

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

**Uma Ferramenta de Pré Auditoria para Avaliação
dos Processos de uma Software House.**

André Coelho Donadel

2003.2 , Bacharelado em Ciências da Computação - UFSC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

**Uma Ferramenta de Pré Auditoria para Avaliação
dos Processos de uma Software House.**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de bacharel em Ciências da Computação

Autor : André Coelho Donadel

Orientador : Ricardo Pereira e Silva

Banca: Patrícia Vilain

Rafael Dall'Agnol

Florianópolis, Dezembro de 2003

Lista de Figuras

Figura 2.1 PDCA –Método de Controle Fonte Campos(1996).....	29
Figura 3.1 adaptada ISO/IEC TR 15504-1	49
Figura 3.2 Avaliação do processo de software Fonte(ISO15540).....	50
Figura 3.3 Estrutura do modelo Trillium.....	59
Figura 3.4 Modelo estrutural da versão em estágios Fonte : CMMI Versão Staged.....	66
Figura 3.5 Modelo estrutural da versão continuada Fonte : CMMI Versão Continuous ..	69
Figura 4.1 Ilustração da aplicação do Sistema	75
Figura 4.2 Estrutura de Norma Aplicada ao Sistema	77
Figura 4.3 Modelo de dados da aplicação	78
Figura 4.4 Estrutura de Camadas da Aplicação.....	82
Figura 4.5 Estrutura de Diagnósticos da Aplicação	83
Figura A1 Tela inicial de seleção versão do CMMI.....	105
Figura A2 Tela de seleção do requisito a ser respondido	105
Figura A3 Tela de coleta de respostas as questões.....	106
Figura A4 Relatório de avaliação	107

Lista de Tabelas

Tabela 2.1- Implantação de Programa da Qualidade Total ou assemelhado no Brasil.	33
Tabela 2.2 – Descrição do modelo PDCA (PDCA,1994)	34
Tabela 2.3 –Descrição do Modelo GQM.....	35
Tabela 2.4 Evolução dos conceitos de qualidade fonte: < www.barreto.com.br/qualidade >	37
Tabela 2.5 – Iniciativas para melhoria da qualidade do processo de software [Tantara].....	39
Tabela 3.1 – Abordagens da norma ISO 9000.(ABNT, 2000).....	41
Tabela 3.2 Diretrizes da ISO 9000/3 (Fonte PAULINO,1999).....	42
Tabela 3.3 processos relacionados a cada categoria do modelo SPICE.....	53
Tabela 3.4 Áreas de processo do PSP	56
Tabela 3.5 Visões resultantes da aplicação do método Trillium.	60
Tabela 3.6 correspondência entre os dois modelos Fonte : CMMI Versão Continuous ..	73
Anexo 1 Perguntas dos questionários e seus respectivos relacionamentos	104

SUMÁRIO

Resumo	6
Abstract.....	7
1 Introdução.....	8
1.1 Problemática	9
1.2 Limitações do tema.....	10
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 Justificativa.....	12
1.4.1 Indicadores Atuais	13
1.4.2 Indicadores de Qualidade dos Processos de Software.....	13
1.5 Estrutura do documento.....	14
2 Fundamentação Teórica.....	16
2.1 Auditorias	16
2.1.1 Tipos de Auditoria	16
2.1.2 Fases da Auditoria	17
2.1.3 Ferramentas e Técnicas para a Auditoria de Sistemas de Produção.....	18
2.2 Métodos de Avaliação na Literatura.....	22
2.2.1 Interim Profile	23
2.2.2 Avaliação da Kodak	24
2.2.3 Avaliação da NEC do Brasil.....	24
2.2.4 Avaliação do CPqD	25
2.3 Abordagens de Diagnósticos Qualitativos em Empresas	26
2.3.1 Método de Diagnóstico Organizacional	27
2.3.2 Modelo Massa Crítica.....	27
2.3.3 Diagnóstico de Diretrizes	28
2.4 Qualidade.....	30
2.4.1 Qualidade Total	30
2.4.2 Modelos de Qualidade	31
2.4.3 Modelo TQM – Total Quality Management	32
2.4.4 Modelo PDCA (Plan – Do – Check – Action)	33
2.4.5 Modelo GQM – Goal Question Metric.....	34
2.4.6 Certificação da Qualidade	35
2.4.7 Processo de Desenvolvimento de Software.....	36
2.4.8 Qualidade de Produto x Qualidade de Processo.....	37
2.4.9 Qualidade de Processo de Software	38
3 Normas e Modelos de Qualidade.....	40
3.1 A Série ISO 9000.....	40
3.1.1 O Padrão ISO 9000/3.....	41
3.2 SPICE – Software Process Improvement and Capability determination	46
3.2.1 Campo de Aplicação.....	49

3.2.2	Modelo de Referência.....	50
3.2.3	Dimensão do Processo.....	51
3.2.4	Dimensão da Capacidade do Processo	53
3.3	PSP – Personal Software Process	55
3.4	O Modelo Trillium	58
3.4.1	Estrutura do Modelo	58
3.4.2	Utilização do Modelo	59
3.4.3	Características do Modelo	60
3.4.4	Níveis de Capacidade	61
3.4.5	As Práticas do Modelo Trillium	61
3.5	CMMI – Capability Maturity Model Integration	64
3.5.1	Diferença Entre Organizações Maduras e Imaturas	64
3.5.2	Estrutura da Versão Staged do CMMI	65
3.5.3	Estrutura da Versão Continuous do CMMI.....	69
3.5.4	Comparando os Dois Modelos	71
3.5.5	Equivalência Entre os Modelos	72
3.6	O Modelo Escolhido.....	74
4	O CMMI CHECK.....	75
4.1	O Sistema.....	75
4.2	Estrutura do Diagnóstico	76
4.3	Modelo de Dados.....	77
4.4	Componentes	78
4.5	Ferramentas Utilizadas	79
4.5.1	ERWin	79
4.5.2	MS Access	79
4.5.3	Java	80
4.5.4	Java server Page.....	80
4.5.5	Jakarta Apache TomCat.....	81
4.6	Estrutura	82
4.7	Questionários.....	83
4.7.1	Critérios de Seleção.....	83
4.7.2	Staged	84
4.7.3	Continuous.....	84
4.7.4	Perguntas	85
4.8	Formas de Avaliação	85
4.9	Distribuição	86
5	Conclusão e Sugestões para Trabalhos Futuros	87
5.1	Conclusão	87
5.2	Sugestão para Trabalhos Futuros.....	88
5.3	Considerações Finais	89
6	Referências Bibliográficas.....	90
Anexo 1	- Perguntas dos Questionários e Seus Respectivos Relacionamentos	93
Anexo 2	– Telas do Sistema	105

Resumo

Este estudo tem por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de diagnóstico organizacional via internet, baseada nas versões *Staged e Continuous* do CMMI versão 1.1. Esta ferramenta caracteriza-se por permitir uma adaptação frente à realidade da organização possibilitando que esta selecione o nível e versão que mais satisfaz seus interesses. Além disto permite o acompanhamento da evolução organizacional frente a uma implantação dos processos organizacionais para o modelo CMMI

Para a concretização desta ferramenta uma série de conceitos foram levantados permitindo um embasamento sobre os tópicos abordados, entre estes conceitos pode-se citar: qualidade, qualidade de software, diagnósticos, auditorias e demais tópicos que caracterizam um fomento a estrutura teórica necessária para o desenvolvimento de uma ferramenta com tais características.

As principais normas e modelos de gestão de processos de software no mercado foram revisadas visando uma melhor aproximação com o assunto. Estes modelos e normas caracterizam-se por um conjunto de requisitos que devem ser satisfeitos para o alcance da qualidade de processo entre os citados neste trabalho pode-se destacar o modelo SPICE, a norma ISO9001/9000-3 e o modelo CMMI foco principal do trabalho.

Um conjunto de questionários baseados em listas de checagem foi desenvolvido visando à avaliação dos processos de desenvolvimento de uma *Software House*. Estes questionários foram incorporados a ferramenta o que assegurou uma característica dinâmica e mais representativa, objetivando principalmente uma avaliação da organização frente aos requisitos exigidos pelo modelo CMMI da SEI (*Software Engineer Institute*). Estas avaliações tendem a resultar em uma redução nos custos de implementação do modelo e orientar as empresas alvo no processo de desenvolvimento do mesmo.

Palavras-chaves : Pré-Auditoria, Qualidade de Processo, CMMI, Normas, Software.

Abstract

This study has for objective the development of a tool of organizational diagnosis that can access across internet, established in the versions Staged and Continuous of the CMMI. This tool is characterized for allow an adaptation in the reality of the organization making possible that the organization selects the level and version that more satisfies its interests. Moreover the tool also allows the accompaniment of the organizational evolution in an implantation of the organizationais processes for model CMMI

For the concretion of this tool a series of concepts had been raised allowing a basement on the boarded topics, between these concepts can be cited: quality, quality of software, disgnostic, auditorships and others topics that characterize a promotion the necessary theoretical structure for the development of a tool with such characteristics.

The main norms and models of management of processes of software in the market had been revised aiming at one better approach with the subject. These models and norms are characterized for a set of requirements that must be satisfied for the reach of the quality of process enter the cited ones in this work can be detached model SPICE, the ISO9001/9000-3 norm and model CMMI main focus of the work.

A set of questionnaires based on checagem lists was developed aiming the evaluation of the development processes of a Software House. This questionnaires had been incorporated in the tool what assured a dynamic and more representative characteristic to them, with main objectiv of to carry out an evaluation of the organization in the requirements demanded for model CMMI of the SEI (Software Engeneer Institute). This evaluations tend to result in a reduction in the costs of implementation of the model and to guide the companies target in the process of development.

Word-keys: Audit, Quality of Process, CMMI, Norms, Software.

1 Introdução

Estruturas de padronização surgiram em função da necessidade humana de estabelecer comunicação. Este fato contribuiu para o desenvolvimento de símbolos, palavras e idiomas que agregam a si um valor semântico. Assim como no caso da comunicação humana, as normas surgiram com o intuito de permitir que o intercâmbio de produtos e serviços “falassem a mesma língua”. A padronização formal para troca de produtos teve sua origem com os produtos eletrônicos para os quais era indispensável o atendimento de regras sobre características físicas e elétricas. Ela tem como principal objetivo a uniformização de estruturas que se prestam a aplicação de serviços ou produtos, indo desde a comunicação entre componentes mecânicos e eletrônicos até padrões de comunicação entre máquinas, pessoas ou softwares.

O objetivo principal de uma padronização é reduzir desgastes entre contratante e contratado no que diz respeito aos requisitos que determinado produto ou serviço deve atender. Este não só se aplicando a questões comerciais, mas também podendo refletir os princípios da empresa/indústria com o comprometimento com o meio ambiente ou com a segurança do trabalhador, por exemplo.

Com este objetivo foram construídas várias instituições para o tratamento de questões de formulação e manutenção de padrões. Entre as de maior expressividade no cenário mundial estão o DIN (*Deutsches Institut für Normung*- Instituto Alemão para Normalização) e a ANSI (*American National Institute*). No Brasil a responsável relacionada a estas práticas é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Devido ao grande desenvolvimento de padrões isolados em uma série de países surgiu a necessidade da criação de uma instituição que permitisse uma internacionalização dos padrões. Então em 1947 foi criada *International Organization For Standardization*, a qual atualmente é composta por mais de 100 organizações nacionais de padronização, representado mais de 90 países, estes concentrando cerca de 95% da produção mundial.

O principal objetivo da ISO é o desenvolvimento de padrões mundiais como intuito de facilitar o intercâmbio internacional de produtos e serviços e uma cooperação intelectual, científica e econômica entre países.

Devido à complexidade de se moldar uma norma genérica o suficiente para cobrir toda a gama de produtos e serviços possíveis, algumas especializações para determinados produtos foram desenvolvidas. Entre estas estão as normas específicas para produtos e processos de software as quais são os principais alvos deste trabalho. Estas normas surgiram não só da necessidade de padrões mais adequados para a área computacional, mas também em função de uma série de prejuízos amargados por grandes empresas e principalmente por órgãos governamentais com sistemas, que na maioria das vezes, não satisfaziam as necessidades destes.

Atualmente existem vários modelos e normas para o ramo de desenvolvimento de softwares entre elas pode-se citar a ISO9000/3(diretivas de aplicação da ISO9001 para softwares), SPICE(iniciativa européia para padronização) e o CMMI(iniciativa americana de padrão). Estas já começam a ser exigidas por clientes com grande consumo de sistemas, além de apresentarem-se como um diferencial mercadológico para as empresa que as detêm.

Neste trabalho são tratados os principais modelos e normas disponíveis para a área de software focando principalmente os processos de desenvolvimento que procuram garantir a qualidade do software gerado através de práticas e ferramentas que asseguram que cada processo é desenvolvido sobre rigorosos padrões de qualidade. Além disto, é constituída também uma ferramenta que permite a auto-avaliação de uma empresa frente ao modelo CMMI tanto para versão em estágio como a versão continuada conforme abordado nos capítulos seguintes.

1.1 Problemática

Apesar do grande número de modelos disponíveis hoje no mercado, ainda existe pouco uso dos mesmos por parte das empresas. A principal causa de tamanha indiferença quanto aos

padrões está no fato de que estes são na maioria das vezes muito extensos e de difícil interpretação. Estas duas causas ocorrem geralmente em função da complexidade de se implantar um processo de padronização e da subjetividade na interpretação dos usuários os quais buscaram sempre interpretá-los de acordo com suas experiências adquiridas o que na maioria das vezes não reflete os objetivos dos padrões.

A implantação de normas e modelos de qualidade implica em grandes mudanças no processo empresarial e também nas políticas aplicadas pela alta administração da empresa. Além disto para resultados significativos é necessário o empenho de todos os envolvidos direta ou indiretamente com o processo produtivo da empresa, possibilitando uma troca de experiências para a adequação do modelo a realidade da mesma.

Outra questão crítica na implantação de um padrão de qualidade é a questão tempo, na maioria das vezes, em função de processos produtivos complexos e falta de rotinas sobre estes, a implantação de um padrão pode se tornar bastante demorada, elevando assim os custos de execução e desgastando as partes interessadas em função do retorno demorado dos resultados.

Todas as características citadas acima levam à identificação da necessidade do desenvolvimento de ferramentas, aplicações e componentes que permitam de forma mais rápida e concisa a implantação dos processos de padronização de uma organização e também auxiliem na manutenção e evolução destes.

1.2 Limitações do tema

Este trabalho faz um estudo das principais normas e modelos (ISO, SPICE, PSP, Trillium e CMMI) disponíveis no mercado para melhoria da qualidade dos processos de software. Estas serviram como base comparativa para o desenvolvimento de questionários os quais foram incorporados à ferramenta de diagnóstico proposta pelo presente trabalho visando a avaliação dos processos de desenvolvimento de software de uma empresa. Estes questionários foram desenvolvidos em função da versão em estágios e continuada do

modelo CMMI servindo os outros modelos e normas como referencias, para a seleção e organização dos mesmos.

Este trabalho tem como foco principal o estudo da qualidade dos processos de software, neste são abordados conceitos de qualidade software refletidos puramente pela plena aplicação do processo de desenvolvimento com qualidade, não estando, portanto no escopo do trabalho parâmetros, modelos e normas específicos para a qualidade de software.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema para diagnosticar a situação de uma empresa em relação às normas de qualidade de desenvolvimento de softwares baseado nas versões *Staged* e *Continuous* do CMMI.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Realizar uma pesquisa para levantamento das atuais normas e convenções que regem os processos de desenvolvimento de softwares com qualidade;
- b. Levantar os níveis de requisitos necessários para cada fase ou estágio de uma certificação sobre os regimentos do modelo CMMI.
- c. Criar uma lista de verificação a partir dos requisitos levantados, a qual será respondida pela empresa que objetiva avaliar a qualidade de seus processos.
- d. Desenvolver um sistema que possibilite a realização do diagnóstico via internet

1.4 Justificativa

A globalização da economia, a evolução acelerada da tecnologia de informação e o movimento irreversível da qualidade estão alavancando o processo de reestruturação de conceitos, princípios e crenças, onde organizações bem sucedidas fundamentam suas estratégias e seus planejamentos, para assegurar a vantagem competitiva no mercado (ALMEIDA; MORAES, 1995). Esta é a chamada *era das organizações baseadas em conhecimento* ou *era do capitalismo intelectual* (PETERS, 1993).

O ambiente empresarial vem passando, nos últimos anos, por um período de consideráveis modificações. A sobrevivência das organizações no mercado atual depende, mais do que nunca, de sua competitividade, que hoje é função direta da produtividade e qualidade da empresa. Além disso, alterações significativas em todo panorama mundial com relação aos softwares com qualidade estão surgindo. Clientes estão passando a valorizar mais programas com grande reusabilidade de fácil compreensão e manutenção. Assim a relação tempo/custo e qualidade de software devem deixar de ser conflitantes para se tornarem parceiras.(JONES, 1991).

A aplicação de técnicas de gerenciamento da qualidade para softwares tendem a facilitar o enquadramento de uma empresa frente às exigências de mercado possibilitando o aumento de competitividade juntamente agregação de qualidade ao software/produto final.

Um software perfeito, para um sistema complexo, não pode ser garantido na prática (COBB *et al.*, 1990). Um software, que atenda a suas especificações satisfatoriamente, pode conter erros, uma vez que essas especificações podem estar incorretas. Um software que tenha uma especificação isenta de erros, pode ser usado indevidamente por seus usuários. A questão é, portanto, quando tornar o software operacional e como salvaguardar seus usuários de erros, que possam ser evitados. (COLLINS *et al.*, 1994).

Baseando-se na observação da realidade e na percepção da necessidade de mudança dos atuais processos empregados pela indústria do software, busca-se através desta proposta um

modelo informatizado de gestão e avaliação da qualidade dos processos de desenvolvimento de softwares, o qual pode fomentar o equilíbrio entre a relação tempo/custo e qualidade do software. Esta avaliação tem bases na aplicação das normas desenvolvidas por institutos de normatização e padronização de processos como o SEI e a ISO.

1.4.1 Indicadores Atuais

Em 2000, segundo dados da Base RAIS do Ministério do Trabalho e Emprego, existiam 14.432 estabelecimentos com atividades relacionadas à informática, ocupando 186.267 pessoas com vínculo empregatício. 10.713 estabelecimentos com 158.353 empregados apresentam atividades potenciais em software, dos quais 4.805 já apropriaram receita específica de software.

Com taxa média anual de crescimento da receita de 19% sobre os valores correntes, o setor de software apresentou o melhor desempenho no mercado nacional na década de 90, quando comparado a hardware, que cresceu 6% ao ano no mesmo período, e a participação de mercado dos produtos de software e serviços técnicos de informática passou de 42% para 51% ao longo do período 1991/99, com relação ao setor de informática como um todo. (MCT/SEPIN,2000)

1.4.2 Indicadores de Qualidade dos Processos de Software

O percentual de empresas que elaboravam planos estratégicos, planos de negócios ou planos de metas, depois de manter-se estabilizado em torno de 57% no biênio 1995/97, elevou-se para 68% em 1999. Dentre as empresas que, em 1999, elaboravam ou se encontravam em processo de implantação de seus planos 69% incluíam metas ou diretrizes para a qualidade em seus planos.

Grande número de empresários reconhece que investimentos em qualidade produzem resultados extremamente positivos; não fazer nada é que custa caro, de tal modo que os

prejuízos causados pela imagem de uma empresa associada à má qualidade podem ser incalculáveis.

Apenas 1% do conjunto de empresas registrou que seus sistemas da qualidade eram certificados segundo as Normas Internacionais ISO 9001 ou ISO 9002 em 1993, passando a 2% em 1995, 8% em 1997 e alcançando 17% em 1999.

O nível de conhecimento do CMM – *Capability Maturity Model*, mais que triplicou passando de 14% em 1995 para 47% em 1999.

O resultado de 43% alcançado em 1999 para conhecimento da Norma ISO/IEC 12207: *Information technology - Software life cycle process* foi significativamente superior ao de 25% obtido na primeira medição deste indicador em 1997. Também foram apurados ganhos históricos significativos de 18% em 1997 para 31% em 1999 quanto ao conhecimento do SPICE – *Software Process Improvement and Capability Determination*, (MCT/SEPIN,2000)

1.5 Estrutura do documento

Para uma melhor estruturação do trabalho e maior transparência nas idéias passadas este foi dividido em cinco capítulos aos quais são descritos em detalhes logo abaixo.

No capítulo 2 é feito um embasamento do sobre conceitos de auditoria diagnósticos e qualidade de produtos. Além de apresentar algumas iniciativas semelhantes ao propósito deste trabalho.

Já no capítulo 3 são apresentadas as principais normas e modelos aplicadas aos processos de desenvolvimento de software. Além de uma descrição um pouco mais detalhada nos conceitos apresentados pela versão continuada e em estágio do modelo CMMI.

No capítulo 4 é feita uma descrição detalhada da ferramenta desenvolvida neste trabalho onde são descritas as principais características e peculiaridades da aplicação.

Por fim, no capítulo 5 são feitas as discussões e conclusões finais do trabalho além da apresentação de um conjunto de sugestões para trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Com o intuito de embasar o trabalho sobre as perspectivas de alguns autores da área este capítulo apresenta um conjunto de conceitos que fazem parte direta ou indiretamente da constituição do trabalho final.

2.1 Auditorias

Há alguns anos atrás, a grande maioria das avaliações dos processos de uma empresa se originava da alta administração da mesma, o que muitas vezes gerava um resultado parcial e ineficiente, devido a abordagens e instrumentos de avaliação imprecisos. As auditorias ganharam espaço com a evolução dos conceitos de qualidade e maiores pressões mercadológicas para a sustentabilidade empresarial, promovendo a necessidade da contratação de corpo técnico especializado para desempenhar esta tarefa.

