

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

**Método para Avaliação de Ambientes de
Desenvolvimento de Software Combinando CMM e GQM**

por

FÁBIO DAL'OSTO

Trabalho de Conclusão apresentado como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Ciência da Computação

Profa.Dra. Ana Maria de Alencar Price
Orientadora

Porto Alegre, julho de 2003.

CIP – Catalogação na Publicação

Dal'Osto, Fábio

Método para Avaliação de Ambientes de Desenvolvimento de Software Combinando CMM e GQM / por Fábio Dal'Osto. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2003.

115 f.:il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2003. Orientadora: Price, Ana Maria de Alencar.

1. CMM, CMMI, GQM, CAF, ARC, UML, Engenharia de Software. I. Price, Ana Maria de Alencar. II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof^a Wrana Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Prof^a. Jocélia Grazia

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

Lista de Abreviaturas

ACP	Área-chave de processo
ARC	Apraisal Requirements for CMMI
CAF	CMM Apraisal Framework
CBA IPI	CMM-Basead Apraisal for Internal Process Improvement CMM
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
GCS	Gerência da ConFiguração de Software
GQM	Goal Question Metric
GQS	Garantia da qualidade de software
PC	Prática-chave
QIP	Quality Improvement Paradigm
SAPS	Supervisão e Acompanhamento de Projetos de Software
SCAMPI	Standart CMMI Apraisal Method for Process Improvement
SCE	Software Capability Evaluation
SQA	Software Quality Assurance
TQM	Total Quality Management

Lista de Figuras

FIGURA 2.1-	Modelo de maturidade do CMM	15
FIGURA 2.2-	Níveis de maturidade do CMM	15
FIGURA 3.1-	Modelo hierárquico do GQM	22
FIGURA 4.1-	Atividades de avaliação	28
FIGURA 5.1-	Passos comuns para avaliação da maturidade de processos.....	31
FIGURA 5.2-	As três fases de execução da avaliação	35
FIGURA 6.1-	Fases do processo de avaliação GQM	41
FIGURA 6.2-	Diagrama padrão relacionar ACP, metas, questões e métricas	62
FIGURA 6.3-	Grafo GQM – Meta Institucionalizar processo gerenciado	62
FIGURA 6.4-	Grafo GQM – Meta 1 do Monitoramento e controle do projeto ..	62
FIGURA 6.5-	Grafo GQM – Meta 2 do Monitoramento e controle do projeto ..	62
FIGURA 6.6-	Grafo GQM – Garantia da Qualidade de Produtos e Serviços	63
FIGURA 6.7-	Grafo GQM – Gerência da Configuração de Software	63
FIGURA 6.8-	Grafo GQM - Gerência do compromisso com fornecedores	63
FIGURA 6.9-	Grafo GQM – Gerência de Requisitos	63
FIGURA 6.10-	Grafo GQM – Planejamento do projeto de software	63
FIGURA 6.11-	Grafo GQM - Medição e Análise	64
FIGURA 7.1-	Diagrama de casos de uso.....	80
FIGURA 7.2-	Diagrama de seqüência – Pré estudo	81
FIGURA 7.3-	Diagrama de seqüência – Identificar metas.....	82
FIGURA 7.4-	Diagrama de seqüência – Planejar avaliação.....	83
FIGURA 7.5-	Diagrama de seqüência – Planejar medição.....	84
FIGURA 7.6-	Diagrama de seqüência – Coletar e validar dados (colaborador)..	85
FIGURA 7.7-	Diagrama de seqüência – Coletar e validar dados (avaliador).....	86
FIGURA 7.8-	Diagrama de seqüência – Armazenar avaliação.....	87
FIGURA 7.9-	Diagrama de classes.....	88
FIGURA 7.10-	Diagrama de colaboração – Iniciar.....	96
FIGURA 7.11-	Diagrama de colaboração – Pré estudo	96
FIGURA 7.12-	Diagrama de colaboração – Identificar metas.....	97
FIGURA 7.13-	Diagrama de colaboração – Planejar avaliação.....	97
FIGURA 7.14-	Diagrama de colaboração – Planejar medição.....	98
FIGURA 7.15-	Diagrama de colaboração – Coletar e validar dados.....	98
FIGURA 7.16-	Diagrama de colaboração – Analisar dados.....	99
FIGURA 7.17-	Diagrama de colaboração – Armazenar avaliação.....	99

Lista de Tabelas

TABELA 4.1-	Fases do modelo IDEAL.....	26
TABELA 4.2-	Características das classes do modelo ARC.....	28
TABELA 5.1-	Diferenças entre processos de avaliação	34
TABELA 6.1-	Definição de um pequeno projeto.....	37
TABELA 6.2-	Etapas por processo.....	38
TABELA 6.3-	Pontos em comum entre GQM e CMM.....	38
TABELA 6.4-	Padrão de apresentação de metas	42
TABELA 6.5-	Metas da Fase Pré estudo	43
TABELA 6.6-	Questionário para caracterização da organização.....	43
TABELA 6.7-	Áreas-chave de processo e metas	47
TABELA 6.8-	Caracterização da meta institucionalizar processo gerenciado ...	49
TABELA 6.9-	Caracterização da meta 1	51
TABELA 6.10-	Caracterização da meta 2	51
TABELA 6.11-	Caracterização da meta 4	52
TABELA 6.12-	Caracterização da meta 5	52
TABELA 6.13-	Caracterização da meta 7	53
TABELA 6.14-	Caracterização da meta 8	53
TABELA 6.15-	Caracterização da meta 9	53
TABELA 6.16-	Caracterização da meta 11.....	54
TABELA 6.17-	Caracterização da meta 12.....	54
TABELA 6.18-	Caracterização da meta 14	55
TABELA 6.19-	Caracterização da meta 16	55
TABELA 6.20-	Caracterização da meta 17	56
TABELA 6.21-	Caracterização da meta 18	56
TABELA 6.22-	Caracterização da meta 20	57
TABELA 6.23-	Caracterização da meta 21	57
TABELA 6.24-	Questionário da maturidade	58
TABELA 6.25-	Descrição dos níveis de satisfação por ACP	66
TABELA 6.26-	Regras para validação da satisfação de uma ACP.....	66
TABELA 7.1-	Funções básicas.....	69
TABELA 7.2-	Funções de avaliação.....	70
TABELA 7.3-	Funções de emissão de relatório.....	70
TABELA 7.4-	Atributos do sistema.....	70
TABELA 7.5-	Caso de uso Iniciar	71
TABELA 7.6-	Caso de uso Realizar pré estudo	72
TABELA 7.7-	Caso de uso Identificar metas	74
TABELA 7.8-	Caso de uso Produzir plano de avaliação	75
TABELA 7.9-	Caso de uso Produzir plano de medição	76
TABELA 7.10-	Caso de uso Coletar e validar dados	77
TABELA 7.11-	Caso de uso Analisar dados	78
TABELA 7.12-	Caso de uso Registrar evidências	79
TABELA 7.13-	Caso de uso Armazenar avaliação	79
TABELA 7.14-	Caso de uso Gerar chaves de acesso	80
TABELA 7.15-	Classe Avaliador	88
TABELA 7.16-	Classe Patrocinador	89
TABELA 7.17-	Classe Sistema	89
TABELA 7.18-	Classe Colaborador	90
TABELA 7.19-	Classe QuestionarioPerfilCol	90
TABELA 7.20-	Classe AlternativasQuestCol	90

TABELA 7.21-	Classe PerfilCol	91
TABELA 7.22-	Classe Organizacao	91
TABELA 7.23-	Classe QuestionarioPerfilOrg	91
TABELA 7.24-	Classe AlternativasQuestPerf	92
TABELA 7.25-	Classe PerfilOrg	92
TABELA 7.26-	Classe Avaliacao	92
TABELA 7.27-	Classe EstruturaCMM	93
TABELA 7.28-	Classe AvaliacaoCMM	93
TABELA 7.29-	Classe Evidencia	94
TABELA 7.30-	Classe QuestionarioMaturidade	94
TABELA 7.31-	Classe QuestionarioCMM	94
TABELA 7.32-	Classe RespostasQuestCMM	95
TABELA 7.33-	Classe AtividadeAvaliacao	95
TABELA 8.1-	DWA-Characterização da organização	100
TABELA 8.2-	DWA-Characterização da avaliação	100
TABELA 8.3-	Agenda de atividades de avaliação	101
TABELA 8.4-	DWA-Resumo do perfil dos colaboradores	102
TABELA 8.5-	DWA-Avaliação Garantia da qualidade de produtos e serviços	103
TABELA 8.6-	DWA-Avaliação da Gerência de Requisitos	104

Resumo

Este trabalho de conclusão apresenta um método e uma ferramenta para avaliação da maturidade e da capacitação de ambientes de desenvolvimento de software baseado no uso da abordagem *Goal/Question/Metric-GQM* combinada aos métodos tradicionais de avaliação já existentes para o modelo *Capability Maturity Model-CMM*. A aplicação deste método através da ferramenta proposta permitirá a organização avaliada estabelecer o grau de conformidade preliminar dos seus processos em relação às exigências do modelo CMM. Esta avaliação poderá ser utilizada como ponto de partida para o estabelecimento de um processo de melhoria.

O modelo CMM descreve uma série de estágios de maturidade que são atingidos através da satisfação de metas estabelecidas para áreas-chave do processo de desenvolvimento de software da organização. A evolução deste modelo, chamada de CMMI, *Capability Maturity Model Integrated*, possibilita que as organizações optem pela forma de implementação do modelo. Esta opção pode se dar através do uso do CMMI em estágios, vertical utilizando os níveis tradicionais do modelo, ou contínua; horizontal baseada nas áreas-chave de processo. Da mesma forma, a avaliação pode ser realizada sobre qualquer modelo escolhido.

O modelo GQM descreve uma estrutura hierárquica baseada na existência de metas de melhoria preestabelecidas das quais são extraídas métricas e questões que as satisfazem. O nível de satisfação dessas metas é obtido através da análise das métricas relativas às questões aplicadas ao foco da avaliação.

Algumas ferramentas para avaliação dos processos relativos ao modelo CMM são apresentadas, tais como o questionário da maturidade e os modelos existentes para a criação de métodos de avaliação, *CMM Appraisal Framework-CAF* e *Appraisal Requirements for CMMI-ARC*.

O diferencial apresentado é o estabelecimento de métricas objetivas e regras de interpretação dessas para a definição da satisfação de uma determinada área-chave de processo, ACP, do nível 2 do modelo CMMI. Além dessas contribuições vale destacar o estabelecimento de questões adicionais ao questionário da maturidade com o objetivo de capturar essas métricas e a criação de grafos GQM para cada ACP do nível 2 do CMMI. Esses grafos permitem a visualização do relacionamento existente entre cada ACP do nível 2 do CMMI com suas metas, questões e métricas.

A aplicação do método e da ferramenta será demonstrada através da utilização de um estudo de caso aplicado na empresa DWA Informática Ltda.

Palavras-chave: CMM, CMMI, GQM, CAF, ARC, UML, Engenharia de Software

TITLE: “METHOD FOR EVALUATION OF ENVIRONMENTS FOR SOFTWARE DEVELOPMENT COMBINING CMM AND GQM”

Abstract

This paper presents both a method and a tool for evaluating maturity and capability of software development environments, based on the use of the GQM approach combined with traditional methods of evaluation already in use for the CMM model. The application of this method by means of the proposed tool will permit the evaluated organization to establish the degree of preliminary conformity of its procedures in relation to the demands of the CMM model. This evaluation may be used as a starting point in establishing an improvement procedure for developing software systems.

The CMM model describes a series of maturity levels that are reached satisfying key areas established objectives by the software development procedure of the organization. The evolution of this method, called CMMI, allows the organizations to opt for the way the model will be implemented. This option can be provided with the use of CMM in stages: vertical, using the traditional levels of the model, or continuous; horizontal, based on the key areas of the procedure. Therefore, the evaluation can be carried on with any chosen model.

The GQM model describes a hierarchical structure based on the existence of pre-established goals for improvement, from which measures and questions that match them are designed. The situation of these goals is obtained by the analysis of measurements related to the questions applied to the evaluation focus.

Some tools for evaluating procedures related to the CMM model are presented such as the questionnaire of maturity and the models for creating evaluation methods CAF and ARC.

The contribution of this work is the establishment of objective measurements and their interpretation rules for satisfaction of a particular key area associated to the procedures of level 2 of the CMMI model. In addition to this contribution, it is worth remarking the establishment of additional questions to the questionnaire about maturity, with the objective of capturing these measurements and the creation of graphs GQM for each ACP of level 2 of the CMMI. These graphs allow visualizing existent relationships among all components under evaluation, level 2 of the CMMI, ACP, objectives, questions and measurements.

The application of the method and of the tool will be demonstrated by a case study used at DWA Informática.

Keywords: CMM, CMMI, GQM, CAF, ARC, UML, Software Engineering

1 Introdução

A qualidade de um produto é resultado direto dos processos utilizados durante o seu desenvolvimento. Poucas são as organizações de software que possuem processos de produção e ciclos de vida fortemente definidos. Geralmente, a qualidade final do produto reflete a qualidade dos profissionais envolvidos em sua produção, assim cada projeto tem as características da equipe que o executou. Novos projetos tendem a resultados imprevisíveis, uma vez que são executados sob novas variáveis de ambiente e podem ter ocorrido mudanças na equipe.

Cada organização pode definir seus próprios processos e utilizar diferentes ciclos de desenvolvimento para seus produtos. A utilização de modelos de referência na produção de software é de grande valia, pois estabelece padrões que devem ser seguidos para a obtenção da melhoria contínua dos processos de desenvolvimento de software. Esta melhoria terá como consequência a qualificação permanente e crescente dos sistemas de informação.

Hoje, o software é peça fundamental na moderna ordem social e econômica. Se no princípio focavam a automação de processos manuais já existentes, atualmente novos modelos de negócios já nascem na forma de software, entre eles a integração radical entre equipamentos de diversas naturezas, empresas e pessoas. Esta nova demanda por produtos e serviços evolui constantemente em grande velocidade. Desta forma o fornecimento de soluções inovadoras para essas novas plataformas devem ser obtidas em menor tempo, com melhor desempenho e com absoluta correção. Este será o diferencial que tornará empresas líderes em seus mercados e definirá a sobrevivência das mesmas.

A identificação e resolução de problemas, segundo Fox e Frakes (1997), devem ser focadas sobre os processos utilizados durante o desenvolvimento de um produto. O paradigma da qualidade retira o foco dos produtos, serviços e erros finais identificados através de um roteiro para identificar, definir, medir, analisar e melhorar os processos, assim, a qualidade pode ser obtida, porém o ponto central deste paradigma não está apenas na melhoria dos processos, mas na melhoria contínua destes.

O paradigma da qualidade parte de uma abordagem empírica para o gerenciamento e a resolução de problemas. O paradigma é baseado na coleta e análise de dados. Existem heurísticas para decidir quais dados coletar, ferramentas para explorar estes dados e como utilizá-los na resolução de problemas e na tomada de decisões.

Talvez esse paradigma pudesse auxiliar a auferir qualidade ao processo de desenvolvimento de sistemas, mas as dificuldades para operacionalizar esses princípios na produção de software são significativas. É complicado, por exemplo, para um programador ver como aplicar o paradigma da qualidade enquanto escreve código, ou para o gerente ver como aplicar as ferramentas padrão da qualidade, como gráficos de controle, no processo da produção de software.

O trabalho do *Software Engineering Institute* (SEI) sobre o Capability Maturity Model (CMM), (PAULK et al., 1993-a) e (PAULK et al., 1993-b), trouxe grande impacto atuando como uma ponte de ligação para a lacuna existente entre o paradigma

da qualidade e as práticas da engenharia de software. O CMM é estruturado como um "framework" para alcançar a maturidade no processo de desenvolvimento de software, incorpora todos os elementos do paradigma da qualidade e fornece detalhes de como implementá-los. Essa estrutura classifica as organizações em 5 níveis de maturidade, sendo que cada nível agrega áreas-chave que por sua vez agregam um conjunto de metas. Quando estas metas são satisfeitas de forma rotineira assume-se que houve um aumento da capacitação da empresa em produzir software. Atualmente, várias empresas utilizam o CMM como modelo para definição de seus processos de desenvolvimento de software, dentre elas podemos destacar: XEROX do Brasil (VALENTE, 2000), CELEPAR (SILVA e OLIVEIRA, 1999) e o projeto para adoção do modelo por várias empresas de desenvolvimento de software gaúchas através da SoftSul (SOFTSUL, 2000).

Através da utilização do modelo CMM é possível obter a classificação da maturidade dos processos utilizados na construção de produtos de software. É importante para uma organização saber qual o nível de maturidade de seus processos de desenvolvimento e os de seus fornecedores. Pois desta forma poderá controlar e melhorar continuamente a qualidade de seus produtos e, também, contratar com maior segurança os serviços de desenvolvimento de terceiros.

O diagnóstico do estágio de capacitação de uma organização é realizado através da utilização de um método para a avaliação da maturidade dos processos de desenvolvimento de software em relação ao modelo CMM. Para auxiliar na produção de métodos de avaliação, o *Software Engineering Institute* criou dois documentos que servem de guia para esta atividade. São eles o *CMM Appraisal Framework - CAF* (MASTERS, 1995), estrutura que descreve os requisitos comuns que devem ser atendidos por métodos para medição da maturidade das organizações segundo o CMM e o *Appraisal Requirements for CMMI 1.1* (ARC) (SEI, 2001-a), estrutura que descreve os requisitos essenciais que devem estar presentes em uma ferramenta de avaliação baseada no *CMM Integration*. Este último foi construído para trabalhar com a evolução do modelo CMM chamado de *Capability Maturity Model Integration - CMMI* (SEI, 2002) e foi baseado, entre outros, no CAF. Esse trabalho foi direcionado para avaliar a satisfação das áreas-chave de processo (ACP) definidas para o nível 2 desse último devido a flexibilidade da sua estrutura que permite a adoção e avaliação de todo um nível ou de somente uma ACP específica de interesse imediato da organização. No decorrer do texto será utilizada a sigla CMM quando se tratar de uma referência ampla e CMMI quando se tratar especificamente do nível 2 desse modelo.

Essa fase de diagnóstico pode fazer parte do ciclo de melhoria proposto no modelo IDEAL descrito por McFeeley (1996), O modelo é composto por um ciclo de cinco fases através das quais a melhoria contínua dos processos de software é alcançada, sendo que a primeira atividade de avaliação proposta após o planejamento inicial da avaliação é obter o diagnóstico da organização em relação ao seu processo produtivo. Para auxiliar neste diagnóstico iremos aplicar o Questionário da Maturidade, descrito por Zubrow et al.(1994).

O objetivo desse trabalho de conclusão é definir um modelo de avaliação preliminar da maturidade dos processos de desenvolvimento de software em relação ao CMM. Este modelo de avaliação segue alguns dos requisitos essenciais exigidos para métodos de avaliação baseados no CMMI (ARC), aplica o Questionário da Maturidade para efetuar as descobertas necessárias sobre os processos utilizados pela organização a partir de utilização da abordagem proposta pelo método *Goal/Question/Metric-GQM*,

(BASILI et al., 1994-a). O GQM é um método para a medição da satisfação de metas previamente estabelecidas através da coleta e da análise de métricas. Este método foi avaliado pelo projeto CEMP (CEMP, 1996) para atestar sua validade junto a empresas como Bosch e Schlumberger, Universidade de Kaiserslautern, CEFRIEL (LAVAZZA, 1998) e a *Digital Software Enginnering Center* e é utilizado também pela CELEPAR (MACHADO, 1996).

A verificação do atendimento das exigências do modelo de avaliação é realizada através do mapeamento das metas pretendidas em grafos GQM, descrito em Basili (1994). Cada meta é desdobrada em questões derivadas do Questionário da Maturidade que devem ser respondidas através de métricas obtidas junto à organização. A análise dessas métricas permitirá definir o nível de satisfação das mesmas. Este modelo será implementado em uma ferramenta de software e terá como produto um relatório de diagnóstico identificando o nível de maturidade dos processos da organização, as áreas-chave com melhor e pior desempenho e as metas satisfeitas e a satisfazer.

Espera-se que a utilização do GQM como técnica para obtenção e análise de métricas, tendo como base de interpretação as metas existentes para as ACP do nível 2 do CMMI, traga maior clareza no processo de avaliação e atue como um facilitador na etapa inicial de classificação e de diagnóstico do ambiente de desenvolvimento de programas de computador. Esses benefícios provêm da visibilidade dos requisitos necessários para atender cada ACP e da quantificação da avaliação dos processos da organização em relação a esses mesmo requisitos.

A classificação gerada pelo método de avaliação descrito não pode ser utilizada como uma certificação oficial da organização. Os resultados obtidos servem como fontes iniciais para exploração do ambiente da organização apontando possíveis focos de melhoria e de excelência na execução de processos. Este diagnóstico servirá como um primeiro passo na direção da adoção de procedimentos que objetivem a melhoria contínua da organização. A partir desta análise inicial, a organização terá melhores subsídios para direcionar seus esforços de melhoria em áreas que, tendo seus problemas solucionados, trarão rapidamente melhores atributos de qualidade para os produtos. Essa melhor qualidade deverá refletir positivamente junto aos clientes da organização, reduzir a necessidade de horas-extras, otimizar os recursos computacionais e de pessoal, e o melhorar o gerenciamento dos projetos de desenvolvimento.

No capítulo 2 serão apresentados os conceitos referentes ao modelo CMM, o capítulo 3 apresenta os conceitos referentes ao GQM, o capítulo 4 apresenta os conceitos referentes ao processo de certificação de ambientes de software baseado no CMM, o capítulo 5 apresenta alguns métodos de avaliação, o capítulo 6 apresenta o modelo para avaliação da maturidade combinando CMM e GQM, o capítulo 7 apresenta os modelos utilizados para construção do protótipo da ferramenta de validação, o capítulo 8 apresenta um estudo de caso para demonstração do método e no capítulo 9 as conclusões referentes ao uso do método de avaliação proposto.

2 CMM

Este capítulo apresenta conceitos extraídos das seguintes fontes Paulk (PAULK et al., 1993-a) e (PAULK et al., 1993-b), Fiorini (FIORINI, et al.1998) e Johnson (JOHNSON, 2000).

2.1 Histórico e Conceito

O CMM, *Capability Maturity Model*, foi desenvolvido pelo *Software Enginnering Institute* - SEI, centro de pesquisa e desenvolvimento sediado na Carnegie Mellon University, Pittsburg, Pensylvania, Estados Unidos.

O SEI publicou a versão 1.0 do CMM em agosto de 1991, em fevereiro de 1993 foi lançada a versão 1.1 do CMM para software ou SW-CMM. Após o sucesso do lançamento do SW-CMM vários outros modelos foram criados para atender a outras disciplinas tendo o CMM como base. São exemplos o SE-CMM (*Systems Engineering CMM*), SA-CMM (*Software Acquisition CMM*) e o P-CMM (*People CMM*).

Esses diversos modelos não possuem compatibilidade com a norma ISO 15.504 (PHILLIPS, 2002). Para solucionar essa inconformidade, o SEI elaborou um projeto para integrar todos os modelos baseados no CMM sob um único modelo e que esse fosse compatível com a norma ISO 15.504. Este projeto foi batizado de CMMI ou CMM *Integrated*. Em março de 2002 o CMMI *Procuct Team* publicou os artigos que trazem as definições da nova versão do CMM (SEI, 2002). A equipe responsável por essa nova versão do CMM foi formada por mais de 100 entidades sob o patrocínio do Departamento de Defesa Norte Americano. Algumas das entidades participantes são o Software Enginnering Institute, AT&T Labs, Boeing, Motorola, KPMG, Software Productivity Consortium, U.S. Army, Navy e Air Force entre outros.

Essa nova versão do modelo admite a possibilidade de que a organização não seja avaliada rigidamente dentro do esquema de 5 níveis, mas que cada área-chave de processo (ACP) possa ser analisada individualmente e receber uma avaliação entre 0 (sequer existe na organização) à 5 (praticada e institucionalizada). Desta forma, a organização pode optar pela forma de implementação e avaliação do processo de capacitação, em estágios ou contínuo. Pode, também, implementar mais de um modelo de CMM simultaneamente.

O CMM, é definido como:

Uma estrutura que descreve os principais elementos de um processo de software efetivo, isto é, que pode ser caracterizado como praticado, documentado, indispensável, medido e passível de melhoria. O CMM descreve os estágios através dos quais organizações de software evoluem quando elas definem, implementam, medem, controlam e melhoram seus processos de software. O CMM fornece uma diretriz para a seleção de estratégias de melhoria de processos, permitindo a determinação da capacitação de processos correntes e a conseqüente identificação das questões críticas para a melhoria de processo e qualidade de software. Desta forma, provê e descreve um caminho de melhoria evolutiva a partir de um processo *ad hoc* para um processo maduro e altamente disciplinado. Este caminho de melhoria é definido por cinco níveis de maturidade: Inicial, Repetitivo, Definido, Gerenciado e Em otimização. (PAULK, 1993-a)

Cada um dos estágios, ou níveis, da estrutura do CMM está subdividido em subníveis denominados áreas-chave, que por sua vez, são desdobrados em um conjunto de metas. O conjunto de atividades e infra-estruturas necessárias para que as metas de cada área-chave sejam atingidas rotineiramente são chamadas de práticas-chave.

A medida que a organização satisfaz as metas de cada nível, de forma organizada e rotineira, progride na maturidade de seus processos e assegura a qualidade de seus produtos. Assim, o CMM focaliza principalmente a gerência de processos, uma vez que a qualidade de um produto pode ser determinada pela qualidade dos processos utilizados na sua fabricação.

Conhecer os processos utilizados no desenvolvimento de software e determinar o nível de maturidade em que se encontram resultará, indiretamente, na maturidade dos produtos desenvolvidos e no nível de capacitação da empresa.

O modelo CMM descreve como implementar práticas que contribuam para a melhoria contínua do desenvolvimento de software, ficando a critério de cada organização definir o modo como os requisitos do CMM serão satisfeitos. Para isso, o modelo deverá ser estudado, compreendido e adaptado às necessidades específicas de cada organização.

2.2 Finalidade do CMM

A principal finalidade do CMM é servir de guia para que as organizações de desenvolvimento de software conheçam e melhorem seus processos.

Através do uso da estrutura conceitual do CMM, a organização é conduzida a obter controle sobre seus processos de software de uma forma disciplinada e contínua.

O CMM fornece um conjunto de atividades que devem ser realizadas pela organização para que a mesma possa ser compensada pela melhoria da qualidade de seus produtos e processos, porém o modelo apenas identifica práticas para um processo de software maduro. Isto significa que ele não garante a resolução de todos os problemas envolvendo a gerência e engenharia de processos e produtos, existem questões relevantes envolvendo tecnologia e pessoas que devem ser tratadas globalmente pela organização em conjunto das práticas do CMM.

Uma organização deve utilizar o modelo CMM para melhorar os processos que utiliza para desenvolver software, avaliar organizações fornecedoras de software ou implementar programas de melhoria de qualidade para seus processos.

2.3 Estrutura do Modelo

O CMM está dividido em 5 níveis de maturidade. Quanto maior a aptidão dos processos da organização maior será sua classificação quanto aos níveis de maturidade.

Todos os níveis de maturidade, exceto o nível 1, são compostos de ACP – Áreas-chave de processo. Uma ACP conduz a metas de melhoria de processo para um determinado nível. Cada ACP é definida em 5 seções chamadas de Características Comuns e contém atividades chamadas de Práticas-Chave. As Práticas-Chave

determinam o que fazer e qual a infra-estrutura necessária para atender as exigências de melhoria de cada ACP. Conforme exemplificado na figura 2.1.

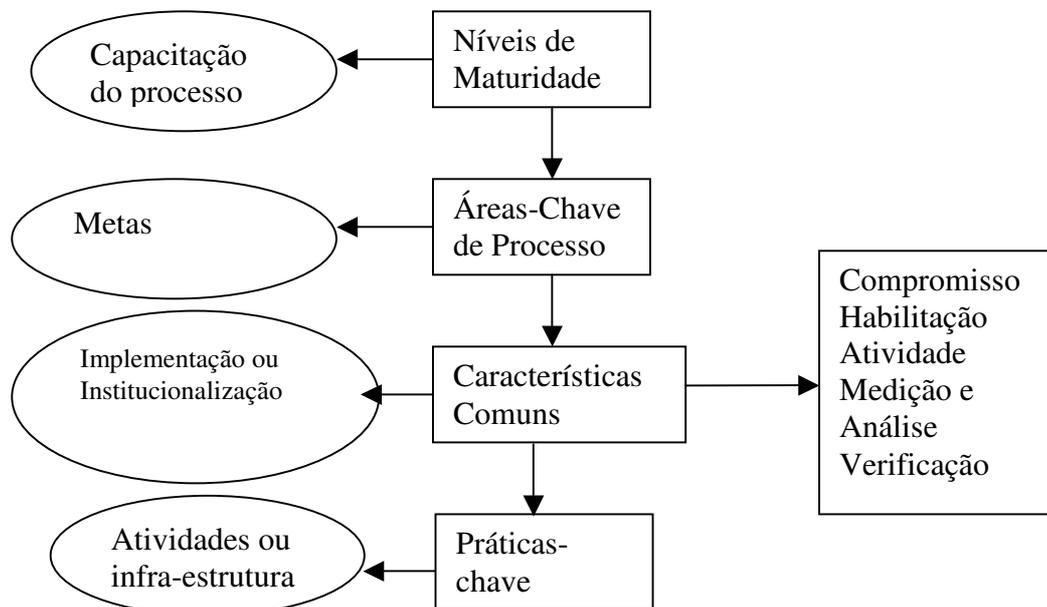


FIGURA 2.1 - Modelo de maturidade do CMM. (FIORINI et al., 1998)

2.4 Níveis de Maturidade

Os níveis de Maturidade do modelo CMM, figura 2.2, são uma forma de priorizar as ações de melhoria visando um crescimento disciplinado da maturidade.

Cada nível de maturidade compreende um conjunto de metas de processo que devem ser atingidas para que o nível seja alcançado. Cada nível da estrutura trata de diferentes componentes do processo de software. Para avançar nos níveis de maturidade a organização deve satisfazer todas as metas de todas as ACP de um determinado nível. A estrutura do CMM está dividida em 5 níveis: Inicial, Repetitivo, Definido, Gerenciado e em Otimização.

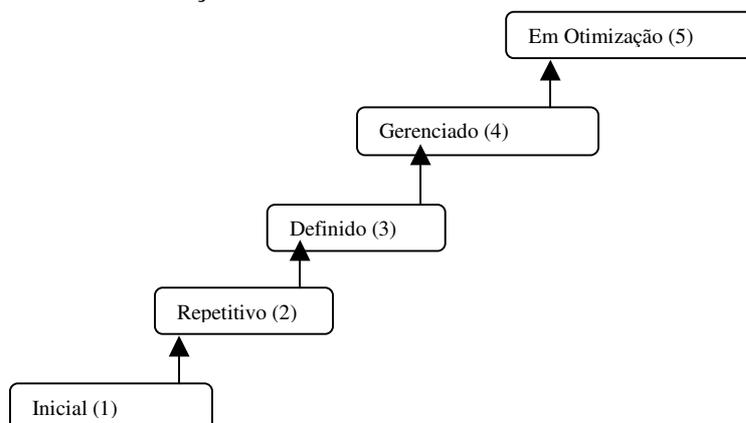


FIGURA 2.2 - Níveis de maturidade do modelo CMM (FIORINI et al., 1998).

