*

Um modelo é considerado um guia ou manual das melhores práticas encontradas por organizações de sucesso. Dada uma área de aplicação, ele simplesmente recomenda ações. Ele não contém passos para executar um programa de melhoria de processos, por exemplo, mas para o planejamento do projeto um modelo sugere escrever um plano de projeto, ou para gerenciamento de requisitos, sugere o acompanhamento das mudanças.

Há muitos modelos para escolha, que por sua vez depende dos problemas que a organização em questão deseja resolver, e muitas delas falham ao serem tentadas a escrever seus próprios modelos esquecendo que são resultados das melhores práticas de eficientes organizações. Apesar da maioria dos modelos permitir substituição de práticas, quanto mais se faz uso de alternativas, mais afastada a organização estará do

modelo e, conseqüentemente, estará menos apta a resolver seus problemas.

Para exemplificar a variedade dos modelos, eis uma pequena comparação entre o CMM e o ISO. Apesar de ambos serem desenvolvidos para melhorar a qualidade dos sistemas, o CMM possui uma visão mais limitada, focando basicamente em projetos de software, enquanto o ISO discute as iniciativas de qualidade a serem implantadas por toda a organização. Os dois possuem objetivos similares, mas são bastante diferentes em escopo e implantação.

### *Objetivos de Negócio*

Muito se fala em alinhar os esforços de melhoria de processos aos objetivos de negócio ou estratégia organizacional, mas esse alinhamento é mais fácil dito que feito. Muitas organizações que iniciam a execução de um modelo não possuem esses objetivos definidos claramente. Isso acontece simplesmente porque elas não estão sofisticadas o suficiente para terem objetivos claros.

Para definir os objetivos de negócio, podem ser usadas inúmeras técnicas como a metodologia GQM (*Goal/Question/Metric – Meta/Pergunta/Métrica – Figura 3*) ou a partir do resultado do método de avaliação oficial do CMMI: o SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement – Método de Avaliação Padrão CMMI para Melhoria de Processos*).

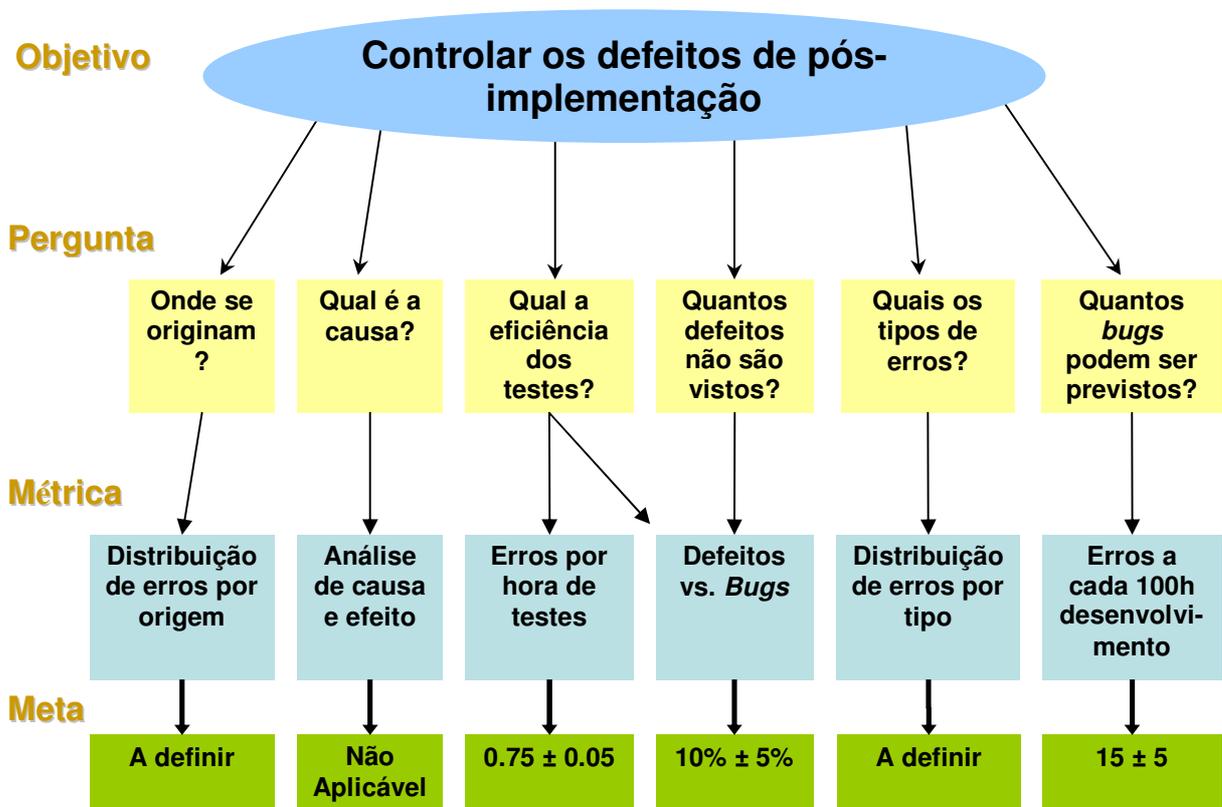


Figura 3 – Exemplo da metodologia GQM

O SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*) é um método no qual uma equipe analisa os pontos fortes e fracos dos processos da organização e os relaciona com o CMMI. O método SCAMPI será abordado com detalhes no capítulo 4.9 – Avaliações.

### *Outros termos importantes*

Os termos da Tabela 1 a seguir serão encontrados com frequência e, para o bom entendimento desse trabalho, é necessário compreender seus conceitos.

Tabela 1 – Termos importantes

<i>Organização</i>	Para o CMMI, uma organização pode consistir em um departamento ou toda a empresa, mas para esse trabalho, considera-se uma organização como uma série de projetos submetida a um departamento e que envolve recursos humanos, estrutura departamental, equipamentos e planta física. Essa definição responde melhor ao desafio da implantação do CMMI, pois ela deve começar no pequeno e se expandir a toda a empresa à medida que se torna familiar nos programas (conjuntos de projetos) ou departamentos.
<i>Institucionalização</i>	Prova da execução contínua de um processo. Quando isso acontece, diz-se que o processo se integrou totalmente à organização e continua existindo mesmo se seus criadores saírem da organização. A infra-estrutura necessária para suportar o processo e os indivíduos que o seguem deve existir.
<i>Projeto</i>	Empreendimento único que possui início e fim claramente definidos e que, conduzido por pessoas, possa atingir seus objetivos, respeitando parâmetros de prazo, custo e qualidade.
<i>Produto</i>	Serviço, sistema ou qualquer artefato entregue ao cliente.
<i>Recursos</i>	Não significam somente pessoas, mas também equipamentos, fundos, tecnologias, facilidades, etc.

## ***Capítulo 2: Estrutura do CMMI***

---

### **2.1 Introdução**

Os modelos CMMI abrangem quatro áreas de conhecimento: Engenharia de Sistemas, Engenharia de Software, Desenvolvimento Integrado de Produtos e Processos e Gestão de Fornecedores. Cada uma delas integra diferentes modelos (CMMI *Framework* – Tabela 2).

Tabela 2 – CMMI *Framework*

CMMI-SW	O SEI interrompeu o suporte a esse modelo no fim de 2003.
CMMI-SE/SW	O modelo SE/SW é considerado o modelo base. As distinções entre as duas disciplinas envolvidas são amplificadas para que as práticas possam ser aplicadas em ambos os conceitos.
CMMI-SE/SW/IPPD	Esse modelo deve ser considerado se os projetos da organização tipicamente usam equipes integradas ou possuem recursos que representam funções externas como em serviços de infra-estrutura e gestão de dados. Os componentes desse modelo focam a colaboração ativa das partes interessadas no ciclo de vida do produto procurando aumentar a satisfação dos clientes.
CMMI-SE/SW/IPPD/SS	Se os projetos envolvem produtos e serviços externos, esse modelo deve ser considerado. Seus componentes focam na eficiência da seleção e avaliação de fornecedores.

Os modelos CMMI podem ter dois tipos de representações: estagiada ou contínua. Essa arquitetura dual do CMMI permite que uma organização possa escolher seu caminho de aperfeiçoamento. A disposição dos dados é diferente em cada

representação, entretanto o conteúdo é o mesmo.

A abordagem estagiada é focada na maturidade organizacional e reflete a capacidade de aperfeiçoamento de processos em estágios ou níveis de maturidade (Nível 1 a Nível 5). A abordagem contínua, no entanto, permite que a organização concentre seus esforços em determinadas áreas de processo e, diferente da representação estagiada, provê um guia menos específico na ordem que as melhorias devem ser implementadas. Apesar da a representação contínua poder ser medida em termos de nível de capacidade (Nível 0 a Nível 5), a representação estagiada é a mais indicada para se fazer comparação (*benchmarking*) com outras organizações. Ambas as representações podem ainda ser combinadas para atender às necessidades de curto e longo prazo da organização.

## **2.2 Representação Estagiada**

A representação estagiada oferece um mapa para a melhoria organizacional baseado no agrupamento e na ordem predefinidos de processos e relações associadas. Seus componentes e a forma que são relacionados estão ilustrados no fluxo abaixo:

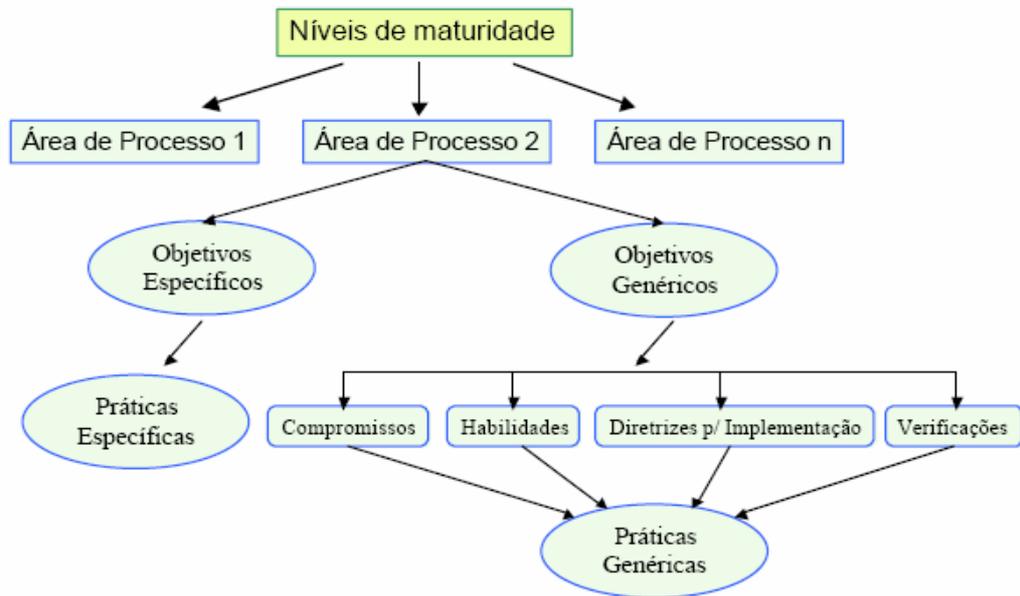


Figura 4 – Estrutura CMMI – Representação Estagiada

### *Níveis de Maturidade*

Um nível de maturidade significa o índice de desempenho esperado de uma organização. Por exemplo, organizações de Nível 1 utilizam processos *ad hoc* e organizações de Nível 2 já possuem um sistema básico de gerenciamento de projetos. São 5 os níveis de maturidade:

#### *Nível de Maturidade 1: Inicial*

A organização não possui em prática processos estruturados. A atividade de desenvolvimento é caótica: o orçamento e cronograma são geralmente excedidos e a qualidade dos produtos não pode ser prevista. Como todos os processos nesse nível são *ad hoc*, ou seja, somente executados havendo a necessidade, se manter nesse nível não é um bom negócio para uma organização.

### *Nível de Maturidade 2: Gerenciado*

O nível se inicia com práticas básicas de gerenciamento e segue com a sofisticação contínua de áreas foco. A institucionalização desse nível é provada por:

- Aderência a políticas organizacionais;
- Acompanhamento de um plano documentado e de descrição de processos;
- Aplicação adequada de fundos e recursos;
- Atribuição apropriada de responsabilidades e autoridades;
- Treinamento de pessoal nos processos apropriados;
- Controle de configuração dos produtos de trabalho;
- Monitoramento e controle do desempenho dos processos com tomada de ações corretivas se necessário;
- Revisões objetivas dos processos, produtos de trabalho e serviços, com endereçamento de não-conformidades;
- Revisões das atividades, situação e resultados dos processos com níveis apropriados de gerenciamento, e com tomada de ações corretivas se necessário;
- Identificação e interação com as relevantes partes interessadas.

### *Nível de Maturidade 3: Definido*

Nesse ponto, a organização deve ter atingido todas as metas no Nível 2. Já se pode identificar métodos de negócios em termos organizacionais, com possíveis adaptações sob condições predefinidas. A organização possui um conjunto de processos padrões e as seguintes características são claramente definidas: propósitos, entradas, critérios de entrada, atividades, papéis, indicadores, passos de verificação, saídas e critérios de saída.

A institucionalização desse nível é atingida por:

- Satisfação dos fatores de institucionalização do Nível 2;
- Descrição de processos definidos;
- Estabelecimento de um plano baseado na descrição dos processos definidos;
- Execução do processo de acordo com o planejado;
- Coleção dos produtos de trabalho, indicadores e informações para melhoria derivados da execução do processo;
- Execução do processo para suportar futuro uso e melhoria dos ativos organizacionais.

Uma importante distinção entre os Níveis 2 e 3 é que no Nível 3 os processos são descritos com mais detalhe e rigor que no Nível 2. Nele, os processos são gerenciados proativamente, baseados no melhor entendimento das inter-relações e indicadores dos processos, e pode se perceber uma identidade organizacional desenvolvida.

#### *Nível de Maturidade 4: Quantitativamente Gerenciado*

A organização nesse ponto atingiu todas as metas nos níveis anteriores e controla seus processos usando estatística e outras técnicas quantitativas. Qualidade de serviço e produto, e desempenho de processos são compreendidos em termos estatísticos e gerenciados ao longo da vida dos processos.

A institucionalização é atingida por:

- Satisfação dos fatores de institucionalização dos Níveis 2 e 3;
- Estabelecer e manter objetivos quantitativos para o desempenho de processos e qualidade de produtos e serviços;

- Estabelecer e manter o desempenho dos processos estatisticamente estável e previsível;
- Estabelecer e manter um entendimento quantitativo para determinar se o processo é capaz de alcançar seus objetivos.

O Nível 4 foca o uso de métricas para auxiliar a tomada de decisões e verdadeiramente medir o progresso e a melhoria dos produtos e processos. Comparando o Nível 3 com o 4, pode-se afirmar que no primeiro o desempenho dos processos é qualitativamente previsto e no segundo, quantitativamente. O Nível 4 também endereça causas especiais de variação e ações corretivas.

#### *Nível de Maturidade 5: Otimizado*

Nesse nível se afirma que a organização atingiu todas as metas dos níveis anteriores. Os processos são aperfeiçoados continuamente, baseados no entendimento de causas comuns de variação nos processos.

Institucionalização é atendida por:

- Satisfação dos fatores de institucionalização dos Níveis 2, 3 e 4;
- Estabelecer e manter objetivos quantitativos de melhoria de processos;
- Identificar e prever causas comuns de defeitos;
- Identificar e promover melhorias incrementais e tecnologicamente inovadoras que cooperam para a melhoria contínua dos processos.

O Nível 5 é considerado o mais alto estágio que a organização pode alcançar quanto a seus processos. Nele todos os membros da equipe são produtivos, os defeitos são minimizados e os produtos são entregues dentro do prazo e custos estimados.

É importante ressaltar que cada nível de maturidade provê a fundação necessária para a efetiva implantação dos processos no nível seguinte, ou seja, os

processos de níveis mais altos têm menos chance de sucesso se implantados antes dos processos estabelecidos pelos níveis mais baixos. Essa seqüência na inserção dos processos é justamente a idéia central da representação estagiada.

## 2.3 Representação Contínua

A representação contínua provê às organizações flexibilidade na escolha dos processos e no nível de aprofundamento desejado no intuito de melhorar somente áreas predefinidas. As áreas de processo nessa representação podem ser classificadas pelas suas disciplinas:

- Gerenciamento de Projetos
- Engenharia
- Gerenciamento de Processos
- Suporte ou Apoio

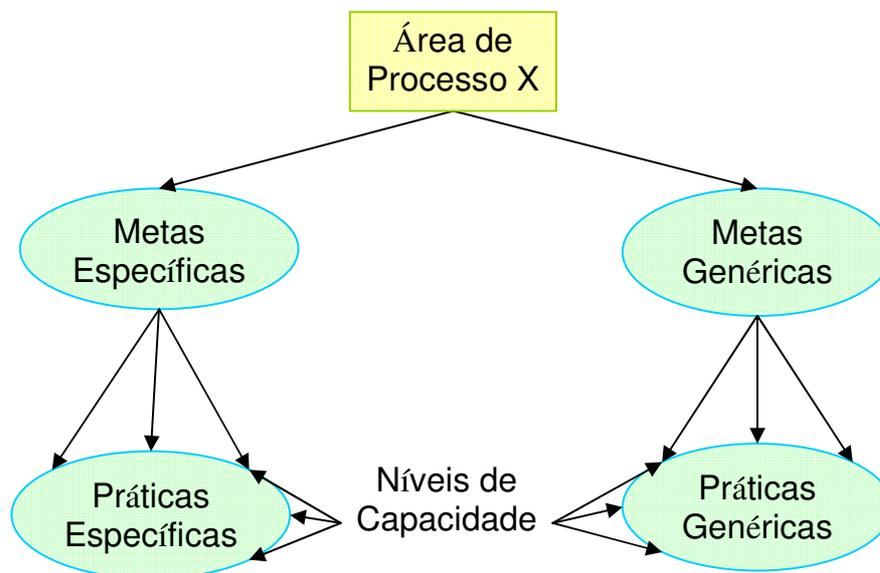


Figura 5 – Estrutura CMMI – Representação Contínua

## *Níveis de Capacidade*

Os níveis de capacidade caracterizam as capacidades da organização relativas a cada área de processos. Eles são numerados de 0 a 5 e são medidos pelo atendimento de metas específicas e genéricas que se aplicam a uma área de processo. Assim como na representação estagiada, os níveis mais baixos devem ser atendidos antes dos mais altos. A diferença é que se podem obter níveis de capacidade distintos para cada área de processos.

### *Nível de Capacidade 0: Incompleto*

Processos incompletos não obedecem as práticas específicas e genéricas para alcançar o Nível de Capacidade 1. Na representação estagiada, esse nível é equivalente ao Nível de Maturidade 1.

### *Nível de Capacidade 1: Executado*

Nesse estágio um desempenho estável ainda não é garantido e objetivos específicos, como qualidade, custos e cronograma, muitas vezes não são alcançados. O Nível 1 é apenas o começo, o primeiro passo em melhoria de processos. Significa que algo está sendo feito, mas não se pode provar seus benefícios.

### *Nível de Capacidade 2: Gerenciado*

Um processo é dito gerenciado se for planejado, executado, monitorado e controlado isoladamente, em grupo ou sob projetos individuais. Objetivos em relação a custos, cronograma e qualidade, são atingidos. Como o título do nível indica, já existe gerenciamento ativo na organização incluindo coleta de métricas.

Vale ressaltar que métricas são coletadas e utilizadas em todos os níveis CMMI e em ambas as representações. É um erro pensar que uma organização deve primeiro alcançar o Nível 4 para usar as métricas. À medida que a organização ascende nos níveis CMMI, aumenta também sua capacidade de previsão do desempenho dos processos em relação a tempo, custo e qualidade.

### *Nível de Capacidade 3: Definido*

Um processo dito como definido é um processo gerenciado que é adaptado (*tailored*) de um conjunto de processos padrões da organização. Desvios além do permitido pelo processo de adaptação devem ser documentados, justificados, revisados e aprovados. O conjunto de processos padrões citado é a forma de representar a identidade da organização, o que diferencia seus métodos dos de outras organizações.