Segundo Motta (1992), a Auditoria é o exame científico e sistemático dos livros, contas, comprovantes, e outros registros de uma companhia, com o propósito de determinar a integridade do sistema de controle interno, das demonstrações financeiras, bem como o resultado das operações e assessorar a companhia no aprimoramento da gestão de processo e administrativa.

2.1.1 Tipos de Auditoria

Em geral as auditorias se dividem sobre duas categorias; as Internas que requerem um trabalho exaustivo voltado ao controle interno sobre os processos, aplicações contábeis e administrativas e as Externas as quais retratam a situação empresarial baseada em dados levantados pela empresa caracterizando-se por uma superficialidade dos resultados.

2.1.1.1 Auditoria Externa

Conforme Motta (1992), Auditoria Externa é:

- a) Processada por um ou mais profissionais independentes, especificamente contratados pela empresa, para tal, sendo que o auditor deverá manter independência total quanto à empresa que está auditando.
- b) Efetuada durante uma ou mais visitas às dependências do cliente, com um constante enfoque no balanço geral e nos resultados do processo produtivo da empresa, sendo pautados de acordo com a relevância das cifras constantes de cada processo.

2.1.1.2 Auditoria Interna

- a) A Auditoria é processada por um ou mais funcionários de assessoria da empresa. Auditor mantém sua independência profissional pelo fato de se reportar diretamente a mais alta administração, da qual deve ser um assessor direto.
- b) A sua meta principal é prestar serviços que auxiliem a alta administração da empresa na tomada de decisões, melhorando os controles internos e diminuindo adequadamente as responsabilidades da mesma.
- c) Pleno interesse por parte do auditor, no melhoramento dos controles internos relacionados à Prevenção e Percepção de problemas.

2.1.2 Fases da Auditoria

Para Arima(1994), o processo de auditoria é dividido em três partes conforme descrito abaixo;

- a. **Pré-Auditoria:** é a fase em que o auditor define as áreas a serem auditadas, estabelece os planos e estratégias de trabalho, bem como, notifica cada departamento a ser auditado.

- b. **Auditoria:** que consiste em avaliar os pontos de controle, documentar os desvios encontrados, elaborar relatórios detalhados de suas atividades e apresentar para alta administração.
- c. **Pós-Auditoria:** que distribui relatórios finais com informações sobre a auditoria realizada (objetivo da auditoria, áreas cobertas pela revisão, fatos identificados, ações recomendadas e avaliação global do ambiente auditado), assegurara o cumprimento do compromisso junto à presidência e analisa tendências de correção para manter os controles efetivos.

2.1.3 Ferramentas e Técnicas para a Auditoria de Sistemas de Produção

Associados aos profissionais que aplicam as auditorias surgiram uma série de instrumentos de monitoração e avaliação dos processos produtivos empresariais. Ferramentas que dão suporte e permitem uma perfeita e estruturada compreensão dos processos avaliados.

Segundo Arima(1994), a aplicação das técnicas de auditoria constituem na revisão e avaliação do processo de monitoração de pontos de controles(pontos críticos do processo que servem como marcos no desenrolar da auditoria). Este processo está subdividido, em duas grandes fases, onde na primeira tem-se o planejamento da aplicação da auditoria e a preparação das técnicas de auditoria, e a segunda, se resume na avaliação dos resultados da aplicação das técnicas.Abaixo são apresentadas algumas das técnicas mais usadas.

2.1.3.1 Programa de Computador

Conforme Gil (1993), o programa de computador que auxilia o processo de auditoria correlaciona arquivos, tabula e analisa o conteúdo dos mesmos, de modo que a combinação destas funções proporcione ao auditor uma avaliação e validação dos resultados coletados no processo produtivo empresarial.

As opções para aplicação de programas de computador na auditoria são:

- a. Tabulação de campos: somatório de campos de valores quantitativos para efeito de confrontação ou acompanhamento de acumuladores análogos;
- b. Contagem de campos/registros: apuração de totais por tipo de registro ou campo;
- c. Análise de conteúdo dos campos/registo: verificação da existência de campos ou registros em um arquivo, correlação entre campos de um mesmo arquivo para verificação da coerência e validade desses campos, cruzamento horizontal entre campos em um registro com vistas à integridade do registro;
- d. Correlação de arquivos: confronto de campos entre registros com vistas à garantia de ambos os arquivos;
- e. Estatísticas dos campos dos arquivos: apuração de média, desvio padrão, etc., em um universo de registros/campos de um arquivo para se efetuar análises do comportamento desse universo.
- f. Uso de sistemas especialistas para o para consulta de auxílio ao processo de tomada decisão sobre os aspectos de uma auditoria.
- g. Uso de ferramentas computacionais de auto-avaliação para agilizar o processo de diagnóstico da situação empresarial

2.1.3.2 Questionário (*CheckList*)

Um questionário corresponde a um conjunto de perguntas, que visam avaliar e validar um determinado ponto de controle de um sistema de produtivo, de acordo com os parâmetros de controle interno, ou seja, segurança física, segurança lógica, confidencialidade, eficácia, eficiência, etc.(ARIMA,1994)

Comumente para uma eficiência desta técnica segue-se uma série de procedimentos conforme descrito abaixo:

- a) Analisar o ponto de controle a ser auditado e elaborar as questões, conforme os parâmetros predeterminados de controle interno;
- b) Selecionar as pessoas que deverão responder o questionário;
- c) Elaborar um conjunto de instruções de como responder as questões;

- d) Distribuir o questionário para as pessoas selecionadas;
- e) Controlar o recebimento ou não dos questionários respondidos;
- f) Analisar e avaliar os resultados obtidos, caso contrário, voltar ao início deste processo.

A vantagem desta técnica é que possibilita interrogar várias pessoas simultaneamente, sem o deslocamento do auditor e permite diagnosticar pontos relevantes a serem, posteriormente, avaliados com maior profundidade. A opinião do auditor é emitida com base em declaração por escrito da área auditada. Porém alguns aspectos devem ser observados, pois há possibilidade de interpretações subjetivas tanto para questões, como para as respostas e geralmente ocorrem atrasos na devolução dos questionários respondidos pela área auditada.

2.1.3.3 Visita In Loco

Para Arima(1994), esta técnica implica na observação pessoal do auditor, sobre os procedimentos, sistemas e/ou instalações da área auditada. Recomenda-se ser acompanhada por mais alguma técnica, geralmente o questionário.

Tanto Arima(1994) quanto Gil(1993), concordam que na visita *in loco* deve-se cumprir uma seqüência de procedimentos conforme descrito abaixo:

- a. Marcar data e hora com a pessoa responsável que irá acompanhar as verificações, ou convocá-la no momento da verificação quando o fator surpresa se tornar necessário;
- b. Anotar os procedimentos, acontecimentos e outras situações observadas. Caso necessário elaborar uma representação gráfica da situação, tais como, fluxo da rotina, *layout* da instalação, etc.
- c. Anotar nomes completos das pessoas e data e hora das visitas realizadas;
- d. Analisar os papéis de trabalho obtidos, avaliar respostas e a situação identificada;
- e. Emitir opinião via relatório de fraquezas de controle interno.

Através desta técnica é possível identificar problemas operacionais e/ou de controle através do contato direto com os executantes das tarefas.

2.1.3.4 Entrevista

Consiste na realização de reunião entre o auditor e os auditados – profissionais e envolvidos com o ambiente ou o sistema produtivo da empresa sob auditoria.

A técnica de entrevistas é freqüentemente casada com outras técnicas de auditoria, visita *in loco*, aplicação de questionários etc.

Segundo Arima(1994), podem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a. Analisar o ponto de controle a ser auditado e identificar as pessoas envolvidas;
- b. Elaborar um *check-list* ou roteiro para realização da entrevista;
- c. Marcar, antecipadamente, a data, hora e local com as pessoas que serão entrevistadas;
- d. Anotar as respostas e comentários dos entrevistados a cada questão apresentada;
- e. Elaborar uma ata da reunião realizada, ressaltando os principais pontos discutidos em cada questão apresentada e distribuir uma cópia da ata para cada participante da entrevista;
- f. Analisar e avaliar os resultados obtidos;
- g. Emissão do relatório de fraquezas de controle interno.

2.1.3.5 Análise Relatórios

Segundo Gil(1993), esta técnica consiste na análise de documentos, relatórios e telas do sistema sob auditoria.

A mecânica de aplicação desta técnica implica em:

- a. Relacionar por usuário todos os relatórios/documentos que pertençam ao ponto de controle a ser analisado, podendo ser feita uma classificação desses relatórios para efeito de estabelecimento de prioridades na análise;
- b. Obter modelo ou cópia de cada relatório/documento para compor a pasta de papéis de trabalho;
- c. Elaborar um *check-list*/questionário para a realização dos levantamentos acerca dos relatórios/documentos;
- d. Marcar antecipadamente a data e hora com as pessoas que fornecerão opinião acerca dos relatórios;
- e. Realizar as entrevistas e anotar as observações e comentários dos usuários;
- f. Analisar as respostas, formar e emitir opinião acerca do nível de controle interno.

2.2 Métodos de Avaliação na Literatura

Para programas de melhoria de processos de software são comumente usados ciclos contínuos e sucessivos de melhoria, com avaliações de alguma natureza em cada ciclo e em pontos-chave. No caso de CMM, para medir se um determinado nível de desempenho foi atingido, usam-se avaliações formais, como por exemplo, o CBA-IPI (DUNAWAY, 1996)

Porem, devido ao seu custo elevado e sua complexidade, o CBA-IPI tem sido pouco utilizado para a realização de avaliações intermediárias, comumente para este tipo de situação são usadas às avaliações simplificadas, também denominadas na literatura como *mini-assessments*. Um *mini-assessment* pode ter, além do objetivo básico de avaliar a situação da implantação de modelos como o CMM em projetos ou organizações, os seguintes objetivos: (WIEGERS e STURZENBERGER,2000)

- a) Identificar pontos fortes e pontos fracos (oportunidades de melhoria) na área avaliada;
- b) Treinar a equipe de projeto em melhoria de processo de software;
- c) Servir de catalisador para o programa de melhoria;

- d) Preparar a organização para uma avaliação formal;
- e) Incentivar a adesão da equipe de projeto e identificar as melhores práticas em uso para eventual padronização na organização.

Muitas empresas estão fazendo uso de *mini-assessment* para avaliações parciais no desenvolvimento de melhorias do processo de software. A ferramenta desenvolvida por este trabalho de certa forma pode se enquadrar como uma *mini-assessment* a qual busca através de uma lista de verificação avaliar os processos da empresa conforme será apresentado no próximo capítulo. Apesar da forte adesão ao uso deste tipo de avaliação, esta é pouco referenciada na literatura, a seguir são apresentados alguns registros dela.

2.2.1 Interim Profile

Esse método foi desenvolvido pelo SEI em parceria com a Pacific Bell dos Estados Unidos a partir do *Maturity Questionnaire* do SEI (ZUBROW e et al), com o objetivo de proporcionar uma alternativa rápida e de baixo custo para avaliar o nível de maturidade de uma organização. Ele é baseado na aplicação de questionários de avaliação para os membros de um ou mais projetos. Cada pessoa, além de responder as questões referentes à aplicação do CMM, também informa o grau de confiança que ela tem nas respostas. A avaliação toma aproximadamente de 70 a 100 horas para preparação e de 1 a 4 dias para aplicação dos questionários, dependendo do porte e número de áreas avaliadas. Os resultados são apresentados na forma de graus de atendimento às práticas das KPAs (Áreas chaves do Processo), com três possibilidades: não satisfeito, parcialmente satisfeito e completamente satisfeito. O método também apresenta o grau de confiança das medidas e um perfil de experiência dos respondentes.

Segundo Whitne(1994), o desenvolvimento do Interim profile (IP) foi dirigido para a necessidade do negócio de medir rapidamente a maturidade dos processos de software de uma organização.

2.2.2 Avaliação da Kodak

Em Zubrow, et al, (1994) é relatada a experiência do *mini-assessment* desenvolvido na *Eastman Kodak Company*, visando unificar três abordagens diferentes de avaliação existentes originalmente na empresa. O *mini-assessment* consiste basicamente na aplicação de um questionário, opcionalmente com a realização de discussões com participantes do projeto, e não prevê análise de procedimentos, registros, políticas ou planos. Não participam na coleta de dados pessoas com função gerencial acima de líderes de projeto. Em função da realidade do projeto, seu porte e complexidade, o método pode ser redimensionado quanto à reunião de abertura, ao tipo de orientação/treinamento em CMM, ao tipo de questionário utilizado, à realização ou não de sessões de discussão e também, à preparação e apresentação dos resultados. Os resultados são compilados e apresentados na forma de gráficos quantitativos do atendimento percentual médio. Foram submetidos ao método, 24 projetos, com tamanho de 12 a 20 membros e com o custo médio de 6 mil dólares, o que representa cerca de 5 a 10% de um CBA-IPI.(BOAS,2001)

2.2.3 Avaliação da NEC do Brasil

A abordagem da NEC do Brasil foi desenvolvida a partir do método de avaliação CBA-SCE (BYRNES e PHILLIPS, 1996), dos modelos de auto-avaliação da NEC australiana e japonesa e dos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade, com o objetivo de reduzir os custos de avaliação e garantir a possibilidade de obter resultados quantitativos. O método baseia-se na aplicação de questionários para todos os membros dos projetos. São usados dois questionários, um para a descrição dos processos em uso e outro para a pontuação do atendimento às práticas do CMM, em cinco níveis de atendimento (0, 25, 50, 75 e 100%). Nesse último formulário, o respondente deve também apontar possíveis pontos fortes e oportunidades de melhoria. A apresentação dos resultados é feita com base em gráficos de percentual de atendimento às KPAs. A aplicação do método prevê uma fase inicial de treinamento e preparação, com meio dia de duração. A sua execução propriamente dita dura de 3 a 4 dias. Três pessoas compõem a equipe de avaliação. (BOAS et al,2001)

2.2.4 Avaliação do CPqD

Segundo Boas, et al (2001) uma avaliação do modelo CPqD é estruturada seguindo os seguintes passos:

- a) **Planejamento:** programação da duração da avaliação, alocação dos recursos materiais necessários e divisão da equipe de avaliação em grupos por KPA. São usados como insumos para o planejamento o conhecimento acumulado nas avaliações anteriores e lições aprendidas.
- b) **Preparação :** levantamento dos documentos do projeto, preparação dos locais e recursos materiais, além da planilha de avaliação, a qual será utilizada como ferramenta para a avaliação. São impressos o cronograma, listas de presença, formulários de lições aprendidas e outros formulários aplicáveis.
- c) **Reunião de Abertura:** apresentação para a equipe e gerentes do projeto sobre a composição da equipe de avaliação, o cronograma, os critérios de avaliação, as limitações do método e demais informações de logística da avaliação.
- d) **Análise de Documentos:** análise de procedimentos, planos e registros executados pelos grupos de avaliadores por KPA a partir de uma planilha com os quesitos necessários divididos em procedimentos e institucionalização. Os quesitos de cada KPA têm os seus respectivos conceitos, os quais pode ser: *sim* (quesito atendido), *parcial* (quesito atendido parcialmente), *Não* (quesito não atende) ou não se Aplica (quesito não se aplica).
- e) **Entrevistas com a Equipe do Projeto:** entrevistas com os responsáveis pelas KPAs para elucidar pontos de dúvidas nas documentações fornecidas ou consolidar as informações obtidas.
- f) **Elaboração do Relatório:** elaboração do relatório dos resultados obtidos, com detalhes e comentários por KPAs para cada quesito avaliado, incluindo a totalização do percentual de atendimento.
- g) **Pré-apresentação dos resultados:** é a apresentação do relatório da avaliação aos responsáveis pelas KPAs. Nesse passo, são apresentados os resultados quantitativos

detalhados para cada KPA, obtidos a partir do conceito dado a cada quesito. Além desses dados, são apresentados os gráficos gerais por área, com a totalização quantitativa de atendimento ao procedimento. Nessa fase, ainda é possível o ajuste da avaliação de algum quesito, em função da realimentação da equipe de projeto.

- h) **Apresentação dos Resultados:** são apresentados para a equipe e gerentes do projeto os resultados quantitativos na forma de gráficos gerais por KPA; o parecer final que contém um resumo dos resultados obtidos para cada KPA e comentários gerais sobre a implementação do modelo (pontos fortes e pontos fracos); e um histórico de avaliações anteriores, para a comparação dos resultados com os obtidos em avaliações passadas. Nessa reunião são estabelecidas as metas quantitativas a serem atingidas e a data da próxima avaliação.
- i) **Reuniões de Lições Aprendidas:** é uma reunião interna da equipe de avaliação para levantamento *post-mortem* das lições aprendidas durante a avaliação, determinação das pendências, coleta dos indicadores de esforço e tempo e implementação de eventuais melhorias no método.

2.3 Abordagens de Diagnósticos Qualitativos em Empresas

A abordagem qualitativa de diagnóstico em empresas, normalmente está diretamente ligada a posição estratégica organizacional. Visam elicitar pontos fortes e fracos, oportunidades de melhorias e pontos críticos de um processo de análise interna e externa.

Para Oliveira(1988), pontos fortes e fracos são variáveis internas e podem ser controladas pela administração, basta que sejam identificados. As oportunidades e ameaças representam variáveis externas que não são controláveis pela empresa e podem criar condições favoráveis e desfavoráveis às atividades da organização. Todos esses componentes formam o conjunto das informações do sistema de análise global da empresa.

Sendo o foco deste trabalho o desenvolvimento de um diagnóstico qualitativo dos processos de um Software House, a seguir são apresentadas de forma breve algumas abordagens de diagnósticos encontradas na literatura.

2.3.1 Método de Diagnóstico Organizacional

Para Tavares(2000), o diagnóstico interno da organização poderá contemplar toda a organização ou apenas áreas, funções ou processos, comportando três níveis de abordagens, com análise dos subsistemas.

O primeiro nível privilegia o subsistema diretivo, o chamado diagnóstico estratégico. O subsistema técnico corresponde ao segundo nível, assume diversos nomes segundo a dimensão, podendo ser diagnóstico organizacional, financeiro, de *marketing*, de produção ou de recursos humanos e finalmente o subsistema social, chamado diagnóstico comportamental.

Tavares (2000), em seu modelo também cita que um diagnóstico organizacional é constituído de três etapas para análise do ambiente interno:

- a) Identificação dos problemas
- b) Sua priorização
- c) Identificação das causas e efeitos

Para o autor com a aplicação destes três tópicos básicos é possível melhorar muito o desempenho empresarial, segundo ele mesmo cita “ao se solucionar 20% dos problemas organizacionais de uma empresa esta pode melhorar seu desempenho em até 80%”.

2.3.2 Modelo Massa Crítica

Este modelo se baseia na existência de um limite que deve ser ultrapassado para obter adequado retorno de investimento. Este sugere o seguimento das seguintes ações para a concretização dos objetivos(OLIVEIRA,1988):

- a) Selecionar os fatores de sucesso mais importantes no mercado, tais como: rentabilidade, posição no mercado, inovação, recursos financeiros, desempenho e desenvolvimento gerencial;
- b) Determinar para os vários fatores, qual a posição da empresa diante dos concorrentes, se ela é mais forte ou não;
- c) Estabelecer os fatores que devem ser melhorados;
- d) Estabelecer as estratégias e os recursos necessários para desenvolver os fatores considerados críticos;
- e) Implementar e avaliar as estratégias estabelecidas.

2.3.3 Diagnóstico de Diretrizes

O modelo de diagnóstico de Campos (1996) adapta-se bem ao produto deste trabalho, já que o questionário para pré-diagnóstico dos processos da *Software House* deve ser respondido por um indivíduo com grande conhecimento sobre os processo da empresa como por exemplo o presidente ou a alta administração.

Este método busca verificar em que níveis estão sendo atendidos os objetivos e metas estabelecidas pelas diretrizes organizacionais, as quais buscam atender os objetivos da organização.

Para o desenvolvimento do diagnóstico o autor propõe o uso de métodos de gestão da qualidade total como o PDCA(Planejar,Desenvolver,Controlar e Agir). Utilizando-se deste método, Campos (1996) estabelece as etapas do sistema de diagnóstico conforme apresentado a seguir:

- a) **Programação anual de diagnóstico:** nesta etapa analisam-se quais setores serão diagnosticados, qual o período e quem vai participar do diagnóstico.
- b) **Determinação dos tópicos a serem analisados:** cada área a ser analisada normalmente envolve um tema prioritário do setor.

- c) **Agenda do diagnóstico:** é um documento com o conteúdo, data e horário da sessão de diagnóstico, deverá ser apresentada com antecedência aos setores que serão analisados.
- d) **Relatório preparatório do diagnóstico:** documento que contém uma ata do diagnóstico anterior que servirá de base para a preparação de perguntas.
- e) **Reunião do diagnóstico:** na reunião são apresentadas a agenda de diagnóstico e as perguntas que serão utilizadas. O coordenador da reunião incentiva a realização de perguntas sobre o tema que está sendo diagnosticado.
- f) **Gerenciamento do diagnóstico:** após o diagnóstico é enviado um relatório ao setor analisado contendo recomendações. Com base no relatório, o setor deve estabelecer um plano de melhorias.

Através deste modelo é possível estabelecer o diagnóstico dos vários processos desenvolvidos na empresa que visam atingir os objetivos da organização. A figura 2.1 ilustra o processo de estruturação do modelo.