Para que uma organização seja classificada em determinado nível do CMM ela deverá atender a todas as ACP deste nível e de seus anteriores. Porém, o processo de adoção do CMM não é rígido e deve ser adaptado para cada organização. Assim, caso

alguma ACP ou Prática-chave não se aplique à organização a mesma deve ser desconsiderada e seu cumprimento fica desobrigado. Não existe, também, a obrigatoriedade da obediência cega à estrutura de níveis do CMM. Existem ACP de níveis mais altos que podem ser satisfeitas antes de outras de níveis inferiores nos casos em que o ganho obtido frente as necessidades reais da organização justificam este fato.

O modelo deve ser estudado e adaptado às condições e características de cada organização e jamais deve se tornar um entrave burocrático ao qual a organização fica presa e incapaz de atender necessidades reais em função de entraves conceituais.

2.4.1 Nível 1 – Inicial

Caracterização: Processo imprevisível e praticamente sem controle

No nível 1, não é possível determinar com clareza o processo de desenvolvimento de software utilizado pela organização. Neste nível existe grande dificuldade em estabelecer o andamento e o estado das atividades, sendo que o resultado final depende diretamente do esforço e qualidade individual dos membros da equipe de desenvolvimento. Os clientes e desenvolvedores somente conseguem visualizar os resultados obtidos após a entrega do produto. Isto se deve, em grande parte, a ausência de práticas gerenciais e a um ambiente instável e desorganizado para o desenvolvimento de software.

Entretanto, estar no nível 1 não significa que a organização não possa produzir software de boa qualidade. Isto pode ser realizado através do esforço e capacidade de uma equipe em um dado momento. Os resultados, porém, tendem a não se repetir, pois não foram obtidos através de um processo de qualidade estabelecido. Nestes casos, a capacitação é da equipe e não do processo. Nos projetos seguintes problemas de orçamento, cronograma e qualidade tendem a ocorrer.

2.4.2 Nível 2 – Repetitivo

Caracterização: Desenvolvimentos bem sucedidos podem ser repetidos

No nível 2, é estabelecido um nível básico de controle. São introduzidos marcos para acompanhamento do projeto em determinados pontos, assim, alguma visibilidade sobre os processos é adquirida. Existe um controle sobre a evolução dos requisitos, utilizado para acompanhamento junto ao cliente ao final de cada marco do projeto e controle de configurações.

Neste nível ainda não se pode ver claramente os detalhes dos processos utilizados para o desenvolvimento do software, porém o projeto é dividido em várias partes e os produtos advindos de cada uma é analisado quanto à sua qualidade a cada marco de projeto. Desta forma, podemos verificar se o projeto está se desenvolvendo dentro dos prazos previamente estabelecidos. A gerência, neste nível, é reativa, ou seja, aguarda a ocorrência de problemas para encaminhar soluções.

Para cada projeto são estabelecidos processos que são definidos, documentados, executados, treinados, medidos, obedecidos e passíveis de melhoria. São estabelecidas políticas para gerenciar e implantar procedimentos para o desenvolvimento de software.

O controle básico de gerência de software no nível 2 compreende o acompanhamento de custos, cronograma e funcionalidades, o registro dos requisitos e dos subprodutos obtidos em cada fase do projeto e o controle da integridade do produto final. São definidos padrões para processos de software e a organização assegura o seu cumprimento.

Um requisito básico para se atingir o nível 2 é que existam políticas a nível organizacional para guiar os projetos no estabelecimento de processos adequados. Este nível é caracterizado como disciplinado porque as atividades de planejamento e acompanhamento permitem a repetição de projetos bem sucedidos.

2.4.3 Nível 3 – Definido

Caracterização: Processo de desenvolvimento caracterizado e satisfatoriamente atendido

No nível 3, a organização detém uma visão completa das tarefas que compõem cada processo de software definido para o projeto. A definição de papéis e responsabilidades de cada envolvido no projeto é clara, conhecida e praticada por todos os membros da organização. A gerência é pró-ativa, existindo plano para prevenção e observação de riscos. Existe controle e disponibilidade de dados sobre os projetos anteriores e sobre as alterações ocorridas no projeto.

Neste nível existe a padronização de processos e a utilização de conceitos de engenharia de software para a produção de software. Todos os processos e padrões utilizados no desenvolvimento são documentados e esta informação disseminada por toda a organização.

Os padrões utilizados pela organização são denominados de Processo de Software Padrão e a partir dele todos os projetos são desenvolvidos. Cada projeto, por possuir características específicas, pode adaptar o padrão para suas próprias necessidades. Neste caso, o processo padrão da organização passa a ser definido como Processo de Software Definido.

Um programa de treinamento é implementado envolvendo toda a organização. Este programa tem o objetivo de capacitar os membros da equipe na utilização dos padrões e de desempenhar seus papéis. Desta forma, garante-se a independência dos processos dos indivíduos.

O nível 3 pode ser classificado como padronizado e consistente porque ambas as atividades de gerência e engenharia de software são estáveis e repetíveis.

2.4.4 Nível 4 – Gerenciado

Caracterização: Processo Medido e Controlado

No nível 4 existe o controle quantitativo e instrumentado para os processos de software. Existem dados disponíveis para a correta tomada de decisões por parte da gerência, avaliação de risco, capacitação de projetos e predição de resultados. O

controle de custos, cronograma e qualidade são mensurados e acompanhados com dados quantitativos obtidos sobre bases históricas de projetos formados por uma base de dados estatística.

Metas quantitativas de qualidade para produtos e processos são estabelecidas. Um programa de controle de métricas é estabelecido para os processos mais importantes de todos os projetos. O programa de métricas estabelece, para toda a organização, dados quantitativos para avaliar produtos e os processos de software utilizados para produzi-los. Existem ações planejadas para atuação imediata nos casos de desvio de comportamento de processos em relação aos dados históricos.

O nível 4 pode ser caracterizado como quantificável e previsível uma vez que existe um programa de coleta e controle de métricas e o acompanhamento quantitativo dos resultados.

2.4.5 Nível 5 – Em Otimização

Caracterização: Foco na melhoria do processo

No nível 5, são estudadas e implementadas formas para identificar, avaliar e desenvolver novas e melhores formas para implementar processos e produzir software com vistas à melhoria da qualidade.

Existe o controle disciplinar do impacto das alterações ocorridas em processos na organização. A gerência dispõe de dados quantitativos que permitem acompanhar a melhoria contínua e os pontos críticos para atuação. Para cada proposta de mudança existem dados para realização de análises de custo/benefício. Estas análises indicam a viabilidade da adoção de novas ferramentas, tecnologias ou metodologias.

Neste nível é realizada a identificação das causas dos problemas, encaminhadas as soluções, e disseminado o conhecimento por toda a organização.

Este nível pode ser caracterizado como de melhoria contínua, através de inovações ou melhorias em processos já existentes. Melhorias de tecnologias e processos são planejadas e gerenciadas como atividades rotineiras do negócio.

2.5 Benefícios decorrentes da adoção do CMM

Segundo o SEI alguns fatores positivos podem ser atribuídos em decorrência da utilização do Modelo de Maturidade da Capacitação para Software (SEI, 2002):

- a) Melhor acompanhamento dos projetos
- b) Maior escalabilidade (suporte a um maior número de projetos)
- c) Maior qualidade no produto e no processo
- d) Atividades seguindo o mesmo processo (homogeneidade)
- e) Tarefas especializadas
- f) Fornece uma linguagem comum para o processo de software
- g) Fornece um conjunto de processos e práticas
- h) Auxílio para métricas do processo de software

Os dados abaixo se referem a empresas de software com número de desenvolvedores que varia entre 30 e 600 e as suas áreas de atuação incluem Telecomunicações, Sistemas embarcados em tempo real, Sistemas de Informação e Sistemas Operacionais.

- Ganho anual de produtividade 35%
- Ganho anual em detecção prévia de defeitos 22%
- Redução anual do tempo de entrega no mercado 19%
- Redução anual em relatos de defeitos pós-release 39%
- Retorno do investimento 50%

2.6 Desvantagens

A utilização de um modelo para a padronização das práticas utilizadas no desenvolvimento de software atinge diretamente a cultura de trabalho utilizada em uma organização. O modelo CMM exige grande esforço de documentação e padronização das rotinas, o que pode levar a uma excessiva burocratização do processo produtivo. Pequenas empresas poderão encontrar problemas em sua utilização, pois foi projetado para implementação em empresas de desenvolvimento de maior porte e aplicação em projetos maiores. Desta forma, existe a exigência da montagem de uma estrutura específica na empresa para atender e suportar os requisitos exigidos pelo CMM.

Algumas críticas a este modelo são de acordo com Phillips (2002):

- É um modelo extenso (aproximadamente 500 páginas);
- Desenvolvido para atender grandes organizações e projetos;
- Rígido e burocrático;
- Utilização de processos para melhorar outros processos;
- Foco em níveis.

Para minimizar potenciais desvantagens e problemas na utilização do CMM, Paulk (1998) sugere a utilização do julgamento profissional e do senso comum na adoção do modelo. Neste artigo são apresentadas uma série de considerações para que o CMM possa auxiliar tanto pequenas quanto grandes organizações. Além de afirmar que sua adoção deve levar em conta a disciplina do modelo e a criatividade das pessoas envolvidas no processo.

3 Paradigma Goal/Question/Metric

Este capítulo baseia-se, principalmente, nos trabalhos de Basili (BASILI et al. , 1994-a) e Gresse (GRESSE et al.,1995).

3.1 Conceito

A abordagem Goal Question Metric, Metas/Questões/Métricas, é baseada na premissa de que a organização que pretende iniciar um processo de coleta e avaliação de métricas deve inicialmente definir metas para si própria e para seus projetos. Para cada meta são definidos os dados necessários para caracterizá-la operacionalmente e, finalmente, é utilizado um "framework" para interpretar os dados com relação às metas estabelecidas. É extremamente importante deixar claro, ao menos em termos gerais, que a organização possui as informações que necessita, que estas são quantificáveis, e esta informação quantificada possa ser analisada em relação a satisfação das metas definidas.

Esta abordagem foi desenvolvida pelo professor Victor Basili e seu grupo de pesquisa na Universidade de Mariland, Estados Unidos, em colaboração com o NASA Software Engineering Laboratory. Originalmente, foi definida para avaliar defeitos para um conjunto de projetos no ambiente NASA Goddard Space Flight Center. Sua aplicação envolveu um conjunto de casos de estudo experimentais e foi expandido para abranger vários tipos de abordagens. Embora originalmente concebido para um ambiente e projeto particulares, seu uso foi adaptado para um contexto mais amplo. É utilizado como o conjunto de metas que definem os passos necessários para seguir no paradigma para a melhoria contínua da qualidade para as organizações de desenvolvimento de software, o chamado *Quality Improvement Paradigm*, que juntamente ao "framework" *The Experience Factory*, dedicam-se a construir modelos para o desenvolvimento de projetos de software com qualidade.

O resultado da aplicação da abordagem Goal Question Metric é a especificação de um sistema de mensuração para um conjunto definido de características e um conjunto de regras para a interpretação dos dados mensurados.

3.2 Níveis do GQM

O modelo de mensuração utilizado pelo GQM possui três níveis:

- Nível Conceitual (Metas)
- Nível Operacional (Questões)
- Nível Quantitativo (Métricas)

3.2.1 Nível Conceitual

Uma meta é definida para um objeto por uma variedade de razões que podem dizer respeito aos modelos de qualidade utilizados, aos vários pontos de vista levados em consideração durante a definição e relativos ao ambiente em particular. Objetos mensurados são:

- **Produtos:** Artefatos de software, entregas e documentos que são produzidos durante o ciclo de vida do sistema. Por exemplo: especificações, projetos e programas;
- **Processos:** Atividades relacionadas ao desenvolvimento de software normalmente associadas ao tempo. Ex: especificação inicial, testes e entrevistas;
- **Recursos:** Itens utilizados pelos processos na produção de suas saídas. Ex: pessoas, hardware e software.

3.2.2 Nível Operacional

Um conjunto de questões é utilizado como forma de caracterizar que a melhoria e a garantia das metas selecionadas estão sendo atingidas de acordo com o modelo. Questões tentam caracterizar o objeto mensurado (produto, processo ou recurso) com respeito as características de qualidade e determinar esta qualidade a partir de um ponto de vista.

3.2.3 Nível Quantitativo

Um conjunto de dados é associado com todas as questões de modo a respondê-las de uma forma quantitativa. Os dados podem ser:

- **Objetivos:** se eles dependem somente do objeto que está sendo mensurado e não do ponto de vista a partir do qual a mensuração está ocorrendo. Ex: número de versões de um documento, número de horas gasto para executar uma tarefa, tamanho de um programa.
- **Subjetivos:** se eles dependem dos objetos que estão sendo mensurados e do ponto de vista utilizado na mensuração. Ex: legibilidade de um texto, nível de satisfação do usuário.

3.3 Estrutura do Modelo GQM

O modelo GQM é uma estrutura hierárquica, ver figura 3.1, que inicia com uma meta. Esta meta descreve o propósito, os objetos, as características, e os pontos de vista utilizados durante o processo de mensuração. Cada meta é refinada em uma série de questões, que normalmente, separam um componente complexo em vários componentes menores para facilitar a coleta de dados. Cada questão é refinada em métricas, algumas objetivas e algumas subjetivas. A mesma métrica pode ser utilizada para responder diferentes questões referentes a diferentes metas. Muitos modelos GQM podem possuir, também, questões e métricas em comum. Em razão do ponto de vista utilizado para obter a métrica, os valores da mesma podem ser interpretados de forma diferente para cada meta.

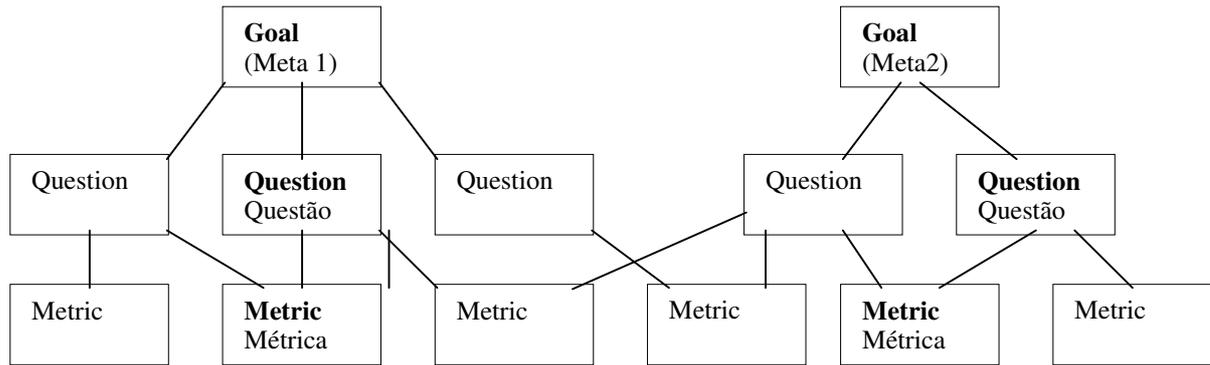


FIGURA 3.1 - Modelo hierárquico do GQM

3.4 O Processo GQM

O modelo GQM foi desenvolvido para identificar um conjunto de qualidade ou produtividade para um grupo definido de metas, para uma corporação, divisão ou projeto. Por exemplo, satisfação de clientes, tempo de entrega, melhoria de performance. Estas metas são baseadas em objetos para mensuração, para cada objeto são derivadas questões que definem estas metas como completas e possíveis. O próximo passo consiste em identificar quais métricas devem ser coletadas para responder quantitativamente às questões referentes a cada meta. Após estas definições, é necessário estabelecer e desenvolver, se necessário, mecanismos para obtenção, validação e análise destes dados.

O processo de definição de metas é crítico para o sucesso da aplicação da abordagem GQM e é suportada por uma metodologia que define as etapas de obtenção.

As metas são divididas em três coordenadas (característica, objeto e ponto de vista) e devem possuir um propósito.

Entretanto, o desenvolvimento de uma meta é baseado em três fontes básicas de informações.

A primeira fonte é a política e a estratégia da organização que aplica a abordagem GQM. Desta fonte obtêm-se a característica e o propósito da meta pela análise da política e definições corporativas, planos estratégicos e entrevistas com membros relevantes da organização.

A segunda fonte de informação é a descrição de processos e produtos da organização, ou ao menos, daqueles que se encontram dentro do escopo do processo de mensuração que será adotado. Para a melhoria de processos é necessário obter, também, a descrição de seus sub processos. Nesta etapa os modelos de produtos e especificações de processos devem ser detalhados no melhor nível de formalidade possível.

A terceira fonte de informação é o modelo da organização. Este modelo fornece o ponto de vista a partir do qual as metas serão analisadas. Nem todos os componentes e processos da organização são relevantes do ponto de vista do modelo organizacional. Entretanto esta fonte não pode ser desprezada antes de completar todas as etapas de definição de metas, de forma a ter-se certeza de que as metas definidas são necessárias e relevantes.

Desta forma, ao final da fase de especificação ter-se-á metas que refletem a estrutura e os objetivos da organização. Para a especificação de cada meta é necessário derivar questões significativas que a caracterizem de forma quantitativa. Geralmente estas questões pertencem a três grupos:

Grupo 1. Como foram caracterizados os objetos (produtos , processos, ou recursos) com respeito ao conjunto de metas do modelo GQM ?

Grupo 2. Como caracterizam-se os objetos que são relevantes com respeito às características do modelo GQM específico?

Grupo 3. Como avaliam-se as características dos objetos que são relevantes com respeito aos componentes do modelo GQM específico?

Uma vez que as questões tenham sido desenvolvidas, então devem ser associadas com as métricas apropriadas. Dentre os fatores que devem ser considerados no momento de realizar esta associação destacam-se:

- A quantidade e a qualidade dos dados existentes: deve-se utilizar ao máximo as fontes de dados existentes na organização quando estas estão disponíveis;
- Maturidade dos objetos de mensuração: métricas objetivas devem ser aplicadas sobre os objetos com maior maturidade, e métricas subjetivas devem ser aplicadas sobre objetos com menor maturidade;
- Processo de aprendizado: os modelos GQM necessitam de refinamentos e adaptações constantes, as métricas obtidas devem fornecer subsídios para a avaliação dos objetos medidos e, também, do modelo utilizado para avaliação.

Uma vez que o modelo GQM tenha sido definido pode-se selecionar as técnicas apropriadas para a coleta de dados, ferramentas e procedimentos. Os dados coletados devem ser mapeados no modelo e interpretados de acordo com o esquema previamente definido pela organização.

3.5 Plano de Mensuração GQM

Em resumo, um plano de mensuração baseado em GQM contém:

- a) Um conjunto de metas que são definidas de acordo com um padrão o qual utiliza as seguintes cinco dimensões:
 - o alvo da mensuração;
 - o propósito da mensuração;
 - a propriedade medida do alvo - chamada de foco na qualidade;
 - o ponto de vista de quem deve interpretar o resultado da mensuração;
 - o contexto e o ambiente em que ocorre a mensuração.

b) um conjunto de questões que refina as metas e caracteriza o alvo da mensuração.

Existem, ao menos, duas classes de questões relacionadas para:

- o modelo de qualidade para a propriedade medida;
- os fatores que influenciam este modelo de qualidade. Isto é essencial para que se possam obter conclusões objetivas.

c) um conjunto de métricas associadas a cada questão para respondê-las de forma quantitativa.

Uma mesma métrica pode contribuir para várias questões, sendo que os resultados da mensuração podem ser obtidos em várias escalas.

Os resultados concretos da elaboração de um plano GQM são:

- a especificação e a implementação de um plano de mensuração para um conjunto particular de metas;
- a definição de um conjunto de regras que descrevam como interpretar os dados medidos no contexto das metas desejadas.

Para atingir estes resultados é essencial a participação de toda a equipe de desenvolvimento. Seus conhecimentos e visão sobre o processo de software devem ser capturados e utilizados durante o programa de mensuração. Deve ser dada ênfase à interpretação dos resultados obtidos em conjunto com a equipe de desenvolvimento.

3.6 Desvantagens da utilização do GQM

O GQM sofre algumas críticas apresentadas por Card (1994), a aplicação do método não é reproduzível, ou seja, dois grupos diferentes de pessoas de uma mesma organização utilizando as mesmas metas podem chegar a um diferente conjunto de questões e métricas. Não existe um ponto final claro, desta forma é complicado determinar em que momento deve ser interrompida a elaboração de questões e a definição de métricas relevantes. E que o método não é prático uma vez que as mudanças sugeridas na forma de fazer negócio da empresa não são fundamentadas.

Estas críticas são rebatidas por Basili (1994-b) com os seguintes argumentos, o processo pode ser repetido por que todos os registros a respeito de metas, questões e métricas são gravados para uso posterior. A determinação do número de metas deve levar em conta o bom senso quanto ao seu número, importância e confiabilidade. A abordagem GQM, a partir de sua associação ao QIP passou a iniciar o processo de avaliação pela caracterização de seu negócio e do estabelecimento de modelos que bem o representem.

4 Certificação de Ambientes de Software Baseada no CMM

Conforme descrito por Fiorini et al.(1998), a utilização do modelo CMM se presta a diversos objetivos organizacionais, tais como: implementação de boas práticas de engenharia de software e avaliação da capacitação dos processos de desenvolvimento de software para fornecedores internos e externos.

Cada um desses objetivos atende a demandas específicas em cada organização. O primeiro refere-se à melhoria de alguns processos chave para a organização a fim de obter ganhos imediatos. O segundo refere-se à determinação dos níveis de maturidade do processo como um todo para obter um certificado de garantia da maturidade dos processos. O terceiro refere-se à capacitação dos fornecedores de software da organização quanto à maturidade de seus processos, assim torna-se evidente a necessidade de modelos de avaliação para ambientes de desenvolvimento. O modelo sugerido por Paulk (1993-a) e adaptado por Fiorini et al.(1998) retrata os passos comuns para a avaliação do processo e da capacitação do software da seguinte forma:

- a) Seleção e treinamento da equipe: treinamento dos membros da equipe nos conceitos e avaliação do CMM;
- b) Aplicação do Questionário de Maturidade e Amostragem do CMM: validação do modelo CMM e outros instrumentos de diagnóstico;
- c) Análise das respostas: classificação e interpretação das respostas obtidas identificando áreas-chave que deverão ser investigadas com maior profundidade;
- d) Visitas, entrevistas e revisões de documentos: esta etapa tem por objetivo aprofundar o conhecimento da equipe de avaliação na cultura da organização avaliada;
- e) Laudo Baseado no CMM: nesta etapa procura-se obter a certificação de que as metas de cada ACP foram atingidas. Identificando os pontos fortes e fracos da organização, obtêm-se a base para as recomendações de melhoria de processos;
- f) Finalização: etapa em que um relatório é emitido indicando as áreas que satisfazem e as que não satisfazem as metas das ACP previstas no modelo CMM.

O SEI recomenda a utilização dos modelos IDEAL (MCFELLEY, 1996), CAF (MASTERS, 1995) e ARC (SEI 2001-a) durante a condução de programas de melhoria de processos de desenvolvimento de software. O modelo CAF é utilizado como base de requisitos para modelos de avaliação baseados na versão 1.1 do SW-CMM o ARC por sua vez foi desenvolvido para servir de base para métodos de avaliação baseados no CMMI.

4.1 Modelo IDEAL para a melhoria de processos

A condução de um programa para a melhoria dos processos de software deve seguir um plano previamente traçado. Vale salientar que o programa de melhoria deve ser realizado através de ciclos, dentro dos quais os objetivos serão alcançados gradativamente. As organizações devem valer-se de um guia genérico para conduzi-las através dos ciclos de melhoria. Um modelo definido trata-se do IDEAL descrito por McFellely (1996), um modelo dividido em 5 fases cíclicas através das quais a organização promove a melhoria contínua de seus processos.

O tempo destinado a cada uma das fases do IDEAL, bem como seu ciclo completo, varia de empresa para empresa em função da infra-estrutura e recursos colocados a disposição do programa de melhoria. O comprometimento da organização e destes recursos no cumprimento de cada uma das etapas é fundamental para o sucesso ou fracasso do programa.

TABELA 4.1 - Fases do modelo IDEAL

Inicial	<ul style="list-style-type: none"> - Estímulo para melhoria - Definir contexto da melhoria - Estabelecer responsabilidades - Estabelecer infra-estrutura para programa de melhoria
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar e caracterizar as práticas atuais da organização - Desenvolver relatório de recomendações e resultados - Definir estratégias e prioridades
Estabelecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer processos - Estabelecer equipes de ação - Estabelecer planos de ação
Ação	<ul style="list-style-type: none"> - Definir processos e medidas - Planejar e executar pilotos - Planejar, executar e acompanhar instalações
Aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> - Documentar e analisar lições aprendidas - Revisar abordagem para próximo ciclo de melhoria

4.2 CAF - CMM Apraisal Framework

O CAF, segundo Masters (1995), é um framework para desenvolvimento, definição e utilização de métodos de avaliação baseados no SEI-CMM for Software. Ele fornece um framework para medir a maturidade dos processos de uma organização contra um modelo genérico de referência aceito através do uso de um método de avaliação. O CAF, em sua versão 1.0, utiliza o CMM versão 1.1 (PAULK, 1993-b) como seu modelo de referência. Faz parte do CAF uma arquitetura genérica para um método de avaliação e uma descrição dos requisitos que estes métodos devem atender.

O CAF não mede diretamente riscos ou melhorias em processos ou mesmo oportunidades perdidas para melhorias. Ele auxilia a usuários de métodos de avaliação na tradução dos resultados da avaliação em informações significativas de negócios.

Para que um método de avaliação seja considerado compatível ao CAF ele deve atender a todos os requisitos exigidos.

O CAF foi projetado para auxiliar a melhoria da consistência entre um método de avaliação e os demais existentes, e auxiliar os desenvolvedores de métodos de avaliação, os patrocinadores e os usuários a entender as implicações na utilização de vários métodos. Não se espera que todos os métodos de avaliação sejam compatíveis com o CAF, porém o CAF fornece um padrão pelo qual pode-se avaliar a compatibilidade com um modelo e através dele auxiliar no julgamento de sua utilização para metas específicas, determinadas pelos responsáveis pelos negócios de uma organização.

O CMM provê um *framework* para julgar a maturidade dos processos para organizações desenvolvedoras de software. O CAF fornece requisitos e um roteiro para desenvolver, definir, e utilizar métodos de melhoria baseados no CMM. Juntos o CMM e o CAF descrevem o que deve constar de um método de avaliação compatível. O método de avaliação detalha como transformar os dados dos processos de uma organização de software em informações de valor para encontrar o que os negócios das organizações necessitam.

O processo de avaliação deve ser considerado como parte de um sistema maior. O processo de melhoria de software pode ser conduzido pela abordagem IDEAL. A abordagem IDEAL estabelece cinco fases contínuas para aplicação do processo de melhoria, sendo que as avaliações fazem parte da fase de diagnóstico. Elas são utilizadas para caracterizar o estado atual das práticas da organização e devem ser conduzidas somente quando a um claro sinal de comprometimento dos patrocinadores na conclusão e utilização dos resultados da avaliação.

Os resultados da avaliação são usados para desenvolver recomendações para melhoria das atividades dos processos de desenvolvimento.

A figura 4.1 mostra, graficamente, as atividades que um método compatível ao CAF deve prever. Avaliações podem ser agrupadas em famílias baseadas em suas metas e no relacionamento cliente/fornecedor:

1. Prover informações para clientes utilizáveis na seleção de fornecedores de software;
2. Prover informações para guiar a melhoria nos processos dos fornecedores internos;
3. Prover informações para melhoria nos processos e gerenciamento de esforços para clientes e fornecedores.

As Atividades de avaliação são divididas em três fases, por vezes sobrepostas:

1. Planejar e preparar a avaliação: analisar os requisitos da avaliação e desenvolver um plano de avaliação para satisfazer estes requisitos bem como selecionar e preparar os participantes e o grupo de avaliação;
2. Conduzir a avaliação: coletar e registrar os dados da avaliação, consolidá-los em um conjunto de observações gerenciáveis, validar estas observações, e fazer julgamentos e medições baseados nestas observações;
3. Relatar os resultados: documentar e apresentar relatórios contendo os resultados da avaliação.

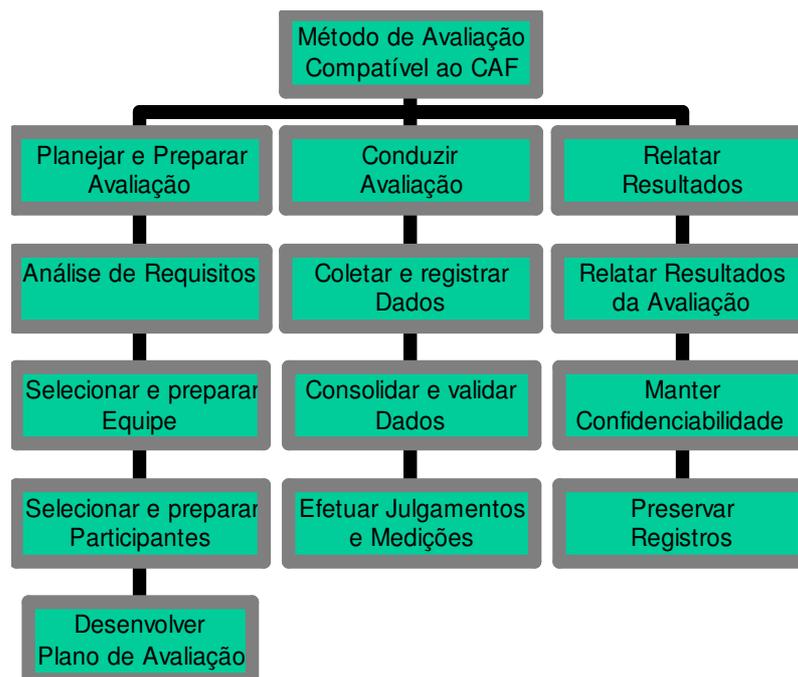


FIGURA 4.1 - Atividades de Avaliação

4.3 ARC - Appraisal Requirements for CMMI

Segundo o CMMI Product Team (SEI, 2001-a), o ARC consiste de conjunto de critérios de alto nível para o desenvolvimento, definição, e utilização de métodos de avaliação baseados sobre o modelo CMMI. Este modelo representa uma evolução em relação ao modelo anterior utilizado na orientação de novos modelos de avaliação (CAF).

