

Uma proposta de uso do TMM para melhoria da capacidade nas áreas de Verificação e Validação do CMMI

Nielso Cândido de Oliveira Júnior¹

¹Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

ncoj@cin.ufpe.br

***Resumo.** Os sistemas de software estão cada vez mais presentes na vida das pessoas e cada vez mais complexos. A exigência do mercado por qualidade levou ao desenvolvimento de diversos modelos para a melhoria do processo de desenvolvimento. Atualmente o CMMI é o modelo mais amplamente utilizado e reconhecido mundialmente. Mas o aumento da complexidade demandou também a formação de equipes especializadas em testar os sistemas e surgiram modelos de melhoria específicos para a área de testes. Neste trabalho apresentamos o Testing Maturity Model-TMM e como sua adoção contribui para o alcance dos objetivos definidos pelo CMMI para as áreas de Verificação e Validação.*

Palavras-chave: Qualidade de Software, CMMI, TMM, Verificação, Validação

1. Introdução

Atualmente, muitas pessoas e organizações utilizam computadores e sistemas de software como uma ferramenta de suporte às suas atividades. Há casos, inclusive, em que a vida de seres humanos depende do bom funcionamento de softwares. Nesse cenário, desenvolver um produto de qualidade tornou-se uma condição essencial para uma empresa desenvolvedora de software sobreviver no mercado globalizado.

A qualidade de um software pode ser definida por um conjunto de atributos que devem ser satisfeitos e determinado grau, de acordo com as necessidades dos usuários. Uma forma de se alcançar a satisfação desses atributos é disciplinar o desenvolvimento do software através da padronização de seu processo produtivo. Um processo de software pode ser definido como um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que as pessoas utilizam para desenvolver e manter o software e outros produtos associados [PAULK, 1993].

Com o objetivo de servir de guia para a definição e melhoria de processos de software, diversos modelos e normas de qualidade foram desenvolvidos pela indústria e pela academia como o SW-CMM [PAULK, 93], CMMI [CMMI, 2006], ISO/IEC-15504 [ISO 2003-2005] e MPS.Br [SOFTEX, 2007]. Atualmente, o CMMI é um dos modelos mais conhecidos e utilizados mundialmente. Em linhas gerais, o modelo consiste de um conjunto de boas práticas para o desenvolvimento e manutenção de software, além de um método de avaliação através do qual se determina o nível de maturidade da organização e/ou o nível de capacidade na execução das práticas das suas 22 áreas de processo.

Já foram realizadas avaliações oficiais do CMMI em empresas de 61 países, sendo 1006 avaliações somente no ano de 2007. No Brasil, desde lançamento do CMMI até dezembro de 2007, foram realizadas 79 avaliações de certificação [SEI, 2008]. Os benefícios trazidos pela adoção do CMMI são reconhecidos inclusive pelas empresas públicas brasileiras, que atribuem pontos adicionais para empresas certificadas que participam de licitações [BNB, 2008] [BUSINESS, 2008].

Independente da utilização de processos e modelos de qualidade, desde a chamada “era da inspeção” [GARVIN, 1988 *apud* BUENO, 2003], entregar um produto sem defeitos tem sido preocupação dos fornecedores, que o examinam, medem ou testam antes de entregá-lo.

Nos primórdios do desenvolvimento de software, a responsabilidade de testar o produto (já pronto) era dos desenvolvedores e tinha como objetivo demonstrar que o software funcionava. Atualmente, com o aumento da complexidade das aplicações, o surgimento de novas tecnologias como as linguagens orientadas a objeto (C++, Java, etc.) e os avanços da engenharia de software (métodos, técnicas e ferramentas de teste), testar ficou mais difícil [MYERS, 2004] e as organizações tiveram de buscar a especialização de técnicos para a realização dos mesmos [BASTOS, 2007]. Hoje, tem-se claro que testar é o processo de executar um programa com o objetivo de encontrar erros, ou seja, mostrar que software não funciona [BARTIÉ, 2002].

No CMMI, apesar das atividades de testes estarem presentes nas áreas de processo de Verificação e Validação, o nível de detalhamento é insuficiente para atender à necessidade de informação decorrentes dessa especialização em testes de software [VEENENDAAL, 2009], e as organizações precisam buscar fontes adicionais de informação para implementar programas de melhoria em testes. Surgiram, então, modelos de maturidade em testes para avaliar e melhorar o nível de qualidade dos processos de testes aplicados numa organização desenvolvedora de software [VASCONCELOS, 2007], dentre os quais podemos destacar o TIM [ERICSON, 1996], TMM [BURSTEIN, 1996] e TPI [KOOMEN, 1999].

Contudo, alcançar altos níveis de maturidade nesses modelos não traz à organização o reconhecimento que ela pode obter quando possui uma certificação CMMI. Nesse sentido, esse trabalho tem por objetivo apresentar a relação existente entre as práticas propostas pelo TMM para aumentar a maturidade em testes e aquelas definidas pelo CMMI para as áreas de Verificação e Validação e, dessa forma, demonstrar que uma organização pode adotar uma estratégia para a melhoria em testes baseada no TMM sem ter a preocupação de estar dispersando os esforços para se obter uma certificação CMMI.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta o modelo CMMI e as áreas de processo de Verificação e Validação; a seção 3 descreve o Testing Maturity Model – TMM; a seção 4 traz a relação existente entre o TMM e as práticas de V&V do CMMI e finalmente a seção 5 que traz as conclusões desse trabalho e propostas de ações futuras.