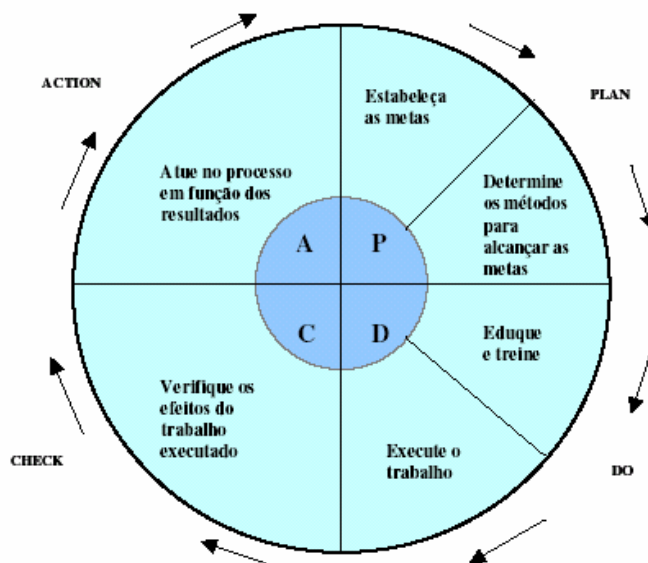


Figura 2.1 PDCA –Método de Controle Fonte Campos(1996).

2.4 Qualidade

A preocupação com a qualidade de bens e serviços não é recente. Os consumidores sempre tiveram o cuidado de inspecionar os bens e serviços que recebiam em uma relação de troca. Essa preocupação caracterizou a chamada *era da inspeção*, que se voltava para o produto acabado. Era feita pontualmente sendo que os defeitos apareciam na razão direta da intensidade da inspeção.

A *era do controle estatístico* surgiu com o aparecimento da produção em massa, traduzindo-se na introdução de técnicas de amostragem e de outros procedimentos de base estatística, bem como, em termos organizacionais, no aparecimento do setor de controle da qualidade. Sistemas da qualidade foram pensados, esquematizados, melhorados e implantados desde a década de 30 nos Estados Unidos e um pouco mais tarde (anos 40), no Japão e em vários outros países do mundo.

A partir da década de 50, surgiu a preocupação com a gestão da qualidade, que trouxe uma nova filosofia gerencial com base no desenvolvimento e na aplicação de conceitos, métodos e técnicas adequadas a uma nova realidade. A *gestão da qualidade total*, como ficou conhecida essa nova filosofia gerencial, marcou o deslocamento da análise do produto ou serviço para a concepção de um sistema da qualidade. A qualidade deixou de ser um aspecto do produto e responsabilidade apenas de departamento específico, e passou a ser um problema da empresa, abrangendo, como tal, todos os aspectos de sua operação.(LONGO, 1996)

2.4.1 Qualidade Total

O termo *qualidade total* tem inserido em seu conceito seis atributos ou dimensões básicas que lhe conferem características de totalidade. Essas seis dimensões são: *qualidade intrínseca; custo, atendimento, moral, segurança e ética*.

Por *qualidade intrínseca* entende-se a capacidade do produto ou serviço de cumprir o objetivo ao qual se destina. A dimensão *custo* tem, em si, dois focos: custo para a organização do serviço prestado e o seu preço para o cliente. Portanto, não é suficiente ter o produto mais barato, mas sim ter o maior valor pelo preço justo. *Atendimento* é uma dimensão que contém três parâmetros: local, prazo e quantidade, que por si só demonstram a sua importância na produção de bens e na prestação de serviços de excelência. *Moral e segurança* dos clientes internos de uma organização (funcionários) são fatores decisivos na prestação de serviços de excelência: funcionários desmotivados, mal-treinados, inconscientes da importância de seus papéis na organização não conseguem produzir adequadamente. A segurança dos clientes externos de qualquer organização, em um sentido restrito, tem a ver com a segurança física desses clientes e em um sentido mais amplo, com o impacto do serviço prestado ou da sua provisão no meio ambiente. Hoje em dia, pode-se dizer que o foco no cliente tem prioridade absoluta em todas as organizações. Finalmente, a sexta dimensão do conceito de qualidade total, a *ética*, é representada pelos códigos ou regras de conduta e valores que têm que permear todas as pessoas e todos os processos de todas as organizações que pretendem sobreviver no mundo competitivo de hoje. (LONGO,1994)

2.4.2 Modelos de Qualidade

Para garantir uniformidade dos critérios mínimos de qualidade dos bens de serviços algumas normas surgiram buscando estabelecer uma padronização mundial na qualidade de produtos e serviços.

Atualmente existem vários modelos e normas para a avaliação e implantação de processo de qualidade em produtos, estes modelos podem ser classificados de acordo com suas funcionalidade frente ao projeto a ser desenvolvido, conforme descrito em Weber(1999):

- a. **Abordagens de melhoria da qualidade total das organizações:** Neste tipo de abordagem são enquadradas metodologias como: TQM(Total Quality Management), GQM(Goal- Question- Metric), PDCA(Plan-Do-Check-Action).

- b. **Abordagens para melhoria da qualidade dos processos:** alvo principal deste trabalho. Esta corresponde ao processo de qualidade que será implantado em conjunto com o método de desenvolvimento de software, buscando avaliar e garantir a qualidade do processo de desenvolvimento de software. Métodos como, CMMI, SPICE, TRILLIUM, PSP enquadram-se neste perspectiva.
- c. **Método de melhoria da qualidade do produto de software:** Avaliam a qualidade do produto de software com o fim de verificar através de técnicas e atividades operacionais o quanto, os requisitos são atendidos. Estes requisitos refletem as necessidades de um processo de qualidade, explicitados em termos qualitativos ou quantitativos objetivando definir uma característica do software. Nesta categoria encontram-se ISO9001, ISO9000/3, ISO/IEC12119.
- d. **Normas de cunho geral:** Estas podem ser aplicadas na produção de qualquer produto ou bem de serviços. Dentre algumas se pode citar: a série ISO9000, AQAP 1, AQAP 4 .(AQAP1,1968)(AQAP 2,1968)

2.4.3 Modelo TQM – Total Quality Management

Este sistema combina técnicas de controle da qualidade e modelos organizacionais desenvolvidos nos últimos 40 anos, tanto nos Estados Unidos como no Japão. (HAZAN,1999)

A TQM possui características que permitem sua aplicabilidade em todo tipo de organização: (KRISTEN,1996)

- a. A qualidade é reconhecida como uma vantagem estratégica com total apoio da alta-administração.O novo pensamento da qualidade deve ter um enfoque preventivo;
- b. A gerência da qualidade é dirigida como um passo da melhoria de toda a organização, com seus produtos, processos do negócio, processos de apoio e sistemas de informação.

- c. Todos os empregados devem estar envolvidos com a qualidade e devem ser treinados em métodos e técnicas para a melhoria da qualidade total.
- d. A melhoria da qualidade de um produto esta baseada na compressão, no controle sistemático do processo e na análise dos resultados organizacionais juntamente com os resultados de mercado.
- e. O pensamento da qualidade é mantido ativamente nas organizações por meio de treinamentos, sistemas de incentivos e *Benchmarking* interno e externo.

O TQM compreende o gerenciamento das relações de todos os envolvidos no funcionamento da empresa, não se restringindo somente ao relacionamento com o cliente.

Segundo Weber(1999) em pesquisa realizada em 1997, no Brasil o percentual de empresas com programa de qualidade total ou assemelhado formalmente implantado era de apenas 17% de uma amostra de 588 empresas, além de o percentual de empresas sem o programa da qualidade formalmente implantado não sofreu redução significativa no decorrer dos anos conforme mostrado na Tabela 2.1.

2.4.3.1.1.1.1 Categorias	1993		1995		1997	
	N_o	%	N_o	%	N_o	%
Implantado	34	12,4	51	11,5	104	17,7
Em implantação	128	46,5	170	38,3	212	36,1
Não Implantado	113	41,1	223	50,2	272	46,3
Base	275		444		588	

Tabela 2.1- Implantação de Programa da Qualidade Total ou assemelhado no Brasil.

2.4.4 Modelo PDCA (Plan – Do – Check – Action)

O modelo PDCA descreve passos consistentes que a maioria das pessoas tomaria enquanto tomam decisões e resolvem problemas(PDCA,1994).Este é aplicado por Campos(1996) em seu modelo de diagnóstico conforme referenciado na seção 2.3.3. Tem um ciclo de

execução continua até que a qualidade desejada seja encontrada, seus passos são resumidos na tabela abaixo.

Fase	Descrição
Plan	Usando dos recursos disponíveis, planejar a melhoria, focando naquelas que causam um impacto mais positivo no processo. Uma lista de melhorias potenciais é gerada e após isso são estabelecidas as prioridades.
Do	Esta fase envolve o desenvolvimento e implantação da melhoria priorizada.
Check	Monitora o desempenho do processo após a implantação da melhoria
Action	Reflete na tomada de decisão da empresa, posiciona a mesma frente à continuidade ou mudança de um processo.

Tabela 2.2 – Descrição do modelo PDCA (PDCA,1994)

2.4.5 Modelo GQM – Goal Question Metric

Este método fornece um mecanismo que orienta a determinação dos objetivos de interesse da análise e o refinamento de cada objetivo em um conjunto de questões. Este pode ser definido conforme mostrado na tabela 2.3. (IAVARONE e SANCHES,1997)

Passo	Descrição
Goal	Os objetivos devem ser definidos em termos de (BASILI,1990) <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo do estudo; - Propósito; - Perspectiva; - Ambiente
Question	Questões de interesse que permitam uma definição nítida do objetivo da

	pesquisa, forçando o investigador a considerar a análise de dados antes que eles sejam coletados (ROMBACK,1987)
Metric	A métrica define as medidas associadas a cada questão focando respostas quantitativas. Essa abordagem é proposta devido a grande variedade de características observáveis ao software, cuja forma de uso e interpretação só se tornam claras a partir da definição de modelos apropriados para o contexto.

Tabela 2.3 –Descrição do Modelo GQM

2.4.6 Certificação da Qualidade

Uma característica intrínseca a qualidade é que sua existência apenas não é suficiente. É preciso que esta seja reconhecida pelo cliente. Em função disto, surgiu uma série de certificações oficiais formuladas a partir de um padrão. Estas fazem um conjunto de exigências para que a empresa possa ser certificada e refletem de uma certa forma que a empresa está coerente com os aspectos de qualidade e preparada para atender todos os requisitos necessários a uma boa gestão destes aspectos. Entre alguns destes certificados podemos citar:

- a) O selo de aparelhos domésticos indicando a categoria de consumo de energia
- b) Selo INMETRO para classificação de brinquedos por idade.
- c) Selo ABIC para café
- d) Classificação por estrelas de hotéis
- e) Certificados da série ISO 9000

Entre as certificações mais conhecidas está a certificação em ISO9000, a qual é reconhecida mundialmente e explorada para o *marketing* de muitas empresas. O grande intuito desta norma, e de outras tantas, é estabelecer um padrão único mundial que garanta que um produto produzido, por exemplo, no Brasil tenha sua qualidade reconhecida em qualquer outra parte do mundo.

Uma certificação em determinada norma ou padrão é um documento oficial indicando a conformidade com este. Este é obtido através de um processo de reestruturação da empresa para atender exigências apontadas na norma. A avaliação é feita por uma empresa idônea, comumente especializada neste tipo de trabalho. No Brasil o órgão responsável pelo credenciamento das instituições que realizam a certificação de sistemas de qualidade é o INMETRO.

2.4.7 Processo de Desenvolvimento de Software

Um processo de desenvolvimento de software pode ser visto como um conjunto de atividades, padrões, métodos, ferramentas e práticas que são utilizadas para construir um produto de software. Segundo Humphrey (1990) um processo de software é um conjunto de tarefas de engenharia de software necessárias para transformar os requisitos dos usuários em software. Na definição de um processo de software devem ser consideradas as seguintes informações: atividades a serem realizadas, recursos necessários, artefatos requeridos e produzidos, procedimentos adotados e o modelo de ciclo de vida utilizado (FALBO,1998)

No entanto, não existe um processo de software que possa ser genericamente aplicado a quaisquer projetos, visto que nenhum projeto é idêntico ao outro. Variações na tecnologia e paradigma adotados no desenvolvimento, tamanho e complexidade do projeto, requisitos e métodos de desenvolvimento, entre outros fatores, influenciam na forma como um produto de software é adquirido, desenvolvido, operado e mantido(ISO/IEC,1995). Assim, para a modelagem de um processo, deve-se considerar a sua adequação às tecnologias envolvidas, ao tipo de software em questão, ao domínio de aplicação, ao grau de maturidade da equipe em engenharia de software, às características próprias da organização e às características do projeto e da equipe.

Em uma organização, diversos projetos podem coexistir possuindo características específicas. Porém, existe um conjunto de elementos fundamentais que devem ser incorporados a quaisquer processos definidos. Esse conjunto de elementos é chamado de processo padrão, ou seja, o processo básico que guia o estabelecimento de um processo comum na organização. Desta forma, um processo padrão define uma estrutura única a ser

seguida por todas as equipes envolvidas em projetos de software, independentemente das características do software a ser desenvolvido.

Pode-se observar uma tendência em se utilizar um processo padrão para definir os processos. As normas ISO/IEC 12207 (ISO/IEC,1995), ISO/IEC TR 15504(ISO/IEC,1998), e o Modelo de Maturidade e Capacidade (*Capability Maturity Model Integration – CMMI*) definem um processo padrão como um ponto base a partir do qual um processo especializado poderá ser obtido de acordo com as características de um projeto de software específico. Desta forma, ser adaptável e configurável torna-se um importante requisito a ser atingido na definição de um processo padrão. Além disso, é importante que esse processo evolua continuamente, para que, cada vez mais, a qualidade seja aperfeiçoada.

2.4.8 Qualidade de Produto x Qualidade de Processo

Com o amadurecimento da gestão da qualidade, conforme demonstrado na tabela 2.4, uma série de empresas começaram a atentar para uma qualidade não só do produto, mas também do processo. “para o exemplo de um prato de comida, pode-se dizer mais sobre a qualidade de um prato observando como o prato foi preparado do que analisando o produto final ”(PAULINO,1999)

1900	Inspeção pós-produção	Avalia o produto final depois de pronto
1940	Controle estatístico de produção	Avalia os sub-produtos das etapas de produção
1950	Procedimentos de produção	Avalia todo o procedimento de produção
1960	Educação das pessoas	Avalia as pessoas envolvidas no processo
1970	Otimização dos processos	Avalia e otimiza cada processo
1980	Projeto robusto	Avalia o projeto de produção
1990	Engenharia Simultânea	Avalia a própria concepção do produto

Tabela 2.4 Evolução dos conceitos de qualidade fonte: <www.barreto.com.br/qualidade>

Atualmente é possível encontrar normas e padrões tanto para produtos quanto para processos. Porém aqueles que avaliam o processo como um todo, são de maior valia. Já que

a qualidade final do produto é refletida na garantia de que este passa por rigorosos processos em sua concepção.

2.4.9 Qualidade de Processo de Software

Estudos na área de qualidade de software são bastante recentes, e focados principalmente para os processos de software. Isto se dá em função de que a garantia na qualidade do processo reflete muitas vezes na qualidade do produto.

Uma série de modelos surgiram com o crescimento da indústria de software. Estes, na sua maioria, dividem o processo do software em áreas específicas e avaliam ou recomendam melhoramentos nestas áreas, tentando explicar em detalhes como se desenvolve um software. Entre os estudos de maior relevância nesta área pode-se citar:

- a. ISO9000-3 Diretivas para Aplicação da série ISO9000 em Processos de Software
- b. ISO15504 – SPICE Software Process Improvement and Capability dEtermination
- c. CMMI- Capability Maturity Model Integration
- d. PSP – Personal Software Process

A tabela 2.5 mostra algumas iniciativas para avaliação e melhoria do processo de software desde os anos 1980, com sua maioria ocorrendo nos anos 1990. O próximo capítulo apresenta um resumo de alguns padrões e normas para avaliação e melhoria do processo de software.

Ano	Iniciativa
1983	NQI/CAE: 1º Prêmio Canadense de Excelência
1984	Avaliação conduzida pela IBM
1987	ISO 9001 versão inicial NIST/MBNQA: 1º Prêmio de Qualidade Nacional Malcolm Baldrige (USA) SEI-87-TR-24 (questionário SW-CMM)
1988	AS 3563 (Sistema de Gerenciamento de Qualidade de Software) – versão

	inicial
1991	IEEE 1074 versão inicial ISO 9000-3 versão inicial SEI SW-CMM V 1.0 versão inicial Trillium V 1.0
1992	EFQM/BEA: 1o Prêmio de Excelência do Negócio (Europa) IEEE adota AS 3563 como “IEEE 1298” TickIT V2.0
1993	SEI SW-CMM V1.1 BOOTSTRAP SPICE
1994	ISO 9001 Trillium V3.0
1995	ISO 12207 versão inicial ISSO 15504 (SPICE)
1996	IEEE/EIA 12207
1997	ISO 9000-3 SW-CMM com suporte ao CMM Integration (CMMI)
1998	ISO 15504 (SPICE) para o público como relatório técnico TickIT V4.0
1999	SEI CMMI para projetos piloto
2000	Nova versão da ISO9001
2001	Adendo a ISO12207
2002	Versão final do CMMI
2003	Versão final do SPICE

Tabela 2.5 – Iniciativas para melhoria da qualidade do processo de software [Tantara].

Como é possível observar na tabelas acima, iniciativas de padronização dos processos de desenvolvimento de software deixaram de ser uma exceção para quase se tornarem uma regra. A busca por melhores resultados na sustentabilidade empresarial tem impulsionado o firmamento deste ramo de atividade como um ponto crítico e indispensável na gestão transparente de uma empresa.

3 Normas e Modelos de Qualidade

Norma refere-se a um conjunto de regras, na maioria das vezes conceituais, ou seja, impostas somente mediante a um consenso entre as partes. Enquanto modelos são estruturas que podem ser imitadas e que normalmente não são derivativos de acordos conceituais.

3.1 A Série ISO 9000

Fundado em 23 de fevereiro de 1947 na Suíça, o grupo *International Organization for Standardization* deu origem à sigla ISO. Este grupo de normalização internacional não possui ligações com órgãos governamentais e está representado em mais de noventa países, sendo no Brasil o órgão detentor do direito a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As normas da série ISO 9000 para gestão e garantia da qualidade representam um senso comum de vários países para estabelecimentos de padrões de qualidade. Estas buscam orientar a melhoria dos níveis de qualidade de produtos, serviços e relacionamentos cliente/fornecedor, através de diretrizes para implantação de sistemas da qualidade na empresa.

Na série são estabelecidos os requisitos mínimos para que, fazendo uso de ações gerenciais que visam a prevenção de problemas, as empresas possam assegurar a qualidade de seus produtos e serviços. Resume-se, em última instância, na aplicação de normas básicas na busca de níveis de qualidade aceitáveis, buscando uma sustentabilidade empresarial tanto no mercado interno como no externo.

A série é composta por cinco documentos sequencialmente numerados : ISO-9000, ISO-9001, ISO-9002, ISO-9003, ISO-9004. A abordagem respectiva de cada documento é mostrada na tabela 3.1

Norma	Abordagem
ISO 9000	Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Diretrizes para seleção e uso.
ISO 9001	Sistema da Qualidade – Modelo para garantia da qualidade em projeto desenvolvimento, produção, instalação e Assistência técnica.
ISO 9002	Sistema da Qualidade – Modelo para a garantia da qualidade em produção e instalação.
ISO 9003	Sistema da Qualidade – Modelo para garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais.
ISO 9004	Gestão da qualidade e elementos do sistema de qualidade – Diretrizes

Tabela 3.1 – Abordagens da norma ISO 9000.(ABNT, 2000)

A norma ISO9000 tem por objetivo apenas orientar sobre a seleção e o uso das demais normas que compõem o pacote ISO9000. Através dela empresas podem tomar decisão sobre qual das normas propostas pelo pacote mais se enquadra à realidade da mesma.

As normas 9001, 9002 e 9003 especificam os requisitos do Sistema da Qualidade. Estas devem ser usadas quando existe um contrato entre duas partes, o qual necessite demonstrar a capacidade de um fornecedor em desenvolver um produto com a qualidade garantida.

A ISO 9004 por sua vez, explica os requisitos para garantir a qualidade, dando as diretrizes acerca dos fatores técnicos, administrativos e de pessoal os quais tem influência direta na qualidade do produto/serviço, para todos os níveis do ciclo de qualidade, desde a detecção da necessidade até a satisfação do cliente.

3.1.1 O Padrão ISO 9000/3

Muitos dos requisitos explicitados na série 9000 aplicam-se diretamente ao processo de desenvolvimento de software. Porém, para alguns deles a aplicação se torna um tanto quanto nebulosa. Em função desta peculiaridade, a organização ISO, preparou a ISO 9000/3, diretrizes para a aplicação da ISO 9001 para o desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software. Como o próprio nome esclarece, são apenas diretrizes e devem ser tratadas como tais. Caso alguma empresa decida desenvolver o sistema da qualidade de

maneira diferente da proposta pela ISO 9000/3, esta deve assegurar-se de que sua alternativa satisfaz os requisitos padrões.

Baseado na premissa que, associado a cada um dos projetos de desenvolvimento de software está um conjunto de fases ou segmentos definidos de trabalho. A ISO 9000/3 não assume um ciclo de vida particular, porem estabelece a existência de algum ciclo de vida com fases.

Todas suas orientações supõem um acordo contratual entre um comprador e um fornecedor. A ISO9000/3 é constituída de 22 clausulas que não correspondem diretamente às 20 clausulas da ISO90001. Estas clausulas são agrupadas em 3 seções conforme descrito na tabela 3.2.