O modelo CAF (MASTERS, 1995) foi concebido com o objetivo de servir de base para modelos de avaliação baseados no CMM. O ARC, por sua vez, foi criado para trabalhar com as múltiplas disciplinas incorporadas no modelo CMMI e com suas duas formas de representação, em estágios ou contínua. Este modelo também foi influenciado pelo método de avaliação EIA/IS 731.2 *Electronic Industries Association* apud (SEI, 2001-a) e atender ao requisito de ser compatível com a norma ISO 15504. Satisfazendo as necessidades de avaliação tanto da melhoria quanto da capacitação dos processos de desenvolvimento de software.

Equipes de avaliação podem utilizar o modelo CMMI como a base para identificar os pontos fortes e fracos de seus processos durante a condução de uma avaliação. Os resultados desta avaliação podem ser utilizados de várias formas:

- Prover dados para um planejamento estratégico de melhoria;
- Gerar medidas dos níveis de maturidade e capacitação;
- Servir de guia para tomada de decisões;
- Diminuir os riscos durante os processos de aquisição, desenvolvimento e monitoramento;

O ARC deve proporcionar consistência entre as múltiplas disciplinas e métodos de avaliação, além de auxiliar aos desenvolvedores de métodos de avaliação, patrocinadores e usuários a entender o relacionamento entre os vários modelos. A utilização deste modelo deve trazer economia em treinamento no modelo e na avaliação para empresas que forem avaliadas em mais de uma disciplina simultaneamente.

Não é esperado pelo *CMMI Product Team* (SEI, 2001-a) que todos os métodos de avaliação sejam totalmente compatíveis com o ARC, ou seja, atendam a todos os seus requisitos, mas que atendam à necessidades específicas dentro do processo de avaliação de algumas organizações. Neste aspecto o ARC mostra-se mais flexível que o modelo CAF, admitindo a existência de modelos de avaliação que utilizem apenas parte de seus requisitos.

Grande parte desta flexibilidade provém do tipo de arquitetura deste modelo. Ele é dividido em três classes A, B e C. Esta classificação determina a profundidade que será utilizada durante a avaliação. Nada impede que sejam construídos modelos híbridos, porém esta prática não é encorajada pelo *CMMI Product Team*. A estrutura de classes permite que sejam desenvolvidos métodos de avaliação específicos para cada tipo de aplicação, conforme mostra a tabela 4.2.

TABELA 4.2 - Características das classes do modelo ARC (SEI, 2001-a)

Características	Classe A	Classe B	Classe C
Total de evidências objetivas recolhidas (relativo)	Alto	Médio	Baixo
Geração de classificações	Sim	Não	Não
Recursos necessários (relativo)	Alto	Médio	Baixo
Tamanho da equipe (relativo)	Grande	Médio	Pequeno
Requisitos para o condutor da avaliação	Líder de avaliação	Líder de avaliação ou pessoa treinada e experiente	Pessoa treinada e experiente

Os atributos chave para diferenciação entre as classes incluem, o nível de confiança nos resultados da avaliação, a geração de classificação e os custos e duração da avaliação.

Um método que atenda classe A deve satisfazer a todos os requisitos do ARC, e até este momento somente estes métodos são considerados aptos a gerar resultados de classificação de capacitação e maturidade que possam ser utilizados com fins de comparações, além de suportar uma avaliação conduzida segundo a norma ISO 15504.

Métodos de avaliação classe B devem atender a um subconjunto dos requisitos exigidos para um método classe A. Apenas dois de cada três requisitos de um método classe A são solicitados em um método classe B. Métodos desta classe não produzem medições que possam ser utilizadas de forma a classificar um processo e é recomendado para utilização em organizações em início de adoção de um processo de melhoria utilizando CMMI. Apresenta uma relação de custo interessante para sua adoção e representa um meio caminho para utilização de uma avaliação segundo um método classe A.

Um método de avaliação classe C deve atender a um subconjunto de requisitos estipulados para um método classe B. Somente um de cada três requisitos solicitados a um método classe A é solicitado a um método classe C. Este método pode ser utilizado como ferramenta para validar e corroborar observações realizadas sobre os processos de desenvolvimento, bem como prover um mecanismo para auxiliar em consenso para tomada de decisões em questões envolvendo a equipe de avaliação. A utilização deste método é desejada em situações quando é interessante um olhar rápido e superficial sobre os processos ou em auto avaliações de projetos e suporte a grupos organizacionais.

Os requisitos utilizados pelo ARC foram baseados em métodos de avaliação largamente utilizados e que já apresentaram resultados precisos, consistentes e úteis. Os requisitos apresentados pelo ARC foram modificados para refletir as características de qualidade apresentadas nestes outros modelos.

5 Avaliação da Melhoria e da Capacitação para Processos de Software

A avaliação dos processos de software, segundo Paulk et al.(1993-a), tem por objetivo identificar e priorizar as melhorias possíveis nos processos de software da organização avaliada. Esta avaliação utiliza o CMM como guia no processo de avaliação para descoberta de indícios de melhoria. Estes indícios juntamente com as práticas-chave do CMM são utilizadas na definição de planos e estratégias de melhoria da organização.

A avaliação da capacitação do processo de desenvolvimento de software de uma organização têm por objetivo identificar riscos inerentes a prazos e custos envolvendo a contratação do desenvolvimento de projetos de software. Esta avaliação pode ocorrer durante o processo de aquisição do software e ser efetuado sobre os possíveis contratados. Pode também ser utilizado para monitorar o processo em uso durante o desenvolvimento do projeto pelo contratado e indicar pontos para melhoria. Estes pontos de melhoria são estruturados de acordo com o modelo proposto pelo CMM.

Existe uma série de passos comuns propostos pelo CMM para a avaliação da maturidade dos processos de software. A figura 5.1 ilustra estes passos:

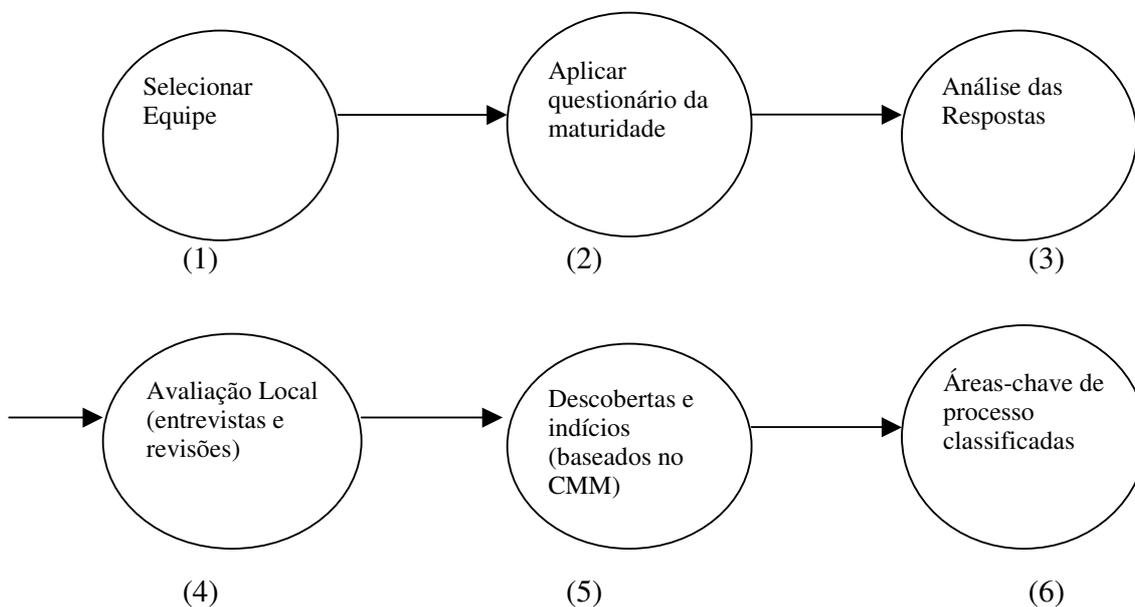


FIGURA 5.1 – Passos comuns para avaliação da maturidade de processos

O primeiro passo compreende a tarefa de selecionar a equipe de avaliação. Essa equipe deve conhecer ou ser treinada nos aspectos fundamentais do CMM bem como no

método de avaliação utilizado. Os profissionais selecionados devem possuir conhecimentos nas áreas de engenharia de software e gerenciamento.

O segundo passo consiste em aplicar o questionário de maturidade ou outro instrumento de diagnóstico na organização avaliada. Após a execução dessa atividade a equipe de avaliação efetua a análise das respostas obtidas, sendo esse o terceiro passo. Através dessa análise procura-se identificar as áreas que devem ser exploradas de forma mais profunda. Essas áreas investigadas correspondem às áreas-chave de processo do CMM.

Após essas etapas a equipe de avaliação está preparada para iniciar uma série de atividades, compreendendo o quarto passo, com o objetivo de entender o processo de software utilizado na organização, através de entrevistas e de revisão da documentação. Esse processo é conduzido através das áreas-chave de processo e de suas práticas-chave definidas no modelo CMM. A equipe de avaliação deve obter as informações através de todas as formas disponíveis como documentos, entrevistas, observações dos grupos de trabalho e observações da equipe de avaliação. Essas informações devem ser sintetizadas e devem sofrer o julgamento profissional da equipe de avaliação para determinar se as mesmas satisfazem às metas definidas para as áreas-chave de processo. Sempre que as práticas correntes da empresa não corresponderem às práticas-chave estabelecidas no modelo CMM, porém forem substitutas das mesmas, o raciocínio utilizado nesse julgamento deve ser documentado.

Ao final desse período de avaliação local a equipe de avaliação deve produzir um relatório de descobertas e indícios (quinto passo) sobre os processos da organização. Esse deve identificar os pontos fortes e os de melhoria no processo de software da organização. Em uma avaliação para identificar pontos de melhoria ele é a base para o relatório de recomendações para o plano estratégico de melhoria de processos. Em uma avaliação de capacitação as descobertas e indícios tornam-se parte do relatório de riscos da etapa de aquisição de software.

Finalmente a equipe prepara um relatório final (sexto passo) que mostra as áreas-chave de processo que a organização possui, as que não possui e as metas satisfeitas para cada ACP. Uma ACP pode ser satisfeita e possuir indícios e descobertas relacionadas à mesma. Isto ocorre porque os indícios apontados não impedem que as metas estipuladas para a mesma sejam atingidas.

5.1 Métodos de avaliação existentes

São apresentados a seguir, três métodos para a avaliação de processos de desenvolvimento de software. Dois deles são baseados no CAF e descritos em Byrnes (1996), o *CMM-Basead Appraisal for Internal Process Improvement* o CBA IPI e o *Software Capability Evaluation (SCE)*. O outro, baseado no ARC, trata-se do *Standart CMMI Appraisal Method for Process Improvement Version 1.1* o SCAMPI (SEI, 2002).

5.1.1 CBA IPI

O método CBA IPI descrito em Dunaway (1996) foi desenvolvido em 1994, a partir da necessidade de desenvolvimento de um método de avaliação que suportasse integralmente o modelo CMM. Ele utiliza a versão 1.1 do CMM e a coleta de dados é baseada nas áreas-chave do CMM, aproveitando áreas existentes que não atendam ao modelo. Como foi desenvolvido sobre o framework CAF (MASTERS, 1995) seus resultados devem possuir compatibilidade com outros métodos desenvolvidos sob as mesmas regras.

Este método foi desenvolvido para utilização em avaliações internas das organizações, para obter a avaliação dos processos atuais e deflagrar o processo de melhoria na organização.

5.1.2 SCE

Este método é utilizado para a seleção de fornecedores de softwares, acompanhamento do processo de contratação, e avaliação de processos internos. A versão 3.0 do método (BYRNES, 1996) foi aperfeiçoada para manter compatibilidade com o CAF (DUNAWAY, 1996) e com outros métodos de avaliação baseados no CMM. Os resultados apresentados por este método tendem a serem iguais aos da aplicação do CBA IPI para as mesmas áreas de investigação em um mesmo período, porém a orientação deste método é para a tomada de decisões quanto a seleção de fornecedores, melhoria da performance da gerência de contratos e direcionamento para área de aquisições da organização.

5.1.3 SCAMPI

O método SCAMPI evoluiu tendo por base práticas utilizadas com sucesso em outros métodos de avaliação como o CBA e o SCE, e foi projetado para prover medidas de qualidade comparativas relativas ao modelo CMMI. Sua aplicação é bastante flexível podendo ser utilizado de várias formas, incluindo processos internos de melhoria, avaliação da capacitação de fornecedores externos e monitoramento de processos. Ele satisfaz a todos os requisitos para um método ARC classe A e, portanto, suporta a condução de avaliações segundo a norma ISO 15504.

O método SCAMPI é composto de vários processos e de suas respectivas atividades, porém estes processos não diferem daqueles adotados por outros métodos de avaliação. A diferença reside no fato de que este método foi desenvolvido com o objetivo

de atender aos diferentes modelos do CMM e a possibilidade de avaliação ser feita observando os estágios do CMM ou a uma avaliação contínua.

5.2 Diferenças entre tipos de avaliação

Há diferenças entre os dois tipos de avaliação existentes, sendo que os mesmos são apresentados na tabela abaixo, obtida em Byernes (1996):

TABELA 5.1 – Diferenças entre processos de avaliação

Avaliação de Processos	Avaliação da Capacitação
Utilizado pela organização para melhoria de processos;	Utilizada para selecionar e monitorar fornecedores; desenvolvedores utilizam para monitorar progresso da melhoria;
Resultados são utilizados pela própria organização avaliada;	Resultados são destinados ao patrocinador responsável;
Avaliar práticas dos processos;	Verificar práticas atuais;
Agir como catalisadora do processo de melhoria;	Avaliar comprometimento para melhoria;
Prover entradas para o plano de ação;	Analisa a performance potencial e dados de melhoria;
Colaborativa. Membros da organização devem agir como uma equipe;	Membros da organização podem, ou não, ser uma equipe;
Aplicável a toda organização, não para projetos ou contratos específicos;	Dados organizacionais referem-se a necessidades específicas do patrocinador responsável;
Entrada para plano de ações de melhoria.	Entrada para tomada de decisões, monitoramento da performance, gerenciamento de riscos, e medição da melhoria interna.

Embora existam diferenças na aplicação de uma avaliação alguns componentes são comuns quando da efetuação de um processo deste tipo, (DUNAWAY, 1996):

- Uso de questionários de maturidade ou outra ferramenta de diagnóstico como base para avaliações locais;
- Uso do CMM como mapa para orientação durante a investigação local;
- Desenvolver descobertas e indícios que identifiquem pontos fortes e fraquezas do processo nos termos das áreas-chave de processo do CMM;
- Derivar um mapa relacionando as metas alcançadas em relação as suas áreas-chave de processo;
- Apresentar resultados, para a audiência apropriada, das descobertas efetuadas em relação às áreas-chave de processo mapeadas.

Assim, podemos afirmar que a avaliação dos processos de software é feita em um ambiente interno da própria organização, e seu sucesso depende do comprometimento desta. O objetivo é identificar os problemas e auxiliar gerentes e engenheiros de software a solucioná-los. Enquanto o questionário é valioso para identificar os níveis do CMM, a ênfase é dada no entendimento da organização, suas ferramentas e procedimentos através

de informações estruturadas ou não obtidas através de entrevistas e documentos. A motivação em executar o plano de melhoria é a saída mais valiosa para uma avaliação deste tipo.

Quanto à avaliação da capacitação do software, a mesma é executada tipicamente em ambientes sob auditoria. O objetivo é fortemente ligado a questões financeiras, uma vez que as recomendações resultantes desta avaliação auxiliarão na seleção de possíveis executores de um projeto e nos riscos envolvidos. A ênfase é dada sobre os documentos gerados pela auditoria que revelam o estado atual dos processos de software implementados na organização.

5.3 Fases da execução de uma avaliação

As atividades associadas com qualquer avaliação ocorrem em três fases distintas, que muitas vezes podem ocorrer em paralelo, planejamento e preparação, condução e relato dos resultados. As atividades efetuadas em cada fase têm impacto significativo no resultado final da avaliação. A figura 5.2 descreve graficamente o fluxo de execução destas fases conforme descrito em Masters (1995):

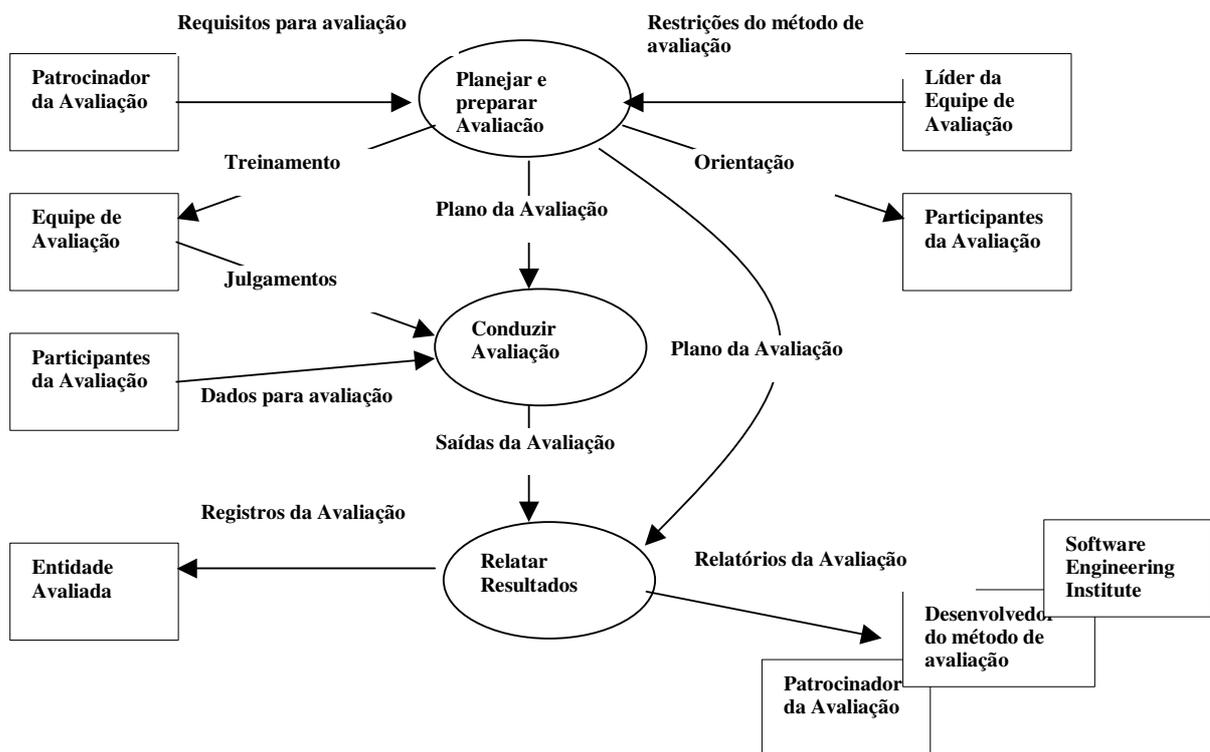


FIGURA 5.2 – As três fases da execução da avaliação (MASTERS, 1995)

5.3.1 Planejamento e Preparação para Avaliação

O planejamento e preparação para avaliação são a chave para o sucesso de qualquer avaliação. Estas fases envolvem a análise dos requisitos para a avaliação, selecionar e preparar a equipe de avaliação, selecionar e preparar os participantes da avaliação e desenvolver e documentar o plano de avaliação.

5.3.2 Condução da Avaliação

A condução da avaliação é direcionada nas seguintes atividades: coletar e registrar dados em forma de notas, consolidar estes dados na forma de um conjunto de informações gerenciáveis, determinar quais foram as descobertas e indícios válidos encontrados, garantir a cobertura de todo escopo determinado para a avaliação e utilizar estes para produzir a classificação do processo de software da entidade avaliada em relação ao CMM.

5.3.3 Relatar Resultados

A fase de relatar os resultados da avaliação envolve transmiti-los da avaliação aos patrocinadores da mesma, proprietários do método de avaliação, SEI, e opcionalmente, a entidade avaliada, além de registrar os resultados da avaliação.

A proteção do sigilo dos dados da avaliação é um aspecto importante a ser considerado em todas as atividades.

5.3.4 Papéis existentes em uma avaliação

Durante o processo de avaliação são necessários, no mínimo, três tipos de papéis que são desempenhados pelos participantes de uma avaliação. São eles:

Patrocinador: responsável por fornecer o apoio político e material necessário à condução da avaliação. Este papel deve ser desempenhado por diretores ou gerentes da organização ou projeto avaliados. Este ator deve possuir poder de decisão ou influência necessários para assegurar a realização do processo de avaliação do início ao seu final. Este ator também será responsável por fornecer a caracterização da organização em relação aos processos avaliados.

Avaliador: este papel é desempenhado pelo condutor do processo de avaliação. Executará as atividades de avaliação suportado pela infra-estrutura e apoio fornecidos pelo Patrocinador. O papel de Avaliador pode ser preenchido por um profissional de fora da organização ou por um membro da própria organização que será responsável pela condução do processo.

Colaborador: demais profissionais da organização que participarão da avaliação exercendo diversas atividades, como por exemplo: coleta de dados, treinamento, reuniões de avaliação, busca de evidências e divulgação dos resultados.

6 Utilizando uma abordagem GQM para avaliações baseadas no CMM

As exigências requeridas sobre os produtos de software atuais quanto à complexidade, criticidade e adaptabilidade tornam os processos utilizados em seu desenvolvimento em peças chave para o seu sucesso.

A metodologia orientada a processos CMM descrita por Paulk (1993-a) e (1993-b) fornece um caminho para a construção de softwares de melhor qualidade através da capacitação dos processos utilizados em seu desenvolvimento. Este caminho, dividido em 5 níveis, conduz a organização a atingir uma maior capacitação e maturidade de seus processos. Contudo como saber qual o estágio dos processos implementados atualmente? Como aferir a qualidade dos fornecedores? Estas respostas são fornecidas através do uso de um método de avaliação em conjunto a um modelo de referência.

A grande complexidade existente na construção e aplicação de um método de avaliação compatível com o CAF ou o ARC dificulta a adoção de processos de avaliação por parte de pequenas organizações ou projetos. Não se discute a eficiência destes métodos apenas a grande necessidade de recursos necessários para sua plena implementação. Os conceitos de tamanho de equipe foram extraídos de Paulk (1998) e estão expostos na tabela 6.1.

TABELA 6.1 Definição de um pequeno projeto (PAULK 1998)

Classificação	Número de Pessoas	Quantidade de Tempo
Pequenos	3-5	6 meses
Muito Pequenos	2-3	4 meses
Mínimo	1-2	2 meses
Individual	1	1 semana

A abordagem GQM representa a adoção de um método de avaliação mais “leve” em relação a outras abordagens para a avaliação da capacitação e da maturidade dos processos de uma organização conforme o modelo CMM. Essa afirmação é feita com base na comparação entre o número de etapas existentes em cada um dos processos (ver Tabela 6.2) e quanto à flexibilidade apresentada pelo processo GQM, já que este foi desenvolvido para execução independente de um modelo específico devendo ser adaptado à realidade, aos termos da avaliação e aos objetivos estratégicos de cada ambiente avaliado. O fluxo de avaliação deve ser executado considerando os recursos disponíveis na organização, de forma que possam passar pelo processo sem que a produção sofra prejuízos em função da avaliação. Segundo Phillips (2002), o processo de avaliação, quando aplicado a pequenas empresas, é excessivo se ultrapassar o limite de duas semanas para sua conclusão e seu foco deve ser direcionado nas práticas apropriadas para a organização. Nesse mesmo artigo, Phillips adverte que uma avaliação efetuada em um curto período de tempo pode descobrir apenas os problemas de maior evidência, porém não todos eles. Assim, é conveniente lembrar que o método utilizado terá como resultado indícios de qualidade e indícios para melhoria dos processos avaliados.

TABELA 6.2 - Etapas por processo

GQM	Métodos CMM
Pré estudo	Análise de requisitos
Identificação de metas GQM	Desenvolvimento do plano de avaliação
Produção do plano GQM	Selecionar e preparar equipe
Produção do plano de mensuração	Obter e analisar dados iniciais sobre evidências
Coleta e validação dos dados	Preparar para coleta de evidências objetivas
Análise dos dados	Examinar evidências objetivas
Armazenamento de experiências	Verificar e validar evidências
	Documentar evidências objetivas
	Gerar resultados da avaliação
	Entregar resultados da avaliação
	Armazenar e arquivar resultados da avaliação

Observando as fases das quais se compõe um programa de avaliação GQM em (LAVAZZA, 1998) e CMM em (MASTERS, 1995) e (SEI, 2001-b) podemos observar alguns pontos em comum, conforme tabela abaixo:

TABELA 6.3 - Pontos em comum entre GQM e CMM

GQM	CMM
Pré estudo: coletar informações sobre a organização, objetivos estratégicos, necessidades de melhoria, pré condições, restrições e contexto da avaliação; + Identificação de metas GQM: baseado no resultado do pré estudo, um conjunto de metas é definido de acordo com a estratégia da organização;	Análise de requisitos: entender as necessidades da unidade organizacional, coletar informações e auxiliar no processo de definição de objetivos de avaliação de acordo com os objetivos da organização;
Coleta e validação dos dados: esta fase tem por objetivo coletar e validar dados a respeito de processos e produtos de acordo com o estabelecido no plano de mensuração;	Examinar indícios objetivos: coletar informações sobre as práticas implementadas na unidade organizacional e relatar os dados resultantes para o modelo de referência. Esta atividade deve ser executada de acordo com o plano de coleta de dados;
Análise dos dados: os dados coletados são analisados e avaliados de acordo com seu relacionamento com as metas inicialmente selecionadas;	Verificar e validar indícios objetivos: verificar a implementação das práticas identificadas na organização em relação ao modelo CMMI. Caracterizar estas práticas e localizar falhas ou inexistência na implementação;
Armazenamento de experiências: a experiência obtida na condução do processo de avaliação é armazenada e reutilizada em futuros projetos;	Armazenamento e arquivamento dos resultados da avaliação: preservar dados e registros da avaliação e dispor deste material de forma apropriada;

Esta comparação simples revela que é possível aproximar os dois modelos e com isso obter vantagens em um processo de avaliação. Segundo Paulk (1998), a abordagem CMM deve levar em consideração o julgamento de questões considerando o contexto da aplicação da avaliação, bem como o conhecimento do domínio das aplicações e do ambiente de negócios da organização. Estas características serão reforçadas com a utilização da abordagem GQM através da utilização das políticas e estratégias da organização, descrição de processos e produtos e do modelo organizacional como fontes

de informação para a execução da avaliação. Desta forma, a especificação das metas será direcionada para a estrutura e objetivos da organização, conforme descrito por Basili (1994-a).

6.1 Combinando GQM e ferramentas CMM

O método de avaliação utiliza uma combinação do processo de avaliação GQM (LAVAZZA, 1998) com ferramentas CMM, como o questionário da maturidade (ZUBROW et al., 1994) e o modelo ARC (SEI, 2001-a). Quanto à compatibilidade com o ARC, este método de avaliação foi desenvolvido de forma que atendesse aos requisitos necessários para ser classificado como um método de classe C. Este direcionamento não torna este método compatível com o ARC uma vez que não atende necessariamente a todos os seus requisitos.

A utilização do modelo CMM como referência para uma avaliação GQM é de grande valia, pois fornece ao modelo vários subsídios que auxiliarão a contornar os problemas relacionados ao uso do CMM mencionados anteriormente no capítulo 4. O modelo CMM fornecerá as metas pretendidas, as questões e as métricas que serão utilizadas durante a avaliação. O GQM, por sua vez, caracterizará cada um destes itens de acordo com seu próprio modelo de processo, assim teremos um grafo GQM baseado nas metas estabelecidas pela organização direcionadas ao modelo CMM e questões e métricas derivadas do questionário da maturidade. Esta abordagem acredita-se, será uma alternativa aos processos de avaliação existentes.

Este método utilizará o nível 2 do CMMI com suas 7 áreas-chave de processo como base de avaliação utilizada para demonstrar este trabalho, portanto será facultado à organização definir como meta de referência para a avaliação o nível 2 do CMMI ou qualquer uma de suas áreas-chave. Desta forma, será satisfeita a necessidade de possibilitar uma avaliação do estágio de maturidade atingido ou de um determinado ponto de interesse estratégico para a organização.

Para ser bem sucedida em uma avaliação, a abordagem GQM depende da escolha precisa das metas para a organização, tanto quantitativa quanto qualitativa, da correta derivação de questões apropriadas para atender a estas metas e da obtenção de métricas que respondam corretamente a estas questões. O pretendido por este método de avaliação é a utilização combinada da abordagem GQM, do modelo CMM e dos requisitos ARC para a criação de um método de avaliação que propicie condições de sucesso na aplicação de uma avaliação da capacitação, utilizando uma abordagem GQM.

No decorrer do fluxo da avaliação, determinado pelo processo GQM, o questionário da maturidade será utilizado de forma intensiva. Idealizado para atender as exigências de avaliação de qualquer nível do CMM, esse questionário é aplicado em processos de avaliação, auxiliando na coleta de dados sobre os dados referentes às práticas atuais da organização. Ele deve ser respondido por pessoas da organização selecionadas pela equipe de avaliação. Posteriormente as respostas coletadas são analisadas em relação ao propósito de cada pergunta e auxiliarão na caracterização dos processos analisados.

A expectativa é que os recursos necessários para a execução de uma avaliação sejam reduzidos em função desta abordagem simplificada. Espera-se, também, que os

resultados sejam satisfatórios uma vez que o método estará baseado em ferramentas já testadas em outras avaliações.

6.2 Processo de avaliação

O processo de avaliação trata da forma como o método será aplicado nas organizações. Cada fase constante deste processo é resultado de uma fusão entre os processos GQM descritos por Lavazza (LAVAZZA, 1998) e Basili (BASILI, 1994-a) e os processos de avaliação segundo o CMM, CAF descrito por Masters (MASTERS, 1995) e ARC (SEI, 2001-a). Além de estar de acordo com a fase de diagnóstico do ciclo de melhoria do modelo IDEAL, descrito por McFellely (MCFELLEY, 1996).

A estrutura do processo GQM é dividida em sete fases principais que são executadas em série. Ao analisarmos cada uma dessas fases identificamos diversas metas que devem ser satisfeitas para que a mesma possa ser considerada concluída, assim trataremos cada uma destas fases como uma meta composta de questões e métricas. O estudo posterior a cada avaliação das questões e métricas de cada fase levará os condutores do processo a um maior entendimento sobre os resultados apresentados. É permitido o retorno a fases anteriores durante um processo de avaliação, assim, caso alguma inconsistência ou falha na execução de uma fase anterior seja descoberta é possível voltar atrás, porém, isto levará a revisão de todas as etapas já executadas.

Não existe rigidez quanto à subdivisão de tarefas que pode ocorrer dentro das atividades principais propostas nas etapas do processo GQM. Esta flexibilidade permite que as organizações adaptem suas rotinas ao processo de avaliação. Neste caso, a avaliação sobre a validade destas tarefas deverá ser efetuada durante a etapa de análise dos resultados da avaliação, descrita em maiores detalhes mais adiante neste capítulo. Toda avaliação deverá ser conduzida a partir de um conjunto de metas documentado, pois toda avaliação GQM é orientada a metas e todos os dados devem ser coletados segundo uma documentação explícita de como obtê-los e interpretá-los para, por fim, indicar quais objetivos estão satisfeitos.