2. Verificação e Validação segundo o Capability Maturity Model Integrated for Development– CMMI-DEV 1.2

O Capability Maturity Model Integrated – CMMI foi desenvolvido pelo Software Engineering Institute – SEI, um centro de pesquisa patrocinado pelo governo dos Estados Unidos criado em 1984 pelo Departamento de Defesa. O desenvolvimento do CMMI teve início para se integrar os diversos modelos CMM (SW-CMM, SE-CMM, IPPD-CMMM, SA-CMM, etc.), os quais não possuíam a mesma estrutura, modelos de avaliação e até mesmo terminologia, o que acarretava um aumento de custos para as empresas que optavam por adotar mais de um CMM. Assim, podemos destacar os seguintes objetivos com a criação do CMMI:

- Definir um framework que servisse de base para o desenvolvimento de outros modelos de maturidade;
- Preservar os investimentos das empresas em programas para implementação de CMM;
- Unificar modelos CMM
- Agregar novas experiências com melhoria de processo
- Reduzir os custos de treinamento, melhoria e avaliação;
- Criar uma representação contínua como na ISO 15504.

Para este trabalho, utilizamos como referência o CMMI-DEV 1.2, publicado pelo SEI em agosto de 2006.

2.1. Áreas de Processo, Objetivos e Práticas

O principal elemento na estrutura do CMMI são as áreas de processo (AP), que consistem de um conjunto de atividades relacionadas que, quando realizadas adequadamente, atendem a um conjunto de metas consideradas importantes para trazer uma melhoria significativa naquela área. As AP's estão agrupadas em 4 categorias: gerenciamento de projeto, engenharia, suporte e gerenciamento do processo, conforme Tabela 1.

Associados a cada AP, temos os objetivos e as práticas específicos. Enquanto os objetivos específicos descrevem o que deve ser implementado para satisfazer à área de processo, as práticas descrevem atividades importantes para que o objetivo seja alcançado. As práticas são apenas sugestões do modelo para o alcance dos objetivos, ou seja, a organização pode adotar práticas alternativas.

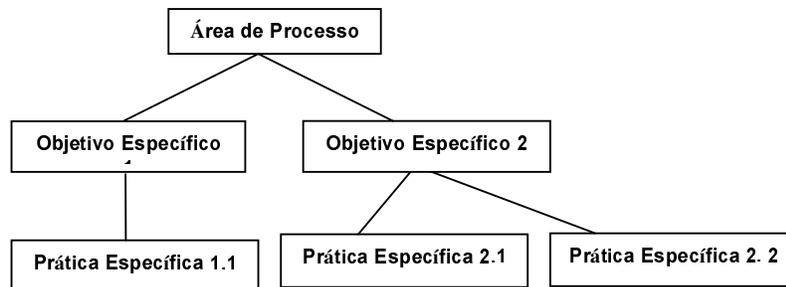


Figura 1. Elementos associados a uma Área de Processo

Tabela 1. Áreas de Processo do CMMI por categoria

Categoria	Área de processo
Gerenciamento de Processo	Foco no processo da organização Definição do processo da organização Treinamento Organizacional Inovação organizacional e implantação
Gerenciamento de Projeto	Gerenciamento Integrado de Projeto Monitoração e Controle de Projeto Planejamento de Projeto Gerenciamento Quantitativo de Projeto Gerenciamento de Riscos Gerenciamento de Acordo com Fornecedor
Suporte	Gerência de Configuração Garantia da qualidade do processo e do produto Medição e Análise Análise de decisão e resolução Análise causal e resolução
Engenharia	Desempenho do processo organizacional Gerenciamento de Requisitos Desenvolvimento de Requisitos Solução Técnica Integração de Produto Verificação Validação

O CMMI também possui objetivos e práticas genéricas, que estão associados à forma como a organização executa as práticas de cada área de processo, ou seja, como o processo está institucionalizado. É através do alcance desses objetivos que é definido o nível de capacidade da organização na execução de uma determinada área de processo.

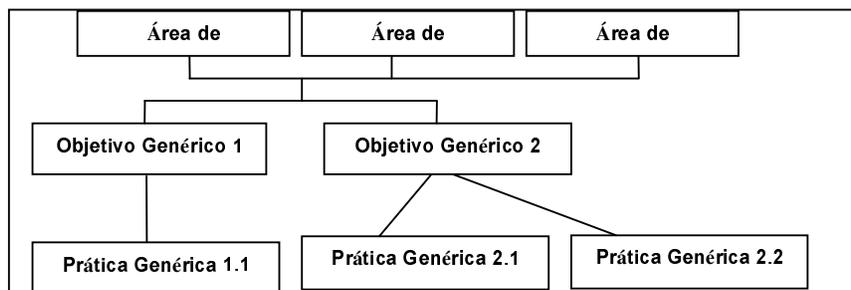


Figura 2. Relação entre Área de Processo e Objetivos/Práticas genéricas

2.2. Representações do Modelo

Conforme descrito anteriormente, o CMMI foi criado para integrar diversos modelos CMM e também para criar uma representação contínua, compatível com a norma ISO/IEC 15504. A seguir apresentamos as diferenças entre as representações por estágios e a contínua.

Representação por estágios – define 5 níveis de maturidade, como o SW-CMM, cada um com as suas áreas de processo. Para alcançar um nível de maturidade, a organização deve implementar com sucesso todas as AP's definidas até aquele nível, bem como alcançar os objetivos genéricos associados a cada nível. Esta representação

define uma seqüência para a implantação das áreas de processo até que se alcance altos níveis de maturidade.