Seção	Tópicos
Estrutura do Sistema de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidade do fornecedor - Responsabilidade do comprador - Análise crítica conjunta
Atividades do Ciclo de Vida	<ul style="list-style-type: none"> - Análise crítica do contrato - Especificação dos requisitos do comprador - Planejamento do desenvolvimento - Projeto e implementação - Teste e validação - Aceitação - Cópia, entrega e instalação - Manutenção
Atividades de Apoio	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de configuração - Controle de documentos - Registro da qualidade - Medição - Regras, convenções - Aquisição - Produto de software - Treinamento

Tabela 3.2 Diretrizes da ISO 9000/3 (Fonte PAULINO,1999)

Uma das características peculiares da ISO9000/3 é que ela prevê também responsabilidades ao cliente. Nela se propõem que o cliente indique um representante para negociar com o fornecedor de software as questões contratuais, incluindo definições de requisitos, critérios

de aceitação e acordos de conclusão. Além de reuniões de revisão e acompanhamento entre o fornecedor e o cliente. Estas diretrizes se repetem para cada uma das fases do ciclo de desenvolvimento.

Independente do modelo de ciclo de vida seguido pela empresa, a Norma prevê que as atividades do ciclo podem ser agrupadas em nove grandes categorias:

- a) **Análise Crítica do Contrato:** Estabelece itens que devem constar nos contratos relativos à compra e venda do software. Define a responsabilidade do fornecedor com relação ao trabalho sub-contratado, terminologia sobre os acordos para ambas partes e a capacidade do comprador para cumprir as obrigações contratuais;
- b) **Especificação de Requisitos do Cliente:** Prevê a criação por parte do fornecedor, de um completo e não ambíguo conjunto de requisitos funcionais que incluam todos os aspectos necessários para satisfazer as necessidades do comprador, estes deverão ser testáveis e desenvolvidos junto ao comprador. A especificação de requisitos deverá ser completada e aprovada antes do início das atividades de desenvolvimento.
- c) **Planejamento do desenvolvimento:** Define o plano de desenvolvimento do software. Inclui a definição do projeto, organização do projeto, fases de desenvolvimento, gerência de projetos, métodos e ferramentas, cronogramas e planos de teste. Também deve monitorar e verificar o progresso de cada fase do ciclo de vida.
- d) **Planejamento da qualidade:** Prevê o desenvolvimento de um plano de qualidade por parte do fornecedor, que deve incluir os objetivos de qualidade do produto de software, critérios de saída de cada fase, planejamento detalhado das atividades de verificação e validação e responsabilidades específicas para atividades de qualidade.

- e) **Projeto e Implementação:** Propõem as atividades de projeto e implementação que deverão ser executadas de forma estruturada. Inclui considerações para a identificação do projeto, metodologia, uso de experiências passadas, regras de programação, metodologias de implementação, revisões e etc;
- f) **Teste e Validação:** Prevê a realização de testes que podem ser necessários em diferentes níveis ou partes do software. Estes devem considerar fatores como ambiente, documentação, casos e dados de teste além dos testes de campo.
- g) **Aceitação:** Cobre os termos acordados previamente pelo cliente para a aceitação do software. Deve-se considerar para o acordo o cronograma de tempo, procedimentos para a avaliação, ambiente de software, hardware, critérios de aceitação e outros.
- h) **Reprodução, Expedição, Entrega e Instalação:** Estabelece requisitos para o tratamento do número de cópias a ser entregue, meio físico utilizado, direitos autorais e licenças, cópias de segurança. Além disto inclui um plano de recuperação em caso de sinistro, instalação e outros.
- i) **Manutenção:** Estabelece que as solicitações de manutenção pelo comprador que deverão ser estipuladas no contrato. O fornecedor deverá estabelecer e documentar os procedimentos para a execução das atividades de manutenção.

O terceiro agrupamento, da ISO 9000/3, relaciona as atividades de suporte que não se encontram atreladas diretamente a uma específica fase do ciclo de vida do software, mas permeiam a todas elas.

- a) **Sistema de Gerência de Configuração:** Prevê o controle e rastreabilidade do software e de seus componentes permitindo a identificação de cada versão, o controle de atualização simultânea, a documentação e a revisão. Propõem o estabelecimento de procedimentos para registrar, gerenciar e reportar o estado dos itens do software.

- b) **Controle de Documentos:** Procedimentos para determinar quais os documentos devem ser controlados, as instruções de modificação e critérios de segurança.
- c) **Registros de Qualidade:** Estabelece a necessidade de procedimentos para identificar, coletar, armazenar, manter e recuperar registros de qualidade.
- d) **Medição:** Procedimentos e técnicas para medições dos produtos desde o desenvolvimento até a expedição. Ele sugere que os valores nos relatórios devem apresentar uma base regular, que os níveis e performance devem ser identificados, que as ações corretivas devem ser tomadas e que sejam estabelecidas melhorias específicas às metas.
- e) **Regras Práticas e Convenções:** Estabelece que o fornecedor deve estabelecer e usar regras, práticas e convenções para fazer o sistema de qualidade efetivo.
- f) **Ferramentas e Técnicas:** Indica que o fornecedor deve identificar e fazer uso das ferramentas e técnicas que darão auxílio a efetivação do sistema da qualidade.
- g) **Aquisição:** Estabelece procedimentos para a aquisição de todos os produtos e serviços necessários para compor um produto final que estejam de acordo com os requisitos especificados, de maneira a assegurar sua qualidade.
- h) **Produtos incluídos no Software:** Prevê os procedimentos e cuidados relativos ao uso de softwares do comprador ou de terceiros, que serão parte integrante do software a desenvolver. Para o caso do uso de componentes de terceiros deve-se prever como será feita a manutenção.
- i) **Treinamento:** Detêm procedimentos para mapear as necessidades de treinamento interno, buscando a qualificação do fornecedor e do cliente. São cobertos também

treinamentos em ferramentas específicas, técnicas, metodologias e recursos usados durante o desenvolvimento.

Segundo Paulino (1999), o processo de certificação de uma empresa de software nas normas ISO 9001/9000-3 segue um conjunto de passos bem definidos:

- a) A empresa estabelece o seu sistema da qualidade;
- b) A empresa faz uma solicitação formal a um órgão certificador, incluindo detalhes do negócio da empresa, escopo da certificação solicitada e cópia do manual da qualidade;
- c) Órgão certificador faz uma visita a empresa, colhe mais dados e explica o processo de certificação;
- d) O órgão certificador verifica se a documentação do sistema da qualidade está de acordo com a norma ISO;
- e) O órgão certificador envia uma equipe a empresa para fins de auditoria. Nesta visita será verificado se todos na empresa cumprem o que está documentado no manual da qualidade;
- f) Órgão certificador emite o certificado da qualidade;
- g) Órgão certificador realiza visitas periódicas a empresa para assegurar que o sistema continua sendo efetivo.

3.2 SPICE – Software Process Improvement and Capability Determination - ISO 15.504

O crescimento no número de alternativas de avaliações e o uso de técnicas isoladas dentro de áreas comerciais, foram os principais fatores para estimular o desenvolvimento e aceitação de uma proposta de um padrão internacional de avaliação dos processos de desenvolvimento de softwares. Esta necessidade veio a dar origem a ISO 15.504. O ministério da defesa do Reino Unido, através da Agência de Pesquisas de Defesa (*Defence Research Agency*), iniciou uma série de estudos que resultaram em uma proposta de desenvolvimento de um padrão para processos de software. Um conjunto de requisitos para o novo padrão foi definido, cobrindo aspectos funcionais e não funcionais. Critérios específicos para o projeto foram estabelecidos baseados nas seguintes premissas:

- a. Deve ser genérico o suficiente para ser largamente aplicável porém específico o suficiente para ser usável;
- b. Não deve ser visto como um padrão de conformidade para os processo de software.
- c. Deve prover uma migração dos métodos existentes e desencorajar o estabelecimento de novos padrões;
- d. Deve evitar relacionamento com a tecnologia usada no processo de desenvolvimento;

O primeiro lançamento deste padrão foi conhecido como “Relatório Técnico Tipo 2”. Este propôs que as experiências adquiridas com o uso do documento possibilitassem a estruturação de uma base para futuras revisões e formalizações do mesmo. A nova versão da ISO 15.540 foi lançada em outubro de 2003 resultado de um esforço conjunto de cinco centros técnicos espalhados pelo mundo (EUA, Canadá/ América Latina, Europa, Pacífico Norte e Pacífico Sul). No Brasil um grupo da ABNT está participando do processo de desenvolvimento e formalizando as traduções da norma para o português.

O modelo SPICE constitui um padrão para avaliação do processo de software, visando determinar a capacidade de desenvolvimento de uma organização. Ele ainda visa orientar a organização para uma melhoria contínua do processo de produção. Este modelo pode ser usado por organizações para planejamento, gerenciamento, controle e melhoria de aquisição e etc.

Nove documentos compõem a ISO 15.504. Alguns têm caráter normativo (como a ISO15.504-2, ISO15.504-3 e ISO 15.504-9) e outros possuem caráter informativo (como a ISO15.504-1, ISO15.504-4, ISO15.504-5, ISO15.504-6, ISO15.504-7 e ISO15.504-8). Na seqüência cada um destes documentos é apresentado de uma forma resumida.

A ISO15.504-1 fornece as informações gerais sobre o conteúdo de todos os documentos da ISO15.504 e como eles estão relacionados. Determina também o campo de aplicação da

mesma, seus componentes e os relacionamentos com outros padrões internacionais (tais como a série ISO9000 e a ISO12.207).

A ISO15.504-2 define um modelo de referência e capacitação de processo. O modelo de referência define um conjunto de processos estabelecidos nos termos da proposta e do resultado, define também uma estrutura para avaliação da capacidade do processo através de uma escala de níveis de capacidade.

As ISO15.504-3 e ISO15.504-4 servem como guias para a realização de uma avaliação do processo. Determinam procedimentos para: a definição das entradas da avaliação, a determinação das responsabilidades, a especificação do processo propriamente dito e os resultados que devem ser guardados.

O modelo de avaliação definido pela ISO15.504-5 está baseado e é compatível com o modelo de referência descrito pela ISO15.504-2, podendo ser usado como base para conduzir uma avaliação da capacidade do processo de software. Este modelo de avaliação expande o modelo de referência adicionando a definição e uso de indicadores de avaliação. Os indicadores de avaliação são definidos para que os auditores possam julgar o desempenho e capacidade de um processo implementado.

A ISO15.504-6 objetiva a preparação de auditores para a execução de avaliações de processos de software. Esta norma também descreve mecanismos que podem ser utilizados para determinar a competência dos auditores e avaliar seu conhecimento, seu treinamento e a sua experiência.

A ISO15.504-7 auxilia a criação de *frameworks* de métodos para executar a melhoria do processo de software de um modo continuado.

A ISO15.504-8 é um guia para a determinação da capacidade do processo do fornecedor. Esta determinação consiste em avaliar e analisar sistematicamente os processos de software

selecionados dentro de uma organização, cujo objetivo é identificar os pontos fortes, as fraquezas e os riscos associados no desdobramento do processo.

A ISO15.504-9 define os termos utilizados em todos os documentos da ISO 15.504.

A figura 3.1 define a forma de interação dos documentos da SPICE

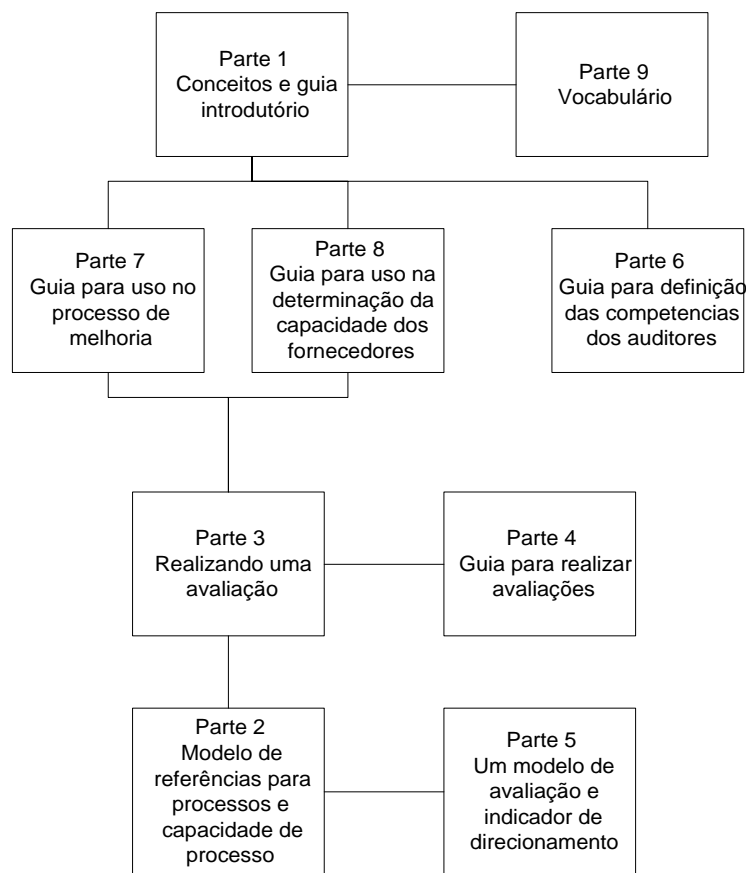


Figura 3.1 adaptada ISO/IEC TR 15504-1

3.2.1 Campo de Aplicação

Um processo de avaliação segundo a perspectiva do SPICE, assume dois contextos principais para sua aplicação. Conforme apresentado na figura 3.2.

Dentro de um contexto de melhoria de processo, a avaliação do mesmo prevê uma caracterização das práticas correntes de uma organização baseado na capacidade de execução dos processos selecionados. As análises dos resultados precisarão identificar pontos fortes, fraquezas e riscos inerentes aos processos. Com isto é possível determinar se os processos são efetivos no alcance de seus objetivos, além de permitir a identificação das causas de uma baixa qualidade ou de estouros de tempo e custo do projeto. Assim possibilitando a identificação das prioridades na melhoria do processo.

Já dentro de um contexto de determinação de capacidade, este é concebido a partir da análise dos processos selecionados focando a identificação dos riscos inerentes a realização de um projeto que usam tais processos.

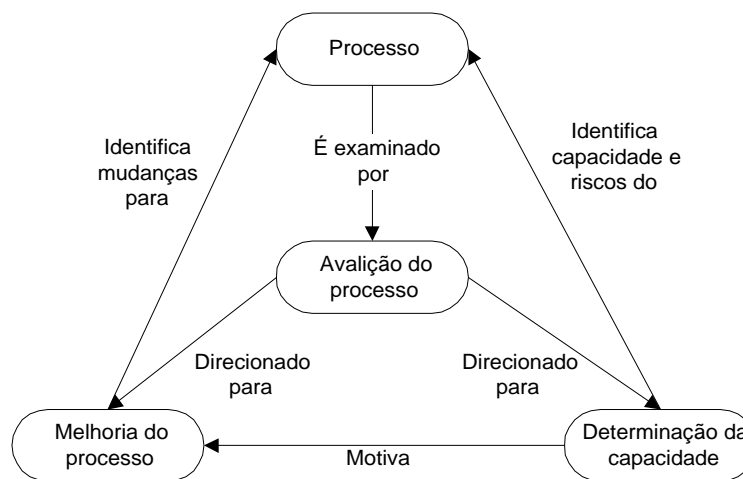


Figura 3.2 Avaliação do processo de software Fonte(ISO15.540)

3.2.2 Modelo de Referência

A arquitetura do modelo de referência é dividida em duas dimensões:

- a. A dimensão de processo, a qual se caracteriza por um padrão de proposta de processo, agrupando os objetivos mensuráveis essenciais ao mesmo.
- b. A dimensão de capacidade, a qual se caracteriza por uma série de atributos de processo, aplicáveis a qualquer processo, este representando as características

mensuráveis necessárias para gerenciar o mesmo assim como sua melhoria de capacidade.

A primeira dimensão auxilia os engenheiros de processo na definição das necessidades de uma empresa, assim como sua adequação à ISO15.504. A segunda dimensão, similar ao CMMI versão *staged* (conforme será descrito na seqüência deste trabalho), tem por objetivo determinar a capacidade do processo da empresa, avaliando-a através de um conjunto de atributos pré-estabelecidos. Os atributos de processo estão agrupados nos níveis de capacidade e podem ser aplicados em todos os processos descritos na empresa para determinar a maturidade do mesmo.

3.2.3 Dimensão do Processo

O modelo de referência para a dimensão de processo é agrupado em três ciclos de vida, os quais contem cinco categorias de acordo com o tipo de atividades que eles relacionam.

O Ciclo de Vida de Processo Primário consiste nas categorias de processo, Cliente-Fornecedor e Engenharia conforme descrito abaixo:

A categoria de processo cliente-fornecedor é composta pelos processos que impactam diretamente o consumidor, o suporte ao desenvolvimento e a transição do software para o consumidor.

A engenharia por sua vez, consiste de processos que diretamente especificam, implementam ou mantêm o produto de software, suas relações com o sistema e com a documentação ao consumidor.

O Ciclo de Vida de Processo de Suporte é composto pela categoria de suporte conforme apresentado abaixo:

A categoria de suporte consiste dos processos que podem ser empregados por qualquer um dos outros processos em vários pontos do ciclo de vida do software.

O Ciclo de Vida de Processo Organizacional contém as categorias de processo de Gerenciamento e Organização conforme descrito a seguir:

A categoria de processo de Gerenciamento consiste de processo os quais detêm práticas de natureza genérica que podem ser usadas por qualquer um que queira gerenciar qualquer projeto ou processo dentro de um ciclo de vida de um software.

A categoria de processo Organização consiste dos processos que estabelecem os objetivos do negócio da organização.

O modelo de referência não define como ou em que ordem os elementos do propósito padrão de processo serão executados. O propósito de processo será realizado na organização através de várias atividades, tarefas e práticas que possibilitam a conclusão dos produtos de trabalho. A realização destas refletem nos indicadores que demonstram se o propósito de um determinado processo está sendo alcançado.

Cada categoria definida pela dimensão de processo da SPICE se subdivide em um conjunto de processos relacionados conforme o descrito na tabela 3.3

Processo	Descrição
CUS – Cliente-Fornecedor	
CUS.1	Adquirir o software
CUS.2	Gerenciar as necessidades do cliente
CUS.3	Fornecer o software
CUS.4	Operar o software
CUS.5	Prover serviços ao cliente
ENG – Engenharia	
ENG.1	Desenvolver requisitos e o projeto do sistema
ENG.2	Desenvolver os requisitos do software
ENG.3	Desenvolver o projeto do software
ENG.4	Implementar o projeto do software
ENG.5	Integrar e testar o software

ENG.6	Integrar e testar o sistema
ENG.7	Manter o sistema e o Software
SUP – Suporte	
SUP.1	Desenvolver a documentação
SUP.2	Desempenhar a gerencia de configuração
SUP.3	Executar a garantia da qualidade
SUP.4	Executar a verificação dos produtos de trabalho
SUP.5	Executar a validação dos produtos de trabalho
SUP.6	Executar revisões conjuntas
SUP.7	Executar auditorias
SUP.8	Executar resolução de problemas
MAN – Gerenciamento	
MAN.1	Gerenciar o projeto
MAN.2	Gerenciar a qualidade
MAN.3	Gerenciar riscos
MAN.4	Gerenciar sub-contratantes
ORG – Organização	
ORG.1	Construir o negócio
ORG.2	Definir o processo
ORG.3	Melhorar o processo
ORG.4	Prover recursos de treinamento
ORG.5	Prover infra-estrutura organizacional

Tabela 3.3 processos relacionados a cada categoria do modelo SPICE

3.2.4 Dimensão da Capacidade do Processo

A evolução da capacidade de um processo pode ser expressa em termos dos atributos do processo dentro de níveis de capacidades. Estes atributos e características de processo podem ser avaliados em uma escala de realização, provendo uma medição da capacidade do processo. Isto é aplicável a todos os processos. Cada atributo de processo descreve uma parte da capacidade global de gerenciamento e melhoria da efetividade de um processo em realizar seus propósitos e contribuir para os objetivos de negócios da organização.

Um nível de capacidade é caracterizado por um conjunto de atributos que trabalham juntos para realçar a capacidade de execução de um processo. Cada nível prevê um estágio maior de capacidade. Os Níveis constituem uma maneira de racionalização de processo através de melhorias na capacidade de execução dos mesmos.

O modelo de referência SPICE possui seis níveis de capacitação. Cada um dos processos mencionados na tabela 3.3 deve ser classificado segundo estes níveis descritos abaixo:

Nível 0 : Incompleto

Existe uma falha geral em realizar o objetivo do processo. Não existem produtos de trabalho nem saídas de processo facilmente identificadas.

Nível 1 : Realizado

O objetivo do processo em geral é atingido, embora não necessariamente de forma planejada e controlada. Há um consenso na organização de que as ações devem ser realizadas quando necessárias. Existem produtos de trabalho para o projeto e estes são utilizados para o atendimento dos objetivos.

Nível 2 : Gerenciado

O processo produz os produtos de trabalho com qualidade aceitável e dentro do prazo. Isto é feito de forma planejada e controlada. Os produtos de trabalho estão de acordo com os padrões e requisitos.

Nível 3 : Estabelecido

O processo é realizado e gerenciado usando um processo definido, baseado em princípios de engenharia de software. As pessoas que implementam o processo usam processos aprovados, que são versões adaptadas do processo padrão documentado.

Nível 4 : Predizível

O processo é realizado de forma consistente, dentro dos limites de controle, para atingir os objetivos. Medidas da realização do processo são coletadas e analisadas. Isso leva a um entendimento quantitativo da capacitação do processo desenvolvendo uma capacidade de prever a realização de um produto.