### *Nível de Capacidade 4: Quantitativamente Gerenciado*

Os processos aqui são como no Nível 4 de maturidade: definidos (Nível 3) e controlados usando estatística e outras técnicas quantitativas. Seu foco é estabelecer linhas de base (*baselines*), modelos e medidas de desempenho.

### *Nível de Capacidade 5: Otimizado*

Um processo otimizado é um processo gerenciado quantitativamente (Nível 4) e aperfeiçoado continuamente, baseados no entendimento de causas comuns de variação nos processos. Ambos conjunto de processos padrões e processos definidos são alvo de melhorias.

O foco do Nível 5 está voltado para o estudo dos resultados do desempenho da organização, identificando causas comuns de problemas no uso dos processos e consertando-os, por exemplo, atualizando documentações e treinamentos.

Na representação contínua, os Níveis de Capacidade de 2 a 5 podem ser referidos da mesma maneira que os Níveis de Maturidade de 2 a 5, pois os conceitos são essencialmente os mesmos, só que aplicados a áreas de processo. Até a seqüência de melhorias, explícita na representação estagiada, é sugerida nas áreas de processo pela representação contínua. Essa similaridade entre as representações mostra que a origem dos benefícios está na verdade nas práticas e subpráticas fornecidas pelo CMMI.

## **2.4 Escolha da Representação**

A representação estagiada dos modelos é a mais aceita atualmente. Ela é bastante útil nas avaliações e seu nível de maturidade tem se tornado uma variável decisiva em licitações de contrato e de uso conveniente na comparação entre empresas (*benchmarking*).

A representação contínua foi concebida para adaptar a abordagem do modelo, focando em categorias específicas que vão de encontro aos problemas identificados na organização. Por exemplo, em uma organização cujo foco é em validação e verificação, que não produz software, simplesmente conduz revisões independentes de produtos feitos por outras. Esse tipo de organização se valeria mais da representação contínua, pois pode se concentrar somente na melhoria das áreas de processos de interesse.

Com o presente estudo pode-se concluir que a representação contínua requer um entendimento mais profundo de melhoria de processos. A representação estagiada envolve respostas a decisões que organizações inexperientes não estão preparadas a tomar. Uma organização que quer dar o primeiro passo em melhoria de processos

geralmente não sabe por onde começar. Nessa situação, a representação estagiada lhe dirá por onde e o que fazer depois para continuar o aperfeiçoamento.

A história das organizações prediz que as inexperientes em melhoria de processos geralmente põem demasiada atenção a soluções tecnológicas renunciando problemas de âmbito gerencial. Com a representação contínua, essas organizações irão focar seus esforços nos processos de engenharia em detrimento aos de gerenciamento de projetos e processos e, sem a fundação desses processos, a possível melhoria nas práticas de engenharia não encontrará sustento. Ao contrário do tipo exemplificado, organizações mais experientes em melhoria de processos e bem-sucedidas no mapeamento de suas fraquezas às áreas onde o CMMI oferece ajuda obterão mais sucesso na escolha da representação contínua.

Na escolha da representação, também se deve levar em conta os modelos que a organização já utiliza. A experiência observada nesse caso é positiva e se deve à compatibilidade do modelo CMMI a outros modelos. Lembre-se somente que processos novos podem implicar problemas novos, portanto é recomendado manter a estrutura de modelo utilizada seja ela contínua ou em estágios.

Baseado na experiência de diversas empresas, foi montada criada uma matriz para auxílio na escolha da representação (KULPA, 2003). Quatro possíveis abordagens são listadas e seus impactos, positivos (+) ou negativos (-), são relacionados à atual situação da organização em relação à melhoria de processos.

Tabela 3 – Escolha da Representação - Matriz de Prós e Contras

	<b>Programa de melhoria de processos vigente</b>			
<b>Abordagem</b>	<b><i>Baseado no CMM para Software</i></b>	<b><i>Baseado no SECM ou modelo equivalente</i></b>	<b><i>Muita experiência em melhoria de processos</i></b>	<b><i>Pouca experiência em melhoria de processos</i></b>
<b><i>Representação Estagiada</i></b>	+ Compatível com a experiência atual - Pode apresentar problemas de interpretação	- Representa um novo paradigma + Há seqüência definida de melhorias		+ Mais fácil de entender - Ajuda a manter o foco
<b><i>Representação Contínua</i></b>	- Representa um novo paradigma + Permite foco em áreas significantes	+ Compatível com a experiência e planos atual	+ Suporta a tomada de decisões	- Provável falta de foco na tomada de decisões
<b><i>Início com Rep. Contínua, migração para Estagiada</i></b>	- Impacto a curto prazo grande + Permite foco em áreas significantes	- Impacto a curto prazo pequeno + Comparação mais fácil a longo prazo	+ Permite melhor foco na tomada de decisões	+ Mais difícil de ganhar experiência
<b><i>Início com Rep. Estagiada, migração para Contínua</i></b>	- Impacto a curto prazo pequeno + Foco em áreas significantes a longo prazo	- Impacto a curto prazo grande		+ Mais fácil de ganhar experiência

## ***Capítulo 3: Áreas de Processos***

---

### **3.1 Introdução**

Uma área de processos é um grupo de práticas ou atividades desempenhadas coletivamente no intuito de alcançar um objetivo específico. Cada nível de maturidade consiste num conjunto de áreas de processos. Exemplos de áreas de processo incluem Gerenciamento de Requisitos no Nível de Maturidade 2, Desenvolvimento de Requisitos no Nível 3 e Gerenciamento Quantitativo de Projetos no Nível 4.

Cada área de processos possui um conjunto de metas a serem satisfeitas, e cada meta possui uma seqüência de práticas associadas a ela. Tanto as metas quanto as práticas são classificadas como específicas ou genéricas conforme sua relação com o nível mais alto (Área de Processos → Metas → Práticas).

As práticas genéricas são agrupadas numa PA por Características Comuns (*Common Features*) de acordo com suas funções. Existem quatro Características Comuns:

- Compromisso – Característica de práticas que envolvem comprometimento da alta-gerência e criação de políticas;
- Habilidade – Práticas que envolvem treinamento de pessoal, provisão adequada de fundos e recursos, atribuição de responsabilidades, planejamento, e definição de processos;
- Diretriz para Implementação – Característica de práticas que abrangem gerenciamento de configuração, identificação e envolvimento das partes interessadas, monitoramento e controle de processos, e coleta de dados para melhoria;

- Verificação – Demonstrada via objetivas avaliações de aderência dos processos e produtos às políticas, procedimentos e padrões da organização, e pela revisão da situação pela alta-gerência.

Os termos apresentados acima são frequentemente referenciados por seus acrônimos:

- PA – Área de Processos (*Process Area*)
- SG – Meta Específica (*Specific Goal*)
- GG – Meta Genérica (*Generic Goal*)
- SP – Prática Específica (*Specific Practice*)
- GP – Prática Genérica (*Generic Practice*)
- CO – Compromisso (*Commitment to Perform*)
- AB – Habilidade (*Ability to Perform*)
- DI – Diretriz para Implementação (*Directing Implementation*)
- VE – Verificação (*Verifying Implementation*)

A discussão sobre a aplicação dos modelos CMMI também envolve outros termos importantes:

Produtos de Trabalho (*Work Products*) Típicos: Cada área de processos possui exemplos de documentos a outros tipos de artefatos produzidos;

Subpráticas: São práticas de nível mais baixo que servem para prover mais informação;

Amplificação de Disciplina: Simples conselhos que direcionam o usuário sobre qual área de conhecimento (SW, SE, IPPD ou SS) é mais relevante para uma prática específica (SP) ou área de processos (PA);

Rótulos: Cada prática possui um nome completo, mas são geralmente referenciadas por uma sentença mais curta ou rótulo. Um exemplo na representação contínua é a Prática Genérica 4.2. O rótulo dessa prática é “Estabilizar Desempenho de Subprocessos”, mas o nome completo da prática é “Estabilizar o desempenho de um ou mais subprocessos do processo para determinar a sua habilidade para alcançar a estabelecida qualidade quantitativa e os objetivos de seu desempenho”.

Além desses termos, o CMMI também faz uso dos adjetivos “requerido”, “esperado” e “informativo” para seus componentes. Como exemplos:

- ❖ O alcance das metas é requerido;
- ❖ Subpráticas, elaborações, produtos de trabalho e notas são informativos e ajudam o leitor a entender o real propósito das metas e práticas;
- ❖ O seguimento das práticas é esperado.

Aproveitando a última afirmativa, práticas alternativas às ditadas pelo CMMI são permitidas desde que atinjam o mesmo resultado. Isso normalmente é necessário quando as práticas listadas vão contra aos objetivos de negócio ou não se alinham à organização.

## *Áreas de Processo*

No total, o CMMI resume 25 áreas de processos:

### *Disciplina: Gerenciamento de Processos*

1. Foco no Processo da Organização (OPF – *Organization Process Focus*);
2. Definição do Processo da Organização (OPD – *Organization Process Definition*);
3. Treinamento Organizacional (OT – *Organizational Training*);

4. Desempenho do Processo Organizacional (OPP – *Organizational Process Performance*);
5. Inovação e Melhoria Organizacional (OID – *Organization Innovation and Deployment*).

*Disciplina: Gerenciamento de Projetos*

6. Planejamento de Projetos (PP – *Project Planning*);
7. Acompanhamento e Controle de Projetos (PMC – *Project Monitoring and Control*);
8. Gerenciamento de Acordos com Fornecedores (SAM – *Supplier Agreement Management*);
9. Gerenciamento Integrado de Projetos (IPM – *Integrated Project Management*);
10. Gerenciamento de Risco (RSKM – *Risk Management*);
11. Gerenciamento Quantitativo de Projetos (QPM – *Quantitative Project Management*);
12. Gerenciamento Integrado de Fornecedores (ISM – *Integrated Supplier Management*);
13. Integração da Equipe (IT – *Integrated Teaming*).

*Disciplina: Engenharia*

14. Gerenciamento de Requisitos (REQM – *Requirements Management*);
15. Desenvolvimento de Requisitos (RD – *Requirements Development*);
16. Solução Técnica (TS – *Technical Solution*);
17. Integração de Produto (PI – *Product Integration*);
18. Verificação (VER – *Verification*);
19. Validação (VAL – *Validation*).

*Disciplina: Suporte*

- 20. Gerenciamento de Configuração (CM – *Configuration Management*);
- 21. Garantia da Qualidade de Processo e Produto (PPQA – *Process and Product Quality Assurance*);
- 22. Medição e Análise (MA – *Measurement and Analysis*);
- 23. Análise de Decisão e Resolução (DAR – *Decision Analysis and Resolution*);
- 24. Análise Causal e Resolução (CAR – *Causal Analysis and Resolution*);
- 25. Ambiente Organizacional para Integração (OEI – *Organizational Environment for Integration*).

Em ambas as representações, as áreas de processo são as mesmas. A diferença é, além da abordagem, o modo que são vistas. A representação contínua as divide entre as disciplinas CMMI, enquanto a estagiada associa diretamente as PAs aos níveis de maturidade.

Apesar disso, os níveis de capacidade podem ser associados às PAs a partir de seus perfis alvo. Por exemplo, o Nível de Capacidade 3 só pode ser considerado similar ao Nível de Maturidade 3 se todas as metas dos Níveis 2 e 3 de Maturidade forem atingidas. Portanto, o perfil alvo do Nível de Capacidade 3 incluiria as PAs dos Níveis de Maturidade 2 e 3. Lembrando que, ao se tratar da representação contínua, a organização pode decidir estruturar seu próprio perfil alvo, baseado nas áreas de processos que merecem aperfeiçoamento.

Embora seja possível mapear os Níveis de Capacidade aos de Maturidade, ainda não houve licitação nenhuma que permitiu tal comparação para ganhos de contrato. Talvez isso seja pela complexidade das condições a serem atendidas e, afinal, não é à toa que existem duas representações.

Considere o seguinte: Certamente não se pode planejar um projeto (Planejamento de Projetos – Nível 2) sem ter começado o gerenciamento de seus requisitos (Gerenciamento de Requisitos – Nível 2), que por sua vez não pode ser feita sem antes defini-los de alguma maneira (Desenvolvimento de Requisitos – Nível 3). Não é possível iniciar um programa de melhoria de processos (Nível 1) sem estabelecer um grupo de responsáveis e seguir linhas da área Foco no Processo da Organização (Nível 3). Quanto às áreas de Verificação, Validação e Integração de Produto, geralmente as organizações que praticam uma delas, praticam as outras também, e assim nada as impediria de estarem juntas em uma só área.

É um fato: independente de representação ou nível, os processos estão inter-relacionados. Mesmo escolhendo algumas PAs na representação contínua, a organização não se livra de abordar processos de outras áreas. São as metas e práticas genéricas que permitem tal constituição. As representações em si são importantes sim, mas somente na percepção dos princípios do modelo CMMI.

As próximas seções são designadas para detalhar cada área de processos e os rudimentos dos níveis de maturidade. Apesar de levar em consideração a representação estagiada, eles serão abordados individualmente e qualquer um poderia se beneficiar e tornar melhor sua compreensão do CMMI.

## **3.2 Nível de Maturidade 2: Gerenciado**

O primeiro obstáculo que as organizações encontram ao iniciar a jornada de melhoria dos processos é o salto entre o Nível de Maturidade 1 e o 2. O Nível 1 é caracterizado por processos *ad hoc*, ou seja, por processos que as pessoas criaram sozinhas para completar suas tarefas. O problema com esse método é que o trabalho é redundante, em geral não há compartilhamento dos métodos entre as pessoas e a eficiência não é garantida.

O Nível 2 é caracterizado por indivíduos que compartilham lições e práticas aprendidas e por processos preliminares que podem abranger desde o nível do projeto até a organização como um todo. Seu foco é em processos rotineiros de gerenciamento que consistem em sete áreas:

*Engenharia:*

1. Gerenciamento de Requisitos.

*Gerenciamento de Projetos:*

2. Planejamento de Projetos;
3. Acompanhamento e Controle de Projetos;
4. Gerenciamento de Acordos com Fornecedores.

*Suporte:*

5. Medição e Análise
6. Garantia da Qualidade de Processo e Produto
7. Gerenciamento de Configuração

Cada PA tem suas metas específicas e genéricas, sendo essas últimas aplicadas a todas as outras desse nível. Ambos os tipos de metas devem ser alcançadas para obter os benefícios da melhoria dos processos de cada PA.

As metas genéricas levam à institucionalização das PAs, ou seja, se elas são praticadas, a aplicação das PAs associadas na organização está garantida mesmo se os criadores dos procedimentos saírem dela.

As metas genéricas (GG) e suas correspondentes práticas genéricas (GP) e características comuns (CO, AB, DI ou VI) são:

- GG 2: Institucionalizar um Processo Gerenciado
  - GP 2.1 (CO 1): Estabelecer uma política organizacional

- GP 2.2 (AB 1): Planejar o processo
- GP 2.3 (AB 2): Prover recursos
- GP 2.4 (AB 3): Atribuir responsabilidades
- GP 2.5 (AB 4): Treinar pessoas
- GP 2.6 (DI 1): Gerenciar configurações
- GP 2.7 (DI 2): Identificar e envolver as partes interessadas relevantes
- GP 2.8 (DI 3): Monitorar e controlar o processo
- GP 2.9 (VI 1): Avaliar objetivamente aderência
- GP 2.10 (VI 2): Revisar andamento com alta-gerência

Cada área de processo do Nível de Maturidade 2 será descrita a seguir:

### *Gerenciamento de Requisitos*

O propósito do Gerenciamento de Requisitos é gerir os requisitos dos produtos do projeto e de seus componentes, e identificar inconsistências entre eles e o plano do projeto e seus produtos de trabalho. Metas e práticas específicas para essa PA incluem:

- SG 1: Requisitos Gerenciados
  - SP 1.1: Obter entendimento dos requisitos
  - SP 1.2: Obter comprometimento aos requisitos
  - SP 1.3: Gerenciar mudanças dos requisitos
  - SP 1.4: Manter rastreabilidade bidirecional dos requisitos
  - SP 1.5: Identificar inconsistências entre o trabalho do projeto e os requisitos

Gerenciamento de Requisitos para o Nível de Maturidade 2 trata-se de gerenciar requisitos já existentes, ou seja, aqueles que foram providos pelo cliente, documentados e prontos para o trabalho. Essa PA se refere a capturar e gerenciar os

requisitos que constituem o escopo do projeto, pois, se esse não for estabelecido corretamente, o controle do projeto será impraticável. Basicamente, somente as mudanças dos requisitos são abordadas aqui. O Desenvolvimento de Requisitos é uma área mais sofisticada e se encontra no Nível 3.

Vale notar que o rastreamento bidirecional de requisitos é listado nessa PA como prática, ou seja, é um componente esperado. No CMM para Software, o rastreamento de requisitos é mencionado somente no Nível 3 da KPA (*Key Process Area* – Área Chave de Processo) Engenharia de Produto de Software.

A origem dos requisitos consiste em todas as partes e componentes do sistema (não somente software) e essa PA está interligada com outras áreas. Em relação às áreas desse nível, planos de projeto são baseados nos requisitos e são revisados no caso de mudanças (PA de Planejamento de Projeto), e as atividades do projeto são comparadas ao plano para garantir que os requisitos são atendidos (PA de Acompanhamento e Controle de Projetos).

As atividades do Gerenciamento de Requisitos são a base do desenvolvimento de projetos, portanto tem ligação com praticamente todas as outras áreas no modelo CMMI.

### *Planejamento de Projeto*

Planejamento de Projeto, Gerenciamento de Acordos com Fornecedores e Acompanhamento e Controle de Projetos são as áreas de processos que envolvem o gerenciamento básico de projetos.

O propósito do Planejamento de Projeto é estabelecer e manter planos que definem as atividades de projeto. Metas Específicas (SG) e Práticas (SP) para essa PA incluem:

- SG 1: Estabelecer estimativas
  - SP 1.1: Estabelecer o escopo do projeto
  - SP 1.2: Estabelecer estimativas para os atributos das tarefas de produtos de trabalho
  - SP 1.3: Definir o ciclo de vida de um projeto
  - SP 1.4: Definir estimativas de esforço e custo
- SG 2: Desenvolver um plano de projeto
  - SP 2.1: Estabelecer orçamento e cronograma
  - SP 2.2: Identificar riscos do projeto
  - SP 2.3: Planejar o gerenciamento de dados
  - SP 2.4: Planejar os recursos do projeto
  - SP 2.5: Planejar as habilidades e conhecimentos necessários
  - SP 2.6: Planejar envolvimento das partes interessadas
  - SP 2.7: Estabelecer o plano de projeto
- SG 3: Obter comprometimento ao plano
  - SP 3.1: Revisar planos que afetam o projeto
  - SP 3.2: Reconciliar níveis de trabalho e recursos
  - SP 3.3: Obter comprometimento ao plano

Planejamento de Projeto começa com o entendimento dos requisitos de produto e projeto. A SG 1 se trata do uso dos requisitos de projeto para identificar parâmetros de planejamento, além de estabelecer e manter estimativas de atributos de produtos de trabalho e tarefas como tamanho e complexidade. Na discussão da estimativa do escopo do projeto, essa meta também espera a confecção da Estrutura Analítica do Projeto (EAP ou WBS – *Work Breakdown Structure*). Esse requisito não havia no modelo CMM para software, sendo incluído como uma boa prática pelas organizações.

A SG 2 compõe o estabelecimento e manutenção de um plano de projeto formal e aprovado. Orçamento e cronograma são preparados a partir de estimativas. Riscos associados aos componentes do plano são identificados, analisados e priorizados. Planos são desenvolvidos para garantir que o projeto possui as habilidades e

conhecimentos necessários para a realização do trabalho, e que as apropriadas partes interessadas estão envolvidas nas atividades do projeto.