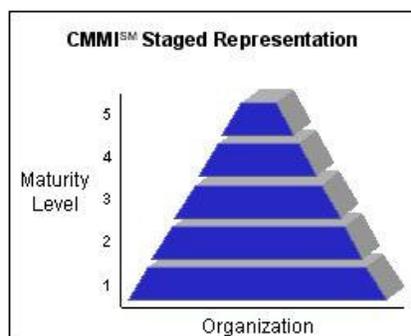


Figura 3. Representação por estágios

Tabela 2. Níveis de Maturidade do CMMI

Nível	Descrição	Áreas de Processo
Nível 1 – Inicial	Processo <i>ad hoc</i> e caótico. A organização não provê um ambiente estável para o desenvolvimento. O sucesso depende da competência e do heroísmo das pessoas e não de processos. Organizações nesse nível de maturidade podem produzir produtos de qualidade, contudo normalmente excedem os prazos e custos previstos. Pode até existir um processo, mas ele é abandonado nos momentos de dificuldade.	Não possui áreas de processo associadas
Nível 2 – Gerenciado	O processo do projeto é planejado e executado de acordo com uma política organizacional. As equipes são treinadas e possuem os recursos necessários para o desenvolvimento de suas atividades. As partes interessadas do projeto são envolvidas e a gerência é informada do andamento do projeto e do uso do processo em marcos definidos. O uso do processo é mantido mesmo em momentos de dificuldade.	Planejamento de Projeto Monitoração e Controle de Projeto Gerenciamento de Acordo com Fornecedor Gerenciamento de Requisitos Gerência de Configuração Garantia da qualidade do processo e do produto Medição e Análise
Nível 3 – Definido	A organização define um conjunto de processos padrão, que são utilizados para manter a consistência entre os projetos. Cada projeto define seu processo adaptando os processos padrão.	Gerenciamento Integrado de Projeto Gerenciamento de Riscos Desenvolvimento de Requisitos Solução Técnica Integração de Produto Foco no processo da organização Definição do processo da organização Treinamento Organizacional Verificação Validação Análise de decisão e resolução
Nível 4 – Gerenciado qualitativamente	São definidos objetivos quantitativos para a qualidade e o desempenho dos processos. Tais objetivos são definidos a partir das necessidades do cliente e da organização, e acompanhados com uso de métodos estatísticos.	Gerenciamento Quantitativo de Projeto Desempenho do processo organizacional
Nível 5 – Otimização	A organização está focada na melhoria contínua do desempenho de seus processos através da adoção de inovações	Análise causal e resolução Inovação organizacional e implantação

Representação Contínua – esta representação oferece maior flexibilidade para as organizações, pois é possível selecionar que áreas de processo serão implantadas, de acordo com os objetivos da empresa. A partir daí, é possível se planejar para atingir diferentes níveis de capacidade (0 a 5) para cada uma das áreas selecionadas, ou seja, a organização pode definir o perfil CMMI que melhor atende às suas necessidades. O nível de capacidade está relacionado à institucionalização da respectiva área de processo, e é definido a partir dos objetivos genéricos do modelo.

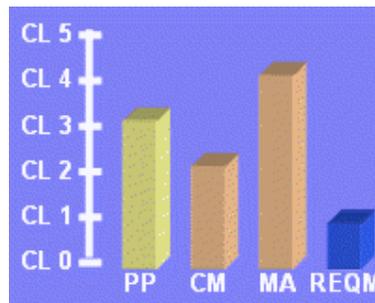


Figura 4. Representação contínua

É possível utilizar a representação contínua no planejamento da melhoria do processo, estabelecendo a ordem em que as AP's serão implementadas pela organização a fim de se obter um determinado nível de maturidade. Ou seja, uma empresa pode optar, por exemplo, por implementar individualmente cada uma das sete áreas do nível 2 de maturidade. Quando alcançar nível 2 de capacidade (representação contínua) em cada uma delas, a empresa já pode se submeter a uma avaliação de maturidade do nível 2 (representação por estágios).

Esta é uma decisão que depende, dentre outros fatores, dos objetivos de negócio da organização e de sua experiência anterior com alguma das representações. Cada uma delas possui suas vantagens, mas já mostramos que elas podem ser utilizadas em conjunto. Contudo, no momento da avaliação, a empresa precisa definir se vai se submeter a uma avaliação de nível de maturidade (conjunto predefinido de AP's) ou de capacidade (perfil definido pela organização).