Nível 5: Otimizado

A realização do processo é otimizada para atender as necessidades atuais e futuras do negócio. O processo atinge seus objetivos de negócio e consegue ser repetido. São estabelecidos objetivos quantitativos de eficiência e eficácia para o processo, segundo os objetivos da organização. O monitoramento constante do processo é conseguido obtendo-se um *feedback* quantitativo e seu melhoramento é obtido através de análises dos resultados. A otimização do processo envolve o uso de idéias piloto e novas tecnologias, além da mudança de processos ineficientes para atingir objetivos definidos.

3.3 PSP – Personal Software Process

O PSP (*Personal Software Process*) é um modelo pessoal, isto é, diz respeito à forma como cada desenvolvedor executa seu trabalho, individualmente. O criador do PSP é Watts Humphrey, o mesmo que criou o CMM.

Quando o CMM ficou "pronto", Humphrey começou a indagar-se se não seria possível aplicar os conceitos de qualidade do CMM para o nível individual. A idéia era que, se o CMM visava o aumento do nível de maturidade nas organizações de software como um todo, isto é, no nível corporativo ou organizacional, talvez fosse possível adaptar os mesmos conceitos para o trabalho individual de cada desenvolvedor.

Nos anos recentes, as empresas que adotaram o CMM como modelo para seus projetos de aumento de maturidade descobriram que, se treinassem seus desenvolvedores no PSP, poderiam acelerar e facilitar a implementação de projetos de melhoria, já que os conceitos

de qualidade a serem implantados na empresa acabavam já tendo sido vistos e praticados pelos seus desenvolvedores. A idéia, portanto, é aumentar o nível de maturidade da empresa ao mesmo tempo em que se aumenta a maturidade dos próprios desenvolvedores.

Assim como no CMM, o PSP trabalha sobre uma estrutura de níveis, separadas por áreas de processo pessoais conforme descrito na tabela 3.4.

Nível	Área de Processo	Atividade
PSP 0	Medição pessoal	Registro de tempo Registro de defeitos Padrão de tipos de defeitos Padrão de codificação Medida de tamanho Proposta de melhoramento do processo
PSP 1	Planejamento pessoal	Estimativa de tamanho Relatório de testes Planejamento de tarefas Cronograma
PSP 2	Qualidade Pessoal	Revisões de código Revisões de projeto Padrões de projeto
PSP 3	Processo cíclico	Desenvolvimento cíclico

Tabela 3.4 Áreas de processo do PSP

Para a área de Medição de Pessoal, é apresentado ao usuário como registrar o tempo gasto em cada etapa do ciclo de desenvolvimento, mapeando os defeitos encontrados. Isso é possível a partir do uso de formulários indicados pelo modelo. Além disto também é previsto nesta área um padrão de codificação para medidas e um formulário de proposta de o melhoramento do processo.

Na área de Planejamento Pessoal, é apresentada a estrutura de planejamento. Este se propõe a permitir que seja possível estimar o tempo que se levará para cumprir determinada tarefa, baseado nas medições anteriores para tarefas semelhantes. Com isto é possível assumir compromissos com um prazo bem definido para a execução. Esta área inclui planejamento de tarefas e a elaboração de cronogramas.

A área de Qualidade Pessoal tem como proposta inicial o tratamento dos erros. Para isso deve-se conhecer quantos erros em média são cometidos em cada fase do ciclo de desenvolvimento. Nesta área é mostrado como tratar os erros e evita-los a partir de sua origem. Esta prove a criação de uma lista de verificação baseada nos dados sobre defeitos já levantados, que será usada nas revisões de projetos e de código. Também inclui a criação de padrões de projeto, bem como métodos de análise e prevenção de defeitos.

Na área de Processo Cíclico Pessoal, a estrutura é voltada para o desenvolvimento de projetos maiores, ainda que possam ser tratados no nível pessoal. A Proposta básica é dividir projetos grandes em projetos menores para permitir o tratamento segundo a ótica do PSP.

Para o treinamento no PSP, é necessário realizar 10 exercícios de desenvolvimento de programas. Estes visando exemplificar o desenvolvimento e servir como base para as avaliações, pois permitem medir o número de linhas e objetos nos programas, calcular desvio padrão, prever intervalos e etc.

Assim como o CMM, o PSP baseia-se nos conceitos clássicos de qualidade. E entre os conceitos mais importantes de qualidade encontra-se o de ***Garantia de Qualidade, como oposto ao Controle de Qualidade***. Enquanto o *controle* de qualidade procura *encontrar defeitos* no produto acabado, a *garantia* de qualidade procura garantir que, em cada etapa da fabricação do produto, defeitos não sejam *injetados*.

A idéia básica do PSP, portanto, é treinar o programador para que ele seja capaz de definir seus próprios processos de desenvolvimento, medir seu trabalho, ou seja, conhecer numericamente sua performance, detectar possíveis melhorias em seu processo e ajustar o processo de modo a melhorar sua performance. No fim, o programador medirá o resultado das alterações no processo e será capaz de dizer se as modificações foram produtivas. Inicia-se, então um novo ciclo. O resultado é um desenvolvedor capaz de prever os resultados de seu trabalho, podendo, por exemplo, prever o tempo gasto e o nível de qualidade de seu trabalho. (MCT/SEPIN,2000)

3.4 O Modelo Trillium

Desenvolvido para controle de processos de produtos de telecomunicação este modelo é também baseado em conceitos de maturidade de um processo produtivo. Neste modelo o processo é focado na tentativa de se produzir um produto de qualidade, garantindo a mesma em todo o processo de desenvolvimento.

Uma iniciativa da Bell Canadá, juntamente com a Northern Telecom, o Trillium busca descrever um modelo de desenvolvimento de produtos de telecomunicação e de suporte a capacidade de processo.

3.4.1 Estrutura do Modelo

O modelo Trillium é composto por áreas de processo, roadmaps e práticas conforme apresentado na figura 3.3,

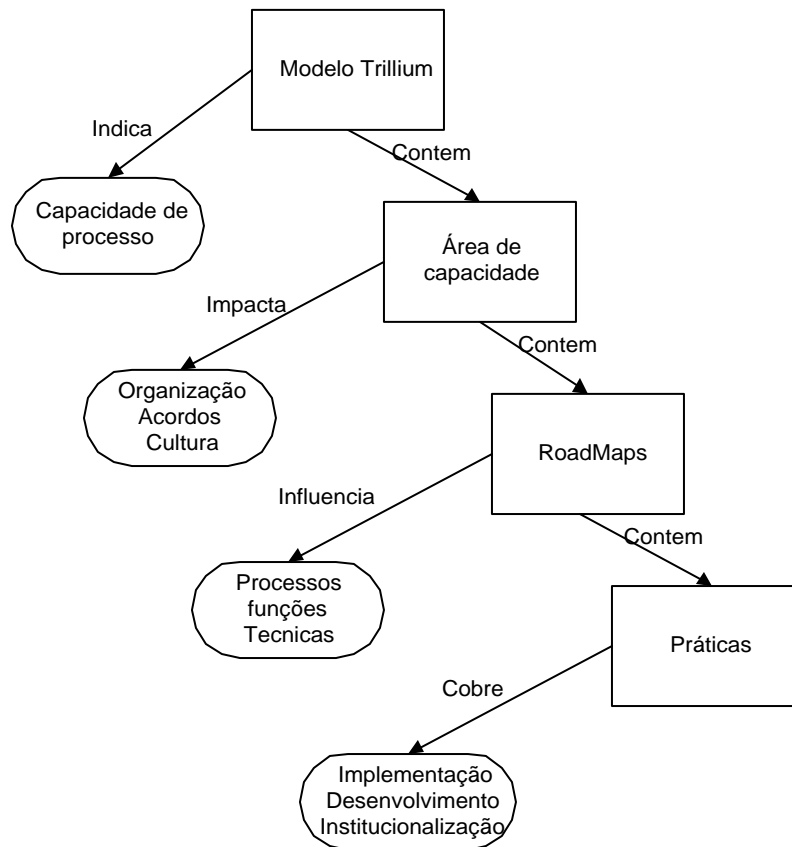


Figura 3.3 Estrutura do modelo Trillium

3.4.2 Utilização do Modelo

O modelo Trillium é fortemente baseado no CMM versão 1.1, e é utilizado para avaliar o desenvolvimento de produtos da instituição além de buscar o melhoramento da capacidade dos processos através do estabelecimento das melhores práticas organizacionais. Como outros modelos eles permite a auto-avaliação buscando identificar oportunidades de melhorias no desenvolvimento de produtos pela organização, além de permitir a aplicação em fornecedores para avaliações pré-contratuais. Os benefícios acarretados da aplicação do modelo podem ser observados na tabela 3.5

Visão do Cliente	Visão da Organização
Uma organização mais sensível ao cliente e à demanda de mercado	Redução do custo de desenvolvimento e manutenção com a redução do tempo de desenvolvimento
Custo do ciclo de vida minimizado	Aumento na capacidade para desenvolver o conteúdo e assegurar o planejamento, devido à efetividade da análise risco e nas estimativas de esforços.
Satisfação do usuário final maximizada	Aumento da capacidade na quantificação de um projeto e facilidade para determinar os objetivos de qualidade em todos os estágios do processo de desenvolvimento.

Tabela 3.5 Visões resultantes da aplicação do método Trillium.

3.4.3 Características do Modelo

Assim como o CMM o modelo Trillium é definido em 5 níveis com algumas sutis diferenças:

- a. **Desestruturado:** assim como no CMM este processo de Software é caracterizado por ser ad hoc e caótico.
- b. **Repetível e orientado ao projeto:** Baseasse em um gerenciamento, planejamento e controle de projeto.
- c. **Definido e Orientado a Processo:** Todos os processos da organização estão bem definidos.
- d. **Gerenciado e Integrado:** Usa de indicadores quantitativos e qualitativos para refino dos processos organizacionais;
- e. **Plenamente Integrado:** Usa de metodologias formais para agregação de valor aos processos;

Além dos níveis de capacidade do processo de desenvolvimento da organização, o modelo também apresenta 8 áreas de aplicação:

- a) Qualidade do Processo Organizacional;
- b) Desenvolvimento e Gerenciamento de Recursos Humanos;

- c) Processo;
- d) Gerenciamento;
- e) Qualidade;
- f) Práticas de Desenvolvimento de Sistemas;
- g) Ambiente de Desenvolvimento;
- h) Suporte ao Cliente;

3.4.4 Níveis de Capacidade

Para atingir cada um dos Níveis do modelo Trillium, a organização deve satisfazer um mínimo de 90% dos critérios em cada uma das 8 áreas de Capacidade do nível almejado.

Assim como no modelo CMM, o Trillium é cumulativo, ou seja, pra se atingir o nível 3 é preciso antes satisfazer os requisitos do nível 2.

Cada Área de Capacidade incorpora um ou mais roteiros. Estes roteiros são um conjunto de práticas relacionadas a uma determinada área ou necessidade organizacional ou até mesmo um elemento específico dentro de um processo de desenvolvimento de um produto e representam uma capacidade significativa para uma organização de desenvolvimento de software.

3.4.5 As Práticas do Modelo Trillium

Para estruturar o conjunto de práticas do modelo trillium é possível descrever o seguinte algoritmo.

- a) Práticas do SEI CMM versão 1.1 são tomadas;
- b) Cláusulas ISO9000 e ISO9000/3 são mapeadas para este conjunto e onde possível, são modificadas para integrar estes requisitos;
- c) Todas as cláusulas remanescentes da ISO9000 e ISO9000/3 são incorporadas

- d) As cláusulas do padrão Bellcore são mapeadas para as práticas geradas pelos passos 1, 2, 3. Quando possível, práticas são modificadas para integrar estes requisitos
- e) O mesmo processo é repetido com porções relevantes do *Malcolm Baldrige National Quality Award Criteria*;
- f) Práticas da IEC 300 são adicionadas;
- g) Referências aos padrões IEEE relevantes são adicionadas

Para as práticas que forem extraídas do CMM ou de outros padrões, deve-se seguir as seguintes transformações, se aplicáveis:

- a) A prática é generalizada removendo-se as referências a palavra “software”, ou trocando-as por “produto e serviços” ou “sistemas”;
- b) A prática é generalizada removendo-se as referências ao termo “desenvolvimento” ou trocando-as por “desenvolvimento e suporte”.
- c) As referências “grupos” ou outras unidades organizacionais específicas são trocadas por “função”.
- d) Referências indiretas a documentos específicos são trocadas por referências a um processo (por exemplo, “Plano de qualidade”, por “Planejamento de qualidade”)

As práticas são atribuídas a um dado nível baseado nas seguintes diretrizes:

- a) Práticas que são consideradas fundamentais para a conclusão bem sucedida de um projeto de desenvolvimento são atribuídas ao nível 2.
- b) Práticas que são consideradas pertinentes ao amplo escopo da organização ou fundamentais para o melhoramento contínuo do processo de desenvolvimento são atribuídas ao nível 3.
- c) Práticas que lidem com tecnologia CASE ou caracterizem avançado processo de maturidade (p.e gerenciamento de mudanças, integração de prevenção de defeitos, controle estatístico de processos ou métricas avançadas), são geralmente atribuídos ao nível 4.

- d) O nível 5 lida tipicamente com tecnologia avançada quando aplicada à automação de processo, metodologias formais e utilização estratégicas de repositório da organização.

As práticas são estruturadas sobre três formas de apresentação:

Forma 1: Alguma coisa é feita (informalmente), esta forma é usada para declarar que:

- a) Alguma coisa está no lugar, existe;
- b) Uma atividade é realizada informalmente na organização.

Forma 2 : Alguma coisa é feita de acordo com um procedimento documentado, sendo que esta forma especifica que:

- a) Uma atividade é realizada;
- b) Existe um procedimento escrito explicando como realizar a atividade;
- c) O procedimento é compreendido pelos participantes;
- d) O procedimento é consistentemente usado pelos participantes;**

Forma 3 : Alguma coisa é feita formalmente, esta forma inclui todos os requisitos do segundo estilo e acrescentam as seguintes atividades:

- a) O conteúdo de produtos intermediários é revisado;
- b) A aderência ao procedimento escrito é revisada;
- c) Registros das revisões são mantidos;
- d) Todos os itens de ação sobre o relatório revisado são rastreados até a conclusão;
- e) A prática é documentada e uniformemente aplicada através da organização;

3.5 CMMI – Capability Maturity Model Integration

Principal alvo de estudo deste trabalho, o CMM teve sua origem de uma necessidade do Departamento de Defesa do Governo dos Estados Unidos (DoD). Este como um grande consumidor de software, precisava de um modelo que permitissem selecionar seus fornecedores de forma adequada. De uma parceria com o *Software Engineering Institute* (SEI), surgiu um Modelo de Maturidade da Capacidade, para avaliar e melhorar a capacidade de empresas que produzem software. Ainda que não seja uma norma emitida por uma instituição internacional como a ISO ou o IEEE, tem tido grande aceitação mundial devido a grande influencia americana no mercado de software global. Desde 1991 o SEI vem desenvolvendo na área de gestão de software sendo o mais recente lançamento o CMMI.

3.5.1 Diferença Entre Organizações Maduras e Imaturas

Segundo a especificação do CMMI (2002), em uma organização imatura, os processos de software geralmente são improvisados por pessoas experientes, em conjunto com seus gerentes, durante o curso do projeto. Mesmo que tenha sido especificado, o processo de software não é rigorosamente seguido ou não é obrigatório. A organização imatura é reacionária e os gerentes geralmente estão focados na solução de problemas imediatos (ação mais conhecida como “apagar incêndios”). Os cronogramas e os orçamentos são rotineiramente estourados porque não estão baseados em estimativas realistas. Quando são impostos prazos que não podem ser ultrapassados, a funcionalidade e a qualidade do produto são freqüentemente comprometidas para que o cronograma seja cumprido.

Em uma organização imatura, não há bases objetivas para a avaliação da qualidade do produto e nem para a resolução de problemas associados a ele ou ao processo utilizado. Sendo assim, é difícil antever a qualidade do produto. As atividades que objetivam aumentar a qualidade, tais como revisões e testes, são freqüentemente reduzidas ou eliminadas em função dos atrasos ocorridos no andamento do projeto.

Por outro lado, uma organização de software madura possui habilidade para gerenciar o desenvolvimento de software e os processos de manutenção em toda a organização. O processo de software é cuidadosamente comunicado à equipe já existente e aos novos funcionários, sendo que as atividades são realizadas de acordo com processos planejados. Esses processos definidos são atualizados sempre que necessário e as melhorias são implementadas através de testes-piloto e/ou análise de custo-benefício. As regras e as responsabilidades no processo definido são claras em toda a parte do projeto e da organização.

Em uma organização madura, os gerentes monitoram a qualidade dos produtos de software e a satisfação do cliente. Há uma referência objetiva e quantitativa para avaliar a qualidade do produto e para analisar os problemas relacionados a ele e ao processo. Os cronogramas e os orçamentos estão baseados em desempenho histórico e são realistas; os resultados esperados para custo, cronograma, funcionalidade e qualidade do produto são quase sempre alcançados. Em geral, um processo disciplinado é seguido de forma consistente porque todos os participantes compreendem a importância disso.

Em função dessas observações sobre as organizações de software maduras e imaturas, é necessário que se construa de uma estrutura de maturidade de processo de software. Essa estrutura descreve um caminho evolutivo, desde os processos caóticos, até os processos maduros, disciplinados.

O modelo de gestão do processo CMMI é apresentado em duas versões. A versão Staged centrada na maturidade da organização e a versão Continuous centrada na capacidade do processo.

3.5.2 Estrutura da Versão Staged do CMMI

Na representação em estágios do CMMI, os níveis de maturidade prevêm uma ordem de agrupamento dos processos de melhorias. Os níveis de maturidade organizam as áreas de processo. Dentro destas são encontradas objetivos específicos e gerais assim como práticas

específicas e gerais. Sendo estas práticas gerais organizadas por características comuns. Conforme mostrado na figura 3.4 onde; (SEI, 2002)

- a. **Objetivos gerais:** para esta versão cada área de processo tem apenas um objetivo geral. A realização deste objetivo significa melhoria no controle de planejamento e implementação dos processos associados aquela área, indicando com isto que o processo poderá ser repetido com efetividade no futuro.
- b. **Práticas gerais:** prevêm um instrumento para assegurar que os processos associados a uma área de processo serão efetivos e poderão ser repetidos no futuro. As práticas gerais são categorizadas por objetivos específicos e práticas específicas.
- c. **Objetivos específicos:** Estes são aplicados a uma área de processo e endereçam as características únicas que descrevem o que deve ser implementado para satisfazer a área de processo.
- d. **Práticas específicas:** Consiste em uma atividade que é importante para a realização do objetivo específico associado a esta. As práticas específicas descrevem as atividades esperadas para resultar na realização de um objetivo específico para uma área de processo.

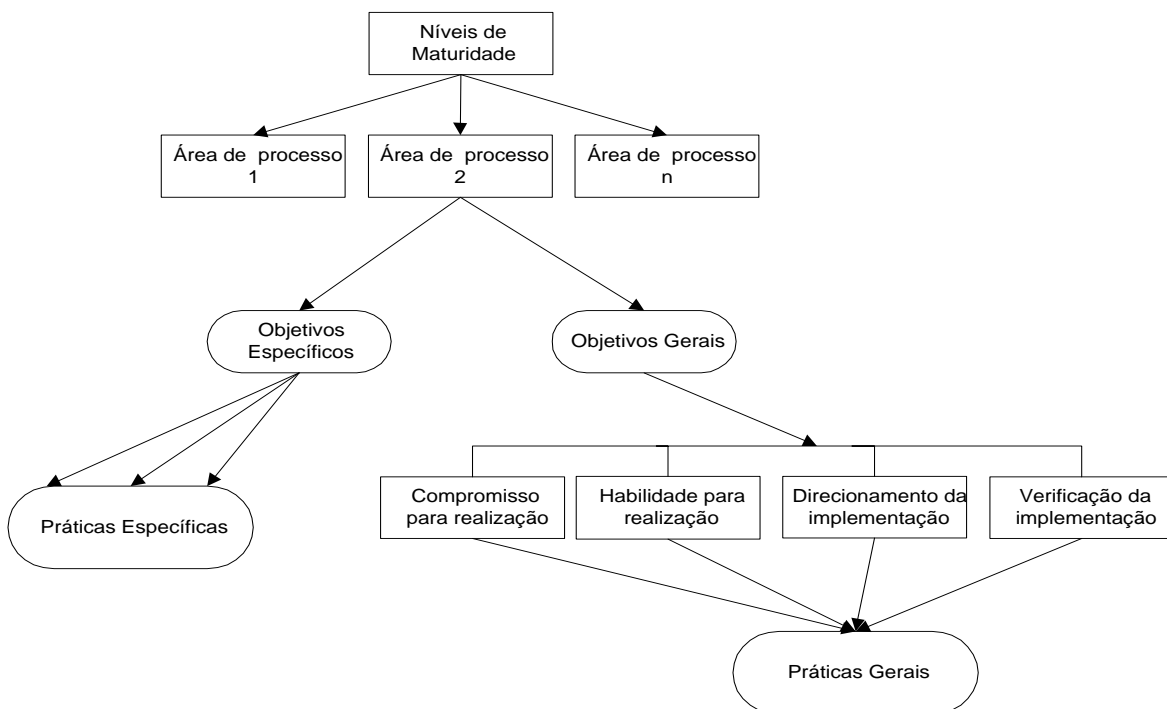


Figura 3.4 Modelo estrutural da versão em estágios Fonte : CMMI Versão Staged

Esta representação é focada nas melhores práticas que uma organização pode usar para a melhoria de processos dentro das áreas de processo indicadas pelo nível de maturidade.