Conforme descrito por Phillips (PHILLIPS, 2002), o desejo de melhoria deve levar à adoção de um processo de melhoria, porém esse somente será bem sucedido se houver disposição para investimento no processo e se for limitado aos objetivos da organização.

Assim, algumas pré-condições, (PHILLIPS, 2002), são fundamentais para que as chances de sucesso aumentem consideravelmente. Existem algumas questões chave que devem ser respondidas antes do comprometimento com o início de um processo deste tipo:

Quanto ao responsável/patrocinador:

- Está insatisfeito com a situação atual?
- Está disposto/habilitado para demonstrar publicamente seu apoio e comprometimento?
- Está disposto a comprometer recursos com a avaliação e melhoria?
- Realmente possui recursos e poder para utilizá-los?
- Está disposto a assumir a responsabilidade pelo progresso e acompanhamento da resolução de problemas?

- Está ciente dos custos pessoais, organizacionais e políticos da mudança?

Quanto à cultura da organização:

- Existe consistência entre a visão da equipe de trabalho e o apurado na avaliação em relação à organização?
- Existe consistência entre as várias metas, tarefas e funções designadas atualmente definidas e como elas deverão ser definidas após o início do processo de melhoria?
- A equipe está insatisfeita com a forma atual de executar o trabalho?

Uma resposta positiva a essas questões é de grande valia para o esforço que será necessário para que o processo de avaliação e de melhoria como um todo não seja desperdiçado. Em pequenas organizações, a definição sobre os recursos que irão definir e implementar o processo é de vital importância. Devemos nos lembrar que uma vez que um processo de melhoria seja mau sucedido em uma primeira tentativa a resistência a uma próxima investida será, certamente, maior por parte da organização como um todo.

Portanto, a organização deve se assegurar que a opção pelo caminho da avaliação e melhoria dos seus processos deve ser tomada de forma segura e responsável. Assegurar que exista um comprometimento em todos os níveis, infra-estrutura e recursos disponíveis é uma garantia de que o processo não será abandonado na ocorrência das primeiras dificuldades. Essa opção deve levar em consideração que o caminho para a melhoria da qualidade dos processos muitas vezes é longo, porém compensatório se olharmos os resultados que podem ser obtidos a longo prazo. A infra-estrutura mínima para iniciar o processo de avaliação, uma vez que a organização esteja comprometida com o processo, é composta por um patrocinador e por um líder do processo de avaliação.

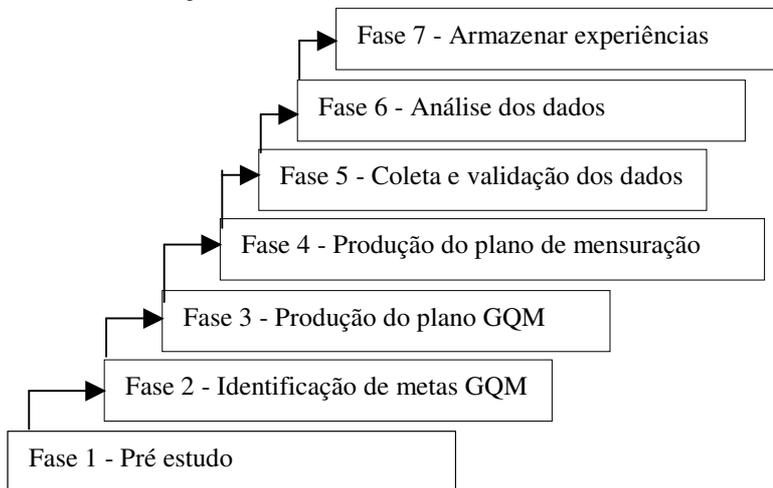


FIGURA 6.1 - Fases do processo de avaliação GQM

Cada fase do processo de avaliação, ver figura 6.1, deve satisfazer a um número variável de metas. Estas metas são caracterizadas e apresentadas contendo os atributos descritos por Lavazza (1998) e uma coluna referente à obtenção das métricas necessárias para satisfação da meta.

TABELA 6.4 - Padrão de apresentação de metas

Meta	: Identificação do objeto de estudo em observação
Propósito	: Motivações para o estudo do objeto
Medidas de qualidade	: As características do objeto que serão consideradas durante seu estudo
Ponto de vista	: A pessoa ou grupo de pessoas interessados no estudo do objeto
Ambiente	: O contexto da aplicação onde o estudo foi efetivado
Métricas	: Medidas objetivas incluídas com o propósito de mensurar, através de valores, a satisfação de uma meta.

Existem ainda dois atributos opcionais para caracterização de metas: Fatores de Variação e Características de Qualidade. O primeiro trata de grupos, processos e documentos que afetam ou são afetados por uma única meta ou por um grupo delas. O segundo trata do conjunto de requisitos que devem ser atendidos para que possamos considerar uma determinada meta satisfeita.

Esses fatores contribuem para estabelecer um maior esclarecimento sobre os grupos de trabalho, processos e áreas da organização que são afetados pela aplicação de um programa de avaliação.

6.3 Fase 1 - Pré estudo

O esforço inicial do processo é focado sobre a caracterização da organização. Como descrito anteriormente neste capítulo (ver tabela 6.2) é nesta etapa que a organização, equipe ou projeto será analisada com o objetivo de obter informações sobre o contexto sobre o qual será efetuada a avaliação. Neste momento é assumido, no que se refere ao método de avaliação, que já existe o comprometimento com o processo de melhoria e avaliação na organização, bem como uma estrutura básica de recursos para o início da mesma. As metas e questões apresentadas a seguir são baseadas nos artigos apresentados em (LAVAZZA, 1998), (SEI, 2001-a) e (SEI, 2001-b). Com o objetivo de auxiliar no processo de avaliar se determinada questão foi respondida positivamente foram derivadas métricas para algumas das questões apresentadas.

Esta etapa é fundamental para o processo de avaliação. Basicamente, ela será conduzida pelo avaliador que entrevistará o patrocinador para dele obter as informações necessárias. Vários encontros podem ser necessários, e com metas diferentes, para que um consenso sobre as necessidades da organização seja obtido.

Em resumo esta etapa pode ser caracterizada da seguinte forma:

TABELA 6.5 - Metas da fase pré estudo

Meta	: Entender as necessidades de negócio da organização.
Propósito	: Obter objetivos estratégicos, abrangência e restrições relativas a avaliação, informações sobre produtos e processos existentes na organização.
Medida de Qualidade	: Não há medida específica. Esta meta trata apenas da caracterização da organização.
Ponto de Vista	: Patrocinador da avaliação.
Ambiente	: Organização, projeto ou equipe avaliada.

O processo de entrevistas utilizado para atender a esta meta deve responder as seguintes questões, descritas em (SEI, 2001-a). Para algumas questões foram inseridas alternativas de resposta possíveis. Estas alternativas possuem a finalidade de tornar o processo de caracterização da organização mais objetivo.

TABELA 6.6 – Questionário para caracterização da organização

Lista de Questões	Descrição
Questão 1	: Qual o propósito da avaliação?
Interpretação	: Descrever a motivação que levou a organização a realizar o processo de avaliação.
Alternativas	a) Implementar um programa de melhoria contínua; b) Verificar a capacitação dos processos da organização; c) Identificar pontos de melhoria nos processos da organização; d) outros.
Questão 2	: Qual a abrangência da avaliação?
Interpretação	: Descrever quais áreas, processos, equipes ou projetos farão parte da avaliação.
Alternativas	a) Nome do projeto avaliado; b) Nome dos processos avaliados; c) Nome da equipe avaliada
Questão 3	: Quais são os papéis e responsabilidades dos participantes da avaliação?
Interpretação	: Descrever as atividades desempenhadas e as obrigações de todos os envolvidos na avaliação.
Questão 4	: Qual é a agenda de atividades?
Interpretação	: Definir o cronograma estabelecendo datas limite para o cumprimento das tarefas de avaliação.
Questão 5	: Quais são os objetivos da unidade avaliada?
Interpretação	: Descrever quais são os objetivos de negócio da organização, sua missão, sua visão de negócio, seus produtos e principais clientes e características.
Questão 6	: Qual é o objetivo da avaliação em relação aos objetivos de negócio da unidade?

Lista de Questões	Descrição
Interpretação	: Estabelecer uma ligação entre os objetivos da organização e as metas de avaliação.
Questão 7	: Qual a abrangência do modelo de avaliação que será utilizado?
Interpretação	: Estabelecer, em relação ao modelo de qualidade adotado, quais serão os pontos avaliados. Alguma área-chave específica ou o nível atual de maturidade?
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> a) Nível 2 do CMMI b) ACP – Gerenciamento de Requisitos c) ACP – Planejamento de Projetos d) ACP – Monitoramento e Controle de Projetos e) ACP – Garantia da Qualidade de Produtos e Serviços; f) ACP – Gerência da Configuração de Software; g) ACP – Gerenciamento de Compromissos com Fornecedores; h) ACP – Medição e Análise
Questão 8	: Qual unidade da organização que será avaliada?
Interpretação	: Definir quais unidades serão avaliadas.
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> a) Análise de Sistemas; b) Projeto; c) Desenvolvimento; d) Testes; e) Outra.
Questão 9	: Qual o tamanho da unidade avaliada?
Interpretação	: Descrever as características da unidade em relação a quantidade de pessoas que nela trabalham, a quantidade de projetos que executam, sua localização dentro da organização e seu relacionamento com outras unidades.
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> a) Entre 1 e 10 membros b) Entre 11 e 20 membros c) Entre 21 e 50 membros d) Mais de 50 membros
Questão 10	: Qual é o domínio das aplicações ou serviços da unidade?
Interpretação	: Descrever os produtos e processos desenvolvidos pela unidade avaliada.
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> a) Sistemas batch b) Sistemas em tempo real c) Sistemas para área administrativa/comercial d) Sistemas WEB
Questão 11	: Qual o tamanho, criticidade e complexidade de seus produtos ou serviços?
Interpretação	: Descrever as principais características da produção da unidade.

Lista de Questões	Descrição
Alternativas	a) Projetos com duração entre 1 e 5 semanas; b) Projetos com duração entre 6 e 15 semanas; c) Projetos com duração entre 16 e 25 semanas; d) Projetos com duração superior a 25 semanas;
Questão 12	: Quais são as características de qualidade dos produtos ou serviços?
Interpretação	: Descrever alguns atributos de qualidade importantes para os produtos como, disponibilidade, tempo de resposta, tolerância à falhas.
Alternativas	a) Disponibilidade 24/7 b) Velocidade de resposta c) Recuperar a execução em caso de falhas d) Outros
Questão 13	: Quais são os recursos disponíveis para efetuar a avaliação?
Interpretação	: Descrever quais as pessoas, ferramentas e apoio administrativo suportarão a avaliação.
Questão 14	: Quais são as restrições de agenda existentes?
Interpretação	: Descrever a existência de restrições quanto a execução de alguma tarefa em um determinado período.
Questão 15	: Qual o tempo máximo disponível para a avaliação?
Interpretação	: Definir a data limite para conclusão dos trabalhos.
Questão 16	: Quais os processos ou entidades da organização que devem ficar de fora do processo de avaliação?
Interpretação	: Definir quais áreas não serão avaliadas.
Questão 17	: Qual a propriedade dos resultados da avaliação e a existência de restrições em seu uso?
Interpretação	: Definir se a organização deseja tornar público o resultado da avaliação e se os dados obtidos serão fornecidos a terceiros.
Alternativas	a) Publicar resultados b) Não publicar resultados
Questão 18	: Quais os controles utilizados para garantir o caráter confidencial das informações prestadas?
Interpretação	: Definir alguns mecanismos que garantam a confiabilidade dos dados fornecidos.
Alternativas	a) Acesso aos dados restringido através de senha b) Não associação dos dados com suas fontes c) Outros
Questão 19	: Qual a garantia da não associação de dados com suas fontes?

Lista de Questões	Descrição
Interpretação	: Definir mecanismos que não permitam a associação dos dados fornecidos a suas fontes.
Alternativas	a) Sistema de informação que efetua o controle dos dados b) Outro
Questão 20	: Qual a versão do CMMI utilizada como modelo?
Interpretação	: Descrever a versão do modelo de qualidade utilizada na avaliação.
Alternativas	a) 1.1 b) Outra
Questão 21	: Qual a qualificação das pessoas envolvidas na avaliação?
Interpretação	: Definir as pessoas participantes da avaliação com relação a sua experiência profissional, sua qualificação acadêmica, sua participação em processos de avaliação e seu conhecimento do modelo de qualidade.
Questão 22	: Quais serão as classificações geradas pela avaliação?
Interpretação	: Definir qual tipo de classificação será gerado pela ferramenta.
Alternativas	a) Apontar nível de maturidade dos processos b) Apontar nível de maturidade por ACP
Questão 23	: Quais serão os relatórios de acompanhamento gerados pela avaliação?
Interpretação	: Definir alguns relatórios de atividade e resultado para que o patrocinador possa acompanhar o andamento da avaliação.
Alternativas	a) Relatório de andamento de atividades b) Relatório resumo da avaliação c) Relatório final da avaliação

A resposta a algumas dessas questões é bastante óbvia e direta. Porém, para algumas delas pode ser necessário algum esclarecimento adicional ou o estabelecimento de um ponto de vista aceito por todos. Para estas é fundamental a atuação do líder de avaliação. Este elemento deve servir de interprete entre o método de avaliação e a organização avaliada. Toda a decisão tomada com relação à interpretação de uma determinada questão, incluindo o ponto de vista de interpretação adotado, deverá ser documentada e inserida no documento final.

As respostas a essas questões darão origem a um documento. Este documento servirá de guia para as etapas seguintes do processo de avaliação. Ele deve ser formalmente apresentado a todos os envolvidos e receber o aceite do patrocinador. Qualquer alteração nos seus dados somente poderá ser efetuada com a explícita concordância do patrocinador. Algumas métricas podem ser obtidas e registradas durante esta etapa (SEI, 2001b), a medida de tempo necessária para concluir esta etapa, o esforço (homens x hora) envolvidos na obtenção e análise dos dados e o número de encontros utilizados.

6.4 Fase 2 - Identificação de Metas

Esta fase determina quais serão as metas pretendidas pela organização. Em relação ao CMMI é possível que a organização opte por ser avaliada a partir do nível de maturidade de seus processos (avaliação vertical) ou a uma área-chave de processo específica (avaliação horizontal). A diferença existente entre os dois tipos de avaliação é que no primeiro, também chamado de avaliação por estágios, todas as ACP são avaliadas para determinar aquelas satisfeitas pela organização. Somente satisfazendo todas as ACP de um determinado nível é que este é atingido. O segundo tipo de avaliação, também chamado de avaliação contínua (Phillips, 2002), permite que uma organização avalie apenas alguns aspectos específicos de seu processo.

As metas que a organização pretende atingir devem ser orientadas aos objetivos da organização. Portanto, a decisão quanto ao tipo de avaliação que será realizada depende de como a organização pretende implementar seu programa de melhoria.

Conforme citado anteriormente neste capítulo, este método de avaliação têm por objetivo avaliar uma organização, equipe ou projeto em relação ao nível 2 do CMMI e identificar indícios de melhoria para seus processos. Assim, serão apresentadas as metas por área-chave que compõem este nível. Cada área-chave possui algumas metas que devem ser integralmente satisfeitas para que a mesma possa ser considerada como atendida. Desta forma, qualquer um dos tipos de avaliação, contínua ou por estágios, poderá ser executada.

As metas referentes a cada área-chave obtidas em (SEI, 2002) são apresentadas na tabela 6.7.

TABELA 6.7 - Áreas-chave de processo e metas CMMI

Área-Chave	Metas
Monitoramento e Controle do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 1) Monitorar o projeto em relação ao plano. (Meta 2) Gerenciar ações corretivas. (Meta 3) Institucionalizar um processo gerenciado.
Garantia da Qualidade de Produtos e Processos	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 4) Avaliar objetivamente processos e produtos. (Meta 5) Prover verificação objetiva. (Meta 6) Institucionalizar um processo gerenciado.
Gerência da Configuração de Software	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 7) Estabelecer repositório para armazenamento de itens de configuração de software; (Meta 8) Acompanhar e controlar alterações. (Meta 9) Estabelecer integridade. (Meta 10) Institucionalizar um processo gerenciado.

Área-Chave	Metas
Gerenciamento de compromissos com Fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 11) Estabelecer compromissos com fornecedores; (Meta 12) Os compromissos são satisfeitos pelo fornecedor. (Meta 13) Institucionalizar um processo gerenciado.
Gerência de Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 14) Gerenciar requisitos; (Meta 15) Institucionalizar um projeto gerenciado.
Planejamento do Projeto de Software	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 16) Estabelecer estimativas; (Meta 17) Desenvolver um plano de projeto; (Meta 18) Obter o comprometimento com o plano. (Meta 19) Institucionalizar um processo gerenciado.
Medição e Análise	<ul style="list-style-type: none"> (Meta 20) Alinhar atividades de medição e análise; (Meta 21) Prover resultados da medição; (Meta 22) Institucionalizar um processo gerenciado.

Em um processo GQM clássico seriam levadas em consideração outras metas desejadas para a organização. Neste caso, contudo, a abordagem GQM é utilizada como meio através do qual obtermos a avaliação da organização em relação ao CMM. Desta forma, a organização deverá aproximar suas metas daquelas fornecidas pelo modelo de qualidade utilizado.

Esta aparente limitação tem por objetivo direcionar a organização para um processo de melhoria completo. A organização poderia, por exemplo, eleger como meta diminuir o percentual de erro ao estimar prazos e custos de projeto. Esta meta pode ser atingida através da satisfação dos requisitos necessários da meta planejamento do projeto de software do nível 2 do CMM. Assim, ao invés de tratarmos de ações isoladas que, em alguns casos podem trazer benefícios pontuais para a organização é preferível trabalhar sobre um modelo mais amplo que atue de forma a melhorar de forma sistêmica e contínua os processos da organização.

6.5 Fase 3 - Produção do Plano de Avaliação

O plano de avaliação descreve a associação entre as metas desejadas pela organização e as métricas necessárias para sua obtenção. O plano de avaliação descrito por Lavazza (1998), é dividido em 4 níveis: caracterização das metas, derivar métricas a partir de uma planilha para abstração das metas selecionadas, derivar as questões necessárias para satisfazer as métricas e associar cada questão as métricas que as respondem.

Os métodos de avaliação CMM, como o SCAMPI, utilizam as chamadas *Practice Implementation Indicators* para saber se determinada ACP foi satisfeita (SEI, 2001-b).

Estes indicadores obedecem a duas dimensões: componentes de evidência objetivos e implementação de práticas por tipo de componentes. A primeira trata dos artefatos e das afirmações obtidas durante o processo de avaliação. A segunda trata da organização dos diferentes indicadores em medidas diretas e indiretas, porém as evidências encontradas dependem do consenso da equipe e participantes da avaliação para que a mesma seja satisfeita. Assim, a análise da satisfação de uma determinada meta passa pela interpretação de cada equipe de avaliação.

Para que estes problemas fossem minimizados durante a aplicação deste método de avaliação são sugeridas métricas objetivas para cada meta de uma ACP. Assim, cada questão apresentada pelo questionário da maturidade foi desdobrada em outras questões com o objetivo de obter valores que indiquem se determinada ACP foi, ou não, satisfeita.

A seguir as metas definidas para as ACP do nível 2 serão caracterizadas e colocadas no plano de avaliação para possibilitar as organizações livre escolha sobre as metas que serão efetivamente avaliadas, conforme descrito por (Fiorini et al., 1998), (Lavazza, 1998) e (SEI, 2002). Na caracterização de cada meta será adicionada uma coluna referente às métricas que satisfazem a mesma. Essas métricas serão numeradas para associação futura entre metas e questões.

Em primeiro lugar apresentamos o ponto de vista e o ambiente sob os quais todas as metas serão avaliadas e obtidas.

Ponto de Vista : Equipe de desenvolvimento de projetos
Ambiente : Organização, projeto ou equipe avaliada.

Todas as metas serão apresentadas respeitando a mesma numeração, Meta 1, Meta 2...Meta n, estabelecida na Tabela 6.7. As medidas de qualidade apresentadas referem-se às práticas-chave de cada meta conforme apresentadas em SEI (2002).

As metas 3, 6, 10, 13, 15, 19 e 22 referem-se a institucionalizar um processo gerenciado. Essas metas na realidade são uma única meta comum que trata da criação na empresa de um processo de desenvolvimento que possa ser gerenciado e proverão suporte as demais metas. Assim, a primeira tabela apresentada mostra a caracterização dessa meta.

TABELA 6.8 - Caracterização da meta Institucionalizar processo gerenciado

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Institucionalizar um processo gerenciado de controle e monitoria de processos;
Propósito	: Garantir que a organização faz uso de um processo gerenciado para o desenvolvimento de seus produtos e serviços;

Descrição da Meta	Caracterização
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer uma política organizacional; - Planejar o processo; - Fornecer recursos; - Determinar responsabilidades; - Treinar profissionais; - Identificar e envolver indivíduos com interesses diretos e indiretos nos projetos; - Monitorar e controlar o processo - Avaliar objetivamente a adesão ao processo; - Revisar situação do processo com alta gerência.
Métricas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percentual de profissionais que conhecem a política da empresa para o desenvolvimento das suas atividades; 2. Percentual de projetos desenvolvidos segundo a política formalmente estabelecida; 3. Percentual de projetos com recursos (financeiros, humanos e materiais) suficientes para executar atividades; 4. Percentual de projetos com gerente designado para atuar junto ao desenvolvimento das atividades; 5. Percentual de profissionais com responsabilidades definidas formalmente; 6. Percentual de profissionais treinados; 7. Percentual de indivíduos interessados, direta ou indiretamente no projeto, identificados e envolvidos; 8. Percentual de processos monitorados quanto aos trabalhos concluídos; 9. Percentual de processos monitorados quanto ao esforço necessário para desenvolvimento das atividades; 10. Percentual de processos monitorados quanto ao uso dos recursos destinados para o desenvolvimento das atividades; 11. Percentual de profissionais que utilizam o processo para desenvolver suas atividades; 12. Percentual de processos que têm suas atividades revisadas junto à gerência periodicamente.

TABELA 6.9 - Caracterização da Meta 1

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Monitorar o projeto em relação ao plano
Propósito	: Fornecer uma visão realista do efetivo progresso do projeto em relação ao plano de desenvolvimento estabelecido.
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorar parâmetros dos planos de projeto; - Monitorar os comprometimentos com o projeto; - Monitorar os riscos do projeto; - Conduzir revisões de progresso do projeto; - Conduzir revisões de marcos do projeto.
Métricas	<p>13. Percentual de projetos com parâmetros documentados e controlados formalmente</p> <p>14. Percentual de projetos contendo documentação formal dos compromissos assumidos entre cliente e desenvolvedor;</p> <p>15. Percentual de projetos contendo documentação sobre compromissos não cumpridos ou alterados</p> <p>16. Percentual de projetos com uso de ferramentas para controle de riscos em relação a sua ocorrência e ações alternativas;</p> <p>17. Percentual de riscos comunicados antecipadamente;</p> <p>18. Percentual de projetos contendo revisões periódicas;</p> <p>19. Percentual de projetos com revisões quanto aos pontos de revisão.</p>

TABELA 6.10 - Caracterização da Meta 2

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Gerenciar ações corretivas;
Propósito	: Permitir que a gerência de desenvolvimento possa tomar ações eficazes quando o desempenho do projeto desviar-se de forma significativa dos planos de software. Além de garantir a documentação e acompanhamento de todas as ações corretivas até sua conclusão;
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar resultados; - Tomar ações corretivas; - Gerenciar ações corretivas.

Descrição da Meta	Caracterização
Métricas	20. Percentual de projetos cujos resultados são comparados relação aos seus parâmetros e compromissos; 21. Percentual de projetos com documentação formal sobre ações corretivas; 22. Percentual de projetos com documentação sobre o resultado das ações corretivas;

TABELA 6.11 - Caracterização da Meta 4

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Avaliar objetivamente processos e produtos;
Propósito	: A conformidade dos processos executados e dos seus produtos e serviços associados é avaliada objetivamente em relação a descrições de processo, padrões e procedimentos aplicáveis.
Medidas de Qualidade	- Avaliar processos de forma objetiva; - Avaliar produtos e serviços de forma objetiva.
Métricas	23. Percentual de projetos que seguem padrões formalmente estabelecidos; 24. Percentual de processos, produtos e serviços validados formalmente em relação a estes padrões.

TABELA 6.12 - Caracterização da Meta 5

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Prover verificação objetiva;
Propósito	: Os casos de não conformidade de resultados são objetivamente rastreados e comunicados. Sendo sua resolução assegurada;
Medidas de Qualidade	- Comunicar e assegurar a resolução de casos de inconformidade; - Estabelecer registros de ocorrências.
Métricas	25. Percentual de casos de inconformidade comunicados; 26. Percentual de casos de inconformidade resolvidos; 27. Percentual de projetos com registro de ocorrências formalmente estabelecido.

TABELA 6.13 - Caracterização da Meta 7

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Estabelecer repositório para armazenamento de itens de configuração de software;
Propósito	: Parâmetros de itens de configuração são obtidos e mantidos;
Medidas de Qualidade	- Identificar itens de configuração; - Estabelecer um sistema para gerenciamento da configuração; - Criar e armazenar parâmetros.
Métricas	28. Percentual de itens de configuração identificados por projeto; 29. Percentual de processos que utilizam sistema para gerenciar, criar e armazenar itens e parâmetros de configuração.

TABELA 6.14 - Caracterização da Meta 8

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Acompanhar e controlar alterações;
Propósito	: Controlar formalmente alterações nos artefatos de software que alterem suas características de configuração;
Medidas de Qualidade	- Acompanhar solicitações de alterações; - Controlar os itens de configuração.
Métricas	30. Percentual de solicitações de inclusão, alteração ou exclusão de itens de configuração registradas no sistema 31. Percentual de solicitações atendidas, ou justificadas em caso de não atendimento.

TABELA 6.15 - Caracterização da Meta 9

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Estabelecer integridade;
Propósito	: A integridade dos registros dos parâmetros de configuração é mantida;
Medidas de Qualidade	- Estabelecer o gerenciamento da configuração de registros; - Efetuar auditorias na configuração.
Métricas	32. Percentual de projetos auditados; 33. Percentual de projetos com gerenciamento da configuração de registros.

TABELA 6.16 - Caracterização da Meta 11

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Estabelecer compromissos com fornecedores;
Propósito	: Definir acordos com os fornecedores sobre o que deverá ser entregue e Quais as condições;
Medidas de Qualidade	- Determinar o tipo de aquisição que será efetuado; - Selecionar fornecedores capacitados; - Estabelecer compromissos com fornecedores.
Métricas	34. Percentual de contratos controlados formalmente quanto ao tipo de aquisição; 35. Percentual de contratos controlados formalmente quanto aos requisitos mínimos de capacitação exigidos para fornecedores; 36. Percentual de contratos contendo documentação formal sobre os compromissos assumidos entre o fornecedor e a organização.

TABELA 6.17 - Caracterização da Meta 12

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Os compromissos são satisfeitos pelo fornecedor;
Propósito	: Assegurar que os compromissos firmados entre o contratante e a contratada serão cumpridos.
Medidas de Qualidade	- Revisar produtos; - Executar o compromisso junto ao fornecedor; - Dar o aceite nos produtos recebidos; - Efetuar a transição entre o produto recebido e sua implantação na organização.
Métricas	37. Percentual de produtos recebidos dentro do acordado com fornecedores; 38. Percentual de produtos formalmente revisados em relação ao estipulado em contrato; 39. Percentual de projetos formalmente documentados quanto a absorção, por parte da organização, do produto entregue pelo fornecedor.

TABELA 6.18 - Caracterização da Meta 14

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Gerenciar requisitos.
Propósito	: Os requisitos são gerenciados e inconsistências com os planos de projeto e produtos são identificadas.
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Obter o entendimento dos requisitos; - Obter o comprometimento com os requisitos; - Gerenciar as alterações nos requisitos; - Manter o rastreamento bidirecional dos requisitos; - Identificar inconsistências entre os produtos desenvolvidos e seus requisitos.
Métricas	<p>40. Percentual de projetos com documentação formal sobre os seus requisitos;</p> <p>41. Percentual de projetos com controle formal sobre os requisitos solicitados e o comprometimento sobre eles dados pelo cliente e a organização;</p> <p>42. Percentual de projetos com mecanismos para controle das alterações nos requisitos e a propagação dessas por todo o projeto;</p> <p>43. Percentual de projetos com relatórios formais de inconsistências entre os requisitos e o produto desenvolvido.</p>

TABELA 6.19 - Caracterização da Meta 16

Meta	: Estabelecer estimativas.
Propósito	: Documentar as estimativas de software no planejamento e acompanhamento do projeto de software.
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Estimar o escopo do projeto; - Estabelecer estimativas sobre os produtos e atributos de tarefas; - Definir um ciclo de vida para o processo de desenvolvimento; - Determinar estimativas sobre o custo e esforço para desenvolver produtos.
Métricas	<p>44. Percentual de projetos estimados quanto a custo e esforço através de um método formal;</p> <p>45. Percentual de projetos estimados quanto ao seu escopo;</p> <p>46. Percentual de projetos que seguem um ciclo de vida definido;</p>

TABELA 6.20 - Caracterização da Meta 17

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Desenvolver um plano de projeto.
Propósito	: Planejar e documentar as atividades e os compromissos do projeto de desenvolvimento do software;
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer prazos e custos para um projeto; - Identificar os riscos de um projeto; - Planejar os recursos do projeto; - Planejar o conhecimento e habilidades necessárias para o desenvolvimento do projeto; - Estabelecer o plano de projetos.
Métricas	<p>47. Percentual de projetos com prazos e custos estabelecidos e formalmente documentados previamente;</p> <p>48. Percentual de projetos com riscos identificados formalmente;</p> <p>49. Percentual de projetos com recursos planejados;</p> <p>50. Percentual de projetos com planejamento formal sobre os conhecimentos e habilidades serão necessárias para executá-lo;</p> <p>51. Percentual de projetos que seguem um plano de projeto formalmente estabelecido;</p>

TABELA 6.21 - Caracterização da Meta 18

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Obter o comprometimento com o plano.
Propósito	: Obter a concordância dos grupos e das pessoas envolvidos quanto aos respectivos compromissos relacionados ao projeto de desenvolvimento de software.
Medidas de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Rever os planos e seus efeitos nos projetos; - Reconciliar níveis de recursos e trabalho; - Obter comprometimento com o plano.

Descrição da Meta	Caracterização
Métricas	52. Percentual de projetos formalmente revisados em relação ao plano original; 53. Percentual de projetos com comprometimento formalmente documentado.