Tabela 3. Níveis de Capacidade do CMMI

Nível	Descrição	Objetivos e Práticas Genéricas (OG/PG)
Nível 0 – Incompleto	A área de processo não PE executada ou é parcialmente executada	N/A
Nível 1 – Executado	Todos os objetivos específicos da área de processo são alcançados	OG 1 – Alcançar os objetivos específicos da área de processo PG 1.1 – Executar as práticas específicas das Ap's para desenvolver os produtos e prover os serviços necessários para se alcançar os objetivos específicos.
Nível 2 – Gerenciado	A execução das práticas associadas à área de processo é gerenciada, ou seja, é desenvolvido um plano para a sua execução, todos os recursos necessários são disponibilizados, responsabilidades são atribuídas à equipe. O gerenciamento garante que as práticas são executadas mesmo nos momentos de crise.	OG 2 – Institucionalizar um Processo Gerenciado PG 2.1- Estabelecer uma política organizacional para o planejamento e execução do processo PG 2.2 – Estabelecer e manter um plano par a execução do processo PG 2.3 – Prover recursos para a execução dos processos PG 2.4 – Definir responsabilidades e autoridade para executar o processo PG 2.5 – Treinar as pessoas para executar e dar suporte ao processo PG 2.6 – Manter os produtos de trabalho em níveis adequados de gerência de configuração PG 2.7 – Identificar e envolver os <i>stakeholders</i> conforme planejamento PG 2.8 – Monitorar e controlar o processo de acordo com o planejamento, tomando ações corretivas quando necessário PG 2.9 – Avaliar objetivamente a aderência ao processo, identificando as não conformidades PG 2.10 – Revisar as atividades, status e resultados do processo com a alta gerência
Nível 3 – Definido	Nesse nível, a organização possui processos padrão que podem ser adaptados às necessidades dos projetos.	OG 3 – Institucionalizar um processo definido. PG 3.1 – Estabelecer e documentar o processo adaptado do processo padrão da organização de acordo com as necessidades do projeto PG 3.2 – Coletar informações para suportar o uso futuro e a melhoria do processo da organização
Nível 4 – Quantitativamente Gerenciado	A organização realizada um gerenciamento quantitativo dos processos	OG 4 – Gerenciar quantitativamente o processo PG 4.1 – Estabelecer objetivos quantitativos para o processo PG 4.2 – Estabilizar o desempenho dos subprocessos
Nível 5 – Otimização	O processo é alterado e adaptado para alcançar os objetivos de negócio definidos	OG 5 – Institucionalizar um processo de otimização PG 5.1 – Garantir a melhoria contínua do processo de acordo com as necessidades da organização PG 5.2 – Identificar e corrigir as causas dos defeitos e problemas no processo

2.3. Verificação e Validação no CMMI

Como vimos na seção 2.2, com a adoção da representação contínua a organização pode selecionar as áreas de processo que estão mais alinhadas com seus objetivos e, a partir dessa escolha, trabalhar para atingir altos níveis de capacidade nesses processos. A partir de agora, apresentaremos as áreas de processo do CMMI relacionadas à disciplina de testes de software: Verificação e Validação (V&V), que são categorizadas como áreas de processo de engenharia.

Segundo Sommerville [2003], as atividades de V&V servem para assegurar que o software funcione de acordo com o que foi especificado e atenda aos requisitos dos *stakeholders*. Enquanto a verificação preocupa-se com a implementação correta dos requisitos especificados, a validação avalia se o software realmente satisfaz às necessidades dos usuários [PEZZÈ, 2008] [CMMI, 2006]. De acordo com Delamaro [2007] as atividades de V&V não devem ficar restritas ao produto final, mas devem ser conduzidas durante todas as etapas do desenvolvimento do software.

O CMMI também define que as práticas de verificação devem ocorrer ao longo do ciclo de desenvolvimento, através da verificação de artefatos intermediários como documentos de requisitos e de projeto, culminando com a verificação do produto completo. Os métodos utilizados para a validação são similares aos da verificação, mas normalmente conta a participação do usuário final. Em algumas situações, as atividades ocorrem simultaneamente e normalmente compartilham um mesmo ambiente de hardware e software.

Tabela 4. Objetivos e Práticas Específicas da Área de Processo de Verificação

Objetivo Específico (OE)	Práticas Específicas (PE)
OE 1 – Preparação para a verificação	PE 1.1 – Selecionar produtos para verificação e os métodos que serão utilizados PE 1.2 – Disponibilizar e manter o ambiente necessário à execução da verificação PE 1.3 – Definir e manter os procedimentos e critérios para verificação
OE 2 – Executar revisões por pares nos produtos selecionados	PE 2.1 – Preparar a revisão por pares PE 2.2 – Realizar as revisões identificando os problemas PE 2.3 – Analisar os dados das revisões
OE 3 – Verificar os produtos de trabalho selecionados	PE 3.1 – Executar a verificação PE 3.2 – Analisar os resultados da verificação

Tabela 5. Objetivos e Práticas Específicas da Área de Processo de Validação

Objetivo Específico (OE)	Práticas Específicas (PE)
OE 1 – Preparação para a validação	PE 1.1 – Selecionar produtos para validação e os métodos que serão utilizados PE 1.2 – Disponibilizar e manter o ambiente necessário à execução da validação PE 1.3 – Definir e manter os procedimentos e critérios para validação
OE 2 – Validar os produtos ou componentes selecionados	PE 3.1 – Executar a validação PE 3.2 – Analisar os resultados da validação

3. O Testing Maturity Model - TMM

O Testing Maturity Model – TMM foi desenvolvido pelo Illinois Institute of Technology em 1996 para ser um modelo complementar ao SW-CMM, dando suporte às organizações na avaliação e melhoria de seu processo de teste. Assim como o SW-CMM, o modelo está organizado em cinco níveis de maturidade: Inicial; Fase de Definição; Integração; Gestão e Medições; e Otimização, Prevenção de Defeitos e Controle de Qualidade. Cada nível, exceto o nível 1, possui a seguinte estrutura:

- Conjunto de metas de maturidade que podem ser comparados às áreas de processo do CMMI;
- Submetas que descrevem o escopo, limitações e comprometimento necessário para se alcançar as metas. Podemos considerá-las equivalentes aos objetivos específicos do CMMI;
- A cada submeta estão associadas atividades (equivalente às práticas do CMMI) e responsabilidades dos gerentes, desenvolvedores/testadores e dos clientes/usuários.