Características

- a. Prevê uma comprovada seqüência de melhorias, iniciando com práticas de gerenciamento básicas e progredindo através de um pré-definido e comprovado caminho de níveis sucessivos, cada um servindo como base para o próximo.
- b. Prevê uma fácil migração da SW-CMM para CMMI.
- c. Permite comparação entre organizações através de uma simples sumarização dos resultados da avaliação.

3.5.2.1 Nível de Maturidade

O nível de maturidade de uma organização representa uma maneira de prever a futura performance dentro do dado conjunto de atribuições. Um nível de maturidade é um conjunto definido de processos de melhoria evolucionária. Cada nível de maturidade estabelece uma parte importante do processo organizacional.

A representação em estágios está dividida em cinco níveis, sendo cada nível uma das camadas da fundação do processo de melhoria. Estes são cumulativos sendo que para se atingir o nível três, por exemplo, é necessário satisfazer todos os requisitos do nível dois e três.

1 Inicial

Neste nível os processos são normalmente caóticos. Não existe uma ambiente estável. O sucesso da organização depende de esforços individuais. Os projetos de uma organização neste nível frequentemente excedem prazos custos e apresentam problemas. Processos são

abandonados em função do tempo e estas normalmente não são capazes de repetir o sucesso de um projeto passado.

2 Gerenciado

Neste nível é garantido que a organização gerencia requisitos e que os processos são planejados, realizados, medidos e controlados. Neste nível requisitos, processos, produtos de trabalho e serviços são gerenciados. Acordos com as partes interessadas são estabelecidos e revisados quando necessário. Produtos de trabalho e serviços satisfazem os requisitos especificados, padrões e objetivos.

3 Definido

Os processos são caracterizados e entendidos são descritos em padrões, procedimentos, ferramentas e métodos. Este conjunto de diretivas é usado para estabelecer consistência através da organização. O gerenciamento organizacional estabelece os objetivos dos processos baseado em um conjunto de processos padrões e assegura que estes objetivos são apropriadamente realizados.

4 Quantitativamente Gerenciado

Sub-processos que contribuem para a performance geral da organização são selecionados e controlados usando-se estatísticas e outras técnicas quantitativas. Objetivos quantitativos para qualidade e performance do processo são estabelecidos e usados como critérios no gerenciamento do processo. As medições de performance do processo e de qualidade são incorporadas ao repositório de medições para dar suporte a futuras decisões sobre projetos que serão realizados.

5 Em Otimização

Processos são continuamente melhorados baseados em um entendimento quantitativo das causas comuns de variação inerentes ao processo. Este nível foca-se na melhoria continuada da performance do processo através de adição e inovação tecnológica.

3.5.3 Estrutura da Versão Continuous do CMMI

Na versão continuada do CMMI, objetivos específicos organizam práticas específicas e objetivos gerais organizam práticas gerais. Cada prática específica ou geral se relaciona com um nível de capacidade. Objetivos e práticas específicas são aplicada a áreas de processo individualmente. Conforme mostrado na figura 3.5 onde;

- a. **Objetivos gerais:** para esta versão do modelo cada nível de capacidade tem somente um objetivo geral que descreve o que a organização deve realizar naquele nível de capacidade
 - b. **Práticas gerais:** prevêm um instrumento para assegurar que os processos associados a uma área de processo serão efetivos e poderão ser repetidos no futuro.
- Na versão continuada cada prática geral é mapeada para um objetivo geral.

Para o caso dos objetivos e práticas específicas se aplica o mesmo significado atribuído na versão em estágio. (SEI, 2002)

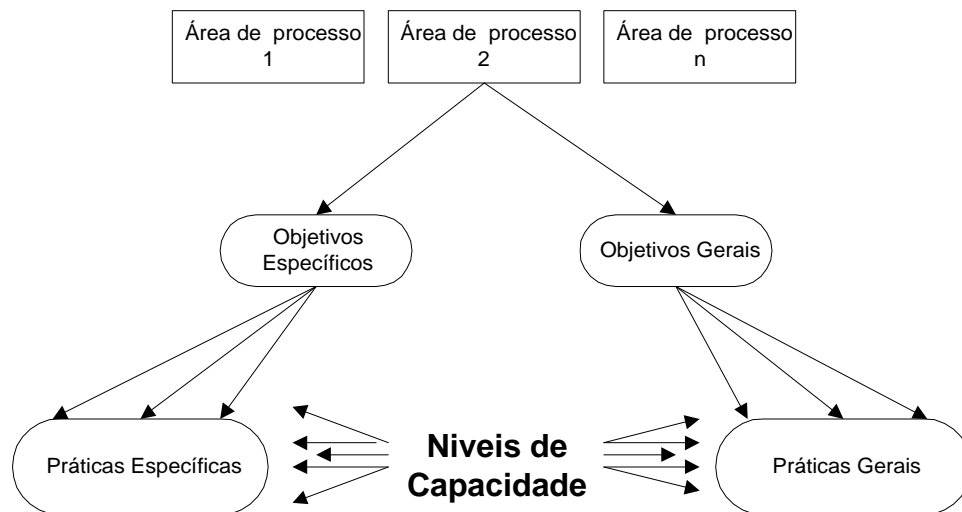


Figura 3.5 Modelo estrutural da versão continuada Fonte : CMMI Versão Continuous

Objetivos e práticas gerais aplicam-se a múltiplas áreas de processo. Estes definem a seqüências de níveis de capacidade que representam melhorias na implementação e efetividade de todos os processos selecionados para melhoria.

O modelo CMMI foi desenvolvido para descrever níveis discretos no processo de melhoria. Na representação continuada, os níveis de capacidade prevêm uma ordem recomendada para realização das melhorias de processos dentro de cada área. Porém a versão continuada permite mais flexibilidade na ordem das áreas de processo endereçadas.

Esta representação é focada nas melhores práticas que uma organização pode usar para a melhoria de processos dentro das áreas de processo selecionadas.

Características:

- Permite a seleção da ordem de melhoria que mais se enquadra aos objetivos de negócios da empresa e que mais atenua as áreas de risco organizacional;
- Permite comparações entre organizações em uma determinada área de processo;
- Prevê uma fácil migração da *Electronic Industries Alliance Interim Standard (EIA/IS) 731* para ao CMMI;
- Proporciona uma fácil comparação do processo de melhoria com a *International Organization for Standardization* e *International Electrotechnical Commission ISO/IEC 15.504*, em função de ter uma organização de processos similares.

3.5.3.1 Nível de Capacidade

Um nível de capacidade consiste de práticas gerais e específicas relatadas para uma área de processo que podem melhorar o processo organizacional associado com aquela área. Estes são focados no crescimento das habilidades da organização em realizar, controlar e melhorar sua performance em determinada área de processo. Os Níveis de capacidade estão divididos em seis partes.

0 Incompleto

Neste nível o processo não é realizado ou é parcialmente realizado. Um ou mais dos objetivos específicos da área de processo não são satisfeitos.

1 Realizado

Neste nível um processo satisfaz os objetivos específicos de uma área de processo. Ele habilita e dá suporte as necessidades para produzir saídas identificadas de produtos de trabalho usando entradas identificadas destes mesmos produtos.

2 Gerenciado

Neste nível um processo é igualmente planejado e executado de acordo com uma política. Empregados capacitados são adequados aos recursos para produzir saídas controladas, partes cruciais do processo são monitoradas controladas e revisadas.

3 Definido

O processo neste nível se ajusta com um conjunto padrão de processos de acordo com as diretivas organizacionais e contribui para produtos de trabalho, medições e outras informações necessárias ao processo de melhoria da organização.

4 Quantitativamente gerenciado

Um processo que é controlado usado-se de estatísticas e outras técnicas quantitativas encontra-se neste nível. Objetivos quantitativos para a performance são estabelecidos e usados como critérios no gerenciamento do processo.

5 Otimizado

Encontra-se neste nível o processo que é mudado e adaptado para satisfazer os objetivos projetados para o negócio. É focado principalmente na melhoria contínua da performance baseada no incremento e inovação de melhorias tecnológicas.

3.5.4 Comparando os Dois Modelos

A principal diferença entre dois modelos é que o modelo em estágios usa níveis de maturidade para medir o processo de melhoria enquanto que o modelo continuado faz uso de níveis de capacidade. Esta diferença entre níveis de maturidade e níveis de capacidade reflete na forma de representação e como eles são aplicados.

- **Nível de capacidade:** é aplicado à realização de um processo de melhoria organizacional para cada área de processo. Cada nível de capacidade corresponde a um objetivo geral e um conjunto de praticas gerais e específicas.
- **Nível de maturidade:** É aplicado para uma maturidade global da organização. Cada nível de maturidade é compreendido de um conjunto de áreas de processo.

Na representação continuada, práticas genéricas existem para os níveis de 1 a 5 enquanto que na versão em estágios elas existem apenas para os níveis 2 e 3, não acontecendo o mesmo para os níveis 1,4 e 5.

3.5.5 Equivalência Entre os Modelos

É possível traçar uma equivalência entre os dois modelos de forma a gerar uma correspondência da versão continuada em níveis de maturidade da versão em estágios.

A tabela 3.6 mostra o perfil dos alvos que devem ser realizados quando é usada a versão continuada para ser equivalente ao nível de maturidade para a versão em estágios.

Área de Processo	NM	NC1	NC2	NC3
------------------	----	-----	-----	-----

Gerenciamento de requisito	2	Alvo Para Chegar Ao Nível 2	
Medição e análise	2		
Controle e gestão do projeto	2		
Plano de projeto	2		
Garantia de qualidade do produto e do processo	2		
Gestão de fornecedores	2		
Gestão da Configuração	2		
Análise de decisão e resolução	3		Alvo Para Chegar Ao Nível 3
Integração do produto	3		
Requisitos de desenvolvimento	3		
Soluções técnicas	3		
Validação	3		
Verificação	3		
Definição do processo organizacional	3		
Foco no processo organizacional	3		
Gestão da integração do projeto	3		
Gestão do risco	3		
Treinamento organizacional	3		
Performance do processo organizacional	4	Alvo Para Chegar Ao Nível 4	
Gestão quantitativa do projeto	4		
Desenvolvimento e inovação tecnológica	5	Alvo Para Chegar Ao Nível 5	
Análise e resolução de causa	5		

Tabela 3.6 correspondência entre os dois modelos Fonte : CMMI Versão Continuous

Onde NM é associado a um nível de maturidade de uma área de processo da versão em estágios e NC1, NC2 e NC3 são associados a níveis de capacidade na versão continuada

3.6 O Modelo Escolhido

O modelo escolhido para servir de base para a construção da ferramenta deveria ser bastante abrangente, flexível, de fácil aceitação pelos usuários e logicamente tratar de processos de desenvolvimento de software. Entre os modelos estudados três destacavam-se pelo atendimento a estas exigências: ISO9001, SPICE e CMMI. Devido sua generalidade a ISO9001 mostrou-se insatisfatória quanto à abordagem para softwares mesmo fazendo uso das diretrizes de aplicação para software ISO9000/3. Já o modelo SPICE ainda não havia sido oficializado no período em que este trabalho foi iniciado, sendo assim, um tanto precipitado toma-lo como modelo referência tendo em vista as possíveis mudanças as quais são características de modelos em fase de desenvolvimento. Já o modelo CMMI apresentou grande potencialidade de suporte a ferramenta, ele apresenta duas maneiras de avaliar os processos produtivos da empresa, a primeira considerando todo processo o que permite gerar o grau de maturidade da empresa e a segunda pontualmente sobre cada processo o que permite gerar um grau de capacidade de execução deste processo. Além disto o CMMI apresenta uma grande consolidação no mercado mundial devido seu antecedente o CMM que obteve forte aceitação no mercado americano e indiano, os quais tem expressiva significância no mercado de software mundial. No capítulo seguinte são abordados os aspectos da ferramenta e como o modelo CMMI se enquadra a perspectiva de avaliação da mesma.

4 O CMMI CHECK

O presente capítulo apresenta a especificação da ferramenta para diagnóstico de *software houses* desenvolvida por este trabalho, a qual é chamada de CMMI CHECK, seus aspectos, características e funcionalidades. Este se encontra dividido em tópicos básicos os quais categorizam cada estrutura da ferramenta.

4.1 O Sistema

O Sistema desenvolvido busca permitir uma avaliação dos processos de empresas que desenvolvem softwares frente ao modelo de capacidade e maturidade do *Software Engineering Institute* que em sua nova versão é conhecido como CMMI.

Este trabalho se coloca a público como uma ferramenta para motivação e acompanhamento da implantação de um modelo de processo para a área de softwares. Com ele é possível gerar avaliações periódicas sobre os processos da empresa permitindo assim um acompanhamento dos avanços deferidos pela mesma frente ao desenvolvimento do modelo conforme ilustrado pela figura 4.1



Figura 4.1 Ilustração da aplicação do Sistema

O sistema apresenta como características sua composição de três fases. Na primeira fase ocorre a seleção da forma de aplicação do modelo, na segunda é gerado um questionário o qual a empresa deve responder conforme suas características e na terceira fase é processada a avaliação das repostas da empresa frente à proposta do modelo.

4.2 Estrutura do Diagnóstico

A estrutura de diagnósticos sobre normas de processos foi mapeada segundo as seguintes premissas:

- a) Um modelo é composto por um conjunto de requisitos;
- b) Estes requisitos são compostos por um conjunto de critérios;
- c) Tais critérios podem ser atendidos ou não;
- d) A atendimento de todos os critérios de um requisito refletem em um atendimento pleno do requisito;
- e) O atendimento pleno de todos os requisitos do modelo refletem no atendimento ao modelo.

A partir deste conjunto de regras foi possível estabelecer um modelo de resposta para a realização do questionário através de uma ferramenta informatizada. Neste, a aplicação da norma é dividida em um conjunto de requisitos para o qual a empresa deve se prestar a atender. Cada um destes requisitos é composto por um conjunto de critérios que para o caso do sistema foram transformados em perguntas que refletem o atendimento ou não de um determinado critério. Esta estrutura pode ser melhor compreendida através da figura 4.2

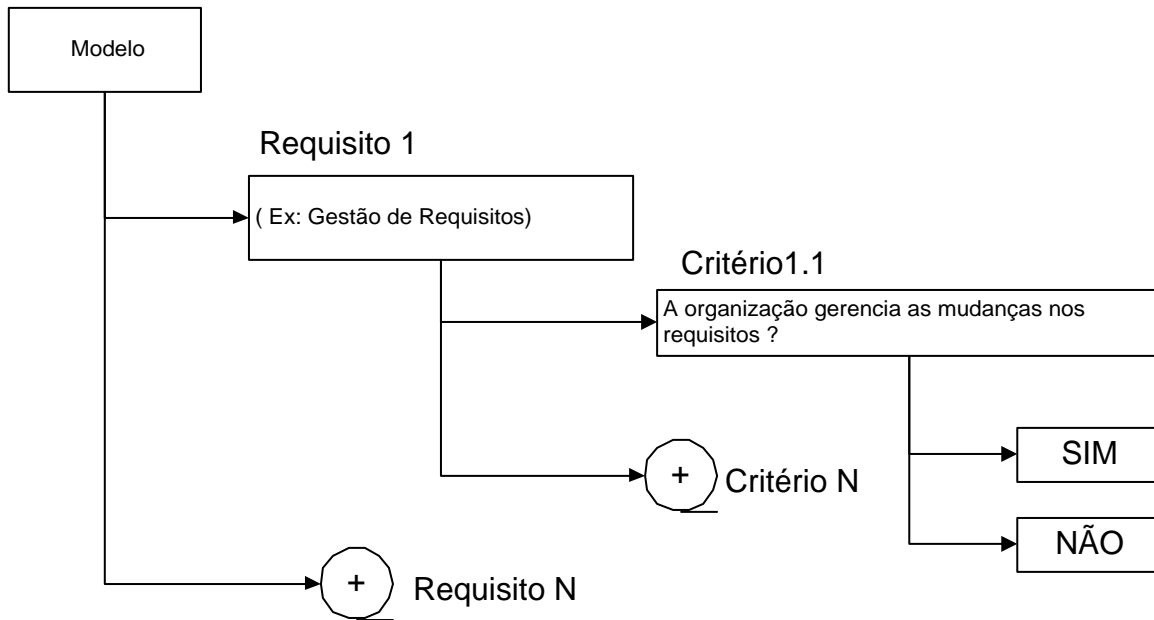


Figura 4.2 Estrutura de Norma Aplicada ao Sistema

4.3 Modelo de Dados

O modelo de dados foi desenvolvido com o auxílio da ferramenta ER WIN a qual permitiu a construção da estrutura de persistência de informações para a aplicação. Esta estrutura pode ser dividida em duas partes principais: No primeiro conjunto de tabelas são armazenadas todas as informações referentes ao “conhecimento” da aplicação, entre estes se pode citar o questionário, textos de auxílio à resposta de cada pergunta e textos descritivos que irão compor a avaliação. Já na segunda parte de tabelas são guardadas todas as informações pertinentes as inferências dos usuários no sistema, entre estas estão cadastro dos mesmos, registros de respostas para o diagnóstico e registros de todos os questionários respondidos. O modelo conforme descrito pode ser observado com mais detalhes na figura 4.3

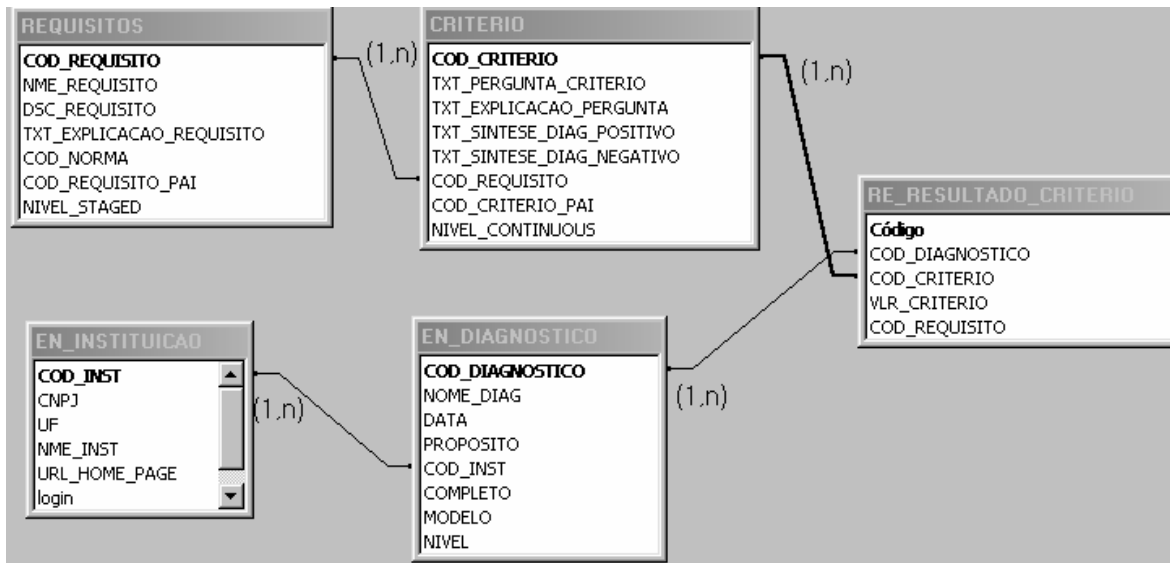


Figura 4.3 Modelo de dados da aplicação

Como pode ser observado na figura a tabela REQUISITO tem função de armazenar todos os requisitos contidos no modelo sendo que cada tupla é composta por o nome do requisito, o código de seu requisito pai e o nível para versão em estágios daquele requisito. A esta tabela é estabelecido um relacionamento com a tabela CRITERIO na qual estão listados todos os critérios (perguntas) associados a um determinado requisito. Esta tabela é formada por tuplas que registram o texto da pergunta propriamente dito, demais citações que suportam tanto a resposta do usuário quanto à geração da avaliação e um campo indicando o nível daquele critério para a versão continuada. As demais tabelas são destinadas a armazenar as entradas do usuário sendo a tabela EN_INSTITUICAO responsável pelo cadastro da empresa no sistema, a tabela EN_INSTITUICAO_DIAGNOSTICO responsável por armazenar as respostas do usuário e a tabela RE_RESULTADO_CRITERIO o armazenamento de todas as avaliações realizadas pela empresa.

4.4 Componentes

Para o desenvolvimento de uma interface amigável ao usuário foram usados alguns componentes desenvolvidos pelo grupo Stela, laboratório vinculado ao programa de Pós-Graduação da Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Estes componentes permitem uma programação bastante simplificada para o tratamento de

eventos em *Java Server Page* possibilitando assim um maior aproveitamento da ferramenta em função de uma camada de apresentação mais coerente com a realidade de usuário não muito habituados ao uso desta tecnologia.

4.5 Ferramentas Utilizadas

Para a concretização do sistema, se fez necessário o uso de uma série de ferramentas que permitiram o desenvolvimento pleno e integro da aplicação, as quais serão descritas abaixo.

4.5.1 ERWin

O Programa ErWin versão 4.0 tem por característica permitir a estruturação da modelagem completa de um banco de dados. Apresenta ferramentas como *Reverse Engineer*, que possibilita a partir de um banco de dados montado gerar seu modelo lógico além da ferramenta de *Forward Engineer*, a qual permite a partir do modelo gerar o banco. Esta ferramenta foi de grande auxílio no desenvolvimento da aplicação tendo em vista que a mesma suportou todo o tratamento conceitual da estrutura de dados permitindo a geração direta do modelo lógico para o modelo físico evitando assim re-trabalho sobre o desenvolvimento do banco.

4.5.2 MS Access

O Microsoft Access é um sistema de banco de dados que agrega várias funcionalidades de um sistema robusto de tratamento de dados, porem apresenta uma interface de operação bastante simplificada.