Práticas para alcançar a SG 3 envolvem obter comprometimento ao plano de projeto documentado. Sem o compromisso dos responsáveis pela implementação e suporte do projeto, os planos seriam ineficientes. As partes interessadas devem revisar os planos para reconciliar possíveis diferenças entre os recursos estimados e os disponíveis. Todos devem estar confiantes que o trabalho definido nos planos pode ser executado dentro das restrições de custos, cronograma e desempenho.

### *Acompanhamento e Controle de Projeto*

O propósito do Acompanhamento e Controle de Projeto é fornecer um entendimento sobre o progresso do projeto para que ações corretivas apropriadas possam ser tomadas caso o desempenho se desvie significativamente do plano. As Metas e Práticas Específicas para essa PA incluem:

- SG 1: Monitorar projeto a partir do plano
  - SP 1.1: Monitorar parâmetros de planejamento do projeto
  - SP 1.2: Monitorar compromissos
  - SP 1.3: Monitorar riscos de projeto
  - SP 1.4: Monitorar gerenciamento de dados
  - SP 1.5: Monitorar envolvimento das partes interessadas
  - SP 1.6: Conduzir revisões de progresso
  - SP 1.7: Conduzir revisões de marcos
  - SG 2: Gerenciar ações corretivas
    - SP 2.1: Analisar problemas
    - SP 2.2: Tomar ações corretivas
    - SP 2.3: Gerenciar ações corretivas

Quando as metas específicas apresentadas são alcançadas, pode-se dizer que os planos do projeto estão sendo seguidos para acompanhar progresso, comunicar andamento e tomar ações corretivas. Medidas correntes dos atributos de tarefas e produtos de trabalho estimados, como esforço, custo e cronograma, são comparadas ao plano em marcos predefinidos ou em pontos de controle planejados no cronograma ou na EAP. Os compromissos devem ser revisados para identificar aqueles que não estão sendo ou correm risco de não serem atendidos. Outros fatores passíveis de revisão são o envolvimento das partes interessadas e os registros das atividades de gerenciamento de dados.

As revisões são feitas periodicamente e, especialmente, após eventos que as requerem, como quando algo ruim acontece (atraso, suspensão de fundos, indisponibilidade de recursos, etc.). Um simples método para determinar se as revisões estão sendo realizadas na freqüência ideal é medindo o número de problemas e itens de ações (Action Items) que são reportados a cada reunião. Se esse número estiver crescendo, será necessário aumentar a freqüência, ou seja, realizar mais reuniões.

As revisões também devem ser constar no cronograma do projeto. Desse modo se aumenta a garantia que elas ocorrerão. As reuniões devem gerar atas e itens de ação devem ser acompanhados. Reuniões informais podem ocorrer, mas as formais necessárias não são substituíveis. Os problemas identificados são coletados e analisados de forma que haja ações corretivas, cujos planos também devem ser desenvolvidos, implementados e gerenciados.

### *Gerenciamento de Acordos com Fornecedores*

O propósito do Gerenciamento de Acordos com Fornecedores é gerenciar a aquisição de produtos e serviços de fornecedores, para qual existe um acordo formal. As metas e práticas específicas são:

- SG 1: Estabelecer acordos com fornecedores
  - SP 1.1: Determinar tipo de aquisição
  - SP 1.2: Selecionar fornecedores
  - SP 1.3: Estabelecer acordos
- SG 2: Satisfazer os acordo com fornecedores
  - SP 2.1: Revisar produtos COTS (*Commercial Off-The-Shelf*)
  - SP 2.2: Executar acordo com fornecedor
  - SP 2.3: Aceitar produto adquirido
  - SP 2.4: Transacionar produtos

Gerência de Acordos com Fornecedores inclui determinar o tipo de aquisições, produtos e componentes que o projeto requer, selecionar fornecedores apropriados, decidir sobre compra de produtos do tipo COTS quando necessários, definir e executar os acordos com os fornecedores escolhidos e aceitar e distribuir os produtos no projeto.

Se a organização não trabalha com fornecedores externos (incluindo serviços), esta área de processo pode não ser aplicável. Entretanto, considerando a natureza extensa do modelo, essa consideração é improvável. Uma organização certamente possui contratos formais para entrega ou desenvolvimento ou instalação de hardware, ferramentas, produtos COTS, simuladores, etc. Diferente do CMM para software, esta área não somente aborda subcontratações.

### *Medição e Análise*

Três das áreas de processos que suportam a institucionalização dos processos fazem parte do Nível de Maturidade 2: Medição e Análise, Garantia da Qualidade de Processo e Produto, e Gerência de Configuração (Figura X).

O propósito da Medição e Análise é desenvolver e sustentar uma capacidade de medição usada para suportar as necessidades de informações para o gerenciamento. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Alinhar atividades de análise e medição
  - SP 1.1: Estabelecer objetivos de medição
  - SP 1.2: Especificar métricas
  - SP 1.3: Especificar obtenção de dados e procedimentos de armazenamento
  - SP 1.4: Especificar procedimentos de análise
- SG 2: Prover resultados de medição
  - SP 2.1: Obter dados de medições
  - SP 2.2: Analisar dados de medições
  - SP 2.3: Armazenar dados e resultados
  - SP 2.4: Comunicar resultados

Essa PA descreve o que fazer para instituir processos de métricas na organização, e não só estabelecer que dados coletar. Ela deve ser considerada global, pois todos os processos devem ser medidos e a maioria dos produtos de trabalho produz métricas significativas.

Uma abordagem básica para medições é:

1. Selecionar o processo a ser medido.
2. Selecionar as métricas.
3. Determinar quando coletar os dados.
4. Determinar como coletar os dados.
5. Armazenar a informação.
6. Analisar consistência e exatidão dos dados.
7. Publicar resultados.
8. Revisar os resultados.
9. Tomar ações corretivas.

## *Garantia da Qualidade de Processo e Produto*

O propósito da Garantia da Qualidade de Processo e Produto é prover uma visão objetiva à equipe e à gerência dos processos e produtos de trabalho associados. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Avaliar objetivamente processos e produtos de trabalho
  - SP 1.1: Avaliar processos objetivamente
  - SP 1.2: Avaliar produtos de trabalho e serviços objetivamente
- SG 2: Prover visão objetiva
  - SP 2.1: Comunicar e garantir resolução de problemas discordantes
  - SP 2.2: Estabelecer registros

Essa PA envolve avaliar processos, serviços e produtos de trabalho objetivamente, documentar e comunicar os resultados. Problemas discordantes devem ser resolvidos no nível mais baixo possível sendo escalados com a necessidade. Os critérios de avaliação são baseados em padrões aplicáveis, procedimentos e descrição de processos.

As atividades da garantia da qualidade começam cedo no ciclo de vida do projeto ao estabelecer o plano de garantia da qualidade (*Quality Assurance Plan*) e determinar quais processos ou procedimentos serão verificados para acrescentar valor ao projeto e atender seus requisitos. Os critérios da garantia da qualidade na avaliação dos processos são estabelecidos de acordo com as necessidades de negócio.

Garantia da Qualidade de Processo e Produto inclui prover uma estratégia e procedimentos para avaliar objetivamente processos e produtos; identificar pessoal para realizar esse papel; reportar problemas relacionados; e produzir relatórios que evidenciam as revisões de qualidade e seus resultados.

## *Gerenciamento de Configuração*

O propósito do Gerenciamento de Configuração é estabelecer e manter a integridade dos produtos de trabalho usando identificação, controle, relatório e auditoria de configuração. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Estabelecer linhas de base
  - SP 1.1: Identificar itens de configuração
  - SP 1.2: Estabelecer um sistema de gerenciamento de configuração
  - SP 1.3: Criar linhas de base
- SG 2: Rastrear e controlar mudanças
  - SP 2.1: Rastrear pedidos de mudança
  - SP 2.2: Controlar itens de configuração
- SG 3: Estabelecer integridade
  - SP 3.1: Estabelecer registros de gerenciamento de configuração
  - SP 3.2: Realizar auditorias de configuração

Gerenciamento de Configuração não é simplesmente administrar bibliotecas ou comprar ferramentas que movem arquivos entre ambientes e avisam quando uma mudança foi feita. Gerenciamento de Configuração envolve definir itens de configuração e estabelecer linhas de base. Qualquer ponto além da linha de base deve passar por algum tipo de revisão oficial antes de ser incorporado no resto do sistema. Fatores como impacto nos módulos existentes, custos, habilidades requeridas, cronograma e viabilidade técnica são analisados antes que a modificação ou adição seja concluída.

As tarefas do Gerenciamento de Configuração incluem verificar o conteúdo das bibliotecas e arquivos. Uma ferramenta pode ser usada para rastrear as mudanças feitas, mas ela geralmente é insuficiente para retratar que tipo de mudança foi feita e seus impactos no resto do sistema. Portanto, é necessário que pessoas estejam envolvidas na revisão e análise de impacto de cada mudança sugerida.

### **3.3 Nível de Maturidade 3: Definido**

No Nível de Maturidade 3, a maneira organizacional de fazer negócios evoluiu, ou seja, as melhores práticas e lições aprendidas dos projetos foram acumuladas ao nível organizacional criando uma identidade própria. Nesse nível, diz-se que existem abordagens comuns e compartilhadas para desempenhar atividades cotidianas de cada projeto.

Para alcançar o Nível de Maturidade 3, uma organização deve satisfazer todas as metas para todas as áreas de processos em ambos os Níveis 2 e 3. Algumas exceções podem ser feitas, por exemplo, se uma organização não possui contratos externos, a Gerenciamento de Acordos com Fornecedores (Nível 2) e Gerenciamento Integrada de Fornecedores (Nível 3) não são aplicáveis. Entretanto, deve-se tomar bastante cuidado com esse procedimento, pois geralmente as áreas de processo não podem ser totalmente excluídas de consideração. As práticas podem ser abandonadas somente se forem substituídas por práticas alternativas suficientes. Em suma, quanto mais adaptações forem feitas, menores são as chances de a organização obter melhorias e alcançar o nível de maturidade através da avaliação oficial (SCAMPI).

Cuidado também com a interpretação de que no Nível 3 as organizações têm seus processos definidos, pois se pode concluir equivocadamente que a organização deve esperar o Nível 3 para definir seus processos. Na definição de um processo, uma organização deve sempre tentar descrevê-lo de modo que possa ser seguido — mesmo no Nível 2 – sendo seus procedimentos associados que detalham como executar o processo.

O CMMI diz que os seguintes atributos de um processo são necessários. É sugerido que se siga essa afirmação. Entretanto, nada impede que novos atributos sejam acrescentados. Algumas organizações combinaram suas Entradas e Critérios de Entrada em um só atributo, e Saídas e Critérios de Saída em um outro. Afinal, o que importa são os procedimentos e não o processo.

Os atributos que devem ser incluídos nas definições dos processos são:

- ✓ Propósito: A razão do processo;
- ✓ Entradas: Produtos de Trabalho, Planos, Aprovações, etc.;
- ✓ Critérios de Entrada: O que deve ser atendido antes de um processo ser iniciado;
- ✓ Atividades: Tarefas que sevem ser executadas. Elas são geralmente decompostas em procedimentos detalhados posteriormente;
- ✓ Papéis: Quem faz o quê;
- ✓ Medidas: Que medidas esse processo produz;
- ✓ Passos de Verificação: Que revisões devem ser feitas para verificar se o processo está sendo seguido e se produz os resultados corretos;
- ✓ Saídas: Produtos de Trabalho, Planos, Produtos Aprovados, etc.;
- ✓ Critérios de Saída: Como saber quando se deve encerrar o processo.

Outra distinção deve ser feita a respeito de processos. Um processo gerenciado é um processo que envolve esforços da gerência do projeto, é planejado e executado de acordo com uma política, e é monitorado e revisado para garantir aderência a sua descrição. Esse é o processo esperado no Nível de Maturidade 2. Um processo definido é construído a partir de um processo definido resultando num processo organizacional que pode ser então adaptado para atender as necessidades de um projeto particular, e envolve a coleção de dados relacionados aos esforços de melhoria do processo em termos organizacionais e de projeto. Esse é o tipo esperado no Nível de Maturidade 3.

Há 14 Áreas de Processos no Nível 3 — duas vezes mais que no Nível 2:

*Engenharia:*

1. Desenvolvimento de Requisitos;
2. Solução Técnica;
3. Integração de Produto;

4. Verificação;
5. Validação.

*Gerenciamento de Processos:*

6. Foco no Processo da Organização;
7. Definição do Processo da Organização;
8. Treinamento Organizacional.

*Gerenciamento de Projetos:*

9. Gerenciamento Integrado de Projetos;
10. Gerenciamento de Risco;
11. Integração da Equipe;
12. Gerenciamento Integrado de Fornecedores.

*Suporte:*

13. Análise de Decisão e Resolução;
14. Ambiente Organizacional para Integração.

Note que o Nível 3 se expandiu para incluir áreas de processos de IPPD (Desenvolvimento Integrado de Produtos e Processos). O IPPD consiste em formar equipes de peritos de todas as áreas necessárias para desenvolver um produto para o cliente.

As Metas Genéricas (GG – *Generic Goals*) para o Nível 3 se diferem das do Nível 2. Se a representação contínua é usada, essas metas determinam a capacidade alvo para cada área de processo (Tabela 4).

Tabela 4 – Representação Contínua – Metas Genéricas

Nível de Capacidade	Meta Genérica
2	GG 2: Institucionalizar um processo gerenciado.
3	GG 3: Institucionalizar um processo definido.
4	GG 4: Institucionalizar um processo quantitativamente gerenciado.
5	GG 5: Institucionalizar um processo otimizado.

Se a representação estagiada é usada, tanto as Práticas Genéricas (GP – *Generic Practices*) do Nível de Maturidade 3 quanto as do Nível 2 (práticas anteriores) devem ser atendidas:

- GG 3: Institucionalizar um processo definido
  - GP 2.1 (CO 1): Estabelecer uma política organizacional
  - GP 3.1 (AB 1): Estabelecer um processo definido
  - GP 2.2 (AB 2): Planejar o processo
  - GP 2.3 (AB 3): Prover recursos
  - GP 2.4 (AB 4): Atribuir responsabilidades
  - GP 2.5 (AB 5): Treinar pessoas
  - GP 2.6 (DI 1): Gerenciar configurações
  - GP 2.7 (DI 2): Identificar e envolver as partes interessadas
  - GP 2.8 (DI 3): Monitorar e controlar o processo
  - GP 3.2 (DI 4): Coletar informação para melhoria
  - GP 2.9 (VE 1): Avaliar aderência objetivamente
  - GP 2.10 (VE 2): Revisar andamento com alta-gerência

Cada área de processo do Nível de Maturidade 3 será descrita a seguir:

## *Desenvolvimento de Requisitos*

Desenvolvimento de Requisitos faz parte das PAs de Engenharia que tratam das práticas de desenvolvimento e manutenção de sistemas. Elas cobrem o desenvolvimento de requisitos, a identificação de soluções técnicas para as alternativas propostas, o desenho e a implementação da solução, a integração dos componentes do produto e sua entrega ao cliente. Os requisitos são gerenciados pelos ciclos de vida do produto e do projeto (Gerenciamento de Requisitos – Nível 2) e os produtos desenvolvidos ou sob manutenção são verificados contra os requisitos e validados contra a operação proposta.

O propósito do Desenvolvimento de Requisitos é produzir e analisar os requisitos do cliente, produto e seus componentes. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Desenvolver requisitos do cliente
  - SP 1.1: Elicitar necessidades
  - SP 1.2: Desenvolver os requisitos do cliente
- SG 2: Desenvolver requisitos de produto
  - SP 2.1: Estabelecer requisitos do produto e de seus componentes
  - SP 2.2: Alocar requisitos do componente do produto
  - SP 2.3: Identificar requisitos de interface
- SG 3: Analisar e validar requisitos
  - SP 3.1: Estabelecer conceitos e cenários operacionais
  - SP 3.2: Estabelecer uma definição para a funcionalidade requerida
  - SP 3.3: Analisar requisitos
  - SP 3.4: Analisar requisitos para alcançar equilíbrio
  - SP 3.5: Validar requisitos com métodos compreensíveis

Lembrete: as metas e práticas específicas listadas ao longo deste trabalho refletem a forma resumida. Por exemplo, a Prática Específica 1.1 desta PA (Elicitar

necessidades) expandida para sua definição completa se torna “Elicitar as necessidades, expectativas e restrições das partes interessadas e interfaces entre elas para todas as fases do ciclo de vida do produto” e inclui a identificação de necessidades não explicitadas pelo cliente. As definições detalhadas das metas e práticas se encontram nos documentos oficiais dos modelos CMMI disponíveis pelo SEI.

No Desenvolvimento de Requisitos é onde os requisitos são inicialmente definidos e documentados. Eles são geralmente refinados de modo que não haja redundância ou inconsistência com outros requisitos e subdivididos em requisitos mais detalhados e passíveis de rastreamento. No Gerenciamento de Requisitos (Nível 2) é onde as mudanças são administradas.

O CMMI usa os termos Produto, Componente de Produto e Componente. Um Produto é pode ser considerado como a entrega final, por exemplo, um jato capaz de lançar mísseis. Os Componentes do Produto podem ser o sistema de navegação, a fuselagem e o sistema de comunicação. Os componentes podem ser o software para mirar o míssil, o painel de controle e os pneus. O sistema de comunicação, no exemplo, pode ter seus próprios componentes como antenas, rádios e software sintonizador.

Em resumo, Desenvolvimento de Requisitos inclui coletar e elicitar requisitos de todas as partes envolvidas em todos os níveis; detalhar os requisitos de alto-nível em outros de baixo-nível e atribuí-los a categorias para desenvolvimento posterior; definir interfaces entre os requisitos e outras áreas necessárias para completá-los; definir e documentar adequadamente as necessidades, conceitos e cenários operacionais, e funcionalidades desejadas; assegurar cumprimento e consistência dos requisitos; negociar necessidades, exigências e restrições; e validar os requisitos contra os riscos nas fases iniciais do projeto.

## *Solução Técnica*

O propósito da Solução Técnica é desenvolver, desenhar e implementar soluções para os requisitos, envolvendo produtos, componentes de produto e processos relacionados ao ciclo de vida do produto. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Selecionar soluções para componente do produto
  - SP 1.1: Desenvolver soluções alternativas detalhadas e critérios de seleção
  - SP 1.2: Envolver conceitos e cenários operacionais
  - SP 1.3: Selecionar soluções para o componente do produto
- SG 2: Desenvolver o desenho
  - SP 2.1: Desenhar o produto ou componente do produto
  - SP 2.2: Estabelecer um completo pacote de dados técnicos
  - SP 2.3: Desenhar interfaces usando critérios
  - SP 2.4: Executar, realizar, comprar ou reutilizar análises
- SG 3: Implementar o desenho do produto
  - SP 3.1: Implementar o desenho
  - SP 3.2: Estabelecer a documentação de suporte do produto

Solução Técnica implica um produto complexo e uma abordagem complicada, que requer mais grupos e pessoas. O pacote de dados técnicos é usado para coordenar os esforços desses grupos, assim como satisfazer interesses de contrato. O pacote inclui itens como descrição da arquitetura do produto, requisitos alocados, descrições dos processos relacionados aos produtos, requisitos de interface, material, fabricação, manufatura e verificação, condições de uso, cenários de operação, e lógica de decisão, ou seja, muito mais que o recomendado pelo CMM para Software.

Também é esperada uma abordagem formal para a obtenção de soluções – sugestão e estudo de alternativas – que é benéfico para grandes sistemas, mas talvez

demais para sistemas menores. Se uma organização planejar submeter uma nova abordagem a um antigo problema, para usar uma nova tecnologia ou desenvolver um produto totalmente novo, a formalidade valerá a pena. Nessa PA, o modelo se refere geralmente a processos de engenharia, e não de melhoria, ou seja, estão focados nos passos técnicos necessários para o desenvolvimento do produto, e não para gerenciar o projeto ou os próprios processos.