TABELA 6.22 - Caracterização da Meta 20

Descrição da Meta	Descrição
Meta	: Alinhar atividades de medição e análise.
Propósito	: Objetivos e atividades de medição são alinhadas com os objetivos e necessidades de informação identificadas.
Medidas de Qualidade	- Estabelecer objetivos para medição; - Especificar medidas; - Especificar procedimentos para coleta e armazenamento de dados; - Especificar procedimentos para análise de dados.
Métricas	54. Percentual de projetos com objetivos de medição estabelecidos e documentados por projeto; 55. Percentual de projetos com medidas documentadas e estabelecidas por objetivo; 56. Percentual de projetos com mecanismos para coleta, análise e armazenamento dos dados 57. Percentual de projetos com procedimentos especificados para coleta e análise dos dados.

TABELA 6.23 - Caracterização da Meta 21

Descrição da Meta	Caracterização
Meta	: Prover resultados da medição.
Propósito	: São fornecidos resultados para as necessidades de informação e objetivos da organização;
Medidas de Qualidade	- Coletar dados mensuráveis; - Analisar dados mensuráveis; - Armazenar dados e resultados; - Comunicar resultados.

Descrição da Meta	Caracterização
Métricas	58. Percentual de projetos com dados coletados e armazenados seguindo um procedimento padrão; 59. Percentual de dados analisados seguindo um procedimento padrão; 60. Percentual de dados armazenados através de um procedimento padrão; 61. Percentual de dados comunicados seguindo um procedimento padrão.

O Questionário da Maturidade, descrito por Zubrow (Zubrow et al.,1994), fornece um conjunto de questões para cada área-chave de processo do modelo CMM. As questões apresentadas foram extraídas das áreas referentes ao nível 2 do modelo. Para cada questão serão sugeridas alternativas com a finalidade de tornar o processo de resposta ao questionário mais preciso.

TABELA 6.24 – Questionário da Maturidade

Questão	Descrição
Questão 1	Os resultados obtidos nos projetos atuais são comparados com as estimativas do plano de software (ex. prazo, tamanho e custo)?
Questão 1.1	Percentual de projetos cujos resultados são comparados em relação aos seus parâmetros e compromissos iniciais?
Questão 2	São tomadas ações corretivas quando os resultados obtidos desviam-se significativamente daqueles contidos no plano de software?
Questão 2.2	Percentual de projetos com documentação formal sobre ações corretivas?
Questão 2.3	Percentual de projetos com documentação sobre o resultado das ações corretivas?
Questão 3	As mudanças nos compromissos assumidos para desenvolvimento do software são acordadas e aceitas entre todos os grupos e indivíduos afetados?
Questão 3.1	Percentual de projetos contendo documentação formal dos compromissos assumidos entre cliente e desenvolvedor
Questão 3.2	Percentual de projetos contendo documentação sobre compromissos não cumpridos ou alterados?
Questão 4	O projeto segue uma política organizacional documentada para acompanhar e controlar suas atividades?
Questão 4.1	Percentual de projetos com parâmetros documentados e controlados formalmente?
Questão 4.2	Percentual de profissionais que conhecem a política da empresa para o desenvolvimento das suas atividades?
Questão 4.3	Percentual de projetos desenvolvidos segundo a política formalmente estabelecida?
Questão 4.4	Percentual de profissionais que utilizam o processo para desenvolver suas atividades?
Questão 5	Existe um responsável específico pelo acompanhamento das atividades (ex. esforço, prazo e orçamento)?
Questão 5.1	Percentual de projetos com gerente designado para atuar junto ao desenvolvimento das atividades?

Questão	Descrição
Questão 5.2	Percentual de profissionais com responsabilidades definidas formalmente?
Questão 6	São utilizadas medições para determinar a situação das atividades (ex. total esforço gasto para executar as atividades)?
Questão 6.1	Percentual de projetos com recursos (financeiros, humanos e materiais) suficientes para executar atividades?
Questão 6.2	Percentual de projetos monitorados quanto aos trabalhos concluídos?
Questão 6.3	Percentual de projetos monitorados quanto ao esforço necessário para desenvolvimento das atividades?
Questão 6.4	Percentual de projetos monitorados quanto ao uso dos recursos destinados para o desenvolvimento das atividades?
Questão 7	: As atividades são revistas junto a gerência sênior periodicamente?
Questão 7.1	Percentual de projetos com uso de ferramentas para controle de riscos em relação a sua ocorrência e ações alternativas?
Questão 7.2	Percentual de riscos comunicados antecipadamente?
Questão 7.3	Percentual de projetos contendo revisões periódicas?
Questão 7.4	Percentual de projetos com revisões quanto aos pontos de revisão?
Questão 7.5	Percentual de projetos que têm suas atividades revisadas junto à gerência periodicamente?
Questão 8	Os profissionais responsáveis pela execução das atividades foram treinados adequadamente?
Questão 8.1	Percentual de profissionais treinados?
Questão 9	Os indivíduos interessados direta ou indiretamente no projeto foram corretamente identificados e envolvidos?
Questão 9.1	Percentual de indivíduos interessados, direta ou indiretamente no projeto, identificados e envolvidos?
Questão 10	As atividades de garantia da qualidade de software são planejadas?
Questão 11	A garantia da qualidade do software provê a objetiva verificação de produtos de software e atividades apoiando a aplicação de padrões, procedimentos e requisitos?
Questão 11.1	Percentual de projetos que seguem padrões formalmente estabelecidos?
Questão 11.2	Percentual de processos, produtos e serviços validados formalmente em relação aos padrões existentes?
Questão 12	O resultado das revisões e auditorias da garantia da qualidade de software afetam grupos e indivíduos (ex. aqueles que fazem o trabalho e aqueles que são responsáveis pelo trabalho)?
Questão 12.1	Percentual de casos de inconformidade comunicados?
Questão 12.2	Percentual de casos de inconformidade resolvidos?
Questão 13	As questões de não conformidade não resolvidas pelo projeto de software são direcionadas pela gerência sênior (ex. divergência na aplicação de padrões)?
Questão 13.1	Percentual de projetos com registro de ocorrências formalmente estabelecido?
Questão 14	As atividades de gerenciamento da configuração são planejadas para o projeto?
Questão 14.1	Percentual de projetos com gerenciamento da configuração de registros?
Questão 15	O projeto identifica, controla e torna disponíveis produtos de software através do uso da gerência da configuração?

Questão	Descrição
Questão 15.1	Percentual de itens de configuração identificados por projeto?
Questão 16	Existem relatórios padrão sobre os marcos de referência para entrega de unidades de software que afetem grupos ou indivíduos (quadro de atas de reuniões para controle da configuração de software, resumo das requisições de mudança e relatórios de situação)?
Questão 16.1	Percentual de projetos que utilizam sistemas para gerenciar, criar e armazenar itens e parâmetros de configuração?
Questão 16.2	Percentual de solicitação de inclusão, alteração ou exclusão de itens de configuração registradas no sistema?
Questão 16.3	Percentual de solicitações atendidas ou justificadas em caso de não atendimento?
Questão 17	São realizadas auditorias periódicas para verificar se as unidades de software para entrega encontram-se de acordo com a documentação que as define?
Questão 17.1	Percentual de projetos auditados?
Questão 18	Um procedimento documentado é utilizado para selecionar contratados baseados na sua capacidade de realizar o trabalho?
Questão 18.1	Percentual de contratos controlados formalmente quanto ao tipo de aquisição?
Questão 18.2	Percentual de contratos controlados formalmente quanto aos requisitos mínimos de capacitação exigidos para fornecedores?
Questão 19	As mudanças ocorridas nos contratos são realizadas com a concordância de ambas as partes?
Questão 19.1	Percentual de contratos contendo documentação formal sobre os compromissos assumidos entre o fornecedor e a organização?
Questão 20	São realizadas inspeções técnicas periódicas com os contratados?
Questão 20.1	Percentual de produtos formalmente revisados em relação ao estipulado em contrato?
Questão 21	Os resultados apresentados pelo trabalho do contratado são acompanhados em relação aos compromissos assumidos?
Questão 21.1	Percentual de produtos recebidos dentro do acordado com fornecedores?
Questão 21.2	Percentual de projetos formalmente documentados quanto a absorção, por parte da organização, do produto entregue pelo fornecedor?
Questão 22	Os requisitos de sistema são utilizados para estabelecer marcos de entrega para uso gerencial e da engenharia de software?
Questão 22.1	Percentual de projetos com documentação formal sobre requisitos?
Questão 22.2	Percentual de projetos com controle formal sobre os requisitos solicitados e o comprometimento sobre eles dados pelo cliente e a organização?
Questão 23	As mudanças ocorridas nos requisitos de um sistema provocam os ajustes necessários no plano de software, produtos e atividades?
Questão 23.1	Percentual de projetos com uso de mecanismos para controle das alterações dos requisitos e a propagação dessas por todo o projeto?
Questão 24	Todas as atividades de gerenciamento de requisitos do projeto são tema de revisão por parte do gerenciamento de garantia da qualidade?
Questão 24.1	Percentual de projetos com relatórios formais apontando inconsistências entre os requisitos e o produto desenvolvido?

Questão	Descrição
Questão 25	As estimativas (ex. tamanho, custo e prazo) são documentadas para uso no planejamento e acompanhamento do software?
Questão 25.1	Percentual de projetos estimados quanto ao custo e esforço através de um método formal?
Questão 25.2	Percentual de projetos estimados quanto ao seu escopo?
Questão 26	O plano de software documenta as atividades para execução e o comprometimento com o projeto de software?
Questão 26.1	Percentual de projetos que seguem um ciclo de vida definido?
Questão 26.2	Percentual de projetos com prazos e custos estabelecidos e formalmente documentados previamente?
Questão 26.3	Percentual de projetos com riscos identificados previamente?
Questão 26.4	Percentual de projetos com recursos planejados?
Questão 26.5	Percentual de projetos com planejamento formal sobre os conhecimentos e habilidades necessárias para executá-lo?
Questão 26.6	Percentual de projetos que seguem um plano de projeto formalmente estabelecido?
Questão 27	Todos grupos e pessoas envolvidas concordam e se comprometem com o projeto de software?
Questão 27.1	Percentual de projetos com comprometimento formalmente documentado?
Questão 28	O gerente de projetos revisa as atividades de planejamento de software em relação a eventos específicos e periodicamente?
Questão 28.1	Percentual de projetos formalmente revisados em relação ao original?
Questão 29	A organização efetua medições e análises rotineiramente?
Questão 29.1	Percentual de projetos com objetivos de medição estabelecidos e documentados por projeto?
Questão 29.2	Percentual de projetos com medidas documentadas e estabelecidas por objetivo?
Questão 29.3	Percentual de projetos com mecanismos para coleta, análise e armazenamento dos dados?
Questão 30	A organização possui padrões para efetuar as atividade de coleta, medição e análise?
Questão 30.1	Percentual de projetos com procedimentos especificados para coleta e análise dos dados?
Questão 30.2	Percentual de projetos com dados coletados e armazenados seguindo um procedimento padrão?
Questão 30.3	Percentual de dados analisados seguindo um procedimento padrão?
Questão 30.4	Percentual de dados armazenados através de um procedimento padrão?
Questão 30.5	Percentual de dados comunicados seguindo um procedimento padrão?

Associação entre metas, questões e métricas:

A partir da definição das ACP, metas, questões e métricas são apresentados um conjunto de grafos que demonstram a associação entre esses elementos. Cada elemento será identificado conforme segue: Cada ACP será identificada através de seu nome, as Metas pelo seu número correspondente (ver Tabela 6.7) no padrão Mn onde M é a abreviatura de meta e n indica seu número. Uma única exceção será feita em relação a meta Institucionalizar um Processo Gerenciado. Essa meta será identificada através da

sigla MI e será representada uma única vez apesar de ser aplicada a todas as ACP. As Questões serão numeradas conforme apresentado na Tabela 6.24 no padrão Qn, onde Q é a abreviatura de questionário e n corresponde ao número da questão. As métricas serão numeradas conforme apresentado nas Tabelas 6.8 à 6.23 no padrão Mrn, onde Mr é a abreviatura de métrica e n corresponde ao número da métrica. As métricas associadas a cada questão dizem respeito a implementação, ou não, de práticas que satisfaçam determinada meta. As figuras 6.2 à 6.11 apresentam, graficamente, a representação do relacionamento ACP x Metas x Questões x Métricas.

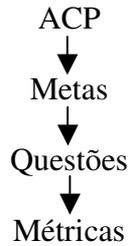


FIGURA 6.2 - Diagrama padrão para relacionar ACP, Metas, Questões e Métricas

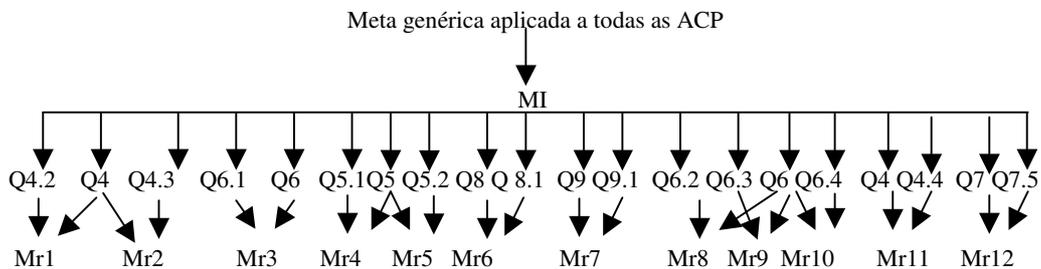


FIGURA 6.3 - Grafo GQM - Meta Institucionalização de Processo Gerenciado

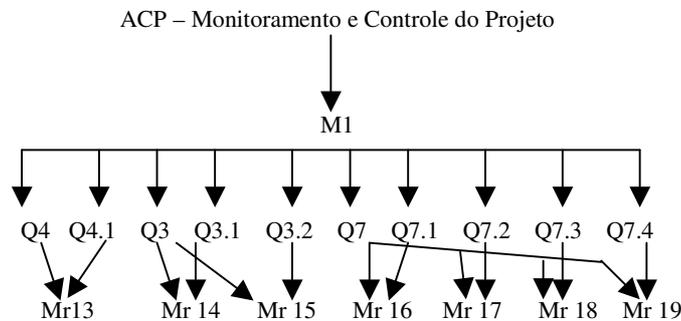


FIGURA 6.4 - Grafo GQM - Meta 1 do Monitoramento e Controle do Projeto

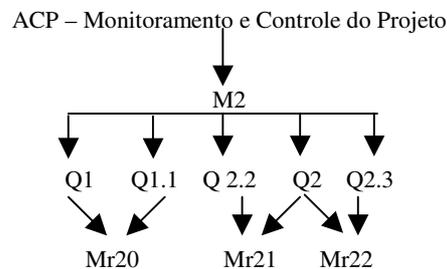


FIGURA 6.5 - Grafo GQM - Meta 2 do Monitoramento e Controle do Projeto

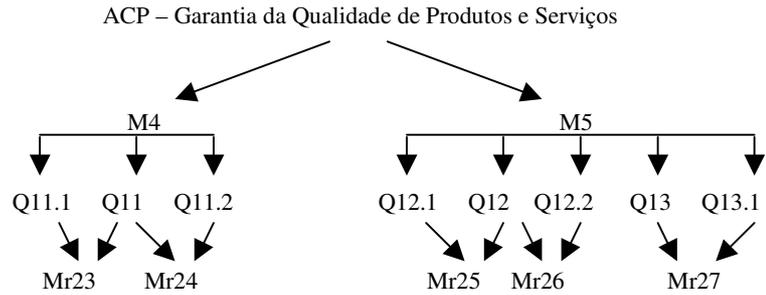


FIGURA 6.6 - Grafo GQM - Garantia da Qualidade de Produtos e Serviços

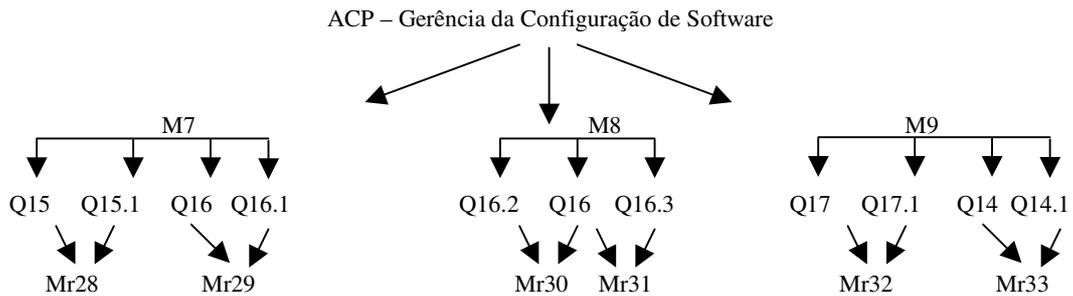


FIGURA 6.7 - Grafo GQM - Gerência da Configuração de Software

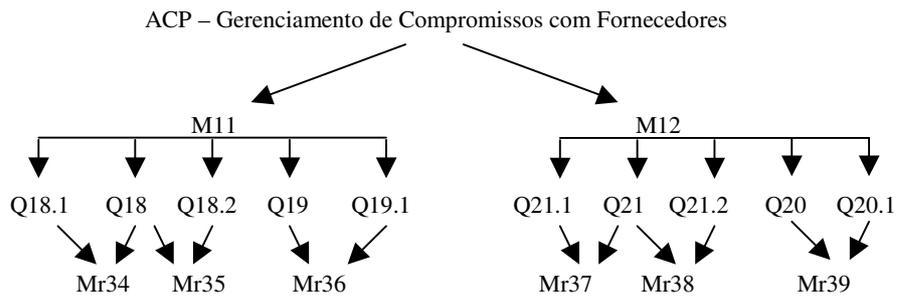


FIGURA 6.8 - Grafo GQM - Gerenciamento de Compromissos com Fornecedores

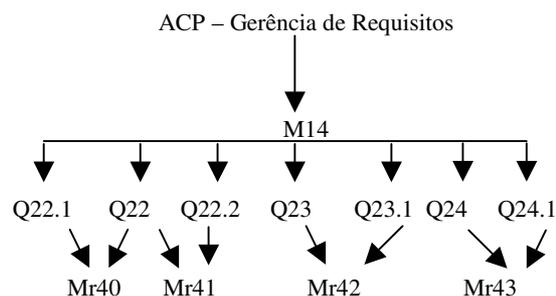


FIGURA 6.9 - Grafo GQM - Gerência de Requisitos

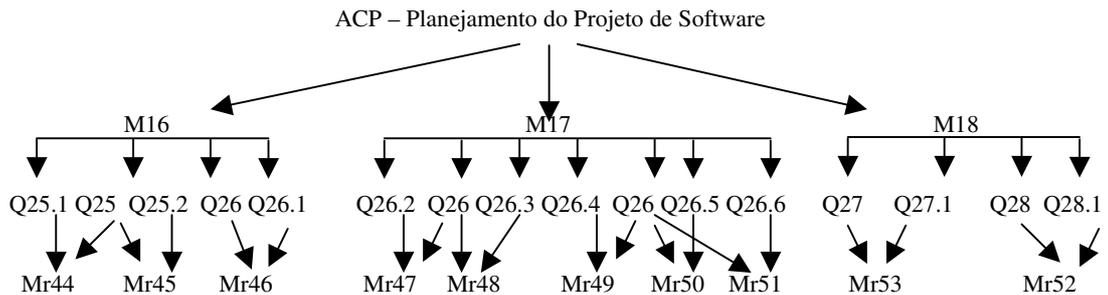


FIGURA 6.10 - Grafo GQM - Planejamento do Projeto de Software

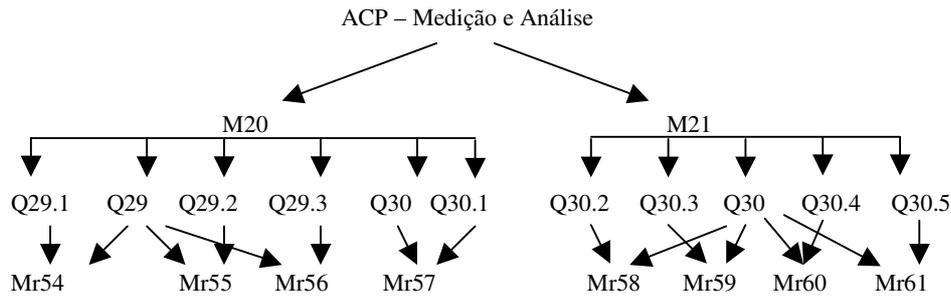


FIGURA 6.11 - Grafo GQM - Medição e Análise

6.6 Fase 4 - Produção do Plano de Medição

Esta etapa do processo de avaliação GQM descreve como os dados serão obtidos na organização. Uma vez que a etapa anterior tenha definido quais serão os dados necessários esta etapa definirá como estes dados serão obtidos (LAVAZZA, 1998).

Este plano deve ser definido junto a equipe de trabalho para que seus termos sejam conhecidos e aceitos por todos. É necessário o apoio direto do patrocinador da avaliação de modo a garantir a disponibilidade necessária de recursos para efetuar esta etapa.

Algumas condições devem ser satisfeitas nesta etapa:

- Colaboradores selecionados: nesta etapa serão definidas as pessoas que servirão de fonte para a coleta de informações. Estes colaboradores devem ser representantes de todas as áreas avaliadas de forma a assegurar diferentes pontos de vista para a avaliação;
- Colaboradores treinados: os colaboradores selecionados para participar do processo de avaliação deverão ser treinados sobre os conceitos, termos, modelos de qualidade e ferramentas utilizadas durante a avaliação;
- Ferramentas: A equipe de avaliação fará uso de uma série de ferramentas para avaliar os processos da empresa. Entrevistas com colaboradores, inspeções em documentação e produtos, aplicação de questionários, revisões técnicas, acompanhamento da execução de processos e outros que julgar necessários;
- Agenda Definida: deverá ser definida, previamente, uma agenda de consenso entre os participantes da avaliação. Esta agenda definirá a seqüência de atividades de avaliação e servirá para fornecer métricas sobre o andamento da avaliação.

6.7 Fase 5 - Coleta e Validação dos Dados

Esta atividade consiste em garantir que os dados coletados encontram-se de acordo com o proposto pelos planos GQM e de medição. As informações devem ser coletadas dentro do plano de medição e devem ser validadas em relação ao que foi definido como resposta esperada pelo plano GQM.

O processo de coleta dos dados, em relação ao método proposto, será efetuado através de respostas a questionários. Inicialmente será solicitado ao colaborador informações referentes ao seu perfil profissional. Esta caracterização não será associada

a suas respostas de modo que sua identidade permanecerá em sigilo. Após esta caracterização as perguntas referentes as metas estabelecidas para o processo de melhoria deverão ser respondidas através do preenchimento de um questionário.

O colaborador deverá responder as perguntas utilizando seus conhecimentos e experiência nos projetos atuais. As perguntas serão de dois tipos:

- a) Questões qualitativas: questões extraídas do Questionário da Maturidade e que têm por resposta as seguintes afirmações, sim, não, não se aplica e não se sabe responder;
- b) Questões quantitativas: questões adicionadas com o objetivo de apresentar valores que são utilizados no processo de análise para determinar a satisfação de uma ACP. Tem por resposta o percentual relativo a conformidade de determinado item a pergunta realizada.

Havendo algum comentário adicional sobre como determinado processo é implementado o colaborador poderá registrar um comentário.

A descrição de como os processos são efetuados na organização é importante, pois assim será possível efetuar comparações entre os diversos pontos de vista existentes na organização. As inspeções realizadas pela equipe de avaliação podem perder alguns detalhes que somente são revelados no preenchimento do questionário.

As respostas apresentadas no questionário deverão ser validadas com relação às práticas implementadas na empresa. Por exemplo, se foi respondido que a empresa possui um documento que estabelece a política organizacional com relação a garantia da qualidade de produtos e processos o mesmo deve ser apresentado. Também deverá ser validado se a política descrita neste documento é praticada.

As questões adicionais relacionadas a cada uma dessas questões serão respondidas através de valores obtidos das respostas fornecidas ao questionário. Durante a fase de análise será determinada a satisfação das metas através da aplicação de um modelo de interpretação.

6.8 Fase 6 - Análise dos Dados

Os dados coletados devem ser analisados e avaliados quanto ao acoplamento que possuem em relação as metas inicialmente selecionadas. A análise dos dados deverá levar em consideração as práticas existentes na organização, as formas como foram descritas e se as práticas existentes satisfazem as metas selecionadas.

Durante o processo de análise cada ACP recebe um valor indicando o nível de satisfação atingido pelos processos avaliados em relação as metas. A Tabela 6.25 apresenta estes valores conforme descrito por Phillips (PHILIPS, 2002).

TABELA 6.25 - Descrição dos níveis de satisfação por ACP

Nível	Descrição
5	Prevenção de defeitos, ações proativas, desenvolvimento e utilização de inovação tecnológica.
4	Performance dos processos é mensurada, os processos são estáveis, existem controles gráficos de desempenho, preparado para agir junto a causas de variações especiais.
3	Os processos dos projetos seguem processos padrão da organização. Os processos são entendidos quantitativamente e contribuem positivamente para a organização.
2	Apoiado por uma política segue planos e processos documentados. Recursos são aplicados corretamente, autoridades e responsabilidades designadas, pessoal treinado, processos avaliados, monitorados e controlados. Identificar e envolver interessados no processo e revisões são realizadas junto aos gerentes.
1	Realizado.
0	Não implementado; incompleto.

As regras para avaliação da satisfação de uma ACP será realizada de acordo com as regras apresentadas na Tabela 6.26.

TABELA 6.26 - Regras para validação da satisfação de uma ACP

Nível 2	Todas as questões qualitativas apresentaram respostas positivas (Sim)
	Todas as questões quantitativas apresentaram 100% como valor de resposta
	Foram encontradas evidências objetivas de prática para todas as medidas de qualidade da ACP
Nível 1	Ao menos metade das questões qualitativas apresentaram respostas positivas (sim)
	Ao menos metade das questões quantitativas apresentam 100% como valor de resposta
	Foram encontradas evidências de prática para algumas das medidas de qualidade da ACP
Nível 0	Menos da metade das questões qualitativas apresentam respostas positivas (sim)
	Menos da metade das questões quantitativas apresentam 100% como resposta
	Não há evidências de prática para as medidas de qualidade da ACP

O processo de analisar os dados da avaliação e classificar uma ACP implica obrigatoriamente na obtenção do consenso entre o ponto de vista da equipe avaliadora e da organização avaliada. Esse consenso é apoiado pelos valores obtidos das respostas aos questionários e pela coleta de evidências. Essa atividade diz respeito a auditar os processos da organização objetivando colher dados que comprovem que determinadas práticas, ações efetivas correspondentes as medidas de qualidade, são de fato realizadas. Um dos objetivos mais importantes dessa atividade é comprovar que a organização segue um processo definido de forma rotineira e controlada para o desenvolvimento de seus produtos. Assim, todo raciocínio utilizado na interpretação das práticas que satisfaçam uma determinada meta deve ser documentado para referência futura.

É possível que algumas atividades desenvolvidas na organização sejam exatamente iguais àquelas descritas nas propriedades de qualidade de cada meta. Porém,

haverá situações em que as atividades não tenham uma correspondência direta, mas mesmo assim atinjam os mesmos resultados. Nestas situações, o bom-senso deverá ser utilizado pela equipe de avaliação. Uma vez que o resultado seja obtido de forma rotineira por um processo bem definido e implementado, a prática da organização deve ser aceita e mapeada de acordo com sua ACP correspondente e a interpretação utilizada documentada.

Nem todas as metas são interessantes para todas as organizações. As metas requeridas dependerão do porte da organização e do tipo de processo de melhoria desejado. No que se refere a organizações de pequeno porte algumas metas, ou condições para sua satisfação poderão não ser desejáveis ou mesmo possíveis. Conforme Paulk (1998), o processo de melhoria em pequenas organizações deve focar os objetivos primários do negócio, portanto a ênfase deve se dar sobre o estabelecimento de práticas que afetem a cultura da organização como, planejamento e treinamento e na melhoria de pequenos processos de acordo com a necessidade da empresa. O processo de avaliação para estes ambientes deve levar em consideração a estrutura organizacional do ambiente, ou seja, existem tarefas que sempre são necessárias, testes, por exemplo, porém não é necessário possuir um grupo independente para testes. Vários papéis podem ser desempenhados pelo mesmo indivíduo e o que importa é determinadas atividades sejam realizadas de forma rotineira como parte de um processo institucionalizado.

No caso de todas as ACP aplicáveis a organização atingirem a classificação nível 2 automaticamente a organização é considerada, do ponto de vista deste método de avaliação, como preliminarmente nível 2.

Algumas ACP podem não ser aplicáveis aos processos da organização. Assim, estas não são consideradas quanto a sua satisfação para determinar o nível preliminar do CMM.

A análise dos resultados obtidos durante a avaliação auxiliará a identificar pontos fortes e fracos do processo de desenvolvimento de software da organização. Determinadas áreas com uma grande ocorrência de respostas negativas para questões qualitativas e percentuais baixos de projetos atendendo as exigências das ACP indicam prováveis focos de problemas. Respostas positivas a maioria das questões qualitativas e altos percentuais de projetos atendendo as exigências das ACP mostraram os pontos fortes dos processos da organização.

6.9 Fase 7 - Armazenamento de Experiências

Esta é a fase de encerramento nela são registradas a concordância da organização com os resultados apresentados e a data de finalização da avaliação.

Após o término do processo de avaliação é necessário que todas as informações obtidas durante sua realização sejam armazenadas para uso futuro. Ao se iniciar um novo processo de avaliação os dados obtidos na última avaliação servirão de base comparativa e ilustrativa dos processos da organização. Um processo de auditoria pode ser realizado em função do resultado da organização e os dados armazenados servirão de fonte de consulta para esclarecer determinadas decisões e resultados.

Ao se iniciar um processo de avaliação é tomada a decisão quanto a propriedade dos dados obtidos durante a avaliação e sua privacidade. O armazenamento dos dados

deve levar estas decisões em consideração, pois algumas avaliações pode ser tornadas públicas e outras não, bem como deve ser tomado todo o cuidado para que o armazenamento das informações não vincule a informação a sua fonte. A ocorrência deste fato poderia gerar situações negativas para a organização e que acabariam abalando a credibilidade da avaliação.

O armazenamento deve garantir a integridade física dos dados coletados bem como o fácil acesso aos mesmos. Em alguns casos pode ser necessário designar a responsabilidade do armazenamento das avaliações a uma pessoa específica da organização ou utilizar alguma ferramenta informatizada que disponibilize estas facilidades, porém a informação obtida durante o processo de avaliação muitas vezes é composta de documentos que devem ser armazenadas fisicamente, assim um sistema informatizado pode não ser o suficiente. Nestes casos, será necessário designar uma área física e controle para o armazenamento destas informações.

As seguintes informações armazenadas durante o processo de avaliação serão as seguintes:

- Dados do avaliador;
- Dados do patrocinador;
- Perfil dos colaboradores;
- Perfil da organização;
- Caracterização da avaliação;
- Metas desejadas;
- Respostas aos questionários de avaliação da maturidade;
- Resultados da avaliação;
- Dados de encerramento.