Para o sistema a ferramenta *Access* tem função única de armazenamento das informações pertinentes a aplicação. Nele são guardados todos os dados pertencentes à dinâmica de execução do sistema (permitindo assim fácil atualização já que estes não estão embutidos no código), além de informações resultantes das inferências do usuário no sistema

possibilitando assim uma fácil rastreabilidade das ações do mesmo, resultando em uma plena avaliação da empresa.

4.5.3 Java

O Java é ao mesmo tempo um ambiente e uma linguagem de programação desenvolvida pela *Sun Microsystems, Inc.* Trata-se de mais um representante da nova geração de linguagens orientadas a objetos e foi projetado para resolver os problemas da área de programação cliente/servidor.

Os aplicativos em Java são compilados em um código de bytes independente de arquitetura. Esse código de bytes pode então ser executado em qualquer plataforma que suporte um interpretador Java. O Java requer somente uma fonte e um binário e, mesmo assim, é capaz de funcionar em diversas plataformas.

Hoje em dia, a maior parte do interesse pela linguagem Java está relacionada com sua habilidade em criar páginas na Web. Este é, hoje, o principal uso de Java, mas pode-se fazer implementações mais avançadas, como aplicativos completos de páginas interativas Web.

O suporte à rede e à Web fazem parte da linguagem. A facilidade de ler um arquivo local ou uma URL remota é a mesma. E é uma linguagem que já nasceu poliglota. O seu conjunto de caracteres de 16 bits suporta, desde o início, todos os idiomas conhecidos no mundo.

4.5.4 Java server Page

JSP (*Java Server Pages*) é uma tecnologia para desenvolvimento de aplicações WEB semelhante ao Microsoft *Active Server Pages* (ASP), porém tem a vantagem da portabilidade de plataforma podendo ser executado em outros Sistemas Operacionais além dos da Microsoft. Ela permite ao desenvolvedor produzir aplicações que permitam o acesso

a banco de dados, o acesso a arquivos-texto, a captação de informações a partir de formulários, a captação de informações sobre o visitante e sobre o servidor, o uso de variáveis e loops entre outros.

Ele oferece a vantagem de ser facilmente codificado, facilitando assim a elaboração e manutenção de uma aplicação. Além disso, essa tecnologia permite separar a programação lógica (parte dinâmica) da programação visual (parte estática), facilitando o desenvolvimento de aplicações mais robustas, onde programador e designer podem trabalhar no mesmo projeto, mas de forma independente. Outra característica do JSP é produzir conteúdos dinâmicos que possam ser reutilizados.

Por definição, JSP usa Java como sua linguagem de scripts. Por esse motivo, o JSP apresenta-se mais flexível e mais robusto do que outras plataformas baseadas simplesmente em JavaScripts e VBScripts.

4.5.5 Jakarta Apache TomCat

O projeto Jakarta cria e mantém soluções em código aberto sobre a plataforma Java para distribuição pública. Os produtos Jakarta são desenvolvidos e distribuídos através de vários subprojetos, cada um destes com seu próprio time de desenvolvedores e colaboradores.

O Tomcat é uma *Servlet* que usa a referência de implementação oficiais da tecnologia *JavaServlet* e *JavaServerPages*. As especificações destas duas tecnologias foram desenvolvidas pela *Sun* através de um processo comunitário de desenvolvimento.

Para a aplicação o TomCat tem a função de servidor de páginas JSP, o qual permite a execução não só de códigos html mas também o jsp, o qual possibilita a execução de código Java em tempo de execução. Desta forma é possível colocar o código Java como camada intermediária entre o banco de dados e a apresentação sendo esta a responsável por toda a lógica do sistema conforme apresentado na figura 4.3

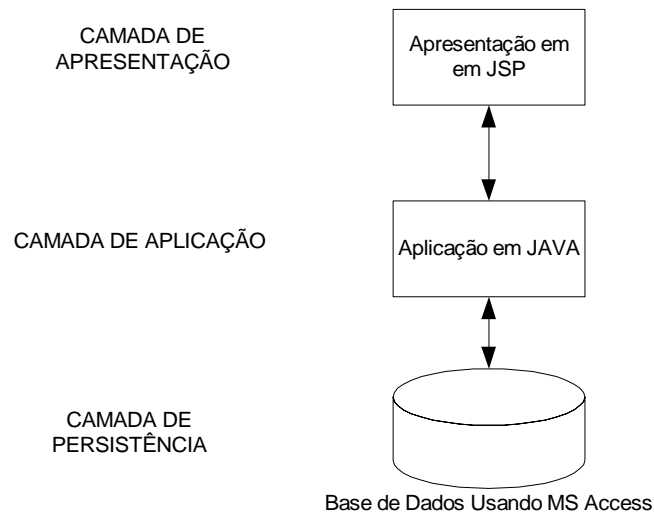


Figura 4.4 Estrutura de Camadas da Aplicação

4.6 Estrutura

Para permitir a cobertura das duas versões do modelo CMMI, foi necessário o desenvolvimento de uma estrutura flexível que possibilitasse a empresa não só ser avaliada para a versão *Continuous e Staged* mas que considerasse as características de cada uma, já que para a versão *Staged* tem-se níveis de categorização e na versão *Continuous* tem-se estruturas pré-definidas de acordo com o foco da empresa. Baseado nesta estrutura ao acessar o sistema a organização pode customizar a aplicação para suas necessidades, sendo que para a versão em estágios a mesma dispõem de diagnósticos para o nível 2 e 3 conforme embasado na capítulo 3, já para versão continuada a empresa pode selecionar entre as estruturas de Engenharia, Gestão de Processo, Gestão de Projetos e Suporte todas estas selecionáveis para os níveis 1, 2 e 3. O nível 3 foi selecionado como marco final para o processo de avaliação devido sua adequação ao mercado brasileiro e sua significância sobre a gestão de processo. Os níveis 4 e 5 estão voltados para processos já bem definidos carecendo apenas de finos ajustes, o que foge ao mercado brasileiro conforme especificado em pesquisa do MTC (MCT/SEPIN,2000). A figura 4.5 ilustra de forma transparente a estrutura de customização da aplicação.

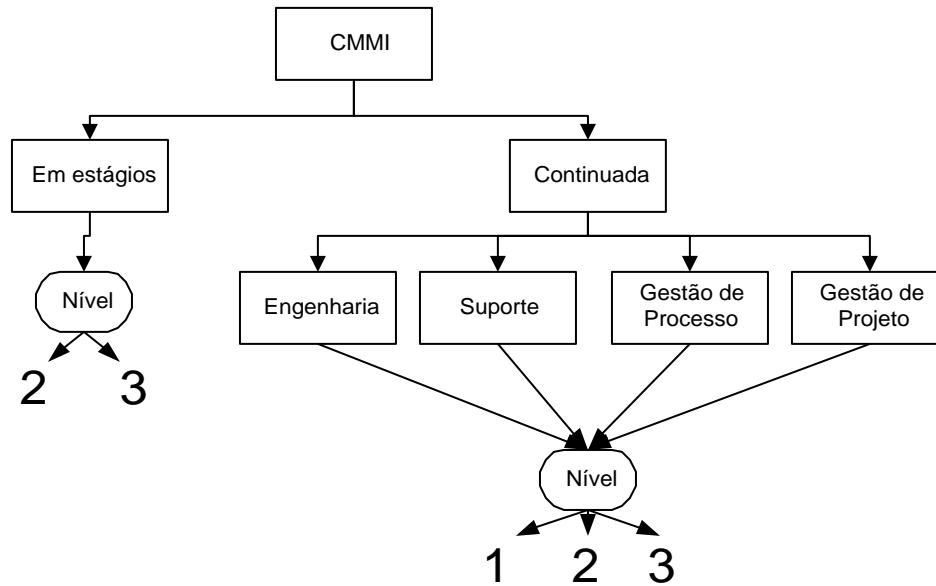


Figura 4.5 Estrutura de Diagnósticos da Aplicação

4.7 Questionários

O diagnóstico de situação proposto pela aplicação faz uso de questionários de avaliação que através de uma estruturação sugerida pela ferramenta permitem a empresa um resultado baseado nas suas necessidades. Questionários deste tipo são inerentes ao processo de melhoria da qualidade e suportam tanto a empresa quanto os auditores na avaliação do desempenho de uma determinada área. Baseado na estrutura peculiar do modelo CMMI foram desenvolvidos os questionários conforme explicitado nos tópicos abaixo.

4.7.1 Critérios de Seleção

O conjunto de perguntas as quais formulam os questionários de avaliação, foram desenvolvidas a partir do capítulo 7 chamado de Áreas de Processo da versão 1.1 da representação em estágios do CMMI e do capítulo de mesmo número e nome da versão 1.1 da representação continuada. Nesta seção do modelo são exploradas todas as áreas de um processo de software, cada uma destas áreas se divide em objetivos gerais e objetivos específicos, sendo que os objetivos gerais são os mesmo para todas as áreas de processo,

logicamente aplicadas à área em questão, já os objetivos específicos diferenciam-se para cada uma gerando assim a necessidade de um tratamento diferenciado. Na aplicação, estes objetivos específicos foram transformados em perguntas de cunho fechado que refletem, para efeito de avaliação, o atendimento ou não de determinado objetivo, sendo que para aplicação estes foram chamados de critérios. Com base no citado acima se pode mapear a estrutura do CMMI para a estrutura da aplicação permitindo desta forma observar que o atendimento de um conjunto de determinados critérios/objetivos específicos reflete no atendimento de um requisito/área de processo resultando desta forma em um comprometimento da empresa com relação a um aspecto citado pelo modelo. Tendo em vista as características diferenciadas das duas representações optou, para uma maior clareza, dividi-las em tópicos os quais serão detalhados abaixo.

4.7.2 Staged

Na versão em estágios o capítulo 7 do modelo está dividido nos níveis de maturidade propostos por esta representação, estes níveis (Gerenciado, Definido, Gerenciado Quantitativamente e Otimizado) são subdivididos em áreas de processo as quais um determinado nível deve satisfazer. Na formulação do questionário conforme o justificado no tópico 4.6 foram considerados apenas os níveis Gerenciado e Definido. Para cada um destes níveis foi formulado um conjunto de questões baseadas nas áreas de processo levantadas pelo modelo, que buscam refletir o desempenho da empresa frente a estes níveis.

4.7.3 Continuous

Na a versão continuada do modelo foram estabelecidas categorias de aplicação as quais refletem o foco desejado pela empresa na aplicação do modelo. O capítulo 7 desta representação está dividido em Gestão de Processo, Gestão de Projeto, Engenharia e Suporte, para cada uma destas categorias foi estabelecido um conjunto de área de processo que devem ser atendidas. Estas áreas de processo se subdividem em um conjunto de objetivos específicos os quais tem a si associado um nível, este nível indica a que escopo

aquele objetivo pertence. Sendo assim, por exemplo, se um empresa desejar atingir o nível 2 e seu foco for em Gestão de Processo, a mesma deverá satisfazer todos os objetivos/critérios dos níveis 1 e 2(devido ao efeito cumulativo do modelo) para a categoria Gestão de Projeto.

4.7.4 Perguntas

As perguntas desenvolvidas formam o questionário alvo da empresa de acordo com seu foco de avaliação, para tal foi montada uma tabela a qual permite desenvolver o processo avaliativo de acordo com as necessidades do usuário. Assim sendo a seguinte estrutura foi produzida, na coluna um da tabela do Anexo 1 encontra-se a identificação Área de Processo a qual se refere à questão, na segunda coluna é apresentado o objetivo específico na mesma, na terceira coluna encontra-se a prática chave com a qual a pergunta se relaciona, nas colunas quatro e cinco são mostrados os níveis (para o caso da versão continuada a categoria também) na qual a questão se enquadra para a versão continuada e em estágios respectivamente. E por fim na última coluna encontra-se a pergunta alvo do questionário. Na coluna 4 para efeito de compactação da informação foi criada o seguinte mapeamento E refere-se a Engenharia, PS refere-se a Gestão de Processo, PR refere-se a Gestão de Projeto e S refere-se a Suporte.

4.8 Formas de Avaliação

Com o objetivo de dispor de uma avaliação mais detalhada para a aplicação os resultados da mesma foram divididos por áreas de processo/requisitos permitindo assim ao usuário uma maior modularização dos aspectos que devem ser atentados para o completo atendimento ao modelo.

Para a perspectiva da aplicação, dois tipos de avaliação são realizadas a primeira delas resulta em um índice de conformidade com o modelo, a qual permite a partir de cada área de processo/requisito uma avaliação diferenciada possibilitando assim, que a empresa de

maior ênfase naquelas áreas de processo para a qual apresenta índices mais baixos. Já no segundo tipo de avaliação são levantadas todas as respostas do usuário e a partir destas é desenvolvido uma listagem dos pontos positivos e negativos para qual a empresa deverá considerar, todos estes separados para cada área de processo exigida pelo modelo. Além disto é apresentado também na avaliação de cada área de processo/requisito um índice de confiança nas questões apresentadas. Este índice é baseado nas inferências do usuário com o sistema, onde para cada pergunta respondida, o mesmo deve selecionar um índice de confiança em sua resposta, este podendo ser na porcentagem de 100, 75, 50 ou 25. Para efeito de avaliação é feita a média aritmética dos índices de confiança nas respostas daquela área resultando assim em um índice de confiança global da área de processo.

4.9 Distribuição

Dada as características de acesso via internet da aplicação esta encontra-se disponível para acesso não só para o público acadêmico mas para a sociedade em geral no endereço <http://www.tsm.ufsc.br/cmml> . Para o uso efetivo da ferramenta é necessário que o usuário faça um cadastro de seus dados possibilitando sua identificação frente ao sistema permitindo assim o controle dos diagnósticos realizados pelo usuário. Além de aspectos de identificação este cadastro também servirá para efeito de análise quantitativa para estudo posterior, permitindo o levantamento de parâmetros do setor.

5 Conclusão e Sugestões para Trabalhos Futuros

5.1 Conclusão

Como resultado do estudo apresentado neste trabalho, foi possível desenvolver um levantamento do conjunto de requisitos que regem um processo de software com qualidade, estes trazidos de uma série de normas e modelos disponíveis ao mercado que muitas vezes mostraram-se dúbios e de difícil interpretação. A partir deste levantamento foi possível categorizar os principais critérios destes modelos ou normas de forma a identificar intersecções entre os mesmos permitindo com isso um estabelecimento da relevância de cada um.

A partir do levantado no processo inicial, conforme descrito no parágrafo acima, foi possível estabelecer os critérios que deram suporte ao desenvolvimento e aprimoramento das perguntas relevantes ao questionário de avaliação, o qual é o foco principal no processo de diagnóstico proposto pelo trabalho. Estes questionários buscaram de certa forma aproximar-se da perspectiva já usada das *mini-assessments* conforme apresentado no capítulo 2. Estas com a função principal de facilitar e baratear os custos de acompanhamento da evolução na implantação de uma norma de qualidade para os processos de uma *Software House*.

Com a gama de informações levantadas a partir dos questionários e seus relacionamentos foi possível o desenvolvimento da aplicação, também fruto deste trabalho, a qual permite que uma empresa desenvolvedora de software avalie seus processos frente ao modelo CMMI. Num primeiro momento estas avaliações podem auxiliar a empresa sobre a tomada de decisão no que diz respeito à versão ou nível que é mais adequado a realidade da mesma, já num segundo momento, depois de iniciada a implantação do modelo, estas visam fazer o acompanhamento da evolução empresarial frente às exigências do modelo.

O agrupamento neste trabalho de pesquisas e desenvolvimento cria uma perspectiva de uma ferramenta informatizada de auxílio à avaliação de processos, que se caracteriza por

permitir uma dinâmica mais vantajosa que as avaliações tradicionais realizadas em papel. Isso se dá em função principalmente de sua característica de customizações frente à realidade da empresa e por sua rastreabilidade não só dos requisitos mais críticos ao processo de implantação, mas também de todas as avaliações realizadas pela empresa, consolidando assim comparativos de suporte a tomada de decisão.

5.2 Sugestão para Trabalhos Futuros

A concepção desenvolvida para este estudo permite que sejam sugeridos alguns trabalhos futuros que de certa forma encadeiam uma continuidade para este. Entre os temas que podem ser considerados destacam-se os seguintes:

- a) **Acompanhamento dos dados coletados:** a partir da aplicação da ferramenta em algumas empresas será possível identificar dados quantitativos da situação de gerenciamento dos processos de softwares para empresas brasileiras possibilitando assim não só uma maior customização da ferramenta para empresas do setor como uma base para o estudo de futuras normas e modelos que se apliquem de forma mais concisa a realidade nacional.
- b) **Incorporação de outras normas a ferramenta:** Este trabalho teria como foco possibilitar que a aplicação trabalhasse não só com o modelo CMMI, mas que incorporasse outras normas e modelos como SPICE e ISO, os quais agregariam mais valor a ferramenta além de possibilitar um grau de adaptação ainda maior. A partir deste trabalho seria possível identificar qual norma melhor atende as necessidades de uma empresa e qual delas se enquadra com a relação custo/benefício da organização, servindo esta de grande valia a tomada de decisão da mesma.
- c) **Aumento do conjunto de indicadores:** A partir deste trabalho seria possível ter um conjunto mais completo de indicadores que permitissem maior precisão sobre as avaliações realizadas. Este também poderia fazer uso de agentes inteligentes para traçar o perfil da empresa sugerindo e aconselhando o usuário na resposta aos questionários, além da incorporação de tutoriais que permitissem que usuários

avançassem de forma mais profunda na implantação do modelo ou norma reduzindo assim custos e tempo no processo de implantação.

- d) Aumento da expressividade das respostas:** Esta proposta buscaria avaliar as empresas de uma forma mais específica, podendo usar inclusive lógica nebulosa para avaliação, abrindo o leque de inferências e permitindo categorias de respostas abertas ou mais abrangentes. O uso desta atribuição permitiria ao usuário uma maior expressividade em sua resposta resultando em um aumento do grau de certeza da avaliação. Além disso, seria possível também desenvolver não só uma pergunta para avaliar um critério, mas um conjunto de perguntas e inserções que permitissem maior robustez na avaliação.

5.3 Considerações Finais

O presente trabalho desenvolveu uma forma diferenciada de dinâmica na aplicação de avaliações no processo de desenvolvimento de software. Este buscou reduzir custos e facilitar a implantação do modelo CMMI, o qual traz avanço e profissionalismo para a indústria de software. Levando em consideração os custos de uma implantação deste tipo são indispensáveis ferramentas como a proposta por este trabalho para monitorar o avanço na implantação do modelo, identificando os pontos críticos a serem considerados. Iniciativas deste tipo são de suma importância para o fortalecimento e o crescimento da indústria nacional de software, possibilitando a esta uma maior competitividade no mercado internacional.

6 Referências Bibliográficas

ABNT. *Sistema de Gestão* : Especificação e Diretrizes para Uso NBR ISO 9001. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Out 2000.

ALMEIDA, M. S.; MORAES, L. F. R. *Qualidade de Vida no Trabalho dos Profissionais de Informática e Cultura da Qualidade nas Empresas de Informática*. Recife : Workshop de Qualidade, IX SBES, 1995, Recife.

AQAP 1 . *Requirements for an Industrial Quality Control Programme* .Software Productivity Consortium, 1968 . Disponível em < <http://www.software.org/quagmire/descriptions/aqap1-4-9.asp>> acessado em 29 de novembro de 2003.

AQAP 4 . *Inspection System Requirements for Industry*.Software Productivity Consortium, 1968 . Disponível em < <http://www.software.org/quagmire/descriptions/aqap1-4-9.asp>> acessado em 29 de novembro de 2003.

ARIMA, C. H. *Metodologias de auditoria de sistemas*. São Paulo: Editora Érica, 1994.

BASIL, V.R. *Experimentation in Software Engineering*, IEEE Transactions on software Engineering, 1986

BASIL, V.R. *Viewing Maintenance as Reuse – Oriented Software Development*.IEEE Software, 1990.

BOAS, A. V. et al, *Uma Avaliação CMM de Baixo Custo: A abordagem do CPqD, WQS '2001 - Workshop de Qualidade de Software*, 2001.

BYRNES, P. M.; *Software Capability Evaluation version 3.0 Method Description* , Technical Report, CMU/SEI-96-TR-002, 1996.

CAMPOS, V. F. *Gerenciamento pelas diretrizes*. Belo Horizonte:FCO, 1996.

COBB, R. H. *Engineering software under statistical quality control*. in COLLINS *et al. Management Method*, New York: IEEE Software, ano 7, n. 6, Nov 1994.

COLLINS, W. R. *et al. How Good is Good enough?* New York: Communication of the ACM, Jan 1994.

DUNAWAY, D. *CBA-IPI Method Description*. SEI Technical Report CMU / SEI-96-TR-007, 1996.

- FALBO, R. A., *Integração de Conhecimento em um Ambiente de Desenvolvimento de Software*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.
- GIL, A. L. *Auditoria de Computadores*. São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- DUNAWAY, D. CPA-IPI: Method Description. SEI Technical Report CMU / SEI-96-TR-007, 1996.
- HUMPHREY, W. S., *Managing the Software Process*. Addison-Wesley Publishing, Company, Massachussets, 1990.
- HAZAN, C. *Introdução da Gerência pela Qualidade Total em Organizações de Qualidade de Software*. VI workshop da Qualidade de Software, Florianópolis, 1999.
- IAVARONE, G. M. E SANCHES, R. *Um instrumento de coleta de dados para verificar a influência do processo de desenvolvimento da interfase na usabilidade do produto*. IV WorkShop da Qualidade de Software , 1997.
- ISO/IEC 12207, 1995, *Information Technology – Software Life-Cycle Processes*.
- ISO/IEC TR 15504, 1998, *Parts 1-9: Information Technology - Software Process Assessment*.
- JONES, C. *Applied Software Measurement: Assuring Productivity and Quality*. New York: McGraw Hill, Software Engineering Series, 1991.
- KRISTEN, G. *Total Quality Management with Object Orientation*. Magazine : Business Objects Object Magazine ,1996.
- LONGO, R. M. J. *Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação* , 1996.,Brasília seminário “Gestão da Qualidade na Educação: Em Busca da Excelência”,
- LONGO, R.M.J. *A revolução da qualidade total: histórico e modelo gerencial*. — Brasília: IPEA, 1994 (RI IPEA/CPS, n.31/94)
- MCT/SEPIN. *Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro: 1999*. Brasília /DF, Brasil, 2000.
- MOTTA, J. M. *Auditoria – Princípios e Técnicas*. São Paulo: Editora Atlas, 1992
- NBR ISO 9001 ,*Sistemas da Qualidade: Modelo de Garantia da qualidade em projeto* ABNT,dezembro de 2000.
- OLIVEIRA, D. P. R. *Estratégia empresarial: uma abordagem empreendedora*. São Paulo: Atlas: 1988.