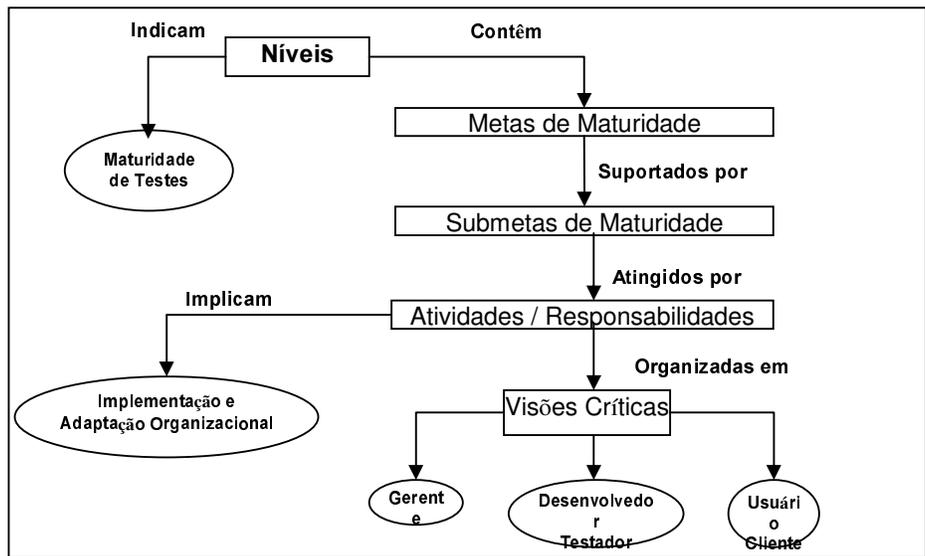


Figura 5. Estrutura dos níveis de maturidade do TMM [BURSTEIN, 2002]

Utilizando o TMM como referência, uma organização poderá: avaliar o seu processo de teste atual; iniciar um processo de melhoria em testes; desenvolver e implementar o plano de melhoria em testes; e melhorar a efetividade de seu processo de testes. A avaliação da maturidade do processo de testes é realizada através da utilização de um questionário, da realização de entrevistas e da análise de documentos.

A partir da coleta desses dados, é verificado o atendimento a cada uma das submetas de maturidade e, a partir desses, o alcance dos objetivos definidos para cada nível de maturidade. Um objetivo é considerado atingido se pelo menos 50% das submetas foram satisfeitas. O processo completo de avaliação está descrito no TMM-Assessment Model (TMM-AM) publicado em BURSTEIN, 2002.

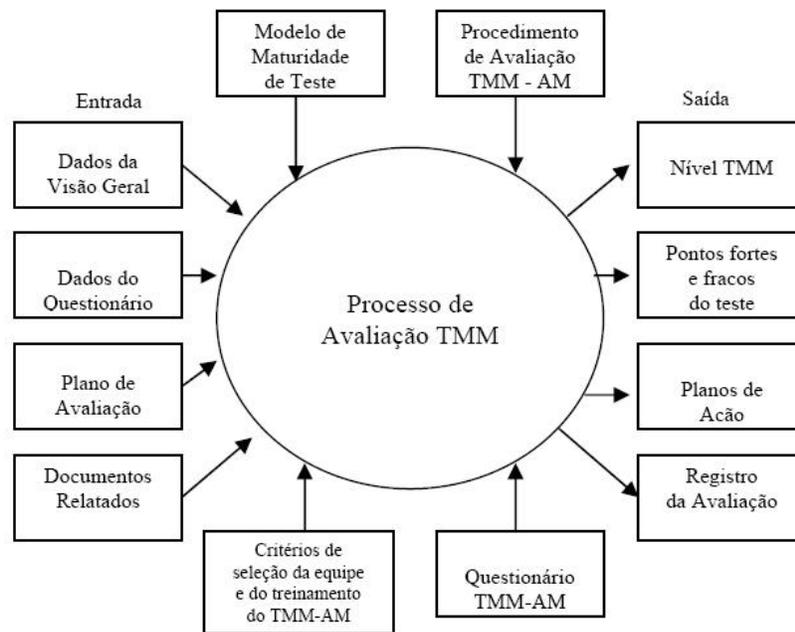


Figura 6. Entradas e Saídas do Modelo de Avaliação do TMM [BURSTEIN, 2002]

3.1. Os Níveis de Maturidade do TMM

3.1.1 Nível 1: Inicial

Neste nível o processo de testes é caótico. Os testes são executados após término da codificação e não qualquer distinção entre testar e depurar. Não há garantias da qualidade do produto entregue ao cliente. O objetivo dos testes é mostrar que o software funciona.

3.1.2 Nível 2: Fase de Definição

Neste nível, há uma fase de testes definida que ocorre após a codificação. Os testes são planejados de acordo com as políticas organizacionais estabelecidas e são utilizadas

algumas técnicas básicas. O objetivo dos testes é mostrar que o software funciona e que atende às especificações. Possui as seguintes metas de maturidade: Desenvolver os objetivos de teste e de depuração; Iniciar um processo de planejamento dos testes; e Institucionalizar técnicas e métodos básicos de teste.

3.1.3 Nível 3: Integração

No Nível 3, o teste não é apenas uma fase que ocorre depois da codificação, mas suas atividades estão integradas às demais fases do ciclo de desenvolvimento. A alta gerência provê os recursos necessários à formação e capacitação de uma equipe independente de testes, que tem por objetivo mostrar que o software não funciona. Para se atingir esse nível, a organização deve alcançar as seguintes metas de maturidade: Estabelecer uma organização de teste de software; Estabelecer um programa de treinamento; Integrar o teste no ciclo de vida do software; e Controlar e monitorar o teste.