7 Ferramenta de auxílio à avaliação - Análise e Projeto

O processo de desenvolvimento da ferramenta será efetuado conforme o exposto em Larmann (2001) e Muller (2002). A UML foi utilizada como notação padrão para descrever os objetos e atividades que são parte do sistema.

7.1 Requisitos

O documento de entrada para o processo de especificação de requisitos é o Relatório de Investigação Preliminar. A especificação de requisitos apresentada a seguir considerou o capítulo 6 deste trabalho como equivalente ao relatório de investigação preliminar.

Visão Geral: a finalidade da ferramenta é servir de apoio para a avaliação de processos de desenvolvimento de software nas organizações.

Clientes: serão clientes desta ferramenta as equipes de avaliação e organizações avaliadas segundo o método proposto.

Objetivos: o objetivo da ferramenta é fornecer um meio para conduzir e controlar as atividades de avaliação. Seu uso deve proporcionar uma seqüência padrão de ações que organizem o processo de avaliação. Os objetivos específicos são:

- Fornecer interface para conduzir o processo de avaliação;
- Proporcionar facilidade para armazenamento e recuperação de informações sobre a avaliação;
- Apresentar relatório final de avaliação contendo informações para análise e classificação da organização/unidade/projeto avaliado.

Funções do Sistema: a ferramenta possuirá diversas funções. Estas funções estão divididas em 3 grupos: funções básicas, funções de avaliação e funções de emissão de relatório. As tabelas abaixo apresentam as funções referentes a cada grupo:

TABELA 7.1 – Funções Básicas

Ref#	Função	Categoria
R1.1	Registrar e atribuir identificação única por avaliação	Evidente
R1.2	Apresentar os objetivos possíveis para a avaliação (apresentar opções segundo o método de avaliação)	Evidente
R1.3	Apresentar descrição breve dos objetivos selecionados	Evidente
R1.4	Apresentar metas referentes a cada objetivo selecionado	Evidente
R1.5	Registrar, em meio de armazenamento persistente, as informações coletadas durante o processo de avaliação	Ocultas
R1.6	Prover consultas a avaliações já realizadas através do seu número de identificação único	Evidente
R1.7	Registrar as atividades de avaliação previstas (atividade, previsão de início e fim)	Evidente
R1.8	Apresentar mapa de acompanhamento do processo de avaliação	Evidente
R1.9	Prover camada de persistência independente de banco de dados	Evidente
R2.0	Fornecer acesso ao sistema através de diferentes perfis de acesso	Evidente

TABELA 7.2 – Funções de Avaliação

Ref#	Função	Categoria
R3.1	Capturar informações quanto a caracterização da organização/unidade/projeto avaliado	Evidente
R3.2	Capturar informações quanto ao perfil do condutor do processo de avaliação	Evidente
R3.3	Capturar informações quanto ao perfil dos participantes da avaliação	Evidente
R3.4	Capturar respostas do questionário de avaliação	Evidente
R3.5	Registrar evidências que confirmem as respostas fornecidas ao questionário de avaliação	Evidente
R3.6	Atribuir uma identificação única a cada questionário respondido, associando o questionário a avaliação em curso	Oculto
R3.7	Capturar informações quanto ao tempo demandado para cada etapa do processo de avaliação	Oculto
R3.8	Registrar observações da equipe de avaliação quanto à análise das respostas e das evidências para cada meta	Evidente
R3.9	Registrar nível de satisfação por objetivo avaliado (inclusive raciocínio utilizado)	Oculto
R4.0	Registrar informações sobre o patrocinador	Evidente
R4.1	Registrar a concordância do Patrocinador com o resultado da avaliação, em caso negativo permitir a exclusão da mesma	Evidente

TABELA 7.3 – Funções de Emissão de Relatório

Ref#	Função	Categoria
R5.1	Emitir relatório apresentando o nível de satisfação obtido para cada meta avaliada em relação ao CMM	Evidente

TABELA 7.4 – Atributos do Sistema

Atributo	Detalhes e Restrições	Categoria
Metáfora de interface	Janelas de formulários eletrônicos e caixas de diálogo	Obrigatório
Plataforma e sistemas operacionais	MS-Windows 9x e 2000	Obrigatório
Navegação	Uso de teclado e apontador gráfico	Obrigatório
Multiusuário	Possibilidade de uso simultâneo por mais de um usuário em um dado momento	Desejado
Ferramenta utilizada no desenvolvimento	MS-Visual Basic .NET	Desejado

7.2 Casos de Uso

Esta seção apresenta os casos de uso utilizados para descrever o comportamento da ferramenta para implementação do método de avaliação descrito neste trabalho. Foram criados casos de uso correspondentes as fases do processo de avaliação e alguns adicionais para descrever o comportamento do sistema, os caso de uso Iniciar e Gerar Chave de Acesso.

TABELA 7.5 - Caso de uso Iniciar

Caso de uso	: Iniciar	
Atores	: Patrocinador, Avaliador e Colaborador;	
Finalidade	: Iniciar o uso da ferramenta	
Visão geral	: Um participante do processo de avaliação efetua uma chamada ao sistema e informa sua chave de acesso. A partir desta chave a ferramenta apresentará as opções disponíveis para uso para este usuário.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: R1.1, R1.6 e R2.0	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Este caso de uso inicia quando um dos atores acessa o sistema e informa uma chave de acesso		
2. A chave de acesso informada pelo ator pode ser uma das seguintes: a. Chave de acesso mestre, ver seção Iniciar uso com chave mestre; b. Chave de acesso avaliação, ver seção Iniciar uso com chave avaliação; c. Chave de acesso questionário, ver seção Iniciar uso com chave questionário.		
Seção: Iniciar uso com chave de acesso do tipo Mestre		
1. O ator informa chave de acesso do tipo mestre (R1D2F3*!)	2. Apresenta duas opções: a. Incluir Nova Avaliação b. Selecionar uma Avaliação Existente	
3. Se escolher a opção Incluir Nova Avaliação	4. Gera e devolve uma chave de acesso do tipo avaliação	
Se escolher a opção Selecionar uma Avaliação Existente	Apresenta uma lista contendo as avaliação efetuadas. Atributos apresentados: Chave de acesso, data de início, data de término e abrangência da avaliação;	

Caso de uso	: Iniciar
5. O ator anota a chave de acesso e prossegue com o uso do sistema	
O ator seleciona a avaliação desejada e prossegue com o uso do sistema	
Seção: Iniciar uso com chave do tipo Avaliação	
1. O ator informa uma chave de acesso do tipo avaliação	2. Apresenta as seguintes opções: a. Realizar Pré-estudo; b. Identificar Metas; c. Produzir Plano de Avaliação; d. Produzir Plano de Medição; e. Analisar Dados; f. Armazenar Avaliação.
3. O ator seleciona opção desejada e prossegue com o uso do sistema	
Seção: Iniciar uso com chave de acesso do tipo Questionário	
1. O ator informa ao sistema uma chave de acesso gerada para a atividade de responder o questionário de avaliação	2. Apresenta as seguintes opções: a. Coletar e Validar Dados
3. O ator seleciona opção e prossegue com o uso do sistema	
Seqüências alternativas:	
Seção Iniciar uso com chave mestre Linha 1: Em caso de chave inválida – Encerrar execução do sistema	
Seção Iniciar uso com chave avaliação Linha 1: Em caso de chave inválida – Permitir 3 tentativas, após encerrar execução do sistema	
Seção Iniciar uso com chave questionário Linha 1: Em caso de chave inválida – Encerrar uso do sistema	

TABELA 7.6 - Caso de uso Realizar pré estudo

Caso de uso	: Realizar Pré estudo
Atores	: Patrocinador, Avaliador
Finalidade	: Caracterizar a organização e obter o contexto da avaliação
Visão geral	: O ator patrocinador ou avaliador acessa o sistema informando uma chave de acesso avaliação. O sistema solicita diversas informações sobre a organização e a avaliação. O patrocinador responde as questões, sendo que estas são persistidas em um meio de armazenamento.
Tipo	: Primário, essencial expandido;
Referências cruzadas	: R1.2, R1.3, R1.5, R3.1, R3.2, R3.7 e R4.0
Ação do Ator	Resposta do Sistema

Caso de uso	: Realizar Pré estudo
1. O ator acessa o sistema utilizando uma chave de acesso do tipo Avaliação e seleciona a opção Realizar Pré-estudo;	2. Apresenta as seguintes opções: a. Informar dados do Patrocinador b. Informar dados do Avaliador c. Caracterizar Organização d. Definir Abrangência da Avaliação e. Caracterizar Avaliação
3. O ator escolhe uma das opções: Informar dados do Patrocinador, ver seção Patrocinador; Informar dados do Avaliador, ver seção Avaliador; Caracterizar Organização, ver seção Organização Definir Abrangência da Avaliação, ver seção Abrangência Caracterizar Avaliação, ver seção Avaliação	
Seção: Patrocinador	
1. Ator acessa o formulário de dados do Patrocinador	2. Solicita o nome, e-mail, telefone e cargo do Patrocinador (Apresenta informações gravadas anteriormente, se for o caso)
3. Informa nome, e-mail, telefone e cargo do Patrocinador	4. Solicita confirmação dos dados
5. Confirma os dados informados	6. Registra as informações
7. Segue uso do sistema	
Seção: Avaliador	
1. Ator acessa o formulário de dados do Avaliador	2. Solicita nome, e-mail, telefone e perfil profissional do avaliador conforme formulário de perfil apresentado no Anexo I deste trabalho. (Apresenta informações gravadas anteriormente, se for o caso)
3. Informa nome, e-mail, telefone e perfil profissional	4. Solicita confirmação dos dados
5. Confirma dados informados	6. Registra informações
7. Segue uso do sistema	
Seção: Organização	

Caso de uso		: Realizar Pré estudo
1. Ator acessa formulário para caracterização da organização	2. Apresenta questões referentes a caracterização da organização (Questões 5, 8, 9, 10, 11, 12 e 16 da tabela 6.4) (Apresenta informações gravadas anteriormente, se for o caso)	
3. Ator responde as questões	4. Solicita confirmação das informações	
5. Confirma dados informados	6. Registra informações	
7. Segue uso do sistema		
Seção: Abrangência		
1. Ator acessa formulário para indicar a abrangência da avaliação	2. Apresenta questão referente a abrangência da avaliação (questão 7 da tabela 6.4) Apresenta opção: Nível 2 do CMMI versão 1.1 (única disponível)	
2. Ator escolhe opção	3. Solicita confirmação da escolha	
4. Confirma escolha	5. Registra informações	
6. Segue uso do sistema		
Seção Avaliação		
1. Ator acessa formulário para caracterização da avaliação	2. Apresenta questões referentes as características da avaliação (questões 1, 3, 6, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 22 e 23 da tabela 6.4) (Uma vez caracterizada a avaliação não serão permitidas alterações)	
3. Ator responde questões	4. Solicita confirmação dos dados	
5. Confirma dados	6. Registra dados	
7. Segue uso do sistema		
		Casos de uso: o ator deve ter completado o caso de uso Iniciar.
Seqüências alternativas:		
Seção Patrocinador, Avaliador, Organização e Avaliação:		
Linha 5 - O ator pode optar pela não confirmação dos dados. Neste caso os dados informados serão desprezados pelo sistema.		
Seção Avaliador		
Seção Abrangência		
Linha 4 - O ator pode optar pela não confirmação dos dados. Neste caso os dados informados serão desprezados pelo sistema.		

TABELA 7.7 - Caso de uso Identificar Metas

Caso de uso		: Identificar Metas
Atores	: Avaliador	
Finalidade	: Identificar as metas pretendidas pela organização	
Visão geral	: O avaliador acessa o sistema, através de uma chave de avaliação, e informa o tipo e os objetivos da avaliação.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: R1.3, R1.4 e R1.5	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	

Caso de uso	: Identificar Metas
1. O ator acessa o sistema e seleciona a opção Identificar Metas;	2. Apresenta ACP's conforme abrangência do modelo de avaliação selecionado durante a fase de pré-estudo
3. Seleciona ACP's desejadas Todas, para avaliação por estágios Uma ou mais, para avaliação contínua	4. Solicita confirmação dos dados (Após a confirmação não será permitida alteração dos dados)
5. Confirma dados	6. Registra dados
7. Segue uso do sistema	
	Casos de uso realizados previamente: Iniciar e Realizar Pré-estudo.
Seqüência alternativa:	
Linha 5 – O ator pode optar pela não confirmação dos dados. Neste caso os dados informados serão desprezados pelo sistema.	

TABELA 7.8 - Caso de uso Produzir Plano de Avaliação

Caso de uso	: Produzir Plano de Avaliação
Atores	: Avaliador
Finalidade	: Associar as metas desejadas pela organização a medidas de qualidade sujeitas a avaliação.
Visão geral	: O avaliador acessa o sistema, utilizando uma chave de acesso do tipo avaliação, e realiza a seleção das metas e medidas de qualidade que serão avaliadas para cada ACP. O resultado desta avaliação determinará o questionário da qualidade que será aplicado.
Tipo	: Primário, essencial expandido;
Referências cruzadas	: R1.3, R.14 e R1.5
Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Ator acessa a opção Produzir Plano de Avaliação	2. Apresenta as ACP's selecionadas para a avaliação
3. Seleciona uma ACP	4. Apresenta o conjunto de metas associado a ACP
5. Seleciona as metas desejadas (recomenda-se todas)	6. Apresenta as medidas de qualidade associadas a cada meta e solicita confirmação
7. Confirma seleção	8. Registra informação
9. Prossegue da mesma forma até que todas as ACP's tenham sido configuradas	
	Casos de uso realizados previamente: Iniciar, Registrar Pré-estudo e Identificar Metas
Seqüência alternativa	
Linha 7 – O ator pode optar pela não confirmação dos dados. Neste caso os dados informados serão desprezados pelo sistema.	

TABELA 7.9 - Caso de uso Produzir Plano de Medição

Caso de uso	: Produzir Plano de Medição	
Atores	: Avaliador	
Finalidade	: Planejar as atividades de avaliação	
Visão geral	: O avaliador acessa o sistema, utilizando uma chave de acesso do tipo avaliação, e informa as atividades que serão desenvolvidas durante a avaliação. Esta opção também disponibilizará dados sobre o andamento destas atividades.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: R1.7 e R1.8	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Seleciona a opção Produzir Plano de Medição	2. Apresenta questões sobre planejamento de atividades (questões 4 e 14 da tabela 6.4) Para cada atividade solicita data de início prevista, número de horas previsto e tipo da atividade (Coletar Dados, Validar Dados, Analisar Dados, Registrar Conceitos ou Armazenar Avaliação) Apresenta, também, as atividades incluídas anteriormente com informações sobre sua conclusão.	
3. Para cada atividade informar a data de início prevista e o número de horas previsto.	4. Solicitar confirmação do registro dos dados Se tipo de atividade for igual a Coletar Dados gerar chave de acesso do tipo questionário e associar a atividade	
5. Confirma gravação das respostas	6. Registra os dados	
7. Segue uso do sistema A atividade do tipo Coletar Dados ocorre uma vez para cada questionário que será respondido as demais somente uma vez		
	Casos de uso previamente realizados: Iniciar, Realizar Pré-estudo, Identificar metas e Produzir plano de avaliação	
Seqüência alternativa		
Linha 5 – O ator pode optar pela não confirmação dos dados. Neste caso os dados informados serão desprezados pelo sistema.		

TABELA 7.10 - Casos de uso Coletar e Validar Dados

Caso de uso	: Coletar e Validar Dados	
Atores	: Avaliador e Colaborador	
Finalidade	: Responder questionário de avaliação	
Visão geral	: O ator Colaborador acessa o sistema através de uma chave de acesso do tipo questionário e responde as questões selecionadas para as metas da organização a partir do questionário da maturidade.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: R1.5, R3.3, R3.4, R3.6 e R3.7	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Seleciona a opção Coletar e Validar Dados		
2. Acessa formulário de Coleta de dados	3. Solicita preenchimento de questionário quanto ao perfil do colaborador (Anexo I)	
4. Responde questionário	5. Registra dados	
6. Acessa questionário da maturidade	7. Apresenta questões do questionário da maturidade de acordo com as metas e medidas de qualidade anteriormente selecionadas	
8. Seleciona questão	9. Apresenta as respostas possíveis (Sim ou Não) e solicita uma observação sobre a resposta	
10. Responde questão	11. Apresenta próximas questões e, ao final, solicita confirmação dos dados	
12. Confirma os dados	13. Registra os dados mais duração da atividade (Não há alteração dos dados gravados)	
14. Encerra uso do sistema		
	Casos de uso previamente realizados: Iniciar, Realizar Pré-estudo, Identificar metas, Produzir plano de avaliação e Produzir plano de medição	

TABELA 7.11 - Caso de uso Analisar Dados

Caso de uso	: Analisar Dados	
Atores	: Avaliador	
Finalidade	: Analisar as respostas dadas ao questionário da maturidade e registrar evidências de prática na organização.	
Visão geral	: O Avaliador acessa o sistema, chave de acesso do tipo avaliação, analisa as respostas dadas ao questionário da maturidade e registra evidências de prática para as respostas fornecidas pelos colaboradores. Com base nestas informações a ferramenta poderá montar e emitir o relatório da avaliação.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: R1.5, R1.7, R3.5, R3.8 e R3.9	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Seleciona a opção Analisar Dados	2. Apresenta ACP selecionadas para avaliação	
3. Seleciona uma ACP	4. Apresenta as metas da ACP	
5. Seleciona uma Meta	6. Apresenta as questões referentes a meta	
7. Seleciona uma questão	8. Apresenta resumo contendo os totais por tipo resposta para a questão selecionada	
9. Procede da mesma forma para visualizar todas as informações e executa caso de uso Registrar Evidências para cada meta selecionada	10. Após efetuar o registro de evidências para todas as metas apresenta a opção "Emitir Relatório da Avaliação"	
11. Ator seleciona a opção	12. Sistema emite relatório contendo: - Caracterização da organização avaliada; - Patrocinador; - Avaliador; - Metas para a Avaliação; - Perfil dos Colaboradores; - Resumo da análise dos dados (Nível CMM, ACP, meta, evidências por meta, questões com totais por tipo de resposta e classificação por ACP e CMM, conforme descrito no capítulo 6 item 6.8 deste trabalho).	
13. Ator encerra caso de uso		
	Casos de uso previamente realizados: Iniciar, Realizar Pré-estudo, Identificar metas, Produzir plano de avaliação, Produzir plano de medição e Coletar e Validar Dados	

TABELA 7.12 - Caso de uso Registrar Evidências

Caso de uso	: Registrar Evidências	
Atores	: Avaliador	
Finalidade	: Registrar as evidências de prática obtidas junto a verificação dos processos e projetos da organização para o objeto avaliado.	
Visão geral	: Avaliador acessa o sistema e registra evidências objetivas de prática para cada meta.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	:	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Seleciona meta;	2. Apresenta resumo das respostas para a meta selecionada;	
3. Informa evidências de prática	4. Registra evidência e solicita tempo gasto com atividade de Validar dados	
5. Informa tempo gasto	6. Solicita confirmação dos dados	
7. Confirma os dados	8. Registra os dados	
9. Segue uso do sistema		
	Casos de uso previamente realizados: Iniciar, Realizar Pré-estudo, Identificar metas, Produzir plano de avaliação, Produzir plano de medição e Coletar e Validar Dados	

TABELA 7.13 - Caso de uso Armazenar Avaliação

Caso de uso	: Armazenar Avaliação	
Atores	: Avaliador, Patrocinador	
Finalidade	: Registrar o encerramento e a concordância da organização com os resultados obtidos pela avaliação.	
Visão geral	: Avaliador, Patrocinador e organização revisam os resultados obtidos na avaliação e concordam com seu encerramento. Após o encerramento a avaliação somente estará disponível para consulta.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: 4.1 e 5.1	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Avaliador acessa o sistema, utilizando uma chave de acesso avaliação, e seleciona a opção Armazenar Avaliação;	2. Apresenta data do dia e solicita confirmação quanto ao valor apresentado e quanto a concordância da organização com a avaliação;	
2. Confirma os dados;	3. Registra os dados e encerra avaliação	
4. Encaminha relatórios da avaliação para o patrocinador e encerra a avaliação	5. Registra o encerramento da avaliação	
13. Encerra sistema		

TABELA 7.14 - Gerar Chaves de Acesso

Caso de uso	: Gerar Chaves de Acesso	
Atores	: Iniciar e Produzir Plano Avaliação	
Finalidade	: Gerar uma chave única de identificação para avaliações e atividades de coleta de dados.	
Visão geral	: Quando da criação de uma avaliação uma chave de acesso a mesma é gerada, o mesmo ocorre quando da definição de atividades de coleta de dados.	
Tipo	: Primário, essencial expandido;	
Referências cruzadas	: 1.1	
Ação do Ator	Resposta do Sistema	
1. Solicita geração de chave	2. Aplica algoritmo para geração de chave e fornece nova chave	
3. Chave gerada		
Sequências Alternativas:		
Em caso de erro na geração de chaves abortar execução do sistema e registrar o erro em um arquivo de log.		

A figura 7.1 ilustra o relacionamento entre os atores do sistema e os diversos casos de uso descritos.

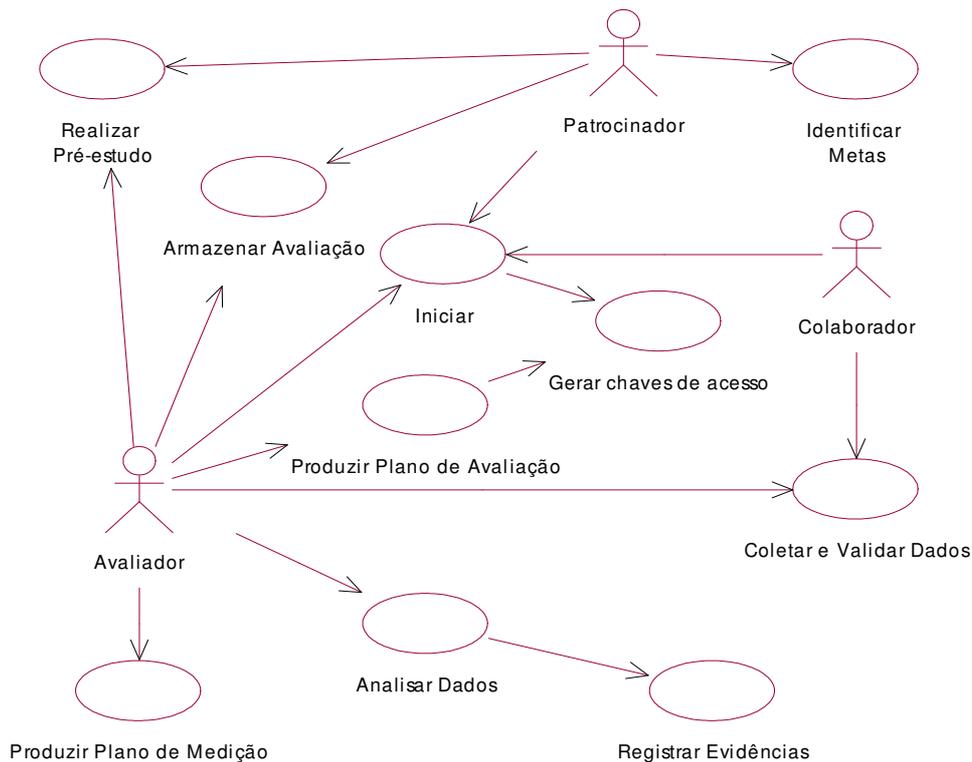


FIGURA 7.1 - Diagrama de Casos de Uso

7.3 Diagramas de Seqüência

Esta seção apresenta os diagramas que demonstram a seqüência de ocorrência das ações desenvolvidas pelos atores do sistema. Foram desenvolvidos diagramas de acordo com os casos de uso descritos.

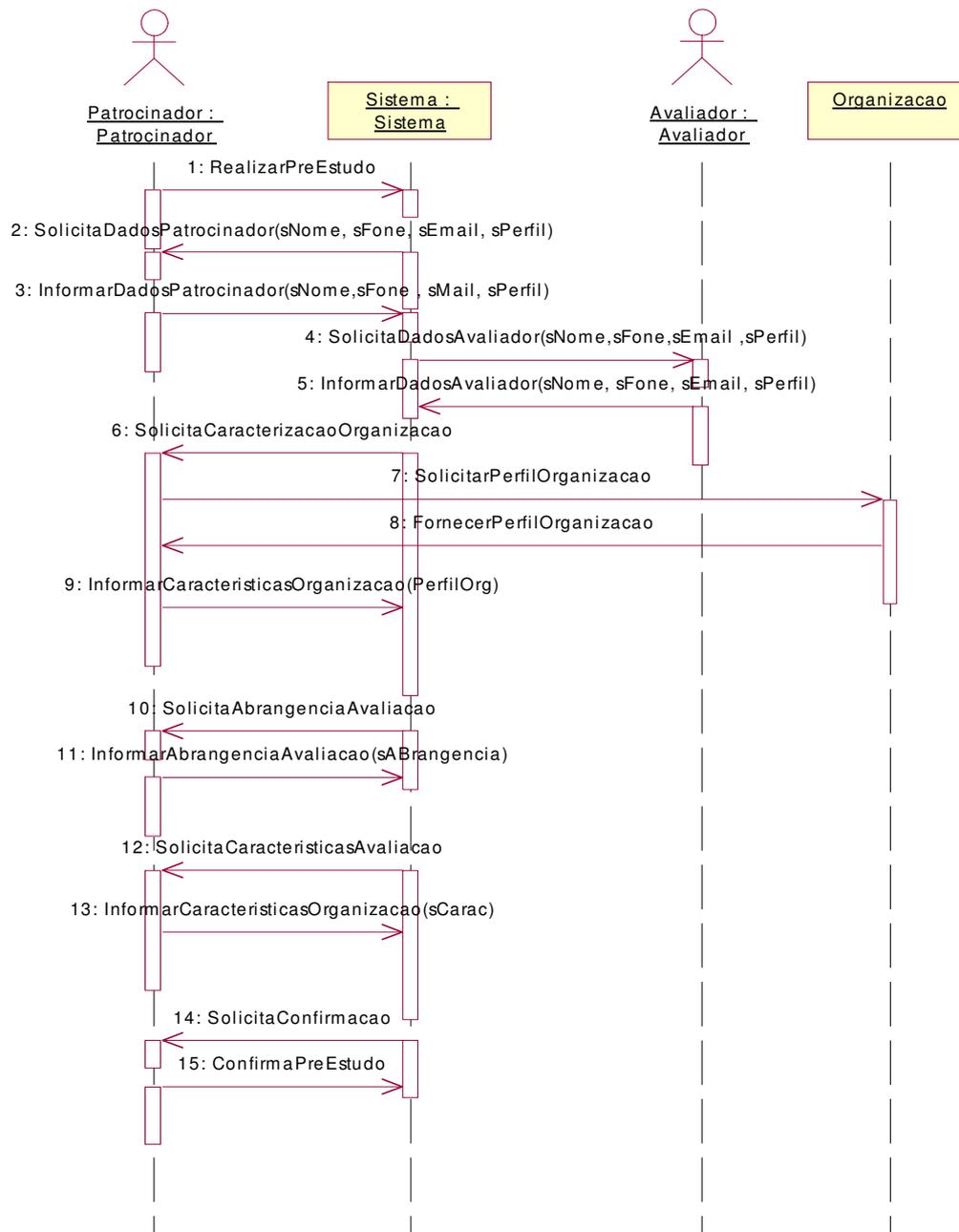


FIGURA 7.2 - Diagrama de Seqüência - Pré-estudo

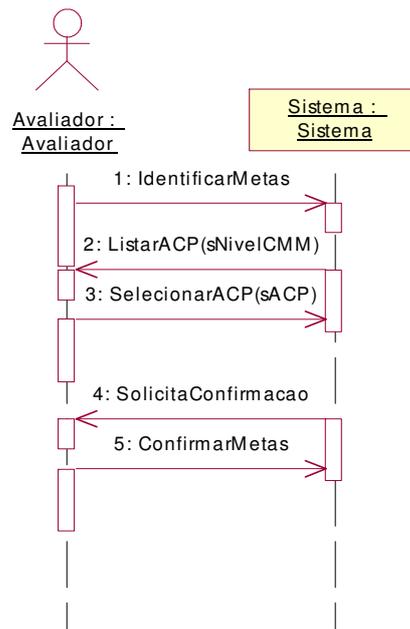


FIGURA 7.3 - Diagrama de Seqüência - Identificar Metas

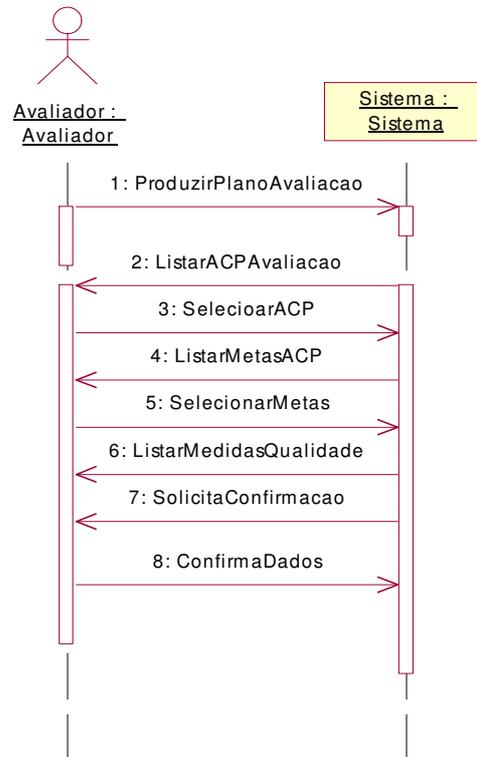


FIGURA 7.4 - Diagrama de Sequência - Planejar Avaliação

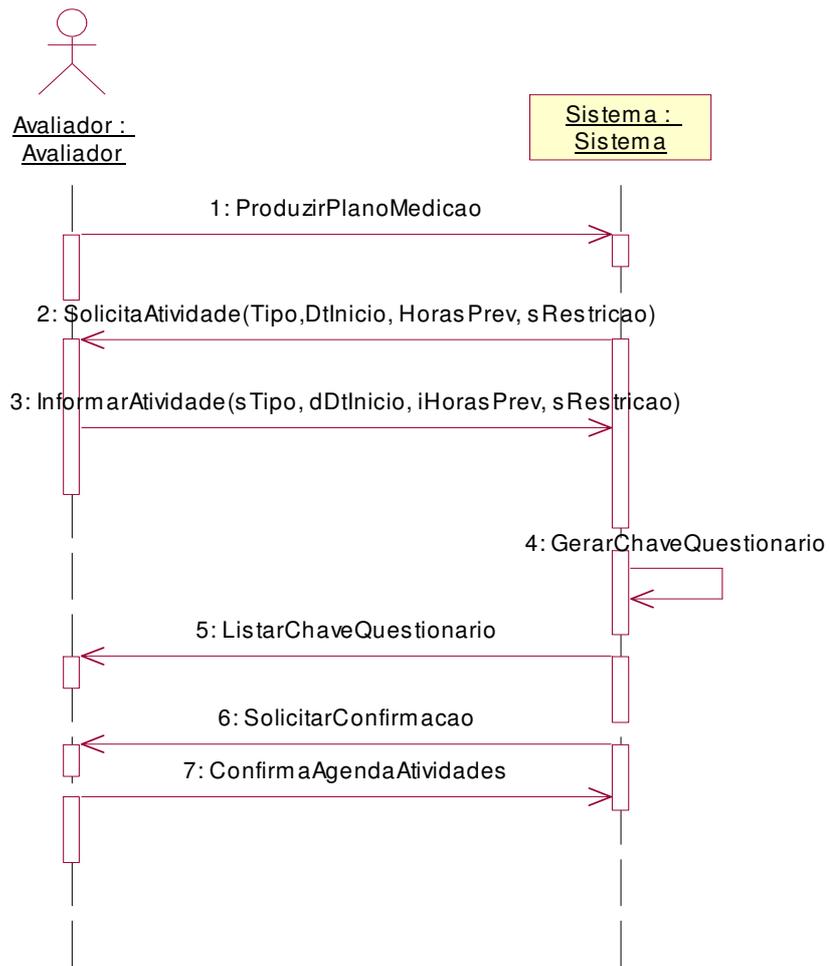


FIGURA 7.5 - Diagrama de Seqüência - Planejar Medição

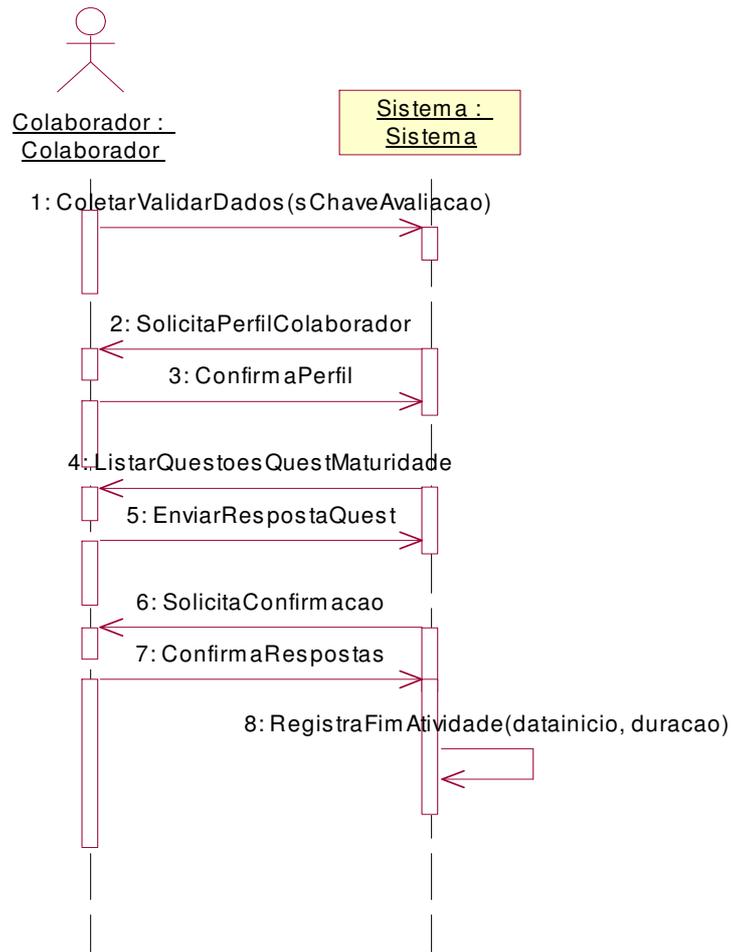


FIGURA 7.6 - Diagrama de Seqüência - Coletar e validar dados (colaborador)