Solução Técnica inclui determinar como satisfazer os requisitos via análise de diferentes alternativas e métodos; criar cenários operacionais; selecionar soluções e desenhos; gerar um pacote de dados técnicos; definir e documentar informações detalhadas de interfaces; escolher entre geração, compra ou reuso; implementar o desenho; e gerar documentação de suporte.

### *Integração de Produto*

O propósito da Integração de Produto é compor o produto a partir de seus componentes, garantir seu funcionamento e entregá-lo ao cliente. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Preparar para integração do produto
  - SP 1.1: Determinar seqüência de integração
  - SP 1.2: Estabelecer ambiente de integração do produto
  - SP 1.3: Estabelecer critérios e procedimentos para a integração do produto
- SG 2: Garantir compatibilidade de interface
  - SP 2.1: Revisar descrições de interfaces para completude
  - SP 2.2: Gerenciar interfaces
- SG 3: Compor e entregar produto
  - SP 3.1: Confirmar prontidão dos componentes do produto para integração

- SP 3.2: Montagem do produto a partir de seus componentes
- SP 3.3: Avaliar a montagem do produto
- SP 3.4: Empacotar e entregar o produto ou componentes do produto

Essa PA é bastante rica, pois é onde o resultado do trabalho propriamente dito pode ser visto e é onde o produto é entregue, ou seja, a organização é paga. Espera-se aqui que o projeto demonstre cada passo ao usuário, de preferência cada módulo por vez. Se o desenvolvimento for dividido em fases, a PA espera que se construa, teste, demonstre e entregue módulo a módulo. O teste integrado é abordado, mas em relação ao produto tangível, e não simples módulos de software. Verificação e Validação podem ocorrer em paralelo.

Integração de Produto inclui determinar como montar o produto e em qual seqüência; criar um ambiente operacional satisfatório; documentar critérios e procedimentos de integração; garantir a integração adequada das interfaces; e entregar o produto.

### *Verificação*

O propósito da Verificação é garantir que o trabalho selecionado atende os requisitos especificados. Note a sutil diferença com a Validação, que garante a conformidade do produto quanto à função esperada.

Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Preparar para verificação
  - SP 1.1: Selecionar produtos de trabalho para verificação
  - SP 1.2: Estabelecer ambiente para verificação
  - SP 1.3: Estabelecer critérios e procedimentos para verificação
- SG 2: Realizar revisões entre a equipe

- SP 2.1: Preparar para revisão entre a equipe
- SP 2.2: Conduzir revisões entre a equipe
- SP 2.3: Analisar dados de revisão
- SG 3: Verificar os produtos de trabalho selecionados
  - SP 3.1: Realizar verificação
  - SP 3.2: Analisar resultados da verificação e identificar ações corretivas

Essa PA é a resposta à pergunta “O produto foi construído corretamente?” ou “Os requisitos foram atendidos?”. Em comparação, a Validação é a resposta à pergunta “O produto certo foi construído?”.

### *Validação*

O propósito da Validação é demonstrar que um produto ou componente de produto corresponde ao seu uso esperado quando inserido no ambiente esperado. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Preparar para validação
  - SP 1.1: Selecionar produtos para validação
  - SP 1.2: Estabelecer ambiente para validação
  - SP 1.3: Estabelecer critérios e procedimentos para validação
- SG 2: Validar produto ou componente de produto
  - SP 2.1: Realizar validação
  - SP 2.2: Analisar resultados da validação

Validação inclui as mesmas estratégias vistas na Verificação, exceto que para validar o produto e não verificar os requisitos. Aqui também é criado um ambiente o mais próximo possível ao ambiente onde o produto será usado efetivamente, mas note que isso às vezes pode não ser prático nem lógico ser feito.

## *Foco no Processo da Organização*

As áreas de processo de gerenciamento básico de processos estabelecem uma infra-estrutura de suporte ao uso e melhoria dos processos padrões e garantem que a organização tenha as habilidades e conhecimentos necessários para atingir as metas de negócio.

O propósito do Foco no Processo da Organização é planejar e implementar processos organizacionais de melhoria baseados no entendimento das atuais forças e fraquezas dos processos da organização. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Determinar oportunidades para melhoria de processo
  - SP 1.1: Estabelecer necessidades de processos organizacionais
  - SP 1.2: Avaliar os processos da organização
  - SP 1.3: Identificar melhorias de processos da organização
- SG 2: Planejar e implementar atividades de melhoria de processo
  - SP 2.1: Estabelecer planos de ações de processo
  - SP 2.2: Implementar planos de ações de processo
  - SP 2.3: Espalhar o uso de ativos de processos organizacionais
  - SP 2.4: Incorporar experiências relacionadas a processos aos ativos de processos da organização

Foco no Processo da Organização essencialmente descreve como iniciar, diagnosticar, avaliar, agir e aprender com a melhoria de processos em uma organização. Ela introduz quem deve estar executando melhoria de processos e o que a melhoria de processos significa. Pilotos de processos são executados e propostas de melhorias são mencionadas como subpráticas. O EPG (*Engineering Process Group* – Grupo de Engenharia de Processo) é apresentado como o grupo responsável por planejar a melhoria dos processos e implementar os planos. Eles podem estar

envolvidos também em qualquer avaliação inicial do enquadramento da organização nos moldes CMMI.

Uma recomendação relacionada à formação do EPG é que, diferente do que algumas organizações decidiram fazer, não os separe por disciplina, pois isso foge ao propósito do EPG. Ao formar grupos separados, por exemplo, um para engenharia de software e outro para IPPD, comunicação e *feedback* são prejudicados. Uma solução seria formar estruturadamente representações de cada disciplina dentro do EPG, assim como no SEPG (*Software Engineering Process Group*) do CMM para Software. Entretanto, evite muita hierarquia e burocracia, pois isso atrapalhará os objetivos do grupo.

### *Definição do Processo da Organização*

O propósito da Definição do Processo da organização é estabelecer e manter um conjunto utilizável de ativos de processos organizacionais. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Estabelecer ativos de processos organizacionais
  - SP 1.1: Estabelecer processos padrões
  - SP 1.2: Estabelecer descrições do modelo de ciclo de vida
  - SP 1.3: Estabelecer critérios e procedimentos de adaptação
  - SP 1.4: Estabelecer repositório de métricas organizacional
  - SP 1.5: Estabelecer biblioteca de ativos de processos organizacionais

Esta PA é chamada de Definição do Processo da Organização porque é nela que são definidos e documentados os processos organizacionais, ou seja, o conjunto de processos padrões da organização (OSSP – *Organization's Set of Standard Processes*) é gerado. O repositório de métricas mencionado aqui se difere ao mencionado em Medição e Análise (Nível 2). As métricas do Nível 2 estão relacionadas

aos projetos e, no Nível 3, elas são compiladas e guardadas em um nível organizacional, e integradas em métricas organizacionais significativas.

Uma vez que o repositório organizacional é construído, baseado em dados históricos de projetos concluídos, qualquer repositório em termos de projeto pode usá-lo como fundação ou padrão. Isso oferece ao gerente de projetos dados que auxiliarão no planejamento, na previsão de gargalos de cronograma, nas estimativas, etc.

A adaptação (*tailoring*) dos processos também é discutida aqui. A organização deve documentar seus critérios, regras e procedimentos para a adaptação dos processos pelos projetos. Entretanto, esteja atento que demasiadas adaptações ao OSSP caracterizam um grave erro na melhoria de processos.

### *Treinamento Organizacional*

O propósito do Treinamento Organizacional é desenvolver as habilidades e conhecimento das pessoas de modo que elas possam desempenhar seus papéis efetiva e eficientemente. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Estabelecer capacidade de treinamento organizacional
  - SP 1.1: Estabelecer as necessidades de treinamento estratégico
  - SP 1.2: Determinar quais as necessidades de treinamento que são responsabilidade da organização
  - SP 1.3: Estabelecer um plano tático de treinamento organizacional.
  - SP 1.4: Estabelecer capacidade de treinamento
- SG 2: Prover treinamento necessário
  - SP 2.1: Entregar treinamento
  - SP 2.2: Estabelecer registros de treinamento
  - SP 2.3: Avaliar eficiência do treinamento

Treinamento Organizacional espera um Plano de Treinamento Estratégico a partir do OSSP, assim como planos de negócio, planos de melhoria de processo, habilidades definidas e ausentes para cada grupo existente, habilidades necessárias para qualquer grupo a ser formado, declarações da missão e visão organizacional, ou seja, muita documentação que muitas pequenas organizações não têm nem precisam. Pequenas organizações tendem a operar em termos de planos táticos e não estratégicos. Essa PA espera um plano estratégico que gerará um plano tático.

Essa PA também inclui determinar as necessidades estratégicas de treinamento e como fazê-lo, contratando ou produzindo, e acompanhar sua eficiência.

### *Gerenciamento Integrado de Projeto*

O propósito do Gerenciamento Integrado de Projeto é estabelecer e gerenciar o projeto e o envolvimento das partes interessadas relevantes de acordo com um processo definido e integrado adaptado do conjunto organizacional de processos padrões (OSSP). Para o Desenvolvimento Integrado de Processos e Produtos (IPPD), essa PA também cobre o estabelecimento de uma visão compartilhada para o projeto e uma estrutura de equipe para as equipes integradas que levarão a cabo os objetivos do projeto. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Usar os processos definidos do projeto
  - SP 1.1: Estabelecer os processos definidos do projeto
  - SP 1.2: Usar ativos de processos organizacionais para planejar as atividades do projeto
  - SP 1.3: Integrar planos
  - SP 1.4: Gerenciar o projeto usando planos integrados
  - SP 1.5: Contribuir para os ativos de processos
- SG 2: Coordenar e colaborar com as partes interessadas relevantes
  - SP 2.1: Gerenciar envolvimento das partes interessadas

- SP 2.2: Gerenciar dependências
- SP 2.3: Resolver problemas de coordenação
- SG 3: Usar a visão compartilhada do projeto (Meta e Práticas para IPPD)
  - SP 3.1: Definir o contexto da visão compartilhada do projeto
  - SP 3.2: Estabelecer a visão compartilhada do projeto
- SG 4: Organizar equipes integradas (Meta e Práticas para IPPD)
  - SP 4.1: Determinar a estrutura da equipe para o projeto
  - SP 4.2: Desenvolver uma preliminar distribuição de requisitos às equipes integradas
  - SP 4.3: Estabelecer equipes integradas

Gerenciamento Integrado de Projetos propõe ser uma evolução do Planejamento de Projetos e do Acompanhamento e Controle de Projetos do Nível 2, mais a sofisticação do Nível 3. Isso significa que ela envolve técnicas mais rigorosas de planejamento e acompanhamento de projetos dentro da organização. Nesta PA, cada projeto revisa e adapta o OSSP para atender suas necessidades específicas. O resultado é chamado de processos definidos do projeto, que deve ser documentado e que também ajudará no plano do projeto.

A diferença entre o gerenciamento nos Níveis 2 e 3 é que no Nível 3 é usado um conjunto de planos organizacionais, processos e ativos (*templates* e *checklists*) baseados nas melhores práticas e lições aprendidas. O repositório de métricas é usado para gerar estimativas alcançáveis baseadas no desempenho passado. O repositório do projeto e informações organizacionais discutidas nesta PA se torna a linha de base (*baseline*) para o desempenho no Nível 4.

### *Gerenciamento de Riscos*

O propósito do Gerenciamento de Riscos é identificar problemas potenciais antes que eles ocorram, para que suas atividades possam ser planejadas e invocadas à

medida que forem necessárias pelo ciclo de vida do produto ou projeto para mitigar impactos adversos no alcance dos objetivos.

Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Preparar para gerenciar riscos
  - SP 1.1: Determinar origem de riscos e categorias
  - SP 1.2: Definir parâmetros de riscos
  - SP 1.3: Estabelecer uma estratégia para gerenciar riscos
- SG 2: Identificar e analisar riscos
  - SP 2.1: Identificar riscos
  - SP 2.2: Avaliar, categorizar e priorizar riscos
- SG 3: Mitigar riscos
  - SP 3.1: Desenvolver planos de mitigação de riscos
  - SP 3.2: Implementar planos de mitigação de riscos

Algum tipo de identificação e controle de riscos é abordado em quase todas as áreas de processos. Em Planejamento de Projetos e em Acompanhamento e Controle de Projetos, riscos são identificados e estratégias para manejá-los são introduzidas, e a avaliação de riscos e impactos de riscos prováveis é endereçada. Já em Gerenciamento de Riscos, as atividades são muito mais proativas, envolvendo identificação de parâmetros de riscos, estratégias formais para lidar com os riscos, preparação de planos de mitigação de riscos, e avaliação estruturada de riscos.

A PA de Solução Técnica discute riscos em termos dos riscos envolvidos na seleção de soluções alternativas e na redução de riscos em decisões de compra, realização ou reuso. Em Análise de Decisão e Resolução, é discutida a avaliação dos processos usados para reduzir riscos na tomada de decisões e análise de alternativas. Apesar de considerar riscos possa ser interpretado como uma tarefa organizacional, a mitigação deles é geralmente responsabilidade dos projetos.

Revisões periódicas e a partir de eventos devem ocorrer durante o projeto para sumarizar os riscos mais críticos que podem acontecer. A cultura dos riscos da alta gerência de uma organização de Nível 1 é simples: “Não me diga. Eu não quero saber. Só me diga que as coisas estão bem.” No Nível 3, a alta gerência já quer saber o que pode acontecer e o que será feito sobre isso.

Recuperação de desastres pode ser incluída como parte da cultura de gerenciamento de riscos de uma organização, mas não é parte desta PA. Um repositório de riscos pode ser criado para conter os mais freqüentes durante os projetos e suas soluções. Esse repositório ajuda os gerentes de projeto a evitar riscos conhecidos.

### *Integração da Equipe*

O propósito da Integração da Equipe é formar e sustentar uma equipe integrada para o desenvolvimento de produtos de trabalho. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Estabelecer composição da equipe
  - SP 1.1: Identificar tarefas da equipe
  - SP 1.2: Identificar necessidade de habilidades e conhecimento
  - SP 1.3: Atribuir membros apropriados
- SG 2: Governar operação da equipe
  - SP 2.1: Estabelecer uma visão compartilhada
  - SP 2.2: Estabelecer um sumário da equipe
  - SP 2.3: Definir papéis e responsabilidades
  - SP 2.4: Estabelecer procedimentos operacionais
  - SP 2.5: Colaborar entre equipes com interfaces entre si

As equipes formadas devem possuir habilidades complementares e experiência para colaborar efetivamente no desenvolvimento do produto. Partes interessadas relevantes devem fazer parte da equipe e canais de comunicação devem ser criados.

Integração da Equipe inclui definir tarefas; identificar qualquer lacuna de conhecimento ou habilidades entre as equipes e seus membros e preenchê-las; garantir que as pessoas apropriadas são acrescentadas à equipe correta; estabelecer uma visão compartilhada do produto e objetivos da equipe; definir papéis e responsabilidades da equipe; documentar o sumário da equipe (*Team Charter*); e determinar estratégias para as interfaces entre as equipes.

### *Gerenciamento Integrado de Fornecedores*

O propósito do Gerenciamento Integrado de Fornecedores é identificar proativamente as fontes de produtos que podem ser usados para satisfazer os requisitos do projeto e gerenciar os fornecedores selecionados mantendo uma relação cooperativa.

Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Analisar e selecionar fontes de produtos
  - SP 1.1: Analisar potenciais fontes de produtos
  - SP 1.2: Avaliar e determinar fontes de produtos
- SG 2: Coordenar trabalho com fornecedores
  - SP 2.1: Monitorar processos do fornecedor selecionado
  - SP 2.2: Avaliar os produtos de trabalho do fornecedor selecionado
  - SP 2.3: Revisar o acordo ou relação com o fornecedor selecionado

Esta PA é a evolução do Gerenciamento de Acordos com Fornecedores do Nível 2. Ela possui uma visão muito mais proativa na identificação de fontes e na avaliação

formal delas. Essa PA alimenta os processos de Análise de Decisão e Resolução. O Gerenciamento Integrado de Fornecedores procura um acordo mais cooperativo entre os fornecedores, com processos mais definidos e formalizados, e participação ativa na melhoria da relação entre fornecedores e clientes.

### *Análise de Decisão e Resolução*

O propósito da Análise de Decisão e Resolução é analisar possíveis decisões usando um processo formal de avaliação de alternativas contra critérios estabelecidos. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Avaliar alternativas
  - SP 1.1: Estabelecer procedimentos para análise de decisão
  - SP 1.2: Estabelecer critérios de avaliação
  - SP 1.3: Identificar soluções alternativas
  - SP 1.4: Selecionar métodos de avaliação
  - SP 1.5: Avaliar alternativas
  - SP 1.6: Selecionar soluções

Algumas organizações, em resposta a essa PA, concluíram que não havia a necessidade de um mecanismo formal para elas na tomada de decisões, nem precisavam de procedimentos formais para a escolha de alternativas. Apesar disso, as equipes de avaliação devem garantir que tais mecanismos são utilizados, o que se torna bastante difícil.

Essa área é bastante útil no processo de seleção de fornecedores. A escolha de qual alternativa, plataforma, arquitetura, linguagem, e nova tecnologia é semelhante à área de Solução Técnica. O tipo de teste mencionado aqui se refere a possíveis abordagens de solução.

## *Ambiente Organizacional para Integração*

O propósito desta PA é prover uma infra-estrutura para o Desenvolvimento Integrado de Processos e Produtos (IPPD) e gerenciar pessoal para a integração. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Prover infra-estrutura para IPPD
  - SP 1.1: Estabelecer a visão compartilhada organizacional
  - SP 1.2: Estabelecer um ambiente de trabalho integrado
  - SP 1.3: Identificar requisitos para habilidades de IPPD
- SG 2: Gerenciar pessoal para integração
  - SP 2.1: Estabelecer mecanismos de liderança
  - SP 2.2: Estabelecer incentivos para integração
  - SP 2.3: Estabelecer mecanismos para equilibrar as responsabilidades da equipe e organização

Ambiente Organizacional para Integração é onde a infra-estrutura para a equipe é criada. Ela suporta comportamentos integrados e colaborativos. É importante que a comunicação, estrutura de recompensas, localização física da equipe e facilidades apropriadas não sejam negligenciadas pela organização.

Além disso, uma visão compartilhada é crítica para o sucesso, portanto a equipe deve definir esta visão, e obter comprometimento e apoio antes de prosseguir. Essa abordagem é difícil para organizações de baixa maturidade, especialmente onde indivíduos são recompensados por seus esforços pessoais, e não de equipe.

### **3.4 Nível de Maturidade 4: Quantitativamente Gerenciado**

A palavra-chave do Nível de Maturidade 4 é números. Os projetos são gerenciados por números. As decisões organizacionais são baseadas em números. A

qualidade dos processos, serviços e produtos são medidas com números. O uso das métricas neste nível permite uma abordagem proativa ao se gerenciar projetos.

A maior preocupação aqui é se os dados são exatos, se foram escolhidos e coletados corretamente. Para conseguir dados consistentes, a organização deve coletá-los durante anos, ou pelo menos por diversos projetos e seus ciclos de vida. As métricas são coletadas desde o Nível 2 e, na maioria das organizações, isto já acontece mesmo no Nível 1. O problema é que os dados não estão limpos e consistentes devido à instabilidade característica dos processos nesses níveis.

O problema que as organizações encontram ao migrar do Nível 3 ao 4 é que, no Nível 3, o controle das métricas é geralmente em relação a pequenas estimativas como tamanho e esforço, enquanto no Nível 4, ele é baseado em dados históricos e análises feitas ao longo do tempo. Isto não é de surpreender, pois é justamente a diferença de focos dos dois níveis: o Nível 3 procura institucionalizar os processos, e o Nível 4 trabalha na obtenção de dados estáveis, normalizados e estatisticamente exatos.

A cultura de métricas no Nível 3 não é perfeitamente compreendida. As pessoas não entendem o motivo da coleta, só sabem que é um requisito do modelo. Por esse motivo, não se identificam inconsistências e seus problemas potenciais, e desse modo, decisões e comparações feitas a partir de números não possuem bom fundamento.