3.1.4 Nível 4: Gestão e Medições

Neste nível, testar é um processo completamente definido e inclui atividades de revisões e inspeções durante todo o ciclo de vida do software. A coleta de métricas de testes fornece informações e visibilidade a respeito do processo de testes e da qualidade de produto de software. Nesse nível, o objetivo do teste não é provar nada, mas reduzir os riscos. Estão associadas a esse nível as seguintes metas de maturidade: Estabelecer um programa amplo de revisão; Estabelecer um programa de medições do processo de teste; e Avaliação da qualidade de software.

3.1.5 Nível 5: Otimização, Prevenção de defeitos e Controle da qualidade

Neste nível, os métodos e as técnicas são otimizados e existe um foco contínuo na melhoria do processo de testes através de coleta e análise de métricas de qualidade e implantação de um programa de prevenção de defeitos. O objetivo dos testes é impedir defeitos. Este nível possui 3 (três) metas de maturidade: Aplicação de dados do processo para a prevenção de defeitos; Controle de qualidade; e Otimização do processo de testes.

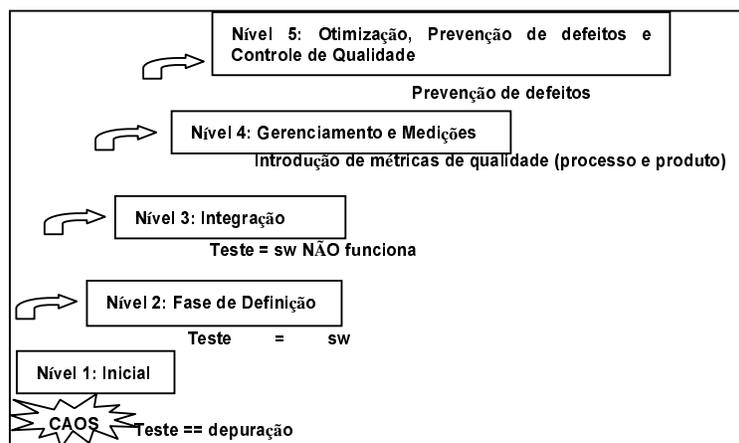


Figura 7. Níveis de Maturidade do TMM

4. Relação entre o TMM e capacidade em V&V de acordo com o CMMI

Conforme apresentado nas seções anteriores, podemos utilizar o CMMI para avaliar a capacidade de uma organização na execução dos processos de Verificação e Validação (V&V). Também foi apresentado o TMM, modelo de maturidade que serve de guia para a implementação de um programa de melhoria em testes. O nosso objetivo nesta seção é identificar como as metas de maturidade do TMM estão relacionadas com as áreas de processo de V&V do CMMI.

Como o TMM não é um modelo que fornece certificação, nem possui o reconhecimento que o CMMI tem, as organizações podem preterir a sua utilização acreditando que os esforços empregados na melhoria dos testes não irão contribuir para que ela alcance seus objetivos com relação ao CMMI.

Como veremos adiante, a institucionalização das práticas preconizadas pelo TMM estão diretamente relacionadas com os objetivos específicos das áreas de processo de Verificação e Validação, o que garante o alcance do nível 1 de capacidade do CMMI. Contudo, como o TMM é específico para a área de testes, algumas práticas de V&V só estão presentes nos altos níveis de maturidade do TMM. Assim, embora a organização alcance o nível 3 do TMM, ela ainda pode estar no nível 0 de capacidade do CMMI.

Por exemplo, apenas no nível 4 do TMM a organização precisa estabelecer um programa de revisões, o que é necessário para se alcançar nível 1 de capacidade em Verificação. Ou seja, se a empresa tem por objetivo uma avaliação formal CMMI no nível n de capacidade em V&V, alcançar o nível n de maturidade do TMM pode não ser suficiente já que não há uma correspondência direta entre os níveis. As tabelas 6 e 7 trazem os objetivos de maturidade do TMM necessários para se alcançar o nível de capacidade 1 do CMMI.

Tabela 6. Metas de maturidade do TMM associadas às práticas específicas da Área de Processo de Verificação CMMI

Prática Específica de Verificação	Meta de Maturidade TMM
PE 1.1 – Selecionar produtos para verificação e os métodos que serão utilizados	Desenvolver os objetivos de Teste e Depuração
PE 1.2 – Disponibilizar e manter o ambiente necessário à execução da verificação	Institucionalizar técnicas e métodos básicos de testes
PE 1.3 – Definir e manter os procedimentos e critérios para verificação	Institucionalizar técnicas e métodos básicos de testes
PE 2.1 – Preparar a revisão por pares	Estabelecer um programa amplo de revisão
PE 2.2 – Realizar as revisões identificando os problemas	Estabelecer um programa amplo de revisão
PE 2.3 – Analisar os dados das revisões	Controlar e monitorar o Processo de Teste Estabelecer um programa amplo de medições de teste
PE 3.1 – Executar a verificação	Desenvolver os objetivos de Teste e Depuração Iniciar um Processo de Planejamento de Teste Institucionalizar técnicas e métodos básicos de testes
PE 3.2 – Analisar os resultados da verificação	Controlar e Monitorar o Teste Estabelecer um programa de Medições em Teste

Tabela 7. Metas de maturidade do TMM associadas às práticas específicas da Área de Processo de Validação do CMMI