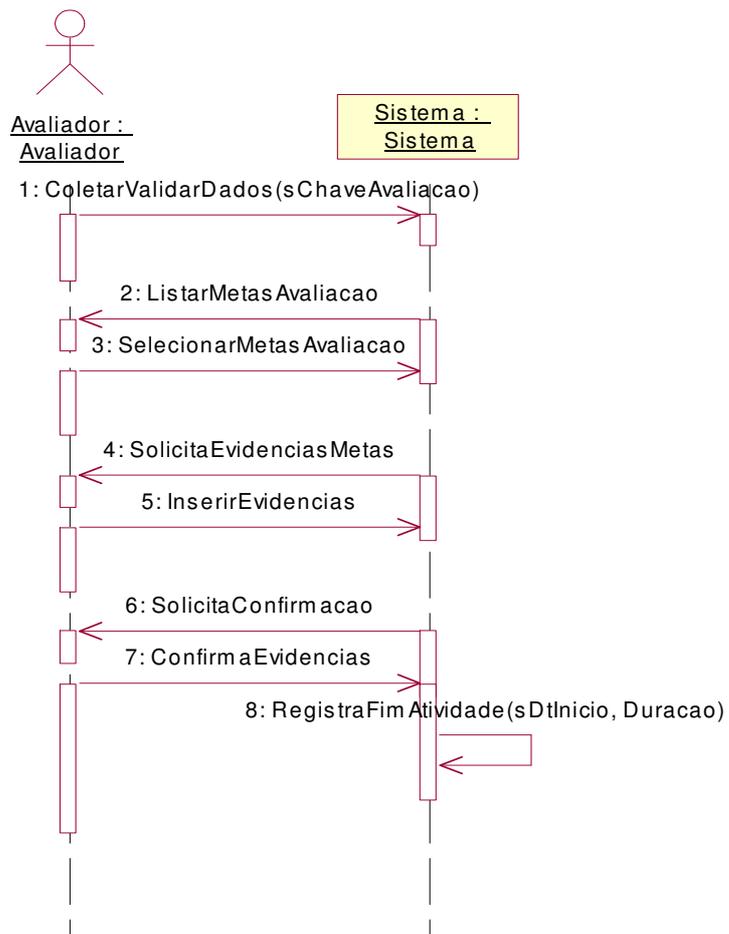


FIGURA 7.7 - Diagrama de Seqüência - Coletar e validar dados (Avaliador)

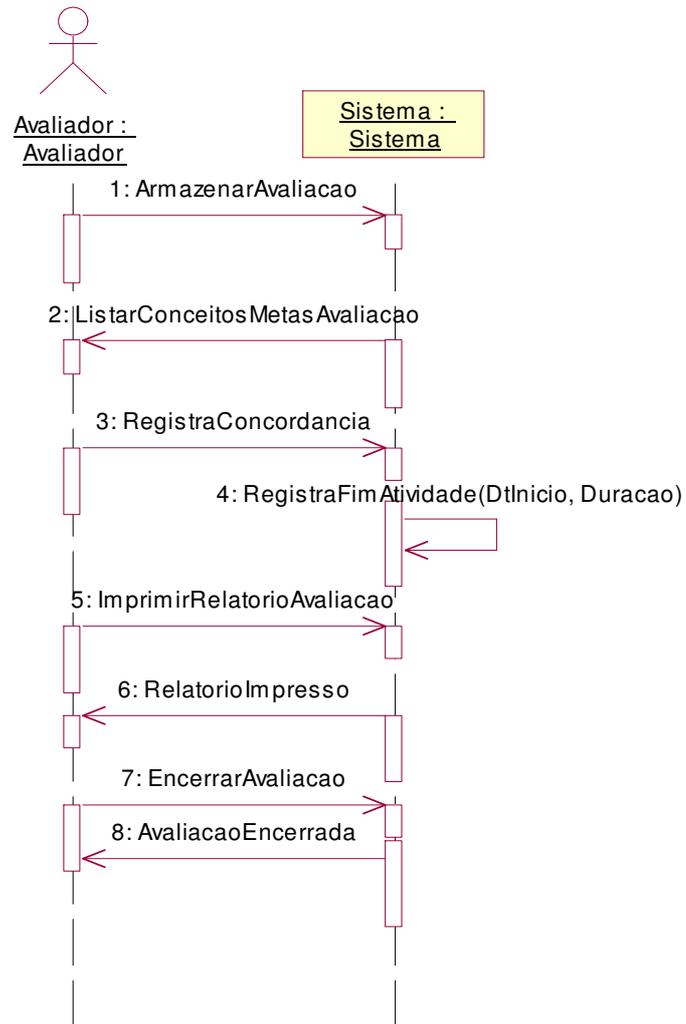


FIGURA 7.8 - Diagrama de Sequência - Armazenar Avaliação

7.4 Diagrama de Classes

Esta seção apresenta o diagrama de classes do sistema e a descrição de cada uma das classes.

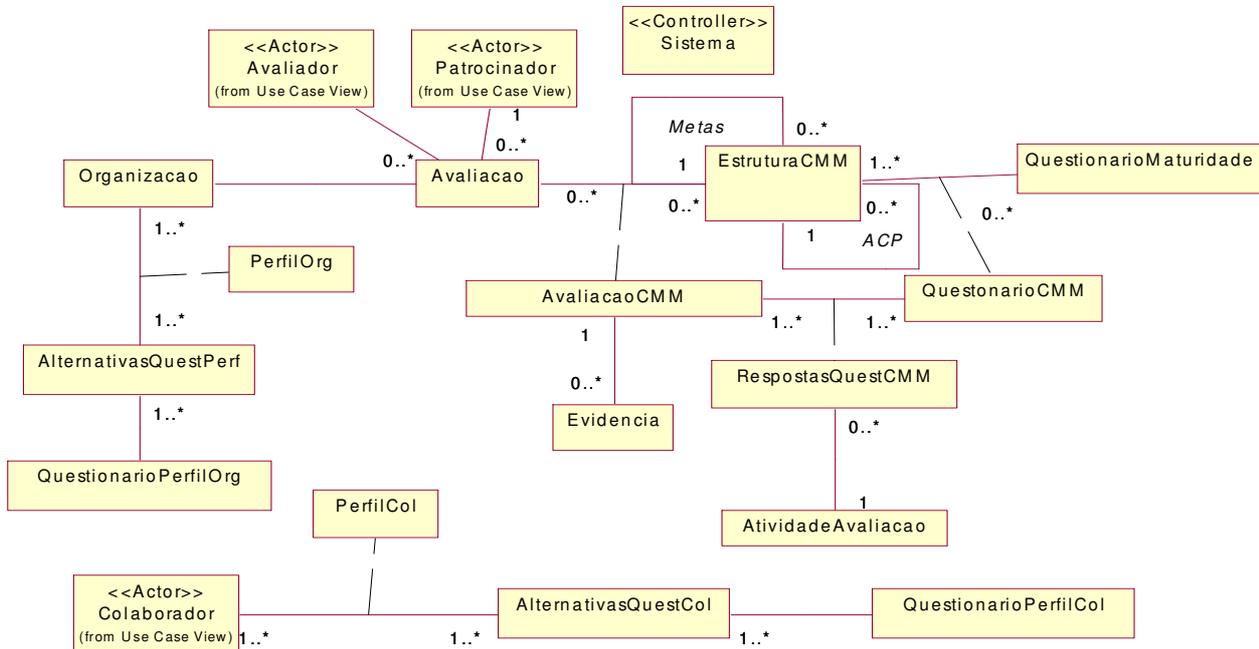


FIGURA 7.9 - Diagrama de Classes

7.4.1 Descrição das classes

TABELA 7.15 - Classe Avaliador

Finalidade	
Registrar os responsáveis pela condução do processo de avaliação	
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdAvaliador	Chave de identificação do avaliador
NomeAvaliador	Nome do avaliador
FoneAvaliador	Telefone de contato do avaliador
EmailAvaliador	Email de contato do avaliador
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirAvaliador	Incluir avaliador na base de dados
AlterarAvaliador	Alterar dados do avaliador na base de dados
ExcluirAvaliador	Excluir dados do avaliador da base de dados
SelecionarAvaliador	Selecionar um avaliador específico
ListarAvaliador	Listar todos os avaliadores cadastrados

TABELA 7.16 - Classe Patrocinador

Finalidade	Registrar os responsáveis por fornecer suporte e recursos para a ocorrência do processo de avaliação
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdPatrocinador	Chave de identificação do patrocinador
NomePatrocinador	Nome do patrocinador
FonePatrocinador	Telefone de contato do patrocinador
EmailPatrocinador	Email de contato do patrocinador
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirPatrocinador	Incluir patrocinador na base de dados
AlterarPatrocinador	Alterar dados do patrocinador na base de dados
ExcluirPatrocinador	Excluir dados do patrocinador da base de dados
SelecionarPatrocinador	Selecionar um patrocinador específico
ListarPatrocinador	Listar todos os patrocinadores cadastrados

TABELA 7.17 - Classe Sistema

Finalidade	Servir de representação do sistema para o acesso às funções e objetos do sistema. Conforme o método solicitado outros objetos serão instanciados para executar a função solicitada.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
ChaveMestre	Chave de acesso mestre para o sistema
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
Iniciar	Executar atividades do caso de uso iniciar
GerarChaveAcesso	Executar atividades do caso de uso gerar chave de acesso
ListarOpcoesAcesso	Listar opções de acesso ao sistema
AvaliarChaveAcesso	Avaliar chave informada para permitir acesso ao sistema
RealizarPreEstudo	Executar atividades do caso de uso realizar pré estudo
IdentificarMetas	Executar atividades do caso de uso Identificar metas
ProduzirPlanoAvaliacao	Executar atividades do caso de uso Produzir plano de avaliação
ProduzirPlanoMedicao	Executar atividades do caso de uso Produzir plano de medição
ColetarValidarDados	Executar atividades do caso de uso Coletar e validar dados
AnalisarDados	Executar atividades do caso de uso Analisar dados
ArmazenarDados	Executar atividades do caso de uso Armazenar dados

TABELA 7.18 - Colaborador

Finalidade	Registrar os profissionais que fornecerão informações à avaliação
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdColaborador	Chave de identificação do colaborador
NomeColaborador	Nome do colaborador
FoneColaborador	Telefone de contato do colaborador
EmailColaborador	Email de contato do colaborador
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirColaborador	Incluir colaborador na base de dados
AlterarColaborador	Alterar dados do colaborador na base de dados
ExcluirColaborador	Excluir dados do colaborador da base de dados
SelecionarColaborador	Selecionar um colaborador específico
ListarColaborador	Listar todos os colaboradores cadastrados

TABELA 7.19 - QuestionarioPerfilCol

Finalidade	Registrar as questões relativas ao perfil profissional dos colaboradores
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdQuestPerfCol	Chave de identificação da questão
QuestPerfCol	Descrição da questão
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirQuestPerfCol	Incluir questão na base de dados
AlterarQuestPerfCol	Alterar dados da questão na base de dados
ExcluirQuestPerfCol	Excluir dados da questão da base de dados
SelecionarQuestPerfCol	Selecionar uma questão específico
ListarQuestPerfCol	Listar todos as questões cadastradas

TABELA 7.20 - AlternativasQuestCol

Finalidade	Registrar as alternativas de resposta para cada questão do perfil profissional dos colaboradores
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
Id AltQuestCol	Chave de identificação da alternativa
AltQuestCol	Descrição da alternativa
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirAltQuestCol	Incluir alternativa na base de dados
AlterarAltQuestCol	Alterar dados da alternativa na base de dados
ExcluirAltQuestCol	Excluir dados da alternativa da base de dados
SelecionarAltQuestCol	Selecionar uma alternativa específico
ListarAltQuestCol	Listar todos as alternativas cadastradas

TABELA 7.21 - PerfilCol

Finalidade	Registrar a associação entre as alternativas de resposta selecionadas e os colaboradores a que se referem
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdAltQuestCol	Chave de identificação da alternativa
IdColaborador	Chave de identificação do colaborador
DataPerfilCol	Data de inclusão do perfil
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirPerfilCol	Incluir perfil na base de dados
AlterarPerfilCol	Alterar dados do perfil na base de dados
ExcluirPerfilCol	Excluir dados do perfil da base de dados
SelecionarPerfilCol	Selecionar um perfil específico
ListarPerfilCol	Listar todos os perfis cadastrados

TABELA 7.22 - Organizacao

Finalidade	Registrar a organização na qual se desenvolve o processo de avaliação
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdOrganizacao	Chave de identificação da organização
CNPJOrganizacao	CNPJ da organização avaliada
NomeOrganizacao	Nome da organização avaliada
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirOrganizacao	Incluir organização na base de dados
AlterarOrganizacao	Alterar dados da organização na base de dados
ExcluirOrganizacao	Excluir dados da organização da base de dados
SelecionarOrganizacao	Selecionar uma organização específica
ListarOrganizacao	Listar todas as organizações cadastradas

TABELA 7.23 - QuestionarioPerfilOrg

Finalidade	Registrar as questões relativas ao perfil da organização avaliada
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdQuestPerfOrg	Chave de identificação da questão
QuestPerfOrg	Descrição da questão
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirQuestPerfOrg	Incluir questão na base de dados
AlterarQuestPerfOrg	Alterar dados da questão na base de dados
ExcluirQuestPerfOrg	Excluir dados da questão da base de dados
SelecionarQuestPerfOrg	Selecionar uma questão específico
ListarQuestPerfOrg	Listar todas as questões cadastradas

TABELA 7.24 - AlternativasQuestPerf

Finalidade	Registrar as alternativas de resposta para cada questão do perfil da organização
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
Id AltQuestPerf	Chave de identificação da alternativa
AltQuestPerf	Descrição da alternativa
IdQuestPerfOrg	Chave do questionário perfil organização
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirAltQuestPerf	Incluir alternativa na base de dados
AlterarAltQuestPerf	Alterar dados da alternativa na base de dados
ExcluirAltQuestPerf	Excluir dados da alternativa da base de dados
SelecionarAltQuestPerf	Selecionar uma alternativa específico
ListarAltQuestPerf	Listar todas as alternativas cadastradas

TABELA 7.25 - PerfilOrg

Finalidade	Registrar a associação entre as alternativas de resposta selecionadas e a organização a que se referem
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdAltQuestPerf	Chave de identificação da alternativa
IdOrganizacao	Chave de identificação da organização
DataPerfilOrg	Data de inclusão do perfil
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirPerfilOrg	Incluir perfil na base de dados
AlterarPerfilOrg	Alterar dados do perfil na base de dados
ExcluirPerfilOrg	Excluir dados do perfil da base de dados
SelecionarPerfilOrg	Selecionar um perfil específico
ListarPerfilOrg	Listar todos os perfis cadastrados

TABELA 7.26 - Avaliacao

Classe Avaliação	Descrição
Finalidade	Registrar as informações referentes a avaliação realizada
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
ChaveAvaliacao	Chave de identificação da avaliação
ObjetivoAvaliacao	Descrição dos objetivos da organização com a avaliação
PrazoMaximoAvaliacao	Prazo máximo para encerramento da avaliação
RecursosAvaliacao	Recursos disponíveis para a avaliação
TipoAvaliacao	Tipo da avaliação (1 - Estágios, 2 - Contínua)
AvaliacaoPublica	Determinar se os resultados da avaliação são de uso público
DataInicio	Data de início da avaliação
DataEncerramento	Data de encerramento da avaliação

Classe Avaliação	Descrição
AvaliacaoAceita	Indicador de aceitação da avaliação por parte da organização
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirAvaliacao	Incluir avaliação na base de dados
AlterarAvaliacao	Alterar dados da avaliação na base de dados
ExcluirAvaliacao	Excluir dados da avaliação da base de dados
SelecionarAvaliacao	Selecionar uma avaliação específica
ListarAvaliacao	Listar todas as avaliações cadastradas
EncerrarAvaliacao	Atualizar avaliação com dados de encerramento
ImprimirAvaliacao	Imprimir relatório com resultados da avaliação

TABELA 7.27 - EstruturaCMM

Finalidade	Registrar as informações referentes aos níveis CMM, suas ACP e Metas em uma única classe.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdEstruturaCMM	Chave de identificação da estrutura
IdNivelCMM	Chave de identificação do nível CMM
IdACP	Chave de identificação da ACP
IdMeta	Chave de identificação da Meta
DescEstruturaCMM	Descrição do nível da estrutura registrado
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirEstruturaCMM	Incluir nível da estrutura na base de dados
AlterarEstruturaCMM	Alterar dados do nível da estrutura na base de dados
ExcluirEstruturaCMM	Excluir dados do nível da estrutura da base de dados
SelecionarEstruturaCMM	Selecionar um nível da estrutura específico
ListarEstruturaCMM	Listar todos os níveis da estrutura cadastrados

TABELA 7.28 - AvaliacaoCMM

Classe AvaliacaoCMM	Descrição
Finalidade	Registrar o relacionamento entre a avaliação e suas metas na estrutura CMM.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdAvaliacaoCMM	Chave das metas selecionadas para avaliação
IdEstruturaCMM	Chave de identificação do nível CMM
ChaveAvaliacao	Chave de identificação da Avaliação
ClassificacaoNivelCMM	Grau de satisfação obtido após a análise dos dados da avaliação para determinado nível do CMM ou ACP.
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirAvaliacaoCMM	Incluir avaliação na base de dados
AlterarAvaliacaoCMM	Alterar dados da avaliação na base de dados
ExcluirAvaliacaoCMM	Excluir dados da avaliação da base de dados
SelecionarAvaliacaoCMM	Selecionar uma avaliação específica

Classe AvaliacaoCMM	Descrição
ListarAvaliacaoCMM	Listar todas as avaliações cadastradas

TABELA 7.29 - Evidencia

Finalidade	Registrar as evidências de prática encontradas para as metas de avaliação selecionadas.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdEvidencia	Chave de identificação do nível CMM
IdAvaliacaoCMM	Chave das metas selecionadas para uma avaliação
DescEvidencia	Descrição objetivas das evidências de prática encontradas na organização para determinada ACP
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirEvidencia	Incluir evidência na base de dados
AlterarEvidencia	Alterar dados da evidência na base de dados
ExcluirEvidencia	Excluir dados da evidência da base de dados
SelecionarEvidencia	Selecionar uma evidência específica
ListarEvidencia	Listar todas as evidências cadastradas

TABELA 7.30 - QuestionarioMaturidade

Finalidade	Registrar as questões referentes a todas as metas da estrutura CMM
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdQuestMat	Chave de identificação da questão
QuestMat	Descrição da questão
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirQuestMat	Incluir questão na base de dados
AlterarQuestMat	Alterar dados da questão na base de dados
ExcluirQuestMat	Excluir dados da questão da base de dados
SelecionarQuestMat	Selecionar uma questão específica
ListarQuestMat	Listar todas as questões cadastradas

TABELA 7.31 - QuestionarioCMM

Classe QuestionarioCMM	Descrição
Finalidade	Registrar a associação entre as questões do questionário CMM as suas metas específicas.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdQuestCMM	Chave de identificação da associação
IdQuestMat	Chave de identificação da questão
IdEstruturaCMM	Chave de identificação para a estrutura CMM
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirQuestCMM	Incluir questão na base de dados
AlterarQuestCMM	Alterar dados da questão na base de dados
ExcluirQuestCMM	Excluir dados da questão da base de dados

Classe QuestionarioCMM	Descrição
SelecionarQuestCMM	Selecionar uma questão específica
ListarQuestCMM	Listar todas as questões cadastradas

TABELA 7.32 - RespostasQuestCMM

Finalidade	Registrar a associação entre as metas selecionadas para a avaliação, as questões referentes a cada meta e as respostas fornecidas pelos colaboradores.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
IdQuestCMM	Chave de identificação das questões associadas a cada meta do CMM
IdAvaliacaoCMM	Chave de identificação das metas selecionadas para a avaliação
ChaveQuestionario	Chave de identificação para a atividade de coleta de dados
RespSim	Resposta positiva (sim) para a questão
RespNao	Resposta negativa (não) para a questão
RespNS	Resposta indiferente (não sabe) para a questão
RespNA	Resposta não se aplica para a questão
RespPercentual	Percentual de conformidade dos projetos ou processos para a questão (0-100)
ObservacaoResp	Observação sobre a resposta dada
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirRespQuestCMM	Incluir resposta na base de dados
AlterarRespQuestCMM	Alterar dados da resposta na base de dados
ExcluirRespQuestCMM	Excluir dados da resposta da base de dados
SelecionarRespQuestCMM	Selecionar uma resposta específica
ListarRespQuestCMM	Listar todas as respostas cadastradas

TABELA 7.33 - AtividadeAvaliacao

Finalidade	Registrar as atividades de coleta de dados existentes para a avaliação.
Atributos	
Nome do atributo	Descrição do atributo
ChaveQuestionario	Chave de identificação da atividade
DescAtividade	Descrição da atividade
DtHrInicio	Data e hora de início da atividade
DtHrFim	Data e hora de fim da atividade
Métodos	
Nome do método	Descrição do método
InserirAtividade	Incluir atividade na base de dados
AlterarAtividade	Alterar dados da atividade na base de dados
ExcluirAtividade	Excluir dados da atividade da base de dados
SelecionarAtividade	Selecionar uma atividade específica
ListarAtividade	Listar todas as atividades cadastradas

7.5 Diagramas de Colaboração

Esta seção apresenta os diagramas responsáveis por demonstrar a seqüência de criação e os relacionamentos entre os objetos do sistema em tempo de execução. Foram criados diagramas de acordo com os casos de uso descritos anteriormente.