No Nível 4, gerentes e analistas devem usar os dados e aplicar técnicas quantitativas e estatísticas para auxiliar no monitoramento das atividades, identificar potenciais problemas e áreas que merecem atenção. Apesar de as medidas e técnicas sugeridas no CMMI serem complicadas e difíceis de implementar, as instruções do CMM para Software quanto ao assunto devem ser as mesmas aqui: comece do simples. À medida que for sendo possível, refinam-se as abordagens. Entretanto, é verdade que se requerem conhecimentos e habilidades específicas na equipe e, em organizações que não possuem esse tipo de capacidade, o Nível 4 se torna mais custoso que benéfico.

Há duas áreas de processos: Desempenho do Processo Organizacional e Gerenciamento Quantitativo de Projetos. Usando a representação estagiada, não há mudanças nas Metas Genéricas, ou seja, mantêm-se as mesmas dos níveis anteriores. Como na representação contínua é possível selecionar as áreas de processos de trabalho, há metas e práticas genéricas para garantir que os conceitos básicos de aplicação e controle estatísticos são usados.

### *Desempenho do Processo Organizacional*

O propósito do Desempenho do Processo Organizacional é estabelecer e manter um entendimento quantitativo do desempenho do conjunto de processos padrões da organização (OSSP – *Organization's Set of Standard Processes*) e seus objetivos, além de prover dados, linhas de base e modelos para gerenciar quantitativamente os projetos da organização. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Estabelecer linhas de base e modelos de desempenho
  - SP 1.1: Selecionar processos
  - SP 1.2: Estabelecer métricas de desempenho de processo
  - SP 1.3: Estabelecer objetivos de desempenho de processo e qualidade
  - SP 1.4: Estabelecer linhas de bases de desempenho de processo
  - SP 1.5: Estabelecer modelos de desempenho de processo

Desempenho do Processo Organizacional inclui métricas para processos e produtos, que são combinadas para determinar a qualidade de ambos em termos quantitativos. No Nível 2, as métricas são coletadas, armazenadas num banco de dados para cada projeto, e acumuladas para um banco de dados organizacional no Nível 3, onde são revisadas por consistência e exatidão para que, no Nível 4, controles estatísticos possam ser aplicados. A decisão dos objetos de controle depende da

origem dos problemas da organização e de quais processos e métricas agregarão valor às técnicas de gestão. De qualquer maneira, o OSSP deve ser compreendido sob um ponto de vista estatístico.

As métricas mais comuns são de tamanho, esforço, custo, cronograma e defeitos de produto, e são geralmente gerenciadas por faixas de medida e não valores absolutos. As métricas relacionadas a desempenho podem incluir variância de cronograma e esforço, e tarefas não planejadas. Métricas relacionadas à qualidade incluem retrabalho e defeitos, que são coletados em todas as fases do ciclo de vida. Métricas relacionadas a processos são relacionadas à produtividade nas diferentes fases do ciclo de vida, por exemplo, na fase de testes, as horas gastadas na produção de casos de teste versus a quantidade de casos completados.

Essa PA cobre atividades em termos de projeto e organização. A seleção de processos de medição e das métricas propriamente ditas pode ser iterativa para acompanhar mudanças nas necessidades de negócio. O estabelecimento de objetivos de qualidade e processo também pode ser iterativo baseando-se em causas especiais de variação.

### *Gerenciamento Quantitativo de Projeto*

O propósito do Gerenciamento Quantitativo de Projeto é gerenciar quantitativamente seus processos definidos de modo que os objetivos de desempenho de processo e qualidade estabelecidos sejam alcançados. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Gerenciar o projeto quantitativamente
  - SP 1.1: Estabelecer os objetivos do projeto
  - SP 1.2: Compilar os processos definidos

- SP 1.3: Selecionar os subprocessos que serão gerenciados estatisticamente
- SP 1.4: Gerenciar o desempenho do projeto
- SG 2: Gerenciar estatisticamente o desempenho de subprocessos
  - SP 2.1: Selecionar métricas e técnicas analíticas
  - SP 2.2: Aplicar métodos estatísticos para entender variação
  - SP 2.3: Monitorar desempenho dos subprocessos selecionados
  - SP 2.4: Armazenar dados estatísticos

Gerenciamento Quantitativo de Projeto descreve o que deve ser feito para gerenciar os projetos quantitativamente. Aqui, o uso do repositório de métricas organizacional é refinado. Pode haver diversos repositórios organizacionais, únicos ou divididos em camadas, para não misturar dados equivocadamente e ocasionar em más decisões. Treinamento e experiência são necessários, pois não se gerencia projetos quantitativamente do dia para noite.

### **3.5 Nível de Maturidade 5: Otimizado**

No Nível 5, a organização alcançou todas as metas dos níveis anteriores e se concentra na melhoria geral da qualidade de seus processos identificando causas comuns de variação (contra as causas especiais de variação no Nível 4), determinando causas raiz (*root causes*) das condições identificadas, lançando e incorporando melhorias e ações corretivas ao conjunto de processos padrões da organizações (OSSP) ou, se apropriado, somente aos processos definidos de um projeto. Enquanto abordagens radicais e inovadoras não são bem aceitas, as organizações podem aplicar uma abordagem incremental para obter desse modo resultados mais duradouros.

As métricas são usadas para selecionar melhorias e estimar seguramente seus custos e benefícios, além de justificar esforços futuros. No Nível 5, o foco é revisar e

melhorar constantemente os processos, mas isso deve ser feito de modo disciplinado para gerenciar e manter a estabilidade dos processos.

Há duas áreas de processos: Inovação e Melhoria Organizacional, e Análise Causal e Resolução. Usando a representação estagiada, não há mudanças nas Metas Genéricas, ou seja, mantêm-se as mesmas dos níveis anteriores. Como na representação contínua é possível selecionar as áreas de processos de trabalho, há metas e práticas genéricas para garantir que os conceitos básicos da melhoria de processos são usados.

### *Inovação e Melhoria Organizacional*

O propósito da Inovação e Melhoria Organizacional é selecionar e desenvolver melhorias incrementais e inovadoras mensuráveis aos processos e tecnologias da organização. As melhorias suportam os objetivos de desempenho da qualidade e processos da organização derivados dos objetivos de negócio.

Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Selecionar melhorias
  - SP 1.1: Coletar e analisar propostas de melhoria
  - SP 1.2: Identificar e analisar inovações
  - SP 1.3: Executar piloto de melhorias
  - SP 1.4: Selecionar melhorias para implantação
- SG 2: Implantar melhorias
  - SP 2.1: Planejar a implantação
  - SP 2.2: Gerenciar a implantação
  - SP 2.3: Medir efeitos de melhoria

No CMM para Software, as melhorias eram voltadas para os processos e as tecnologias de suporte, como por exemplo, uma nova ferramenta de testes. As tecnologias que são partes de produtos, como um novo algoritmo ou um novo sistema de gerenciamento de dados, não estavam incluídas e isso gerou uma discussão ainda maior no CMMI, pois os sistemas construídos podem incluir uma variedade de tecnologias.

Por exemplo, uma organização Nível 1 decide que uma certa ferramenta de gerenciamento de configuração deve ser utilizada. Não há atividades piloto, estudo de requisitos nem treinamento, ou seja, a introdução dessa nova ferramenta promove o caos na organização. Já uma organização Nível 5 estabelecerá atividades piloto, instalando a ferramenta em somente um ou poucos projetos de cada vez até abranger toda a organização. A cada passo se decide se a instalação deve continuar ou não. Entretanto, não se deve esperar até o Nível 5 para ter esse tipo de atitude. A única diferença é que no Nível 5 os processos da organização são bem conhecidos e o grau de incerteza do desempenho da ferramenta pode ser previsto.

Inovação e Melhoria Organizacional envolve coordenar propostas de melhoria de processos submetidas pela equipe em diversos níveis, podendo estar relacionadas a tecnologias; executar pilotos de melhorias; planejar e implantar melhorias pela organização; e medir os efeitos das melhorias implementadas.

### *Análise Causal e Resolução*

O propósito da Análise Causal e Resolução é identificar causas de defeitos e outros problemas, e tomar ações preventivas. Metas e Práticas Específicas para essa área incluem:

- SG 1: Determinar causas de defeitos
  - SP 1.1: Selecionar dados de defeitos para análise

- SP 1.2: Analisar causas
- SG 2: Endereçar causas de defeitos
  - SP 2.1: Implementar propostas de ações
  - SP 2.2: Avaliar o efeito de mudanças
  - SP 2.3: Armazenar dados

Propostas e planos para melhorar defeitos nos processos de produção são incluídos aqui. Análise Causal e Resolução estuda os defeitos e determina sua causa raiz (root cause). A mais simples definição de causa raiz é o mais básico motivo para a ocorrência do defeito ou de sua origem; e se essa causa é removida, o defeito desaparece. A análise de defeitos e problemas já deve ser feita no Planejamento de Projetos e no Acompanhamento e Controle de Projetos do Nível 2. Treinamento para os estudos mais sofisticados requeridos pelo Nível 5 também devem ser considerados.

## ***Capítulo 4: Implementação***

---

### **4.1 Introdução**

Melhoria de processos baseada no CMMI ocorre lado a lado com os planos estratégicos, os objetivos de negócio, a estrutura, a tecnologia, a cultura e o sistema de gerenciamento da organização. Sem esse contexto é impossível motivar a aplicação da melhoria dos processos, investir ou medir seus benefícios.

O fundamento da melhoria de processos é a mudança, e tanto a organização quanto o indivíduo precisam de um empurrão, uma motivação extra para mudar. Basicamente, os esforços em melhoria são impulsionados pelo sentimento de que “se sempre fizer o que faz, você nunca terá mais do que já tem” e pela resposta da pergunta “o que eu ganho com isso?”

Para sustentar essa mudança, é preciso atender uma série de fatores. Entre eles: comunicar uma visão, o que será mudado e quando, o elo entre a mudança e os objetivos de negócio da organização; elucidar a participação daqueles que sofrerão a mudança durante a sua definição e planejamento; e estabelecer o que irá mudar na cultura organizacional e como será sua evolução para atingir o estado desejado.

Diversos aspectos que devem ser considerados em iniciativas de melhoria de processos com CMMI são detalhados a seguir. Eles representam melhores práticas para a implantação do CMMI nas empresas.

## 4.2 Planejamento

Para direcionar os esforços de melhoria, é preciso definir um plano, assim como uma estratégia, para preparar a organização. O CMMI requer um plano para cada Área de Processo e cada plano deve conter procedimentos, além do conteúdo esperado como atividades, abordagem, recursos, etc.

Um plano não é um cronograma. É a estratégia necessária para executar o trabalho documentada. Geralmente, é incluída a definição do escopo do trabalho, dos recursos necessários, da justificativa do trabalho, como será a revisão e o acompanhamento, cronogramas e custos. Para melhor entendimento do plano, principalmente após identificação de erros ou mudanças, sugere-se que os métodos de planejamento utilizados também sejam justificados.

Há três tipos de planos principais em melhoria de processos:

- Plano de Melhoria de Processos (*Process Improvement Plan*): Plano estratégico usado para justificar o plano de melhoria, incluindo custos e recursos, e definir objetivos.
- Plano de Implementação/Operação (*Operations/Implementation Plan*): Plano tático (maior detalhamento) que define o esforço da organização em tarefas gerenciáveis baseadas no resultado das avaliações (*Appraisals* – SCAMPI)
- Plano de Ação (*Action Plan*): Descreve com bastante detalhes o que as equipes devem fazer e quando. Essas equipes (PATs – *Process Action Teams*) focam uma Área de Processo ou um problema identificado como ponto de fraqueza pela avaliação (*Appraisal* – SCAMPI).

Para alcançar o sucesso dos programas de melhoria, é preciso mais que boas políticas e procedimentos. A organização deve estar convencida dos benefícios e oferecer suporte, especialmente no início quando os custos são bem mais visíveis que

os benefícios. Nesse ambiente, um plano de comunicações também se torna crítico para uma implantação sem problemas.

### **4.3 Alinhamento**

Não é incomum encontrar múltiplas iniciativas de melhoria de processos, mesmo numa organização de tamanho médio. O problema é que essas iniciativas quase sempre utilizam diferentes métodos, técnicas e modelos como base para o trabalho por causa de diferentes níveis de maturidade dos processos, diferentes expectativas da alta-gerência, diferentes níveis de treinamento e incompatíveis políticas, processos e procedimentos.

O CMMI possui o potencial para unir essas iniciativas combinando-as ou alinhando-as. Para isso, as preocupações devem estar voltadas para a estrutura da equipe, integração dos procedimentos existentes, programas de mensuração e de treinamento.

#### *Estrutura da Equipe*

Dos grupos mais freqüentes que encontramos nas organizações podemos citar o SEPG (*Software Engineering Process Group*) para processos de software, o SEPI (*Systems Engineering Process Initiative*) para processos de engenharia de sistemas e o EPG (*Engineering Process Group*) para processos que abordam disciplinas como elétrica, mecânica, segurança e confiabilidade. Em adição a esses grupos, podemos encontrar também conselhos de melhoria da qualidade, equipes de reengenharia de negócio e programas Six Sigma.

Dado essa grande variedade de grupos interessados em melhoria de processos, não é surpreendente que as organizações tenham que definir os papéis e

responsabilidades de cada um desses grupos, estimular a comunicação entre eles e, muitas vezes, eliminar alguns deles para otimizar os esforços gastos.

Para reestruturar as equipes em busca de melhor alinhamento a organização deve ter informações sobre elas como quantidade de equipes, se são ativas, se se sobrepõem, o nível de comunicação e se existe competição negativa. Além disso, as equipes devem ser gerenciadas e possuir um charter, um plano (não somente um cronograma), um orçamento, um patrocinador e um plano de comunicação inclusive.

### *Integração de Procedimentos*

Um dos efeitos negativos de se possuir diversas iniciativas de melhoria de processos é a geração de um conjunto de procedimentos incompatíveis. Para solucionar esse problema é necessário investigar as documentações (reunir e revisar as políticas, processos e procedimentos), examinar as interfaces, revisar os papéis e considerar os ciclos de vida, os níveis de detalhe e os formatos.

### *Programas de Medição*

Se a organização ainda não possui um programa de medição integrado, provavelmente as métricas utilizadas nas diferentes iniciativas não estão balanceadas. Diferentes modelos de melhoria dão às métricas diferentes níveis de importância e para resolver essas diferenças a organização deve saber:

- ✓ Quais métricas são coletadas para cada disciplina;
- ✓ Se há especificações definidas para todas as métricas;
- ✓ Quais métricas são reportadas à gerência com frequência;
- ✓ Qual a maturidade dos sistemas de medição de cada disciplina;
- ✓ Como as métricas são coletadas por disciplina.

## *Programas de Treinamento*

Os programas de treinamento devem dizer quais treinamentos são requeridos, planejá-los e executar os planos. Os diferentes modelos de melhoria também não dão o mesmo nível de importância aos treinamentos, por exemplo, algumas disciplinas podem ter distintos programas de treinamento, alguns mais formais que outros.

Para alinhar os programas de treinamento, as organizações devem identificar as seguintes informações:

- ✓ Quais treinamentos estão no escopo definido pela organização;
- ✓ As fontes dos treinamentos;
- ✓ Os planos e cronogramas dos treinamentos;
- ✓ Todos os treinamentos oferecidos.

## **4.4 Melhoria de Processos: Fases de um Projeto**

Um projeto de melhoria de processos possuirá quatro fases básicas:

- Iniciação ou Set Up: Estabelecimento da equipe e da infra-estrutura organizacional. Inclui linha de base dos processos, planejamento inicial e obtenção de patrocínio financeiro e comprometimento pela organização;
- Design: Desenvolvimento de políticas e procedimentos, e identificação e produção de padrões e processos;
- Piloto: Treinamento dos participantes e testes dos procedimentos em algumas áreas. Os procedimentos são então atualizados com base nos resultados do piloto;
- Implementação: Seguimento dos procedimentos por todos os projetos e medição de seu desempenho.

## *Iniciação (Set Up)*

Iniciação envolve a venda do conceito de melhoria de processos para a organização, o planejamento e estruturação dos esforços, e a garantia dos recursos (humanos e financeiros). Muitas organizações se informam sobre melhoria de processos por conferências, livros e artigos em revistas, ou, mais frequentemente, quando a conquista de maiores níveis de maturidade é necessária para ganhar contratos.

Um indivíduo é escolhido para promover a melhoria dos processos pela organização, que então pode realizar pesquisas sobre Retorno Sobre o Investimento (ROI - *Return On Investment*), distribuição de custos pela empresa e análises custo-benefício. Após os executivos se conscientizarem que a melhoria dos processos deve ser considerada, um EPG (*Engineering Process Group* – Grupo de Engenharia de Processos) é iniciado. O papel do EPG é estabelecer e priorizar ações de melhoria de processos, produzir planos para executar tais ações, e atribuir recursos para executar tais planos. É nesta fase que são criados os planos citados no Capítulo 3.1. O EPG também é responsável por escrever os processos.

## *Design*

A fase de design possui foco na criação das PATs (*Process Action Teams* – Equipes de Ação dos Processos). Os passos para essa atividade são:

1. Gerar os charters da equipe;
2. Revisar, modificar e aprovar os charters;
3. Gerar os Planos de Ação;
4. Revisar, modificar e aprovar os planos;
5. Atribuir trabalho aos Planos de Ação;

6. Executar o trabalho de acordo com os planos (gerar políticas, procedimentos e processos);
7. Desenvolver métricas de suporte e técnicas de medição;
8. Desenvolver o material dos treinamentos requeridos;
9. Acompanhar o andamento;
10. Revisar e recomendar ferramentas;
11. Facilitar, revisar e monitorar o trabalho;
12. Atualizar os Planos de Ação;
13. Participar das reuniões e suportar o EPG.

### *Piloto*

Após a fase de design, os processos desenvolvidos pelas PATs devem ser implementados (pilotos) em dois ou mais projetos. Esta fase consiste dos seguintes passos:

1. Selecionar os projetos-piloto
2. Documentar os critérios de sucesso e técnicas de medição;
3. Orientar e treinar os membros dos projetos-piloto nos conceitos do CMMI;
4. Orientar e treinar os membros dos projetos-piloto nos processos e procedimentos desenvolvidos;
5. Executar os pilotos;
6. Monitorar os pilotos;
7. Analisar os resultados dos pilotos;
8. Medir o sucesso;
9. Gerar lições aprendidas;
10. Atualizar os procedimentos e refazer pilotos se necessário.

## *Implementação*

Uma vez que o EPG e a alta-gerência decidiram que os projetos-piloto foram completos com sucesso, a fase da Implementação é iniciada. Ela consiste na implementação dos novos processos pela organização de maneira incremental, ou seja, um ou dois projetos por vez. As etapas da Implementação são exatamente as mesmas do Piloto, só que com maiores escopo e duração. Cada projeto será monitorado para determinar sucesso, e os planos e procedimentos serão modificados para refletir as lições aprendidas. Após cada projeto, é determinado se há a necessidade de interromper a implementação do processo pela organização. Se isso for decidido, a alta-gerência e o EPG revisarão os processos e considerarão os possíveis esforços remediais, como reescrever os processos ou criar um novo treinamento.

## **4.5 Responsabilidades**

A quantidade de grupos trabalhando na melhoria de processos em uma organização pode variar bastante. Em adição, a mesma pessoa pode desempenhar diversos papéis simultaneamente ou sequencialmente, dependendo do tamanho da organização e da complexidade dos esforços de melhoria.

Os esforços de melhoria de processos podem ser desempenhados pelos seguintes indivíduos ou grupos:

- Patrocinador (*Sponsor*): A pessoa da organização responsável por atribuir fundos e recursos para sustentar o trabalho de melhoria. Essa pessoa está geralmente em posições elevadas como diretorias ou comitês executivos.
- Campeão (*Champion*): A pessoa responsável pelas relações públicas, podendo ser líder do EPG (*Engineering Process Group*). Essa pessoa vende as idéias, a abordagem e os resultados da melhoria de processos.