Prática Específica de Validação	Meta de Maturidade TMM
PE 1.1 – Selecionar produtos para validação e os métodos que serão utilizados	Desenvolver os objetivos de Teste e Depuração
PE 1.2 – Disponibilizar e manter o ambiente necessário à execução da validação	Institucionalizar técnicas e métodos básicos de testes
PE 1.3 – Definir e manter os procedimentos e critérios para validação	Institucionalizar técnicas e métodos básicos de testes
PE 2.1 – Executar a validação nos produtos selecionados	Desenvolver os objetivos do teste Iniciar o processo de planejamento do teste Institucionalizar técnicas e métodos básicos de teste
PE 2.2 – Analisar os resultados da validação	Controlar e monitorar o Processo de Teste Estabelecer um programa amplo de medições de teste

Mas a relação não se restringe aos objetivos específicos. O alcance dos objetivos de maturidade do TMM também contribui para se atingir os demais níveis de capacidade para V&V. Nas tabelas 8 a 11 apresentamos a relação entre os níveis de maturidade do TMM e as práticas genéricas do CMMI, ou seja, como as metas do TMM contribuem para o alcance dos níveis de capacidade em V&V do CMMI.

Tabela 8. Relação dos objetivos do nível 2 do TMM com a Capacidade dos processos de Verificação e Validação do CMMI

Nível TMM	Meta de Maturidade TMM	Práticas Genéricas CMMI
2	Desenvolver os objetivos de Teste e Depuração	2.1- Estabelecer uma política organizacional para o planejamento e execução do processo
	Iniciar o processo de planejamento do teste	2.2 – Estabelecer e manter um plano par a execução do processo 2.3 – Prover recursos para a execução dos processos 2.4 – Definir responsabilidades e autoridade para executar o processo 2.7 – Identificar e envolver os <i>stakeholders</i> conforme planejamento
	Institucionalizar técnicas e métodos básicos de teste	2.1- Estabelecer uma política organizacional para o planejamento e execução do processo

Tabela 9. Relação dos objetivos do nível 3 do TMM com a Capacidade dos processos de Verificação e Validação do CMMI

Nível TMM	Meta de Maturidade TMM	Práticas Genéricas CMMI
3	Estabelecer uma organização de testes de software	2.3 – Prover recursos para a execução dos processos 2.4 – Definir responsabilidades e autoridade para executar o processo 2.7 – Identificar e envolver os <i>stakeholders</i> conforme planejamento
	Integrar o teste no ciclo de vida do software	3.1 – Estabelecer e documentar o processo adaptado do processo padrão da organização de acordo com as necessidades do projeto
	Controlar e monitorar o Processo de Teste	2.7 – Identificar e envolver os <i>stakeholders</i> conforme planejamento 2.8 – Monitorar e controlar o processo de acordo com o planejamento, tomando ações corretivas quando necessário 2.9 – Avaliar objetivamente a aderência ao processo, identificando as não conformidades 2.10 – Revisar as atividades, status e resultados do processo com a alta gerência 3.2 – Coletar informações para suportar o uso futuro e a melhoria do processo da organização
	Estabelecer um programa de treinamento	2.5 – Treinar as pessoas para executar e dar suporte ao processo

Tabela 10. Relação dos objetivos do nível 4 do TMM com a Capacidade dos processos de Verificação e Validação do CMMI

Nível TMM	Meta de Maturidade TMM	Práticas Genéricas CMMI
4	Estabelecer um programa amplo de revisão	2.2 – Estabelecer e manter um plano par a execução do processo 2.3 – Prover recursos par a execução dos processos 2.4 – Definir responsabilidades e autoridade para executar o processo 2.7 – Identificar e envolver os <i>stakeholders</i> conforme planejamento
	Estabelecer um programa amplo de medições de teste	3.2 – Coletar informações para suportar o uso futuro e a melhoria do processo da organização
	Avaliar a qualidade do Software	4.1 – Estabelecer objetivos quantitativos para o processo

Tabela 11. Relação dos objetivos do nível 5 do TMM com a Capacidade dos processos de Verificação e Validação do CMMI

Nível TMM	Meta de Maturidade TMM	Práticas Genéricas CMMI
5	Aplicar processo de prevenção de defeitos	5.1 – Garantir a melhoria contínua do processo de acordo com as necessidades da organização 5.2 – Identificar e corrigir as causas dos defeitos e problemas no processo
	Controlar a qualidade (usando métodos estatísticos)	4.2 – Estabilizar o desempenho dos subprocessos
	Otimizar o Processo de Teste	5.1 – Garantir a melhoria contínua do processo de acordo com as necessidades da organização

5. Conclusão e Trabalhos futuros

Esta seção apresenta as principais conclusões deste trabalho, cujo objetivo foi fazer uma análise da contribuição da adoção do TMM para se alcançar os níveis de capacidade das áreas de processo de Verificação e Validação do CMMI.

O CMMI é, na atualidade, o modelo de melhoria de processo de desenvolvimento mais conhecido e reconhecido no mundo. O modelo surgiu como uma evolução dos modelos CMM (SW-CMM, IPD-CMM, etc) e foram realizadas avaliações oficiais em mais de 2600 organizações em 61 países. Contudo, por ser um modelo abrangente, o CMMI não se aprofunda em todas as áreas de processo relativas ao desenvolvimento de software. A área de testes, por exemplo, tem avançado significativamente na última década, mas o CMMI não possui detalhes suficientes para embasar uma iniciativa de melhoria em testes. Assim, é necessário recorrer a modelos desenvolvidos especificamente para testes de software. Neste trabalho, apresentamos o Testing Maturity Model – TMM, modelo desenvolvido pela Universidade de Illinois para servir de complemento ao SW-CMM.