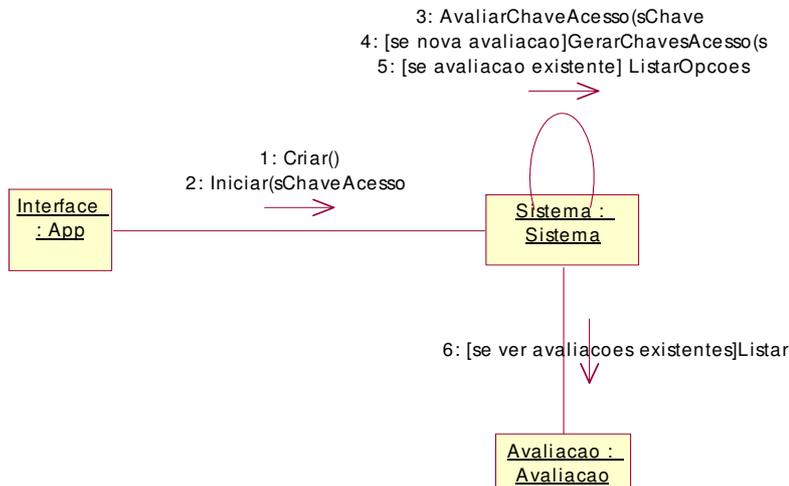


FIGURA 7.10 - Diagrama de colaboração - Iniciar

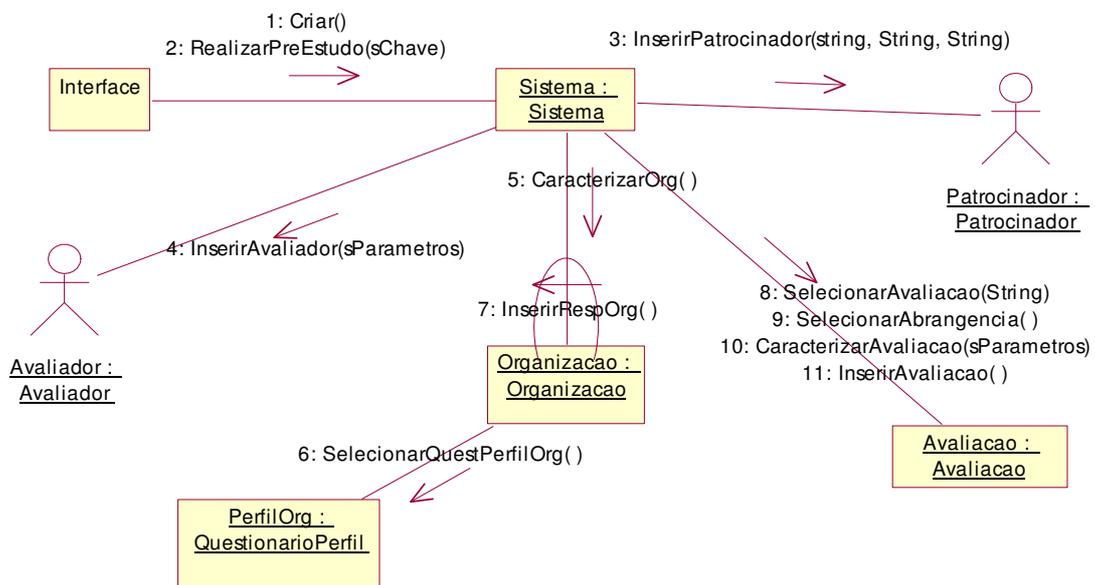


FIGURA 7.11 - Diagrama de colaboração - Pré-estudo

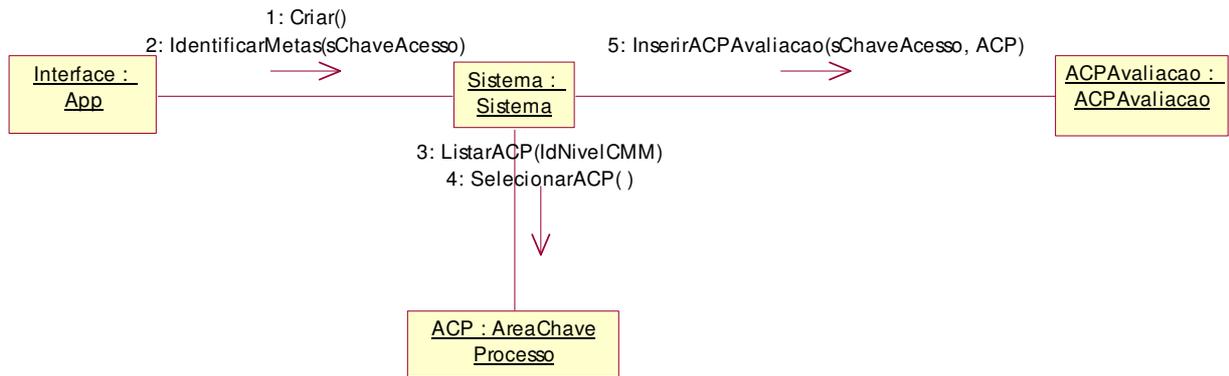


FIGURA 7.12 - Diagrama de colaboração - Identificar Metas

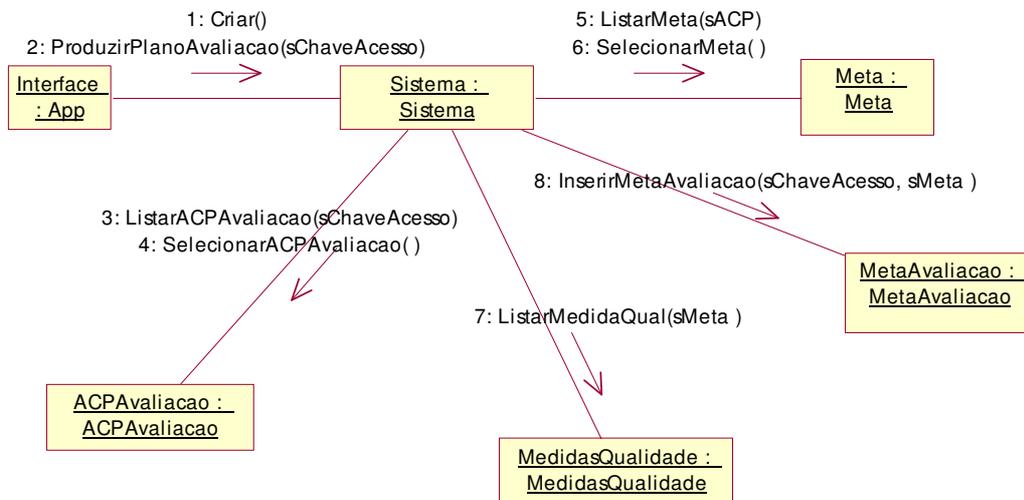


FIGURA 7.13 - Diagrama de colaboração - Planejar Avaliação

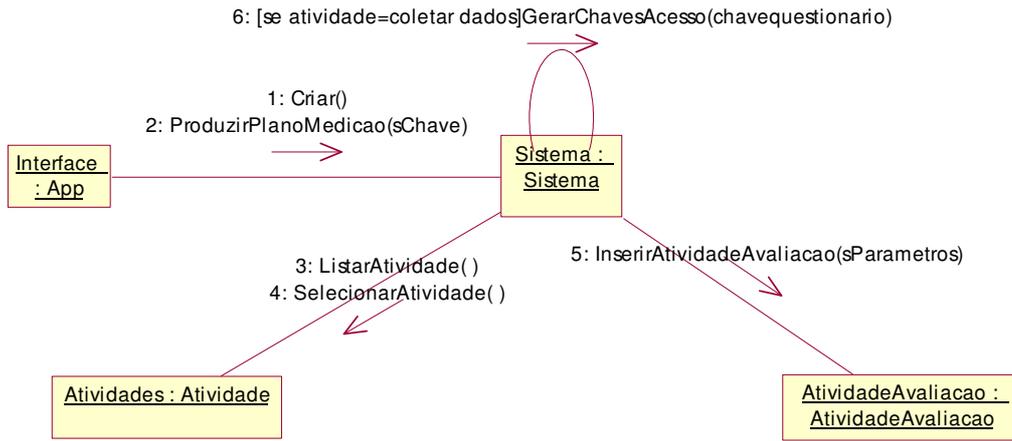


FIGURA 7.14 - Diagrama de colaboração - Planejar medição

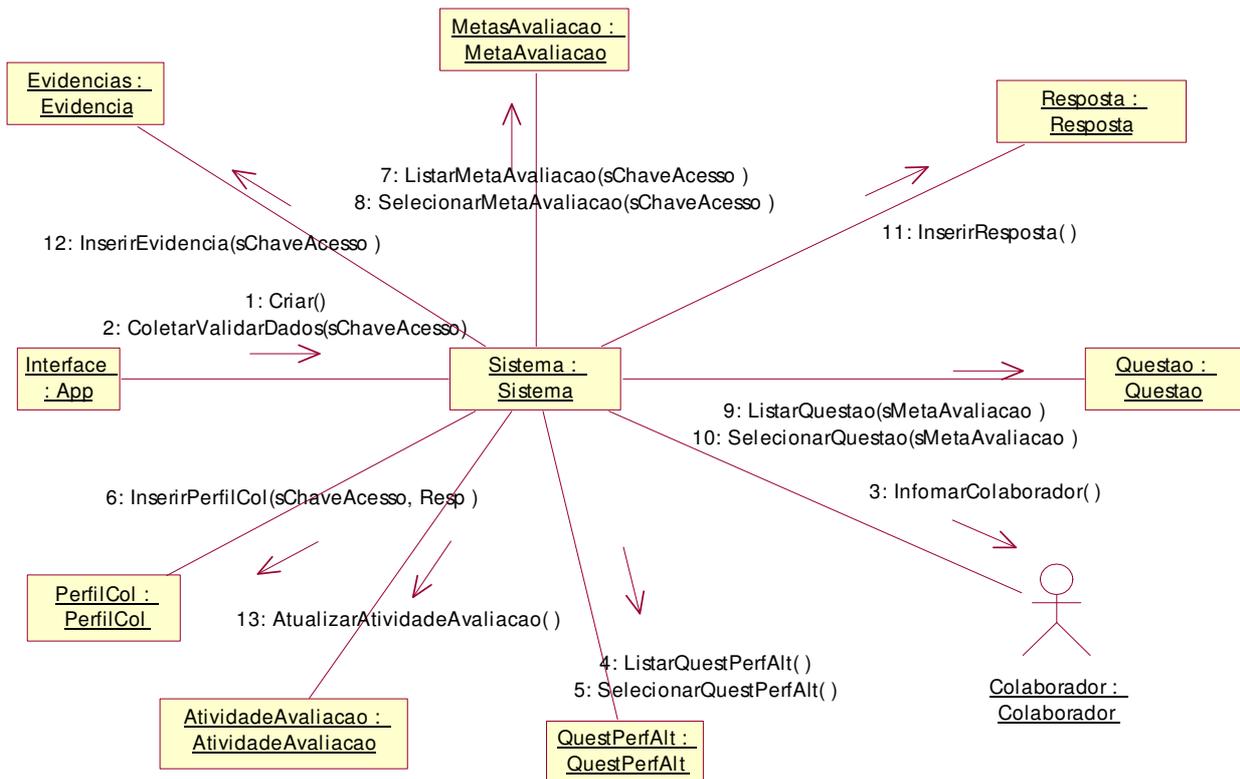


FIGURA 7.15 - Diagrama de colaboração - Coletar e validar dados

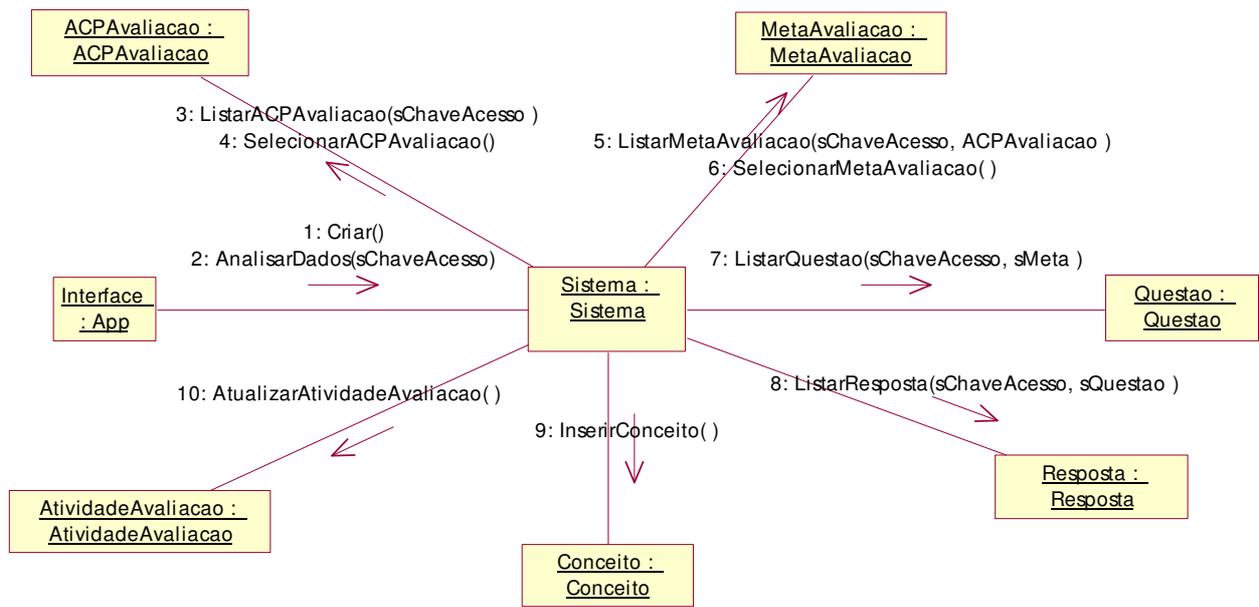


FIGURA 7.16 - Diagrama de colaboração - Analisar dados

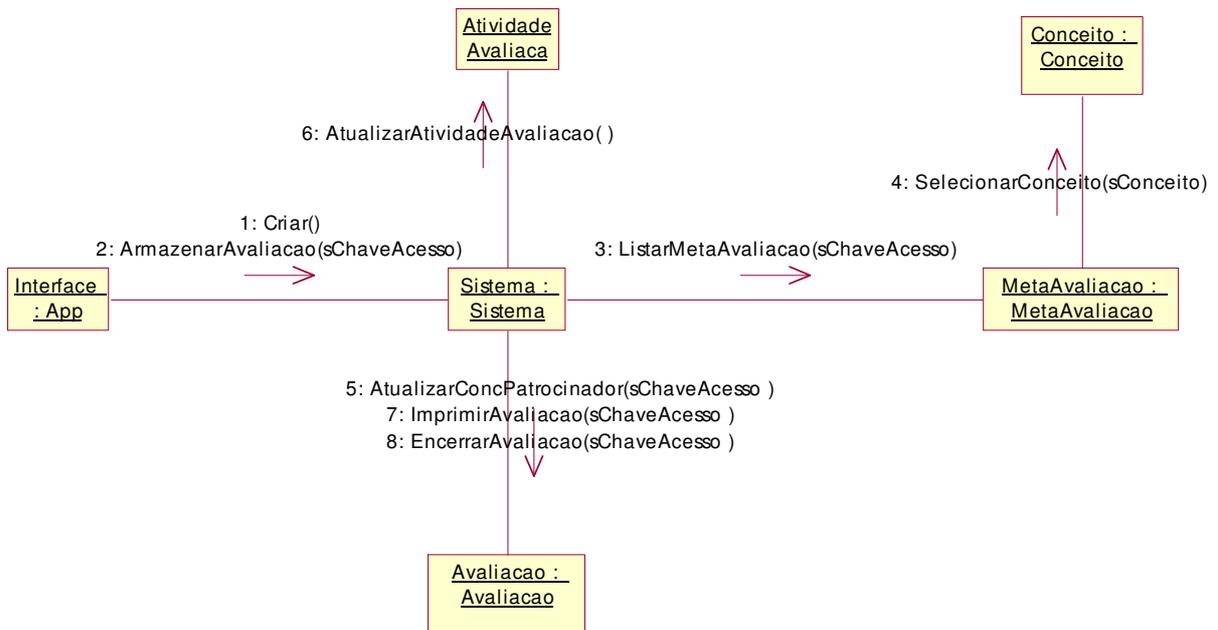


FIGURA 7.17 - Diagrama de colaboração - Armazenar avaliação

8 Estudo de Caso

8.1 DWA – Informática Ltda

Patrocinador: Sr. Abio Luis Luz Conceição

Avaliador: Sr. Fábio Dal'Osto

TABELA 8.1 - DWA - Caracterização da Organização

Nome	DWA Informática LTDA
CNPJ	03.652.938/0001-84
Objetivos da unidade avaliada	Desenvolvimento de sistemas de informação customizados para empresas públicas e privadas
Unidade da organização avaliada	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas
Tamanho da unidade avaliada	Entre 1 e 20 membros
Domínio das aplicações ou serviços da unidade	Sistemas para área administrativa/comercial
Qual a característica de tamanho dos produtos e serviços da unidade avaliada	Projetos com duração entre 6 e 15 semanas

TABELA 8.2 - DWA - Caracterização da avaliação

Objetivo da Avaliação	Identificar pontos de melhoria nos processos da organização
Papéis e responsabilidades dos participantes da avaliação	Diretor da Empresa - Patrocinador da avaliação Equipe de desenvolvimento - Colaboradores da avaliação
Objetivo da avaliação em relação aos objetivos de negócio da unidade	Avaliar as causas de atrasos de cronograma, reduzir os custos de desenvolvimento, aumentar os índices de produtividade e reduzir o retrabalho.
Recursos disponíveis para avaliação	Serão disponibilizados três tipos de recursos para a avaliação: recursos humanos, materiais e computacionais.
Data máxima para conclusão da avaliação	30/01/2003
Resultados da avaliação são públicos	Sim
Versão do CMMI	1.1
Tipo da avaliação	Contínua
Abrangência da avaliação	- Garantia da qualidade produtos e serviços - Gerência de requisitos

TABELA 8.3 – DWA - Agenda de atividades de avaliação

Pré-estudo		
Atividade	Início	Fim
Caracterizar Organização	13/01/2003	13/01/2003
Caracterizar Avaliação	13/01/2003	13/01/2003
Definir Metas	14/01/2003	14/01/2003
Planejamento da Avaliação	14/01/2003	14/01/2003
<hr/>		
Coleta de Dados		
Atividade	Início	Fim
Colaborador 1	15/01/2003	15/01/2003
Colaborador 2	16/01/2003	16/01/2003
Colaborador 3	17/01/2003	17/01/2003
Colaborador 4	20/01/2003	20/01/2003
Coletar evidências de prática	21/01/2003	24/01/2003
<hr/>		
Análise dos Dados		
Atividade	Início	Fim
Analisar respostas e registrar evidências	27/01/2003	28/01/2003
Emitir relatório da avaliação	29/01/2003	29/01/2003
<hr/>		
Entrega da Avaliação		
Atividade	Início	Fim
Entrega do relatório da avaliação	30/01/2003	30/01/2003
Aceite da avaliação	30/01/2003	30/01/2003

A tabela abaixo apresenta valores referentes aos totais apurados na empresa DWA para o perfil de seus colaboradores. No total foram quatro os membros da equipe que participaram do processo de avaliação.

TABELA 8.4 - DWA - Resumo do perfil dos participantes

Identificação do Colaborador	
Data de apuração das informações	: 15/01/2003
Nome do Projeto	: DSS
Total de membros da organização por posição ocupada	
(1) Líder de Projeto ou Equipe	(0) Gerente
(2) Membro Técnico	(0) Membro de um grupo de processos de engenharia de software
(1) Outros – Especificar Estagiário	
Totais de membros da organização por atividade desenvolvida	
(1) Requisitos de software	() Garantia da qualidade de software
(1) Projeto de software	() Gerenciamento da configuração
(3) Testes de código e unidades	() Melhoria dos processos de software
() Teste e integração	(1) Outros – Especificar Análise de sistemas (3) Programação
Total de membros da organização com treinamento relacionado ao CMM	
(4) Não	() Sim – Descrever
Média da experiência em software? (em anos)	
organização atual? 2,5 experiência total? 7,5	
Total de membros da organização que participou de algum processo de avaliação?	
(4) Não	() Sim Quanto e quais? [] # de SPA's (Software Process Assessments) [] # de SCE (Software Capability Evaluations) [] outros métodos homologados pela SEI [] Métodos de avaliação não homologados pela SEI (ex.ISO 9001 ou outros)

As tabelas a seguir apresentam informações a respeito dos resultados obtidos para as metas estipuladas para a avaliação. Serão inseridas referências numéricas para reportar as Metas, Questões e Métricas utilizadas. A descrição completa dessas pode ser obtida do capítulo 6 do presente trabalho.

TABELA 8.5 - DWA - Avaliação da garantia da qualidade de produtos e serviços

Nível CMM: 2	
ACP: Garantia da qualidade de produtos e serviços	
Meta: Avaliar objetivamente produtos e serviços (4)	
Questões	Métricas obtidas
11	Sim - 2 Não - 2
11.1	0%
11.2	0%
Meta: Prover Verificação Objetiva (5)	
Questões	Métricas obtidas
12	Sim - 4
12.1	80%
12.2	100%
13	Não - 4
13.1	0%
Meta: Institucionalizar Processo Gerenciado (6)	
Questões	Métricas obtidas
4	Não - 3 Não Sabe - 1
4.2	0%
4.3	0%
4.4	0%
5	Sim - 2 Não - 2
5.1	50%
5.2	75%
6	Sim - 2 Não - 2
6.1	0%
6.2	100%
6.3	0%
6.4	0%
7	Sim - 1 Não - 3
7.5	10%
8	Sim - 2 Não - 2
8.1	50%
9	Não - 4
9.1	50%
Evidências de Prática	

Nível CMM: 2

- Existem padrões utilizados na empresa quanto a questões de programação, por exemplo, nomes padrão para variáveis, nome de procedimentos, funções e módulos. Porém, não existem procedimentos que sejam adotados rotineiramente por todos ou mesmo requisitos que devam ser cumpridos durante o desenvolvimento de produtos.
- As revisões e auditorias não seguem uma política de garantia da qualidade formalmente estabelecida e documentada. As revisões e auditorias são realizadas comparando o que se espera que o programa faça e aquilo que ele está fazendo. Outro tipo de verificação realizada é encontrar e corrigir erros que impeçam que o programa rode normalmente
- Questões de garantia da qualidade não são encaminhadas a diretoria da organização de forma documental. Muitas vezes é expressado o desejo de que a quantidade de erros diminua e os requisitos sejam completamente atendidos, porém não há uma forma de comunicação direta e objetiva entre os membros da organização.

Classificação da ACP: 0

TABELA 8.6 - DWA - Avaliação da gerência de Requisitos

Avaliação da Gerência de Requisitos

Nível CMM: 2**ACP: Gerência de Requisitos****Meta: Gerenciar Requisitos (14)**

Questões	Métricas obtidas
22	Sim - 3 Não - 1
22.1	0%
22.2	0%
23	Sim - 4
23.1	0%
24	Não - 4
24.1	0%

Meta: Institucionalizar Processo Gerenciado (15)

Questões	Métricas obtidas
4	Não - 4
4.2	0%
4.3	0%
4.4	0%
5	Sim - 4
5.1	100%
5.2	100%
6	Não - 4
6.1	100%
6.2	0%
6.3	0%
6.4	0%
7	Sim - 3 Não Sabe - 1
7.5	80%

Avaliação da Gerência de Requisitos	
8	Não - 4
8.1	0%
9	Sim - 2 Não - 2
9.1	50%

Evidências de Prática

- Existe um contrato estabelecido junto ao cliente que determina os módulos que serão entregues, o conteúdo desses módulos, o cronograma de desenvolvimento e o custo do projeto
- Não há um plano de desenvolvimento de desenvolvimento a ser seguido. Não existe uma forma padrão de armazenar e controlar as alterações solicitadas sobre os requisitos, bem como, as implicações que essas causariam sobre os produtos

Classificação da ACP: 0

Conclusão

Há diversos fatores que contribuem para que um projeto de software tenha êxito. Porém, se não soubermos quais foram estes fatores não poderemos repeti-los em nosso próximo projeto e de nada terá adiantado nosso sucesso no passado, pois a qualidade obtida em um produto não poderá ser reproduzida de forma contínua e a organização não haverá aprendido com a execução de projetos anteriores.

Este trabalho apresentou um método para avaliação de ambientes de desenvolvimento de software tendo como ponto de vista o modelo CMM. Este método combina ferramentas existentes para a avaliação desse modelo e da abordagem GQM para avaliação de processos. No decorrer do trabalho foi demonstrada a importância da utilização de padrões para alcançar a melhoria contínua dos processos de desenvolvimento e garantir a reprodução de resultados de sucesso no desenvolvimento de software.

Porém, a principal contribuição deste trabalho foi o estabelecimento e a utilização de métricas objetivas que possibilitaram o uso de regras para a interpretação da satisfação das metas CMM em relação aos processos de desenvolvimento utilizados pelas organizações.

O método de avaliação apresentado neste trabalho é aplicado da seguinte forma:

- Caracterização da organização, demonstrando o perfil da organização avaliada;
- Definição de metas para avaliação, permitindo a possibilidade de opção entre uma avaliação completa do nível 2 do CMMI ou uma de suas ACP;
- Estabelecimento de um cronograma de avaliação;
- Coleta de dados através de questões relacionadas às metas definidas para a avaliação;
- Análise dos dados e geração do relatório de avaliação através do uso de regras para interpretação das métricas obtidas;
- Encerramento da avaliação.

As contribuições trazidas por este trabalho foram as seguintes:

- Definição de métricas objetivas para cada ACP do nível 2 do CMMI;
- Adição de questões ao questionário da maturidade, possibilitando obter métricas quantitativas em relação a satisfação das metas de cada ACP;
- Definição de regras para interpretação das métricas e classificação do nível de satisfação de cada ACP;
- Estabelecimento de grafos GQM demonstrando o relacionamento existente entre o nível 2 do CMMI, suas ACP, suas metas e métricas.

Em resumo o estudo de caso apresentado demonstra como a aplicação de métricas favorece a um entendimento mais claro a respeito da adequação dos processos da organização em relação ao modelo utilizado. Através de seu uso desaparece a subjetividade do julgamento do avaliador. É possível demonstrar a adequação, ou não, da organização através de números coletados de seus próprios processos e fornecidos pelos seus funcionários. Regras definidas auxiliam no processo de compreensão dos motivos pelos quais determinada classificação foi obtida. Assim, quando da aplicação de uma nova avaliação será possível comparar os resultados obtidos e identificar pontos onde houve melhoria.

A aplicação do método de avaliação através do estudo de caso possibilitou a coleta das seguintes observações quanto a sua aplicação:

- Para que a avaliação seja executada é necessário que a organização disponibilize tempo, recursos humanos e infra-estrutura para suportar o processo;
- O método de avaliação é especialmente útil para organizações que estejam pensando em adotar o CMM, ou seja, deve estar inserido em um contexto de adoção de um processo de melhoria;
- Este método de avaliação foi direcionado para aplicação em ambientes de desenvolvimento de software;

Este trabalho poderá ser complementado futuramente. Abaixo seguem algumas sugestões sobre estas complementações:

- Acrescer os demais níveis do CMMI (3, 4 e 5), definindo para esses questões e métricas relevantes para seu entendimento;
- Estabelecer novas métricas quantitativas para as metas do nível 2 do CMMI;
- Aplicar novos estudos de caso com a finalidade de refinar as regras de interpretação das métricas;
- Realizar novos ciclos de desenvolvimento para a definição da ferramenta de apoio a aplicação do método de validação.

ANEXO Questionário para avaliação do perfil do colaborador

Identificação do Colaborador	
Nome	:
Data Atual	:
Nome do Projeto	:
Telefone de Trabalho	:
Qual das alternativas abaixo melhor descreve sua posição atual na empresa (assinale quantas alternativas forem necessárias)?	
<input type="checkbox"/> Líder de Projeto ou Equipe	<input type="checkbox"/> Gerente
<input type="checkbox"/> Membro Técnico	<input type="checkbox"/> Membro de um grupo de processos de engenharia de software
<input type="checkbox"/> Outros - Especificar	
Quais atividades você desenvolve atualmente?	
<input type="checkbox"/> Requisitos de software	<input type="checkbox"/> Garantia da qualidade de software
<input type="checkbox"/> Projeto de software	<input type="checkbox"/> Gerenciamento da configuração
<input type="checkbox"/> Testes de código e unidades	<input type="checkbox"/> Melhoria dos processos de software
<input type="checkbox"/> Teste e integração	<input type="checkbox"/> Outros – Especificar
Você recebeu treinamento relacionado ao CMM?	
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim – Descrever
Qual a sua experiência em software? (em anos)	
Na organização atual?	
Sua experiência total?	
Você já participou de algum processo de avaliação?	
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim Quantos e quais? [] # de SPA's (Software Process Assessments) [] # de SCE (Software Capability Evaluations) [] outros métodos homologados pela SEI [] Métodos de avaliação não homologados pela SEI (ex. ISSO 9001 ou outros)

Referências

- BASILI, V.; CALDIERA, G.; ROMBACH, D. GQM paradigm. In: MARCINIAK, J.C. **Encyclopedia of Software Engineering**. New York: John Wiley and Sons, 1994. v.1, p.528-532.
- BASILI, V.; CALDIERA. GQM Approach has evolved to include models. **IEEE Software**. New York, v.11, n.1, p.8, 1994.
- BIACHI, A. et al. **Towards Distributed GQM**. Itália: Universidade de Bari, Departamento de Informática, 2002. Disponível em: <www.serg.ing.unisannio.it/wess2001/papers/paper-16.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2002.
- BYRNES, P.; PHILLIPS, M. **Software Capability Evaluation Version 3.0 - Method Description**. Pittsburg: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996. (Technical Report CMU/SEI-96-TR-002). Disponível em: <www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.tr.002.html>. Acesso em: 12 ago. 2002.
- CARD, D. GQM Plus Heuristics better than Brains Torning. **IEEE Software**, New York, v.11, n.1, p. 8-10, 1994.
- CEMP CONSORTIUM. **Customized Establishment of Measurement Programs**. (Final Report, ESSI Nr. 10358). Disponível em: <<http://www.iese.fhg.de/CEMP/Results/finalreport.html>>. Acesso em: 07 jul. 2002.
- CLARK, B. K. Quantifying the Effects of Process Improvement on Effort. **IEEE Software**, New York, v.17, n.6, p.65-70, Nov./Dec. 2000.
- DUNAWAY, D. K.; MASTERS, S. **CMM Based Appraisal for Internal Process Improvement (CBA IPI) - Method Description**. Pittsburg: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996. (Technical Report CMU/SEI-96-TR-007). Disponível em: <www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.tr.007.html>. Acesso em: 05 maio 2002 .
- FIORINI, S. et al. **Engenharia de Software com CMM**. Rio de Janeiro: Brasport, 1998.
- FOX, C.; FRAKES, W. The Quality Approach: Is it delivering? **Communications of the ACM**, New York, v.40, n.6, p.25-29, June 1997.
- FUGGETTA A.; LAVAZZA L. et al. **Applying GQM in an Industrial Software Factory**. [S.l.] Politecnico di Milano and CEFRIEL, 1995. Disponível em: <www.cefriel.it/~lavazza/gqm-tosem.htm>. Acesso em: 15 abr. 2002.
- GRESSE, C.; HOISL, B.; WÜST, J. **A Process Model for GQM- Based Measurement**. Oct.1995. Disponível em: <www.iese.fhg.de/CEMP/GQM-Process-Model/pm1.html>. Acesso em: 06 jul. 2001.
- HERBSLEB, J. et al. Software Quality and the Capability Maturity Model. **Communications of the ACM**, New York, v.40, n.6, p.30-40, June 1997.
- JOHNSON, D. L. BRODMAN, J. G. Applying CMM Project Planning Practices to Diverse Environments. **IEEE Software**, New York, v.17, n.4, p.40-47, July/Aug. 2000.

KRISHNAN, M.S.; KELLNER, M. Measuring Process Consistency: Implications for Reducing Software Defects. **IEEE Transactions on Software Engineering**, New York, v.25, n.6, p.800-814, Nov./Dec.1999.

LARMAN, C. **Utilizando UML e Padrões** : Uma introdução à análise e ao projeto orientados a objeto. Porto Alegre: Bookman, 2000.

LAVAZZA, L. **Providing Automated Support for the GQM Measurement Process**. Milano: CEFRIEL and Politecnico di Milano, 1998. Rapporto Tecnico. Disponível em: <www.cefriel.it/edu>. Acesso em: 15 abr. 2002.

LAVAZZA, L. Providing Automated Support for the GQM Measurement Process. **IEEE Software**, New York, v.17, n.3, p.56-62, May/June 2000.

MACHADO, C. A. F. Base Conceitual Para a MDS CELEPAR. **Revista Bate Byte**, São Paulo, v.1, n.57, p.15-18, set.1996. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/edicoes/1996/bb57/mds.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2002.

MASTERS, S.; BOTHWELL, C. **CMM Appraisal Framework version 1.0**. Pittsburg: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1995. (Technical Report CMU/SEI-95-TR-001). Disponível em: <www.sei.cmu.edu/publications/documents/95.reports/95.tr.001.html>. Acesso em: 05 maio 2002.

MCFEELEY, B. **IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement**. Pittsburg: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996. (Handbook CMU/SEI-96.HB-001). Disponível em: <www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.hb.001.html>. Acesso em: 12 jun. 2002.

MULLER, R.J. **Projeto de Banco de Dados** : usando UML para modelagem de dados. São Paulo: Berkeley, 2002.

PARK, R. E.; GOETHERT, W. B.; FLORAC, W. A. **GQM - Goal Driven Software Measurement - a guidebook**. Pittsburg: CMU/SEI, 1996. Disponível em:<www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.hb.002.html>. Acesso em: 05 jul. 2001.

PAULK, M.C. et al. **Capability Maturity Model for Software version 1.1**. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993. Disponível em: <www.sei.cmu.edu/publications/documents/93.reports/93.tr24.001.html>. Acesso em: 07 maio 2001.

PAULK, M.C. et al. **Key Practices of the Capability Maturity Model version 1.1**. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993. Disponível em: <www.sei.cmu.edu/publications/documents/93.reports/93.tr25.001.html>. Acesso em: 07 maio 2001.

PAULK, M.C. Using the Software CMM in Small Organizations. In: THE JOINT PACIFIC NORTHWEST SOFTWARE QUALITY CONFERENCE; INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE QUALITY, 8., 1998, Portland, Oregon. **Proceedings...** Portland: Novak, 1998. p. 350-361.

PHILLIPS, M. **CMMI 1.1 – Tutorial**. Pittsburg: Carnegie Mellon Software Engineering Institute, 2002. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/presentations/euro-sepg-tutorial/>>. Acesso em: 12 dez. 2002.

PMBOK - Project Management Body of Knowledge. Belo Horizonte: Project Management Institute Brazil Minas Gerais Chapter, 2000.

PRADO, D. S. **Gerência de Projetos em Tecnologia da Informação**. Belo Horizonte: Ed. Desenvolvimento Gerencial, 1999.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 2000.

SOFTSUL. **Projeto Rumo ao CMM**. Disponível em: <www.softsul-softex.org.br/relatorioprojetorumoaocmm.html>. Acesso em :05 maio 2002.

SEI-Carnegie Mellon Software Engineering Institute. **Appraisal Requirements for CMMI, v1.1**. 2001. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/01.reports/01tr034.html> >. Acesso em: 15 out. 2002.

SEI-Carnegie Mellon Software Engineering Institute. **Capability Maturity Model Integration, v1.1**. 2002. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/02.reports/02tr012.html>>. Acesso em: 15 dez. 2002.

SEI-Carnegie Mellon Software Engineering Institute. **Standart CMMI Appraisal Method for Process Improvement, v1.1, method definition document**. 2001. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/01.reports/01hb001.html>>. Acesso em: 15 out. 2002.

SILVA, L. P.C.; OLIVEIRA, L. C.A. Modelo CMM : Uma Visão Geral. **Revista Bate Byte**, São Paulo, v.1, n.88, p.16-18, out.1999. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/edicoes/1999/bb88/cmm.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2002.

SOLINGEM, R.; BERGHOUT, E. **The Goal/ Question/ Metric Method**. Disponível em: <<http://ivs.cs.uni-magdeburg.de/sw-eng/us/java/GQM/>>. Acesso em: 06 jul. 2001.

VALENTE, F.F.R. Implantação do Modelo CMM na Xerox do Brasil. [S.l.:s.n.]. Disponível em <www.insoft.softex.br/qualidadesoftware/documents/94.reports/94.sr.7.html>. Acesso em: 15 jul. 2002.

ZUBROW, D. et al. **Maturity Questionnaire**. Pittsburg: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1994. (Special Report CMU/SEI-94-SR-7). Disponível em:<www.sei.cmu.edu/publications/documents/94.reports/94.sr.7.html>. Acesso em: 05 maio 2002.