- Líder do EPG: A pessoa responsável em liderar o grupo que realiza as revisões dos processos. Ela atribui tarefas aos membros da EPG, monitora seus esforços e planeja as atividades diárias da equipe.
- Membros do EPG: Indivíduos responsáveis pela garantia que os documentos de melhoria dos processos são escritos e seguidos. Eles também podem liderar os PATs (*Process Action Teams*) e são responsáveis por criar as métricas que vão monitorar os avanços dos processos.
- PATs (*Process Action Teams* - Equipes de Ação de Processos): Essas equipes geram as documentações de melhoria de processos (políticas, processos, procedimentos, cartas e planos de ação).
- Parceiro de Transição: Geralmente um ou dois indivíduos que são consultores externos contratados para ajudar a iniciar, planejar, liderar, e monitorar o progresso na melhoria dos processos da organização. Esses indivíduos possuem experiência em melhoria de processos de várias outras organizações.

Ao analisar as equipes envolvidas e suas responsabilidades, alguém pode questionar se o grupo responsável pela Garantia da Qualidade (GQ ou QA – *Quality Assurance*) não poderia estar envolvido nas atividades de melhoria dos processos. Historicamente, isso seria a receita para um desastre, pois a melhoria dos processos seria vista como mais uma atividade da Garantia da Qualidade e não receberia a atenção que merece da alta-gerência e da organização como um todo. A GQ pode até fazer parte do EPG, mas o EPG deve representar toda a organização, não somente o departamento da Garantia da Qualidade. Em adição, a GQ e o EPG possuem diferentes funções: a GQ revisa os produtos e atividades dos projetos e o EPG é responsável por revisar os processos da organização. Existe uma sobreposição, mas o EPG não se concentra nos produtos (trabalho da GQ).

Uma falha dos modelos CMM e CMMI é percebida no fato deles assumirem que as organizações já possuem padrões em uso (resultado da verificação da GQ). As organizações mais maduras até possuiriam padrões, mas não as menores ou mais

novas, que tinham que partir de padrões pré-existentes do mercado (MIL-STDs, IEEE, etc), o que não é uma boa idéia. Os padrões devem ser muito bem compatíveis ao tipo de trabalho exercido e à cultura da organização. Além disso, os padrões devem ser adaptados à todas as pessoas obrigadas a usá-los, ou então não o seriam.

Sugere-se que o patrocinador (*Sponsor*) indique diretamente um campeão (*Champion*), e que um líder de EPG seja apontado para trabalhar com sua equipe no estabelecimento da infra-estrutura necessária para a melhoria dos processos.

Vale ressaltar que, na seleção de pessoas para trabalhar nas equipes (EPG, PATs, etc), é boa prática considerar as seguintes qualificações:

- ✓ Experiência nas tecnologias e métodos usados pela organização;
- ✓ Boas habilidades de comunicação;
- ✓ Líderes respeitados na organização;
- ✓ Experiência prévia em melhoria de processos.

O CMMI é extremamente interconectado. A organização querará saber como tudo se encaixa, mas não é possível desenhar o fluxo de atividades sem ter experiência aprofundada, nem se aconselha tentar associar o modelo a algo semelhante. Deve-se tentar fazer tudo que o modelo sugere. Para tudo que não se encaixar deve ser preparada uma alternativa justificada. O modelo é desenhado para se adaptar a qualquer organização, mas as abordagens devem se manter simples e objetivas. A melhoria de processos é contínua e sempre serão descobertas mais e mais áreas sujeitas à melhoria e problemas a serem resolvidos.

## **4.6 Documentações**

A melhoria de processos envolve construir uma pilha de documentação que é realmente necessária, e não somente uma prova de trabalho. Uma das máximas do

antigo CMM ainda se aplica: “se não é usado, não existe”. Generalizando, se os procedimentos não são usados pela organização, esses procedimentos não existem. Todo o propósito do CMMI é usar aquilo que foi desenvolvido, portanto a documentação não é de enfeite.

Primeiramente, deve-se acreditar na razão da documentação: não há melhor modo para garantir que alguma atividade seja feita de modo correto e consistente. A documentação também deve ser detalhada o suficiente para não haver possibilidade de múltiplas interpretações.

Não deve ser subestimado o fato de que as pessoas geralmente não gostam de documentar nada, mas mesmo se não souberem, podem ser ensinadas. De qualquer maneira, nunca reutilizem documentos de outras organizações, pois eles provavelmente não serão compatíveis e, conseqüentemente, não serão aceitos, implementados ou aprovados nas avaliações (SCAMPI). Mesmo o próprio CMMI não deve ser origem direta de documentações, simplesmente porque o CMMI diz o quê fazer, mas não como fazer. É trabalho da organização documentar como fazer as coisas.

## *Definições*

Parte da interpretação do CMMI inclui definir os diferentes tipos de documentação necessários para implementar uma estratégia efetiva de melhorias. Por exemplo, um padrão (*standard*) é uma estrutura que serve como base para um modelo a ser desenvolvido posteriormente. É reconhecido como um exemplo aceitável e foi autorizado oficialmente para uso. Seu propósito é promover a uniformidade e a consistência dos resultados que levam a um produto de qualidade.

Existe uma clara diferença entre padrões e processos. O IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) define processo como uma seqüência de passos

executados com um propósito específico. Os processos determinam o que fazer para construir um produto, enquanto os padrões são exemplos de como tais produtos devem ser.

A diferença mais essencial se encontra entre processos (*processes*) e procedimentos (*procedures*). Os procedimentos devem ser interpretados como instruções detalhadas de como executar o processo. O importante é que o CMMI requer que os processos sejam documentados detalhadamente para que não haja dúvidas interpretações e, conseqüentemente, que eles sejam seguidos de forma padronizada.

Além de padrões, processos e procedimentos, o CMMI também cita políticas (*policies*), cartas ou termos (*charts*) e planos (*plans*). Uma política é um documento escrito em alto-nível sob o patrocínio da alta-gerência para direcionar a organização em o que deve ser feito, quem serão os responsáveis e, às vezes, porque está sendo feito dessa maneira. Um plano é um documento específico de como atingir uma meta, objetivo, ou produzir um produto. Pode haver vários níveis de planos, dos mais altos planos estratégicos até os mais detalhados e específicos Planos de Ação (*Action Plans*) que focam fraquezas específicas descobertas após alguma avaliação de processos. Uma carta ou termo é um documento que descreve porque um grupo foi formado e como pretende interagir. Ele descreve comportamentos desejados, quando o grupo irá se reunir, o tempo das reuniões, regras de conduta, escopo do grupo, resolução de problemas, e propósitos.

Ao escrever qualquer documentação, é recomendável tê-la útil, viável e compatível com o CMMI e com os resultados das avaliações (SCAMPI). Também se deve garantir que as pessoas responsáveis pela documentação entendam que, além de escrevê-la, elas deverão segui-la. É bastante fácil criar péssimos documentos se eles não se aplicam aos criadores.

## 4.7 Monitoramento

Um fator que causa desconforto à alta-gerência é a incapacidade de ver o progresso sendo feito. Por essa razão, são sugeridas métricas básicas para acompanhar os esforços em melhoria de processos como as seguintes:

- ❖ Tamanho real dos artefatos;
- ❖ Trabalho real gasto nas atividades;
- ❖ Datas de início e fim das atividades;
- ❖ Datas de término para os marcos identificados;
- ❖ Tipos e número de mudanças à estratégia de melhoria.

Essa é também uma das maneiras para transformar os esforços em melhoria de processos em modelos para projetos futuros. Acompanhando e comunicando o progresso à alta-gerência é como o programa de melhoria de processos alcança o sucesso.

A escolha inteligente dos indicadores é tão fundamental que uma área de processo inteira é dedicada ao assunto (Medição e Análise). Assim como o CMMI pressupõe que a organização possui padrões e os está usando, o CMMI pressupõe que métricas apropriadas sobre os projetos são coletadas – o que geralmente não é o caso. O grande problema é que, se a organização não monitora os dados dos projetos, não é esperado que se obtenham benefícios medindo as atividades das áreas de processo.

As métricas devem ser claramente definidas e seus propósitos e modos de uso perfeitamente explicados e compreendidos. Em adição, a organização deve definir essas métricas em função das necessidades de negócio. Sem esse alinhamento, a estratégia de negócios da organização fica desassociada das estratégias de melhoria de processos e seu progresso não poderá ser demonstrado adequadamente. Além disso, os recursos podem despende esforços adicionais para coleta de métricas que não serão úteis no fim.

## 4.8 Lições Aprendidas

Dentre as organizações estudadas, foi possível listar um conjunto de técnicas ou dicas para aprimorar os esforços para a melhoria de processos com CMMI. A saber:

- ✓ Envolver as pessoas que serão alvo da mudança ou que farão uso do processo a ser melhorado na definição das mudanças;
- ✓ Comunicar o que irá mudar e quando, as visões e os objetivos de negócio;
- ✓ Suportar o processo de mudança com ferramentas, treinamento e técnicas motivacionais;
- ✓ Planejar a mudança sabendo que nem todo mundo muda na mesma velocidade;
- ✓ Estabelecer um elo tangível entre as melhorias nos processos e qualidade dos produtos e os objetivos de negócio da organização para sustentar a mudança;
- ✓ Usar um processo para melhoria de processos (por exemplo, o método IDEAL do SEI);
- ✓ Não esquecer o contexto nem as metas de longo prazo;
- ✓ Planejar tanto a longo quanto a curto prazo;
- ✓ Treinar as pessoas efetivamente no trabalho que é esperado delas;
- ✓ O propósito e os valores esperados e adquiridos da Garantia da Qualidade deverão ser comunicados à organização;
- ✓ Cuidado ao lutar contra tendências só para alcançar um número ou um bônus;
- ✓ Não fazer a melhoria de processos ter um fim em si mesma. Se a organização não estiver interessada em realizá-la, o risco de pôr em vão a longo prazo os avanços alcançados é alto;
- ✓ Utilizar os resultados da análise de métricas e das auditorias da Garantia da Qualidade como indicadores de que as políticas comunicadas pela alta-gerência estão sendo seguidas;

- ✓ Medir o investimento em melhoria de processos e rastreie o retorno sobre o investimento (ROI – *Return On Investment*);
- ✓ Garantir que as seguintes variáveis estejam sempre presentes: Visão, Habilidades, Incentivos, Recursos e Planos de Ação. A falta de uma delas comprometerá os esforços na melhoria dos processos.
- ✓ Automatizar e simplificar o processo de identificação e coleta de métricas.

## 4.9 Avaliações

A melhoria de processos usando o modelo CMMI faz uso de avaliações (appraisals) por um grupo treinado de indivíduos que definem o nível de maturidade ou capacidade dos processos através de comparações com as referências do modelo.

Os benefícios das avaliações para o patrocinador da iniciativa de melhoria são:

- ✓ Permite compreender a capacidade de engenharia da organização ao identificar as forças e fraquezas dos processos atuais em relação às referências;
- ✓ Prioriza planos de melhoria;
- ✓ Concentra os esforços de melhoria nas áreas mais benéficas à organização;
- ✓ Categoriza os processos em níveis de maturidade ou capacidade;
- ✓ Determina o progresso das metas de melhoria;
- ✓ Estabelece uma linha de base da capacidade dos processos;
- ✓ Permite o benchmarking da organização e a seleção de fornecedores.

O método definido pelo SEI (*Software Engineering Institute*) para avaliação do modelo CMMI é o SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement – Método Padrão de Avaliação do CMMI para Melhoria de Processos*). O método SCAMPI faz parte do conjunto de produtos CMMI e atende aos requisitos do SEI para avaliações Classe A definidas nos Requisitos de Avaliação do CMMI v1.1 (ARC – *Appraisal Requirements for CMMI*).

O ARC define três classes de avaliações: A, B e C. A avaliação Classe A é a mais profunda e determina o nível de maturidade ou capacidade CMMI. As outras classes só provêm uma visão geral e rápida dos processos, mas todas são úteis para identificar e priorizar os pontos de melhoria de processos. Curiosidade: uma avaliação SCAMPI completa atende aos requisitos do padrão ISO 15504.

Tabela 5 – Características das Classes de Avaliação do CMMI

<b>Características</b>	<b>Classe A</b>	<b>Classe B</b>	<b>Classe C</b>
Quantidade relativa de evidências objetivas	Alta	Média	Baixa
Caracterização de Níveis	Sim	Não	Não
Necessidade relativa de recursos	Alta	Média	Baixa
Tamanho relativo da equipe	Grande	Médio	Pequeno

As avaliações Classe A são geralmente utilizadas para:

- ✓ Melhoria Interna de Processos: traçam linha de base da maturidade/capacidade e medem o progresso;
- ✓ Seleção de Fornecedores: são usadas como parâmetro de escolha e também podem caracterizar os riscos relacionados a processos no contrato;
- ✓ Monitoramento dos Processos dos Fornecedores: usadas em relacionamentos de longo prazo para priorizar esforços e adaptar monitoramento.

As fases das avaliações incluem as seguintes:

- Fase 1: Planejamento e Preparação para a Avaliação
  - Análise de requisitos
  - Desenvolvimento do plano de avaliação
  - Seleção e preparação da equipe
  - Obtenção e análise inicial das evidências dos objetivos
  - Preparação para a coleta das evidências dos objetivos
- Fase 2: Condução da Avaliação
  - Exame das evidências dos objetivos
  - Verificação e validação das evidências dos objetivos
  - Documentação das evidências dos objetivos
  - Geração dos resultados da avaliação
- Fase 3: Publicação dos Resultados
  - Entrega dos resultados da avaliação ao patrocinador
  - Empacotamento e arquivamento dos ativos da avaliação

Os resultados das avaliações devem ser usados no estabelecimento e priorização de planos de ação para cada fraqueza ou oportunidade de melhoria encontrada. Esses planos devem estar consistentes com o plano de melhoria de processos da organização.

Na representação estagiada, os resultados para cada área de processo e nível de maturidade são sumarizados. O Nível de Maturidade final da organização é o maior nível no qual os requisitos de todas as áreas de processo contidas são atendidos. Na representação contínua, o Nível de Capacidade é definido para cada área de processo avaliada.

Algumas lições aprendidas em avaliações das organizações estudadas são listadas a seguir:

- ✓ Inicie a preparação para as avaliações o mais cedo possível;

- ✓ Estabeleça procedimentos de distribuição pelas áreas a serem avaliadas;
- ✓ Enfatize a colaboração entre as diversas áreas envolvidas. O CMMI abrange um amplo escopo da organização e requer integração das funções e maior envolvimento dos patrocinadores executivos e alta-gerência;
- ✓ Sincronize as iniciativas internas;
- ✓ Desenvolva cuidadosamente a abordagem de transição em fases baseando-se na maturidade atual;
- ✓ Simplifique o máximo possível.

#### **4.10 Exemplo – CMMI aplicado em Suporte à Produção**

Este é um momento oportuno para apresentar um exemplo básico da aplicação do modelo CMMI nas atividades de uma organização. O caso se aplica a atividades de suporte à produção - processo contínuo de operação e manutenção de software consistindo de atividades cíclicas ou não-cíclicas que asseguram o funcionamento do sistema.

O CMMI é recomendado, pois provê uma estrutura de trabalho, permite adaptabilidade às necessidades da organização (*scalability/tailoring*), possibilita priorizar o gerenciamento e controle do trabalho e promove a padronização dos processos em termos organizacionais compartilhando, sustentando e melhorando os resultados.

O desafio nesta aplicação é utilizar o CMMI na gerência de pequenos pedidos de suporte. Esse tipo de trabalho é tipicamente criticado pelos seguintes aspectos:

- ✓ Muito planejamento para tarefas relativamente curtas;
- ✓ O cliente controla a carga de trabalho e dita as datas de entrega;
- ✓ A natureza do trabalho é reativa;
- ✓ O trabalho necessário é imprevisível, seja a curto ou a longo prazo;

- ✓ Os membros da equipe de suporte à produção geralmente não são treinados em gerenciamento de projetos;
- ✓ Excesso de documentação.

O gerenciamento de projetos fornece uma solução para as atividades de suporte à produção: projetos “guarda-chuva” (*Umbrella Projects*). A idéia é conter todas as tarefas de suporte abaixo de um nível de gerência mais alto, que pode ser definido por cliente, acordos de níveis de serviço (SLA – *Service Level Agreements*), aplicações, etc. Nesse nível maior são gerenciados os maiores componentes de planejamento (plano de comunicações, garantia da qualidade, papéis e responsabilidades, etc) e abaixo dele os pedidos de mudança, pequenas melhorias, suporte tipo Help Desk e consertos no ambiente de produção. Nesse nível mais baixo são gerenciadas as estimativas, os casos de teste, etc.

A tabela a seguir representa algumas áreas de processo do CMMI e sua relação com as atividades de suporte à produção (nível guarda-chuva e nível dos serviços):

Tabela 6 – Áreas de Processos aplicadas em Suporte à Produção

<b>Suporte à Produção</b>		
<b>Área de Processo</b>	<b>Nível Guarda-Chuva</b>	<b>Nível Serviços</b>
Desenvolvimento de Requisitos	<p>Documentar requisitos gerais de suporte por serviços (help desk, monitoramento de produção, resolução de problemas, pequenas melhorias);</p> <p>Identificar requisitos detalhados para cada serviço;</p> <p>Desenvolver e manter uma Matriz de Rastreamento de Requisitos</p>	Identificar requisitos específicos de cada pedido de serviço no nível apropriado de detalhe;
Gerenciamento de Requisitos	<p>Manipular mudanças no escopo relacionadas aos serviços prestados;</p> <p>Comitê de Controle de Mudanças (<i>Change Control Board</i>) para priorizar os pedidos de serviço</p>	<p>Representantes do cliente têm autorização para aprovar mudanças nos serviços ativos dentro de limites estabelecidos;</p> <p>Pedidos de serviços rotineiros são pré-autorizados</p>
Solução Técnica	Desenhar e desenvolver soluções para cada serviço (processos e procedimentos)	Desenhar e desenvolver soluções para os pedidos individuais
Integração de Produto	Integrar, revisar, testar e entregar soluções para cada serviço	Integrar, revisar, testar e entregar soluções para os pedidos individuais

Verificação	Revisar cada serviço conforme é desenvolvido e garantir que os requisitos são atendidos	Revisar cada pedido para garantir que os requisitos estejam no escopo do serviço;
Validação	Validar a solução de cada serviço com o cliente	Validar os artefatos a partir de técnicas como prototipagem

A intenção da empresa ao implantar o modelo CMMI em toda a organização era consolidar a posição na área de desenvolvimento de sistemas e de manutenção de aplicações, adotando procedimentos que ofereçam parâmetros mais seguros no desenvolvimento de software e permitam a padronização dos processos.

O CMMI possibilitou uma redução significativa de defeitos nos serviços gerados pela empresa e maior qualificação do pessoal no atendimento ao cliente, além da personalização dos processos de acordo com as necessidades. Com isso, a empresa reduziu a duplicação de trabalho, baixou seus custos e agilizou suas soluções, agregando valor para os clientes.

Quanto às atividades de suporte à produção, houve um aumento da produtividade nos projetos de suporte, especialmente na manutenção de aplicações, maior eficiência na confecção e resolução de problemas dos sistemas mantidos pela empresa, diminuição no tempo gasto com gerenciamento e maior confiabilidade nos processos.

## ***Capítulo 5: Conclusão***

---

### **5.1 Benefícios**

Os benefícios alcançados pela implantação do modelo CMMI podem ser enquadrados em geral nas seguintes categorias:

- Melhora da previsão dos tempos e orçamento
- Melhora nos tempos em geral
- Aumento da produtividade
- Melhora na qualidade (índice de defeitos)
- Aumento da satisfação do cliente
- Aumento da moral do time
- Aumento do Retorno de Investimento
- Redução do custo da qualidade

Quanto à melhoria da previsão dos tempos e orçamento, ou seja, do processo de estimativas, podemos exemplificar com o resultado da Boeing Information Systems na implantação do CMMI Nível 3. O gráfico a seguir (Figura 6) mostra a variação entre as estimativas de esforço de desenvolvimento planejadas e o esforço real exercido em um conjunto de 120 projetos executados pela Boeing. Note que logo após a institucionalização dos processos (Nível 3), a amplitude das variações diminuiu consideravelmente, permitindo que o controle estatístico possa ser aplicado com sucesso.