A partir da hipótese que a utilização do TMM contribui para se alcançar os objetivos estabelecidos pelo CMMI para as áreas de Verificação e Validação (V&V), comparamos as boas práticas de cada um dos modelos a fim de identificar as correspondências. Nesse estudo, foi adotada a representação contínua do CMMI uma vez que o foco foram duas áreas de processo específicas. O objetivo principal foi demonstrar que os esforços empregados para se institucionalizar o TMM numa organização contribuem diretamente melhorar a capacidade em V&V, o que pode ser constatado a partir dos dados apresentados na seção 4.

Não há uma correspondência direta entre os níveis do TMM e os do CMMI. Por se tratar de um modelo específico para testes, a organização avança mais rapidamente nos níveis de maturidade do TMM do que nos níveis de capacidade do CMMI. Este fato precisa ser considerado no planejamento da melhoria em testes, pois alcançar os níveis iniciais do TMM não garante, sequer, aprovação numa avaliação de capacidade nível 2. É necessário atingir objetivos do nível 4 de maturidade do TMM, para poder ter capacidade nível 1 em Verificação, por exemplo.

A partir dos resultados obtidos, apresentamos as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Detalhar o mapeamento entre os elementos do TMM (submetas, Atividades, Tarefas e Responsabilidades) e as práticas específicas de Verificação e Validação do CMMI;
- Da mesma forma, detalhar o mapeamento com as práticas genéricas do CMMI; que determinam o nível de capacidade dos processos;
- Realizar um estudo de caso, implantando as práticas do TMM numa organização e comparando sua capacidade em Verificação e Validação antes e depois do uso do TMM.

6. Referências

- BARTIÉ, Alexandre. **Garantia da Qualidade de Software**. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2002.
- BASTOS, Anderson et al. **Base de Conhecimento em Testes de Software**. São Paulo: Martins, 2007.
- BEZERRA, Carla Ilane Moreira et al. **Análise da Aderência de um Processo de Teste ao TMM**. In: Simpósio Brasileiro de Testes de Software, 2006, Recife, 2006.
- BNB. **Licitações, resultados de editais**. Disponível em <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/fornecedores/Resultados_Editais/Conteudo/s289atrbView.asp?cd_prd=412&cd_atb=10&cd_pai=0&modofrm=EDITAR> Acesso em 19 jan. 2009.
- BUENO, Marcos. **Gestão pela qualidade total: uma estratégia administrativa**. Revista do Centro de Ensino Superior Catalão, Ano 5, n. 8, 2003. Disponível em <<http://www.cesuc.br/revista/ed-3/>> Acesso em 20 jan. 2009.
- BURSTEIN, Illene; SUWANNASART, Taratip; CARLSON, C.R. **Developing a Testing Maturity model: Part I**. Crosstalk, Utah, Agosto 1996.
- BURSTEIN, Illene. **Practical Software Testing: a process-oriented approach**. New York: Springer-Verlag, 2002.
- Business Online Comunicação de Dados. **Procergs: Licitação de fábrica produz polêmica**. Disponível em <http://www.licitacao.net/noticias_mostra.asp?p_cd_notc=7334>, Acesso em 19 jan. 2009.
- CMMI Product Team. **Capability Maturity Model Integration for Development**, Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-2006-TR-008, 2006.
- DELAMARO, Eduardo; MALDONADO, José Carlos; JINO, Mário. **Introdução ao Teste de Software**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007
- ERICSON, T., SUBOTIC A. **A test Process Improvement Model**. Artigo Técnico – Eurostar, 1996.

- GARVIN, David A. **Managing quality: The strategic and competitive edge**. EUA, New York: Harvard Business School, 1988.
- International Organization for Standardization. **ISO/IEC 15504: Information Technology Process Assessment, Part 1 to Part 5**. ISO/IEC International Standard, 2003-2005
- KOOMEN, T.; POL, M. **Test Process Improvement: A practical step by step guide to structured testing**. Addison-Wesley, 1999.
- MYERS, Glenford J. **The Art of Software Testing**, Second edition. Revised and updated by Tom Badgett and Todd M. Thomas, with Corey Sandler., New Jersey: John Wiley and Sons, 2004.
- PAULK, M.C., CURTIS, B., CHRISISS, M.B., WEBER, C.V. **Capability Maturity Model for Software, Version 1.1**, Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-93-TR-24, 1993.
- PEZZÈ, Mauro. **Teste e Análise de Software**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- SEI-Software Engineering Institute. **CMMI SCAMPI Class A Appraisal Results 2007 Year-End Update**. Disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/appraisal-program/profile/pdf/CMMI/2008MarCMMI.pdf>> Acesso em 17 jan. 2009.
- SOFTEX. **MPS.BR - Melhoria de Processo de Software Brasileiro**. Guia Geral versão 1.2, 2007.
- SOMMERVILE, Ian. **Engenharia de Software**. 6^a ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.
- VASCONCELOS, Alexandre. **Modelos de Maturidade de Testes**, 2007. Notas de Aula.
- VEENENDAAL, Erick van et al. **Test Process Improvement using TMMi**. STAR Tester, issue 34, 2009. Disponível em <http://newsweaver.ie/qualtech/e_article001290383.cfm?x=b11,0,w> Acesso em 17 jan. 2009.