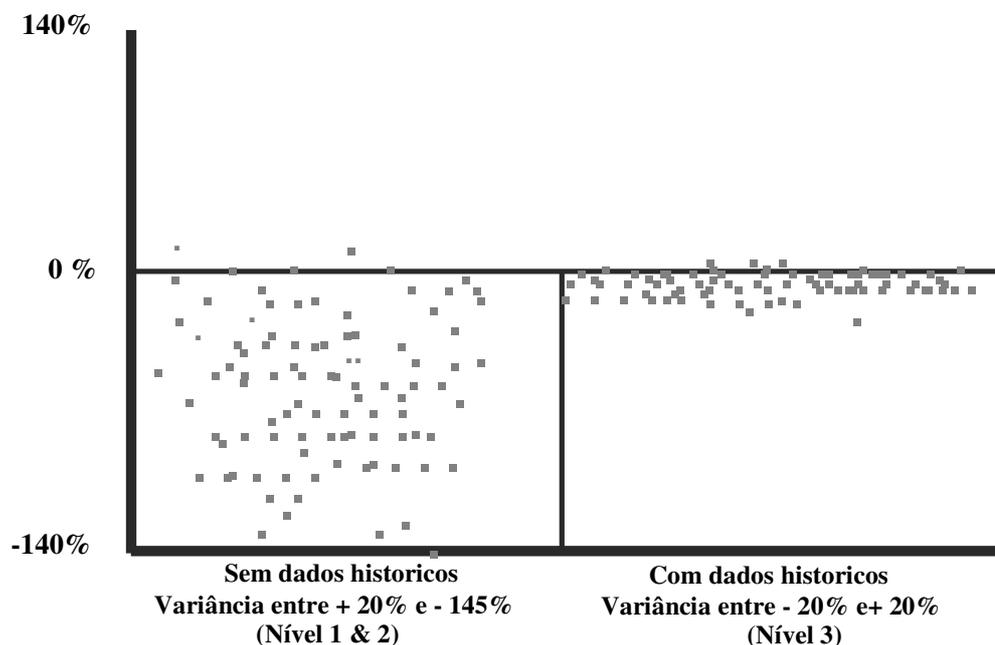


Figura 6 – Estimativa de esforço da Boeing Information Systems

Nos primeiros níveis do CMMI, não há uso relevante de dados históricos para estimativas, portanto a variação, além de ser grande, não pode ser prevista, pois não segue padrão algum. Em projetos no Nível 3, a variação entre os dados reais e planejados é reduzida, resultando em maior confiança e previsibilidade das estimativas de tempo e custo associadas. Note ainda na Figura 6 que, na grande maioria dos projetos, o erro de estimativa é para baixo, ou seja, os projetos terminam geralmente em tempo e custo menores que os planejados.

A economia com a implantação do CMMI também pode ser evidenciada pelo gráfico a seguir (Figura 7). Ela mostra a redução dos custos por função da empresa DB Systems GmbH, prestadora de serviços de Tecnologia da Informação primariamente para as indústrias de transporte e de viagens.

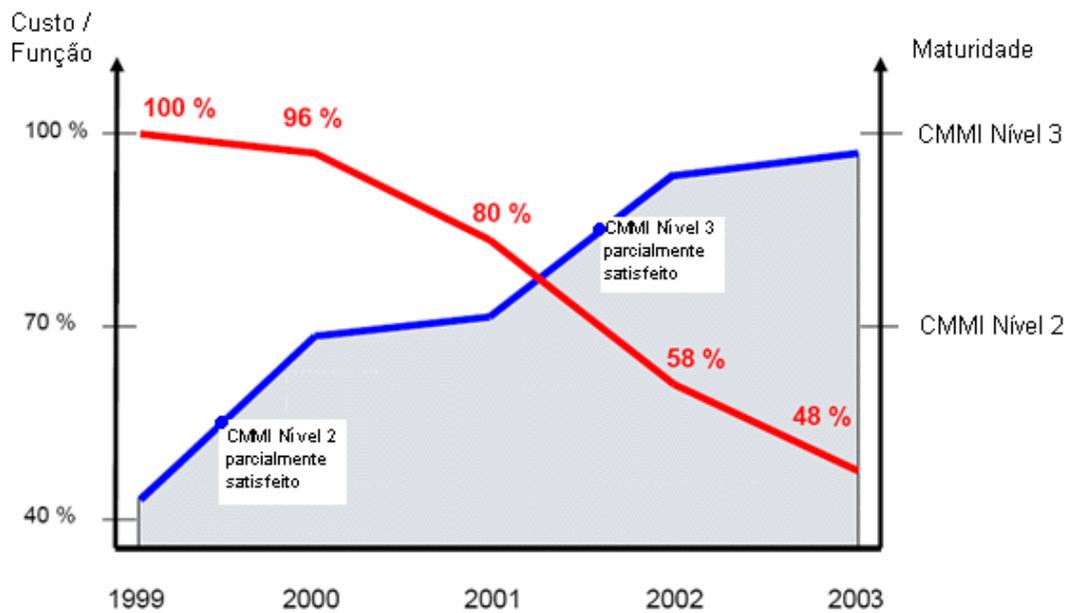


Figura 7 – Economia de custos na DB Systems GmbH

Na Motorola, empresa de soluções integradas de comunicação e de eletrônica, a experiência com os modelos CMMI prova sua eficiência. A quantidade de defeitos pós-implantação dos sistemas (Figura 8) e o custo por baixa qualidade foram reduzidos (Figura 9) à medida que os níveis de maturidade foram implantados.

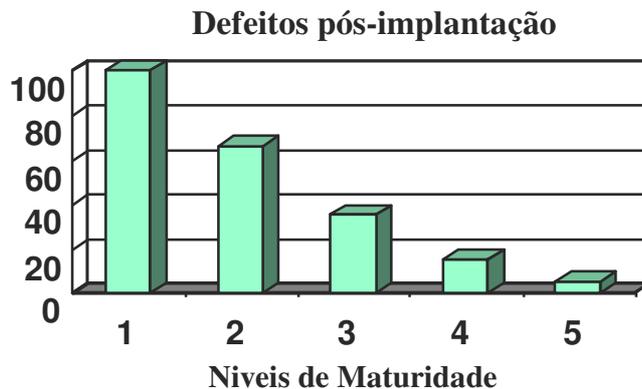


Figura 8 – % Relativo de defeitos pós-implantação – Motorola

**Custo por Baixa Qualidade**  
(% relativo ao esforço de desenvolvimento)

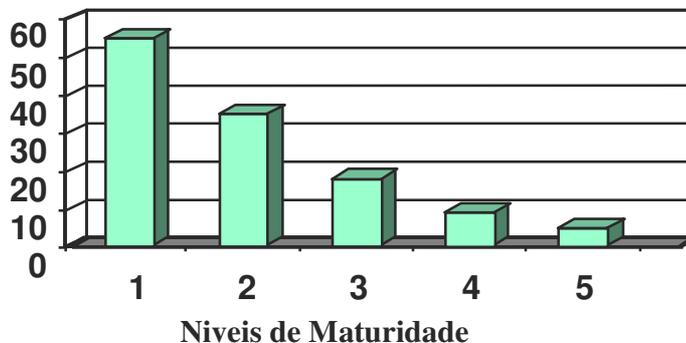


Figura 9 – Custo por Baixa Qualidade – Motorola

O SEI (*Software Engineering Institute*) publicou em agosto de 2006 um sumário dos benefícios de desempenho do modelo CMMI identificados em mais de 30 organizações (Tabela 7). Os resultados foram expressos como razão de ROI (*Return On Investment* – Retorno sobre o Investimento) e variação percentual usando como comparação dados de linha de base do período anterior ao início das iniciativas de melhoria de processos com CMMI. O período de tempo considerado no cálculo da melhoria varia para cada categoria.

Tabela 7 – Sumário dos resultados de desempenho CMMI - SEI

Categoria de Desempenho	% Médio de Melhoria	Número de Amostras	Menor Melhoria	Maior Melhoria
Custo	34%	29	3%	87%
Cronograma	50%	22	2%	95%
Produtividade	61%	20	11%	329%
Qualidade	48%	34	2%	132%
Satisfação do Cliente	14%	7	-4%	55%
Retorno Sobre o Investimento	4.0 : 1	22	1.7 : 1	27.7 : 1

Uma comparação interessante pode ser notada pela da Siemens Information Systems Ltd, unidade de Tecnologia da Informação da Siemens India. Ela foi certificada em períodos diferentes no ISO 9001, CMM Nível 5 e CMMI Nível 5, consecutivamente. Com essa experiência, a empresa pode comparar a melhoria alcançada pela implantação dos três modelos. As figuras abaixo representam essa comparação em termos de qualidade dos produtos (Figura 10) e satisfação dos clientes (Figura 11) em três departamentos da Siemens.

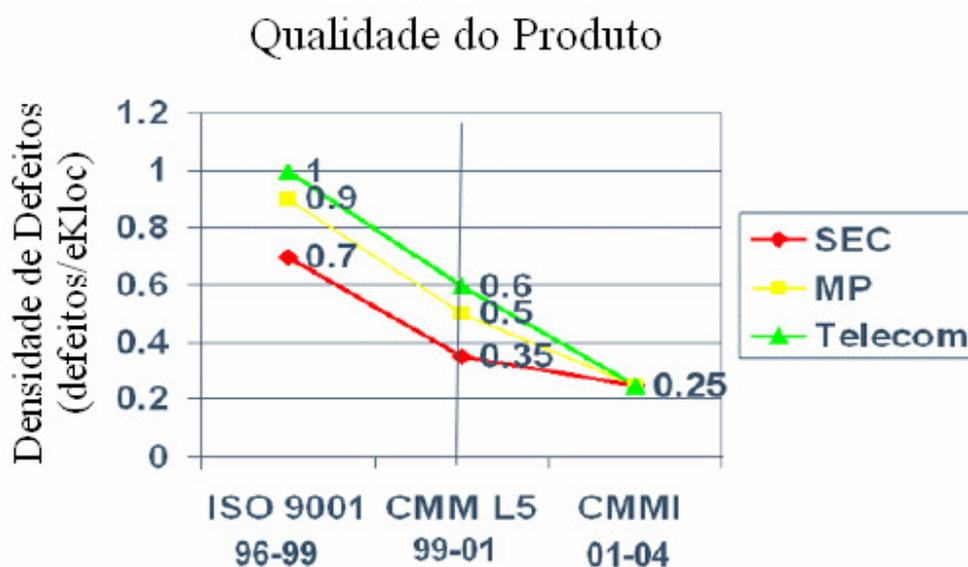


Figura 10 – Desempenho na Qualidade do Produto – Siemens

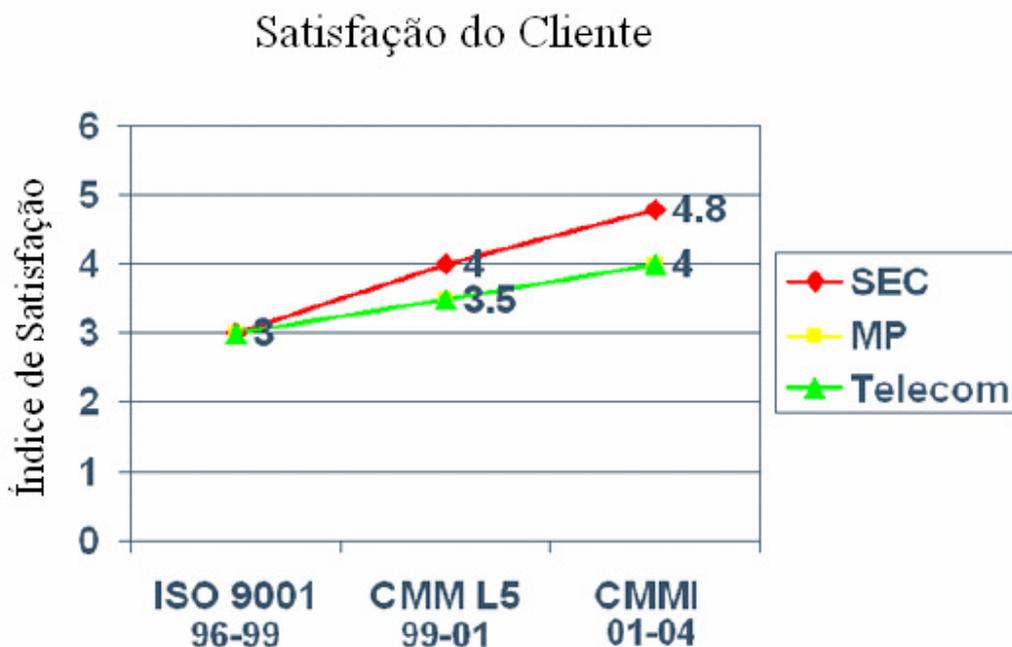


Figura 11 – Desempenho na Satisfação do Cliente – Siemens

## 5.2 CMMI no Mundo

Semestralmente, o SEI publica os resultados de todas as avaliações SCAMPI Classe A concluídas até o momento no modelo CMMI versão 1.1. Seu objetivo é caracterizar a adoção do modelo pelas organizações e incentivar a publicação de resultados.

A intenção dos gráficos a seguir, construídos a partir dos dados do SEI, é traçar o comportamento histórico do perfil de maturidade das organizações avaliadas até o momento da publicação dos resultados.

Desde quando o SEI iniciou a publicação dos resultados das avaliações SCAMPI (Março de 2006) até Setembro de 2006, diversos dados foram coletados a partir da permissão das organizações avaliadas. O gráfico a seguir (Figura 12) representa o

crecente número de avaliações CMMI realizadas. A baixa variação na taxa de crescimento das organizações avaliadas demonstra a estabilidade do processo.

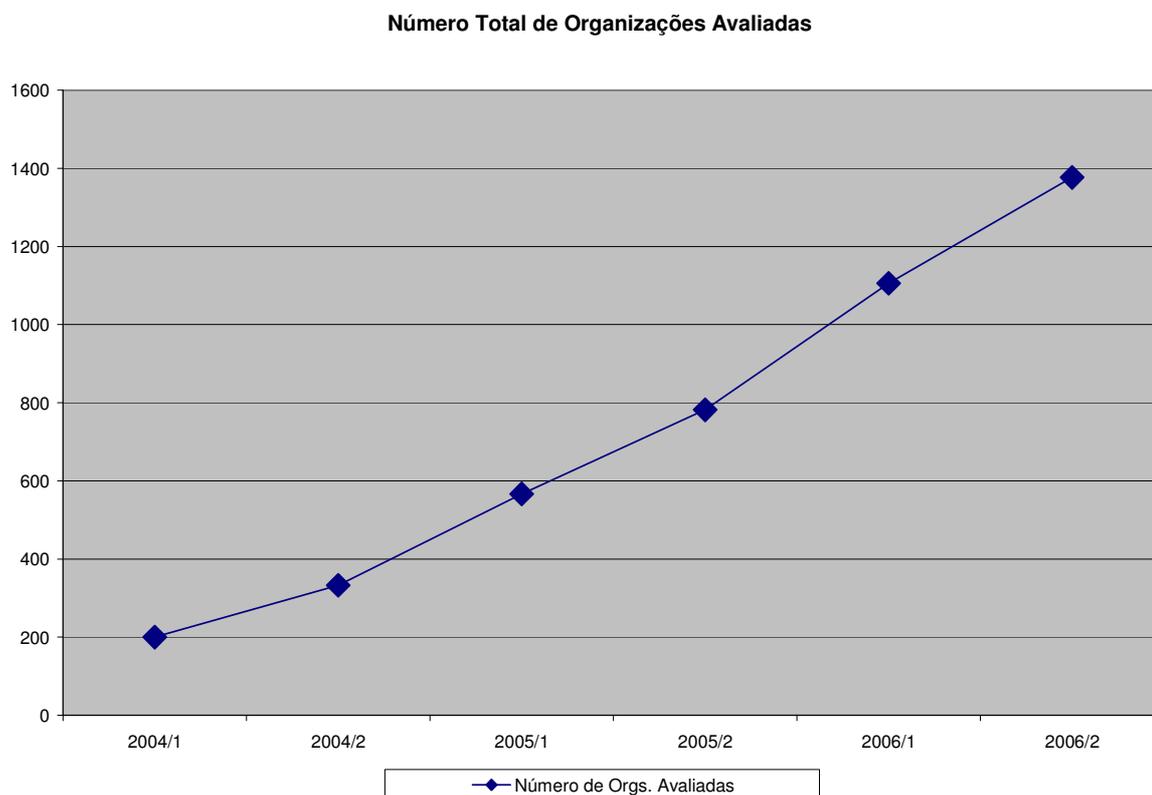


Figura 12 – Número total de organizações avaliadas

A partir do gráfico a seguir (Figura 13) podemos concluir que, no período analisado, a grande maioria das organizações avaliadas se certificaram nos Níveis 2 e 3 de Maturidade. Além disso, fica claro o sucesso do objetivo do SEI em incentivar a publicação de resultados com a queda do número de organizações que não publicaram seus dados.

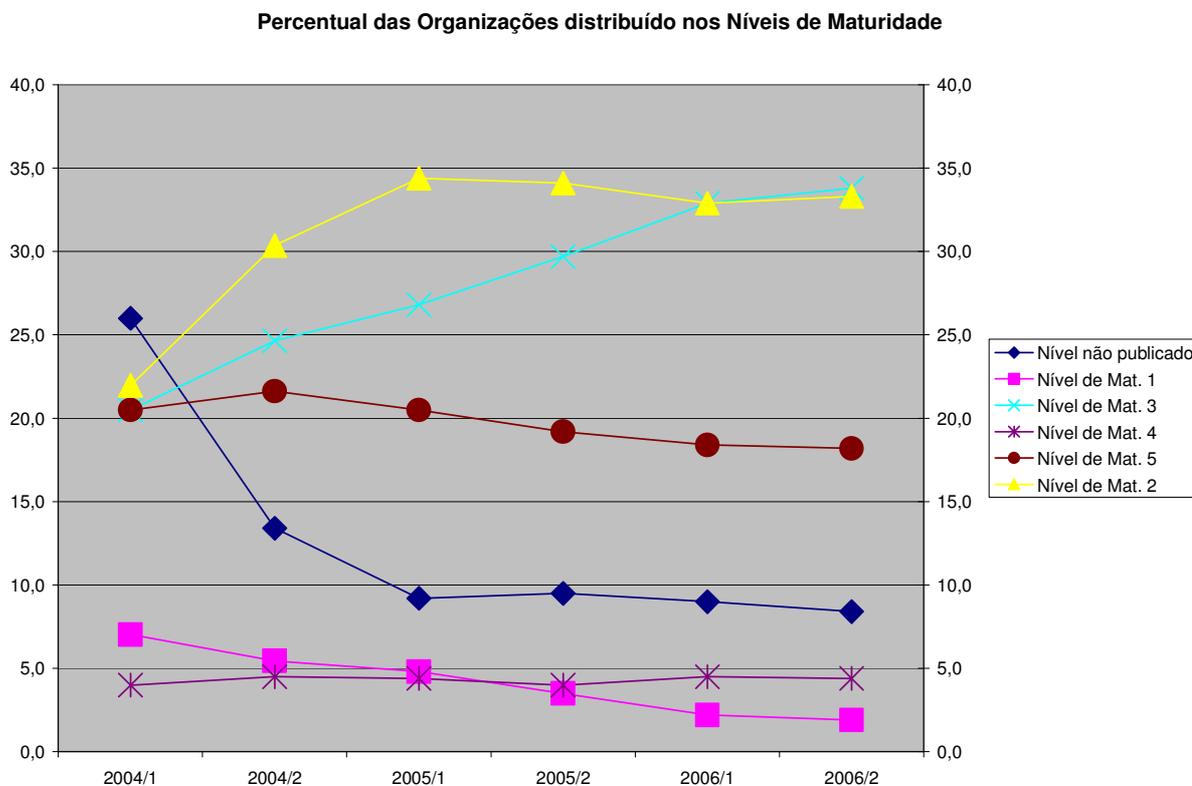


Figura 13 – Percentual relativo das organizações distribuído nos Nív. de Maturidade

Os dois gráficos a seguir (Figuras 14 e 15) caracterizam as organizações submetidas às avaliações CMMI. O primeiro divide o universo em organizações comerciais, governamentais e militares, e terceirizadas para esses dois últimos grupos. Hoje, mais de dois terços das organizações avaliadas são comerciais, cuja maioria integra as áreas de Serviços e Manufatura. As áreas representadas na Figura 15 são baseadas na divisão SIC (*Standard Industrial Classification – Classificação Industrial Padrão*) norte-americana.

Percentual das Organizações por Razão

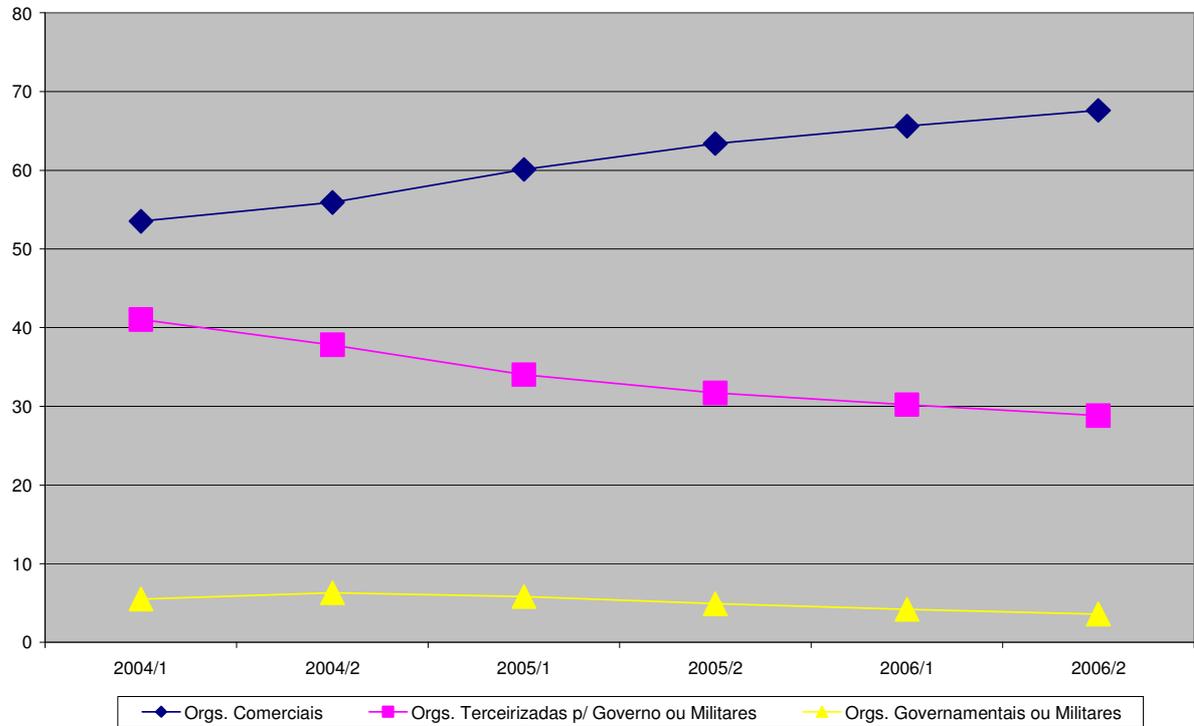


Figura 14 – Percentual relativo das organizações avaliadas distribuído por razão

Percentual de Organizações por Área

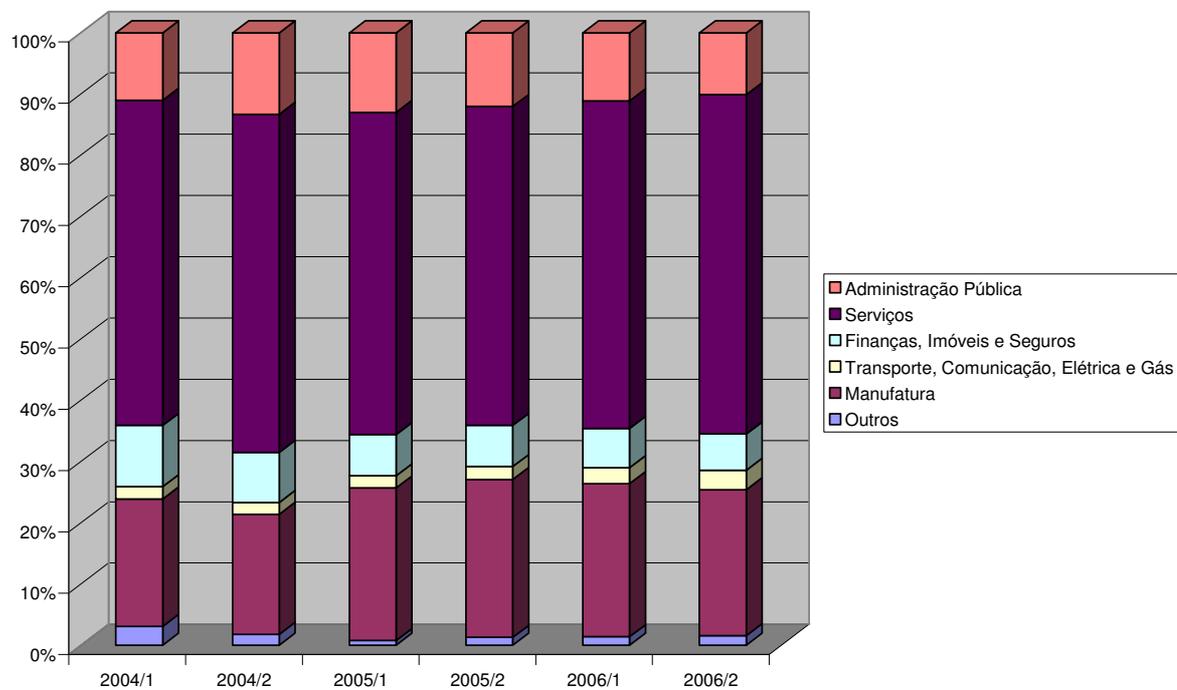


Figura 15 – Percentual de organizações avaliadas por área (SIC)

O gráfico a seguir (Figura 16) demonstra o interesse crescente de organizações pequenas (menos de 200 funcionários) na implementação do modelo CMMI.

Percentual das Organizações avaliadas em relação ao número de funcionários

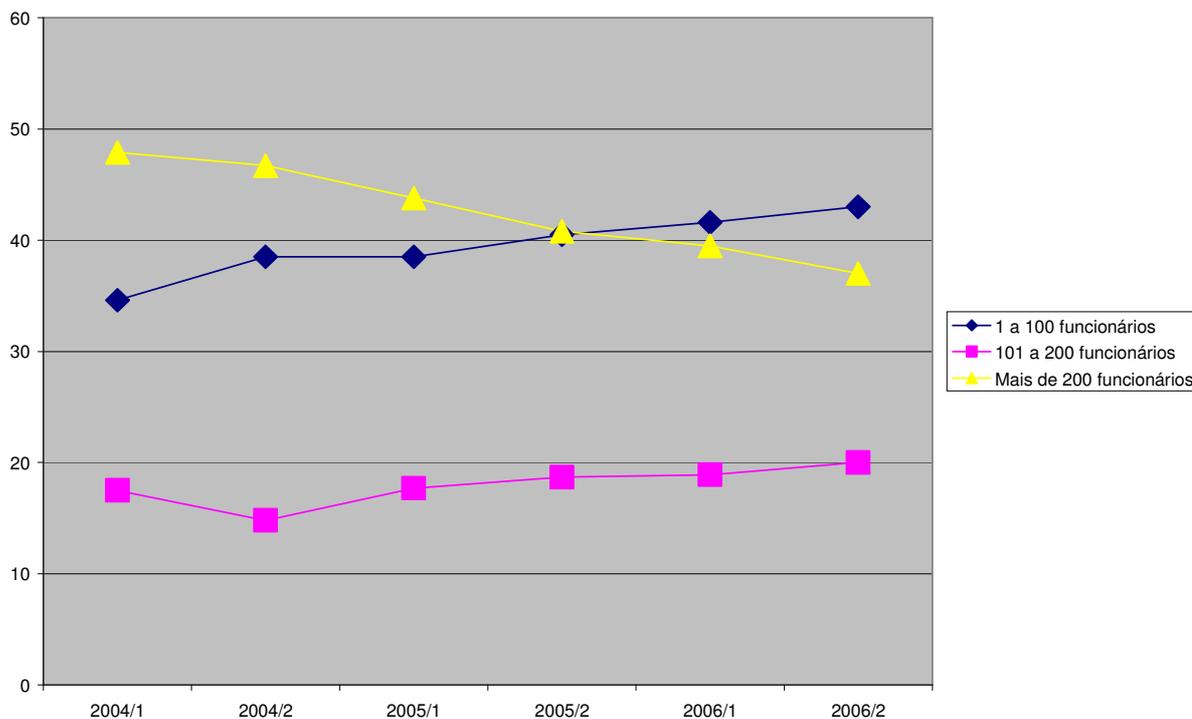


Figura 16 – Percentual de organizações avaliadas em relação ao nº de funcionários

Por fim, o gráfico a seguir (Figura 17) ilustra a enorme aceitação norte-americana ao modelo CMMI, seguido dos asiáticos Índia, China e Japão. O Brasil figura nas posições de destaque e sua situação será descrita no próximo capítulo.

Número de Avaliações

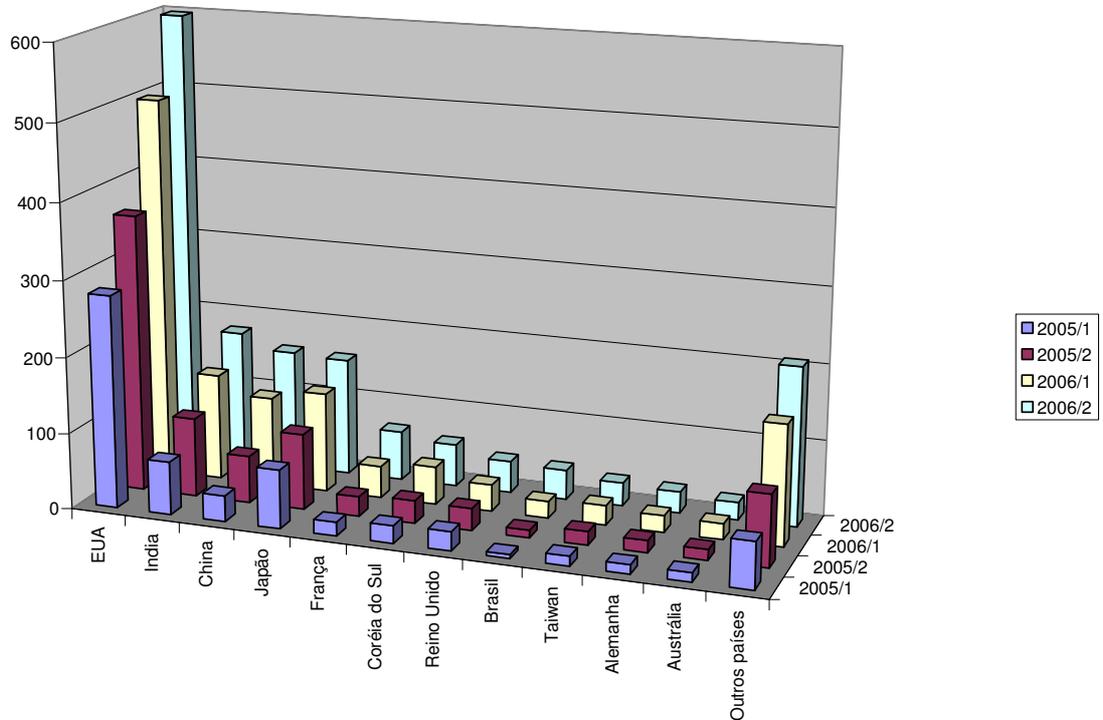
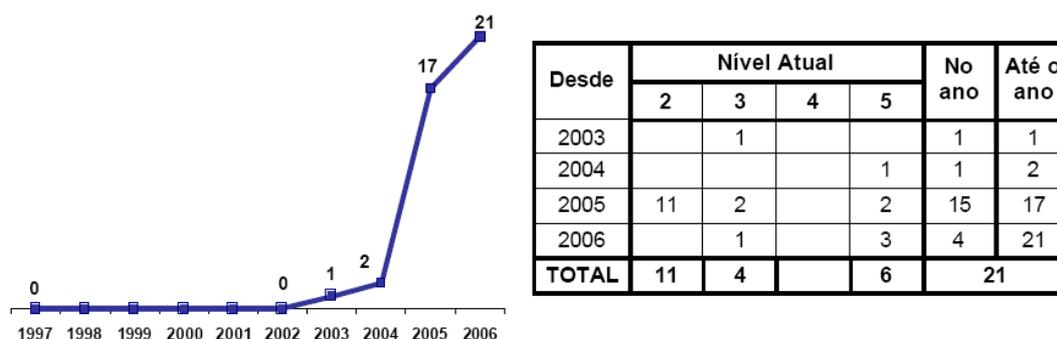


Figura 17 – Número de avaliações por país

### 5.3 CMMI no Brasil

No relatório do SEI, onde contém os resultados das avaliações publicadas até agosto de 2006, o Brasil se encontra na 8ª posição no número total de avaliações SCAMPI feitas e reportadas no mundo (Figura 17). Só na América, ele é o único país, após os EUA, a ter realizado mais de 20 avaliações. Entretanto, o primeiro certificado CMMI para uma organização brasileira foi dado há somente três anos. Desde então, o Brasil acumulou 21 certificados (Figura 18).

### Organizações com Qualificação CMMI no Brasil – 1997-2006<sup>1</sup>



Fontes: ISD Brasil, Procesix, empresas qualificadas e imprensa especializada, compilado por MCT/SEPIN/DIA.  
<sup>1</sup> Situação em agosto/2006

Figura 18 – Organizações com Qualificação CMMI no Brasil

Dentre as organizações certificadas até o momento no Rio de Janeiro estão a Relacional Consultoria (Nível 2), BL Informática (Nível 3), IBM e EDS (Nível 5). No resto do Brasil, destacam-se a BRQ Soluções, Politec, Stefanini e TCS do Brasil, toda com Nível 5 de Maturidade.

## 5.4 CMMI Versão 1.2 – Melhoria Contínua

Uma nova versão do modelo CMMI (versão 1.2) será lançada até o final do ano de 2006. Nesta época também o SCAMPI passará da versão atual, 1.1, para a versão 1.2. Conforme comunicados oficiais as alterações deverão trazer impacto para as organizações oficialmente avaliadas e para aquelas que estão por iniciar o processo de avaliação.

Não haverá nenhuma grande mudança estrutural, ou seja, as representações, níveis de maturidade, metas, práticas continuam as mesmas. As principais mudanças previstas na versão 1.2 são:

- ✓ Tornar genérica a estrutura do modelo de forma a incorporar as melhores práticas relativas não somente ao modelo/suíte de DESENVOLVIMENTO (conteúdo atual), mas também SERVIÇOS, AQUISIÇÃO e outras áreas;
- ✓ Incorporação de exemplos relativos a hardware, enfatizando a utilização do modelo também para o desenvolvimento de hardware;
- ✓ Mudança na nomenclatura do modelo/suíte (CMMI-SE/SW+IPPD+SS). Futuramente, após a versão 1.2, os modelos deverão receber outras denominações como "CMMI-DEVELOPMENT" (atual), "CMMI-SERVICES" (próximo passo já aprovado), etc;
- ✓ Unificação das representações estagiada e contínua em um documento de referência único.

A partir da versão 1.2 do CMMI e do SCAMPI as avaliações oficiais (laudos) serão válidas por 3 anos. As organizações já avaliadas oficialmente deverão submeter-se novamente a uma avaliação formal/oficial num prazo máximo de 3 anos.

O CMM para software também será descontinuado em breve. As avaliações formais SW-CMM expiram em 31 de dezembro de 2007, data limite para vigência da versão 1.1 do CMMI e do SCAMPI.

## ***Referências Bibliográficas***

---

- AHERN, D., CLOUSE, A. & TURNER, R. (2003) *CMMI Distilled*. Artech House. Inglaterra.
- CHRISSIS, M., KONRAD, M. & SHRUM, S. (2003) *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Addison Wesley. EUA.
- GIBSON, D. & GOLDENSON, D. (2003) *Demonstrating the Impact and Benefits of CMMI: An Update and Preliminary Results*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.
- GIBSON, D., GOLDENSON, D. & KOST, K. (2006) *Performance Results of CMMI-Based Process Improvement*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.
- HARVEY, S. & WEAVER, B. (2004) *Applying CMMI to a Production Support Environment*. EDS SEPG. EUA.
- JENKINS, M. (2005) *Métricas de Software*. GST Latinoamerica. Costa Rica.
- JURAN, J. (1992) *A Qualidade desde o Projeto: Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. Pioneira. Brasil
- KASSE, T. (2004) *Practical Insight into CMMI*. Artech House. Inglaterra.
- KULPA, M. (2003) *Interpreting the CMMI: a process improvement approach*. CRC Press. EUA.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2006) *Qualificação CMM e CMMI*. Website: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/13885.html> (Última vez acessado em 9 de agosto de 2006).
- MUTAFELIJA, B. & STROMBERG, B. (2003) *Systematic Process Improvement using ISO 9001:2000 and CMMI*. Artech House. Inglaterra.
- PESSOA, M., SPINOLA, M. & KOHAN, S. (2004) *O novo modelo CMMI*. POLI – Departamento de Produção.
- PROCESS MATURITY PROFILE (2004) *CMMI V1.1 SCAMPI V1.1 Appraisal Results 2003 Year End Update*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.
- PROCESS MATURITY PROFILE (2004) *CMMI V1.1 SCAMPI V1.1 Appraisal Results 2004 Mid Year Update*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.

PROCESS MATURITY PROFILE (2005) *CMMI V1.1 SCAMPI V1.1 Appraisal Results 2004 Year End Update*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.

PROCESS MATURITY PROFILE (2005) *CMMI V1.1 SCAMPI V1.1 Appraisal Results 2005 Mid Year Update*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.

PROCESS MATURITY PROFILE (2006) *CMMI V1.1 SCAMPI V1.1 Appraisal Results 2005 Year End Update*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.

PROCESS MATURITY PROFILE (2006) *CMMI V1.1 SCAMPI V1.1 Appraisal Results 2006 Mid Year Update*. Carnegie-Mellon University. SEI. EUA.

SALVIANO, C. (2003) *Introdução aos Modelos CMM, ISO/IEC 15504 (SPICE) e CMMI*. SIMPROS 2003.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (2006) *CMMI Web Site*. Website: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/> (Última vez acessado em 11 de agosto de 2006).

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (2006) *Sunsetting Version 1.1 of the CMMI Product Suite*. Website: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/adoption/sunsetcmmiv11.html> (Última vez acessado em 2 de abril de 2006).

U.S. DEPARTMENT OF LABOR (2006) *SIC Division Structure*. Website: [http://www.osha.gov/pls/imis/sic\\_manual.html](http://www.osha.gov/pls/imis/sic_manual.html) (Última vez acessado em 11 de agosto de 2006).

VOLPE, R., JOMORI, S. & ZABEU, A. (2003) *CMM-CMMI Principais conceitos, diferenças e correlações*. SPIN-BH 2003.