PAULINO, R. C. R. *Metodologia de Avaliação Centralizada no Usuário para a Melhoria Continua no Processo de Desenvolvimento de Sistemas*. Florianópolis, 1999. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, 2000.

PAULK, M.C. *A comparison of ISO 9001 and the Capability Maturity Model for Software*., disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/>>, acessado em 23 de agosto de 2002.

PETERS, T. *Rompendo as barreiras da administração para enfrentar a nova realidade*. São Paulo: Ed. Harbra, 1993.

PDCA Model, *The Memory Jogger II: A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement and Effective Planning*, 1994.

SEI, Software Engineering Institute. *Capability Maturity Model Integration - version 1.1 Staged*, Pittsburg, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2002.

SEI, Software Engineering Institute. *Capability Maturity Model Integration - version 1.1 Continuous*, Pittsburg, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2002.

TAVARES, M. C. *Gestão estratégica*. São Paulo: Atlas, 2000.

TRILLIUM. *Trillium Model*, University of Houston Clear Lake, Australian Software Quality Research Institute - Faculty of Science & Technology - Griffith University, disponível em <<http://www-sqi.cit.gu.edu.au/>>, acessado em 13 de Agosto 2003.

WEBFURNAS, Furnas Centrais Elétricas, disponível em <<http://www.furnas.com.br/portug/institucional/glossario.asp?letra=a>> acessado em : 27 de agosto de 2003.

WEBER, K.C. *Qualidade e produtividade em Software*. Makron Books, São Paulo, 1999.

WIEGERS, K.E.; STURZENBERGER, D.C., *A Modular Software Process Mini-Assessment Method*, ,IEEE Software, Vol. 17, N. 1, January/February 2000.

WHITNEY, R.; NAWROCKI, E.; HAYES, W.; *Interim Profile: Development and Trial of a method to rapidly Measure Software Engineering Maturity Status*, SEI Technical Report, CMU/SEI-94-TR-4, ESC-TR-94-004, March 1994.

ZUBROW, D. et al, *Maturity Questionnaire*, SEI Technical Report, CMU/SEI-94-SR-7, 1994.

Anexo 1 - Perguntas dos Questionários e Seus Respectivos Relacionamentos

Área de Processo	Objetivos Específicos	Práticas Específicas	Continuous	Staged	Pergunta
Gestão de Requisitos	Gerenciar requisitos de forma a identificar inconsistências com o planejamento do projeto e os produtos de trabalho (OE1)	Obter uma compreensão dos requisitos (OE1.1)	E.1	2	A organização estabelece uma compreensão dos requisitos prevendo o significado de cada um?
		Obter comprometimento com os requisitos (OE1.2)	E.2	2	Os compromissos de execução de cada requisito são obtidos com os participantes do projeto?
		Gerenciar mudanças nos requisitos (OE1.3)	E.1	2	A organização gerencia as mudanças nos requisitos?
		Mantiver uma rastreabilidade bidirecional dos requisitos (OE1.4)	E.2	2	É mantida uma rastreabilidade bidirecional dos requisitos?
		Identificar inconsistências entre o projeto de trabalho e os requisitos (OE1.5)	E.1	2	Inconsistências entre o plano de projeto e os requisitos são identificadas?
Planejamento do Projeto Estabelece e mantém o planejamento que define as atividades do projeto.	Estabelecer estimativas (OE2)	Estimar o escopo do projeto (OE2.1)	PR.1	2	São estabelecidas e mantidas estimativas dos parâmetros do planejamento do projeto?
		Estabelecer estimativas dos atributos de produtos de trabalho e tarefas(OE2.2)	PR.1	2	São estabelecidas e mantidas estimativas dos atributos dos produtos de trabalho e das tarefas?
		Definir o ciclo de vida do projeto(OE2.3)	PR.1	2	A organização estabelece as fases do ciclo de vida do projeto?
		Determinar estimativas de esforços e custos(OE2.4)	PR.1	2	São estimados custos e esforços para produtos de trabalho e tarefas do projeto?
	Desenvolver um planejamento do projeto(OE3)	Estabelecer orçamentos e planos(OE3.1)	PR.1	2	A organização estabelece e mantém planos e orçamentos de projetos?

		Identificar riscos do projeto(OE3.2)	PR.1	2	A organização identifica e analisa os riscos do projeto?
		Desenvolver um plano para gerenciamento de dados(OE3.3)	PR.1	2	A organização trabalha com um plano para gerenciamento dos dados do projeto?
		Desenvolver um plano para recursos do projeto(OE3.4)	PR.1	2	É desenvolvido um plano de recursos necessários para realizar o projeto?
		Desenvolver um plano de conhecimento e habilidades necessárias(OE3.5)	PR.1	2	É desenvolvido um plano de habilidades e conhecimentos necessários para o projeto?
		Desenvolver um plano de envolvimento dos stakeholders(OE3.6)	PR.1	2	É desenvolvido um plano de envolvimento das partes interessadas?
		Estabelecer um plano do projeto(OE3.7)	PR.1	2	A organização estabelece e mantém um plano global do projeto?
	Obter um plano de comprometimento (OE4)	Revisar planos que afetam o projeto(OE4.1)	PR.1	2	São feitas revisões nos planejamentos que afetam o projeto?
		Conciliar trabalho e níveis de recursos(OE4.2)	PR.1	2	Os planos de projeto são conciliados para refletir os recursos avaliados e estimados?
		Obter um plano de comprometimento (OE4.3)	PR.1	2	A organização obtêm um comprometimento das partes interessadas responsáveis por realizar e dar suporte ao plano de execução?
	Supervisão e Acompanhamento do Projeto Prevê um conhecimento do progresso do projeto que permite tomar ações corretivas quando a performance desvia de maneira	Monitorar o projeto de acordo com o planejado (OE5)	Monitorar os parâmetros do planejamento do projeto (OE5.1)		2
Monitorar os compromissos (OE5.2)				2	Os compromissos são monitorados de acordo com aqueles identificados no plano do projeto?
Monitorar os riscos do projeto (OE5.3)				2	É realizado o monitoramento dos riscos do projeto de acordo com aqueles identificados no plano do projeto?
Monitorar o gerenciamento de dados(OE5.4)				2	É realizado o monitoramento do projeto de dados de acordo com o plano do projeto?

significativa do planejado		Monitorar o envolvimento dos stakeholders (OE5.5)		2	O envolvimento do stakeholders é monitorado de acordo com o plano?
		Conduzir progressivas revisões (OE5.6)		2	São realizadas revisões periódicas no progresso do projeto, performance e saídas?
		Conduzir marcos de revisão (OE5.7)		2	
	Gerenciar as ações corretivas para encerramento (OE6)	Analisar saídas (OE6.1)		2	As saídas de processo são coletadas para determinar as ações corretivas?
		Tomar as ações corretivas (OE6.2)		2	São tomadas ações corretivas nas saídas identificadas?
		Gerenciar as ações corretivas (OE6.3)		2	Existe um gerenciamento de ações corretivas?
Gestão de Fornecedores Gerencia a aquisição de produtos com os fornecedores para os quais existe acordo formal	Estabelecer acordos com fornecedores (OE7)	Determinar o tipo de Aquisições(OE7.1)	PR.1	2	A organização determina a forma de aquisição de cada produto a ser adquirido?
		Selecionar fornecedores (OE7.2)	PR.1	2	A organização seleciona seus fornecedores baseada em uma avaliação de suas habilidades, para realizar requisitos específicos e critérios estabelecidos?
		Estabelecer acordos com os fornecedores (OE7.3)	PR.1	2	A organização estabelece e mantém acordos formais com os fornecedores?
	Satisfazer o acordo com os fornecedores (OE8)	Revisão dos produtos COTS (OE8.1)	PR.1	2	Existe uma revisão dos produtos COTS candidatos para assegurar a satisfação de requisitos específicos que são cobertos pelo acordo como fornecedor?
		Executar o acordo com o fornecedor (OE8.2)	PR.1	2	São realizadas atividades com os fornecedores para especificar os acordos?
		Aceitar o produto adquirido (OE8.3)	PR.1	2	A organização se assegura que o acordo com o fornecedor está satisfeito antes de aceitar o produto?
		Juntar o produto ao projeto (OE8.4)	PR.1	2	São realizadas transições dos produtos adquiridos com os fornecedores para o projeto?
	Medição e Análise Desenvolve e	Alinhar atividades de medição e análise (OE9)	Estabelecer objetivos da medição(OE9.1)	S.1	2

mantêm uma capacidade de medição que é usada para gerenciar as informações necessárias		Estabelecer medições específicas(OE9.2)	S.1	2	Medições específicas são endereçadas para controle dos objetivos?
		Especificar uma coleção de dados e procedimentos de armazenamento (OE9.3)	S.1	2	A organização especifica como o controle dos dados serão obtidos e estocados?
		Especificar os processos de análise (OE9.4)	S.1	2	A organização especifica como a medição dos dados serão analisadas e reportadas?
	Prever a medição dos resultados (OE10)	Coleção de medição de dados (OE10.1)	S.1	2	Os dados necessários para análise são obtidos e checados com relação à completude e integridade?
		Analisar a medição dos dados (OE10.2)	S.1	2	A organização analisa e interpreta a medição dos dados?
		Guardar dados e resultados (OE10.3)	S.1	2	A organização gerencia e estoca a medição dos dados e resultados de análise?
		Comunicar os resultados (OE10.4)	S.1	2	Os relatórios de resultados de medições são divulgados para todas as partes interessadas?
Garantia da qualidade do processo e do produto Prevê controle de equipe e gerenciamento, visando uma perspectiva dentro do processo e produtos de trabalho associados	Avaliar objetivamente processos e produtos de trabalho (OE11)	Avaliar objetivamente os processo (OE11.1)	S.1	2	A organização avalia a performance dos processos em relação à descrição, padrões e procedimentos deste mesmo processo?
		Avaliar objetivamente serviços e produtos de trabalho (OE11.2)	S.1	2	A organização avalia a performance dos serviços e produtos de trabalho em relação à descrição, padrões e procedimentos dos mesmos ?
	Prover uma visão objetiva (OE12)	Comunicar e assegurar a resolução de saídas não conformes (OE12.1)	S.1	2	A organização comunica as saídas com qualidade e assegura a resolução de saídas não conformes com a equipe e seus gerentes?
		Estabelecer registros (OE12.2)	S.1	2	São estabelecidos e mantidos registros das atividades de garantia da qualidade?
Gestão da configuração Estabelece e mantém a integridade do produto usando identificação,	Estabelecer linhas mestres (OE13)	Identificar itens de configuração (OE13.1)	S.1	2	A organização faz a identificação dos itens de configuração, componentes e produtos de trabalho que serão colocados sobre a gestão da configuração?
		Estabelecer um sistema de gerenciamento de configuração (OE13.2)	S.1	2	A organização estabelece e mantém um gerenciamento de configuração e um sistema de gerenciamento para controlar os produtos de trabalho?

controle e auditorias de configuração		Criar e divulgar as linhas mestres (OE13.3)	S.1	2	São criadas e divulgadas linhas mestres para uso interno e para acesso do consumidor?
	Traçar e controlar mudanças (OE14)	Traçar requisições de mudanças (OE14.1)	S.1	2	Os pedidos de mudanças são traçados para os itens de configuração?
		Controlar os itens de configuração (OE14.2)	S.1	2	São feitos controles de mudanças nos itens de configuração ?
	Estabelecer integridade (OE15)	Estabelecer o gerenciamento dos registros de configuração (OE15.1)	S.1	2	São estabelecidos e mantidos registros descritivos dos itens de configuração?
		Auditando a performance de configuração (OE15.2)	S.1	2	São realizadas auditorias sobre a performance da configuração para manter a integridade das linhas mestres?
Desenvolvimento de Requisitos Produz e analisa os requisitos do consumidor, do produto e dos componentes do produto	Desenvolver os requisitos do consumidor (OE1)	Mapear as necessidades (OE1.1)	E.2	3	A organização realiza o mapeamento das necessidades das partes interessadas, expectativas, compromissos e interfaces de todas as fases do ciclo de vida do produto?
		Coletar todas as necessidades das partes interessadas(OE1.2)	E.1	3	As necessidades das partes interessadas, expectativas, compromissos são incorporadas aos requisitos do consumidor?
	Desenvolver os requisitos do produto (OE2)	Estabelecer requisitos dos produtos e dos componentes de produto (OE2.1)	E.1	3	A organização estabelece e mantém os requisitos de produtos e componentes de produtos baseados nos requisitos do consumidor?
		Alocar requisitos dos componentes de produtos (OE2.2)	E.1	3	São alocados os requisitos de componentes de cada produto?
		Identificar os requisitos da interface (OE2.3)	E.1	3	São identificados os requisitos de interface ?
	Analisar e validar os requisitos (OE3)	Estabelecer conceitos operacionais e cenários(OE3.1)	E.1	3	A organização estabelece e mantém os conceitos operacionais associados a cenários?
		Estabelecer uma definição da funcionalidade dos requisitos(OE3.2)	E.1	3	A organização estabelece e mantém uma definição das funcionalidades dos requisitos?

		Analisar os requisitos (OE3.3)	E.1	3	Análise de requisitos são efetuadas para assegurar de que eles são necessários e suficientes?
		Analisar os requisitos para realização de um balanço (OE3.4)	E.3	3	São realizadas análises de requisitos para reportar as partes interessadas das necessidades e compromissos?
		Validar os requisitos com métodos abrangentes (OE3.5)	E.1	3	A organização valida os requisitos de forma a assegurar que os resultados dos produtos irão atender as intenções dos usuários fazendo uso de múltiplas técnicas apropriadas?
Soluções Técnicas Projetar, desenvolver e implementar soluções para os requisitos.	Selecionar soluções para os componentes de produto (OE4)	Desenvolver soluções com alternativas detalhadas e selecionar os critérios (OE4.1)	E.1	3	A organização desenvolve alternativas detalhadas de soluções e seleciona os critérios?
		Desenvolver conceitos operacionais e cenários (OE4.2)	E.2	3	São desenvolvidos conceitos operacionais, cenários e ambientes para descrever condições, modos de operações e estados de operação específicos para cada componente de produto?
		Selecionar as soluções para os componentes de produtos (OE4.3)	E.1	3	São selecionadas as soluções de componentes de produtos que melhor satisfazem os critérios estabelecidos?
	Projetar e desenvolver(OE5)	Projetar o produto ou o componente de produto (OE5.1)	E.1	3	A organização desenvolve um projeto para o produto ou componente de produto?
		Estabelecer um pacote de dados técnicos (OE5.2)	E.3	3	A organização estabelece e mantém pacotes de dados técnicos?
		Projetar uma interface baseada nos critérios (OE5.3)	E.3	3	É desenvolvido um projeto de interface baseado nos critérios estabelecidos?
		Avaliar para decidir sobre a compra, desenvolvimento ou reuso (OE5.4)	E.3	3	A organização avalia se o componente de produto deve ser desenvolvido, comprado ou reusado baseado em critérios estabelecidos?
	Implementar o projeto de produto	Implementar o projeto (OE6.1)	E.1	3	Os projeto de componentes de produtos são implementados?

	(OE6)	Desenvolver a documentação de suporte do produto(OE6.2)	E.1	3	A organização desenvolve e mantém a documentação para o usuário final?
Integração do Produto Propõem a montagem do produto a partir dos componentes de produtos	Preparar a integração do produto (OE7)	Determinar a seqüência de integração(OE7.1)	E.1	3	A organização define a seqüência de integração dos componentes de produtos?
		Estabelecer o ambiente de integração do produto(OE7.2)	E.2	3	É estabelecido e mantido um ambiente necessário para dar suporte a integração dos componentes de produtos?
		Estabelecer procedimentos e critérios da integração dos componentes de produtos (OE7.3)	E.3	3	Procedimentos e critérios são estabelecidos para permitir a integração dos componentes de produto?
	Garantir a compatibilidade de interface (OE8)	Revisão da descrição da interface focando a completude (OE8.1)	E.1	3	A organização revisa a descrição das interfaces verificando suas completude?
		Gerenciamento de interface (OE8.2)	E.1	3	As definições internas e externas, projetos e mudanças nos produtos os componentes de produtos são gerenciadas?
	Montar os componentes de produto e entregar o produto(OE9)	Confirmar a prontidão dos componente de produtos para integração (OE9.1)	E.1	3	A organização confirma o comprometimento de cada componente de integração?
		Montar os componentes do produto (OE9.2)	E.1	3	A organização monta o produto de acordo com a seqüência de integração e avalia seus procedimentos?
		Avaliar a montagem do componente do produto (OE9.3)	E.1	3	Os componentes de produto montados são avaliados?
		Embrulhar e entregar (OE9.4)	E.1	3	Obs Não requer pergunta
	Verificação Assegura que a seleção dos produtos de trabalho encontram-se especificados nos	Preparar para a verificação (OE10)	Selecionar os produtos de trabalho para a verificação (OE10.1)	E.1	3
Estabelecer um ambiente de verificação (OE10.2)			E.2	3	A organização estabelece e mantém um ambiente para efetuar esta verificação?

requisitos		Estabelecer procedimentos e critérios de verificação (OE10.3)	E.3	3	São estabelecidos procedimentos e critérios para selecionar os produtos de trabalho?(revisar)
	Realizar revisões (OE11)	Preparar para as revisões(OE11.1)	E.1	3	São preparadas revisões para os produtos de trabalho selecionados?
		Conduzir as revisões(OE11.2)	E.1	3	São identificadas saídas e resultados da condução das revisões?
		Analisar dados das revisões (OE11.3)	E.2	3	É feita uma análise em cima dos dados da revisão?
	Verificação dos produtos selecionados (OE12)	Realizar a verificação (OE12.1)	E.1	3	Idem OE10.1
		Analisar os resultados da verificação e definir as ações corretivas (OE12.2)	E.2	3	Os resultados de todas as atividades de verificação são analisados e as ações corretivas são identificadas?
Validação Demonstra que o produto cumpre seus objetivos quando inserido em ambiente adequado	Preparar para validação (OE13)	Selecionar produtos para validação (OE13.1)	E.1	3	A organização seleciona produtos para serem validados e os métodos de validação para cada um?
		Estabelecer um ambiente de validação(OE13.2)	E.2	3	É estabelecido um ambiente que se faz necessário para suportar a validação?
		Estabelecer procedimentos e critérios para validação (OE13.3)	E.3	3	São estabelecidos procedimentos e critérios para realização da validação?
	Validar o produto (OE14)	Realizar a validação(OE14.1)	E.1	3	Idem ao item OE13.1
		Analisar os resultados da validação (OE14.2)	E.1	3	Os resultados da validação são analisados e suas saídas identificadas?
	Foco no Processo Organizacional Planeja e implementa uma melhoria no processo organizacional da empresa baseado no entendimento dos pontos fortes e fracos da mesma	OE15	Estabelecer as necessidades do processo organizacional (OE15.1)	PS.1	
OE15		Avaliar o processo organizacional (OE15.2)	PS.1	3	A organização avalia periodicamente o seu processo organizacional?
OE15		Identificar melhorias no processo organizacional (OE15.3)	PS.1	3	A organização identifica melhorias no processo organizacional?

	OE16	Estabelecer planos de ação (OE16.1)	PS.1	3	São estabelecidos e implementados planos de ações para apontar melhorias no processo organizacional?
	OE16	Implementar os planos de ação(OE16.2)	PS.2	3	Idem ao item OE16.2
	OE16	Dispor das vantagens do processo organizacional (OE16.3)	PS.3	3	A organização disponibiliza as vantagens dos processo organizacional através da empresa?
	OE16	Incorporar experiências relacionadas ao processo dentro do processo organizacional (16.4)	PS.4	3	Experiências dos produtos de trabalho, medições e informações de melhorias derivadas do processo de planejamento e execução são incorporados ao processo organizacional?
Definição do Processo Produtivo Estabelece e mantém um conjunto de valores do processo organizacional	OE17	Estabelecer processos padrões(OE17.1)	PS.1	3	A organização estabelece um conjunto de processos organizacionais padrão?
	OE17	Estabelecer um modelo descritivo do do ciclo de vida (OE17.2)	PS.1	3	São estabelecidas descrições do modelo de ciclo de vida aprovadas para uso na organização?
	OE17	Estabelecer critérios sobre medida e linhas mestres (OE17.3)	PS.1	3	São estabelecidas linhas mestres adequadas para o conjunto padrão de processos organizacionais?
	OE17	Estabelecer o repositório de medição organizacional (OE17.4)	PS.1	3	É constituído um repositório de medições organizacionais?
	OE17	Estabelecer uma biblioteca de vantagens do processo organizacional (OE17.5)	PS.1	3	É estabelecida uma biblioteca com as vantagens organizacionais da empresa?
Treinamento Organizacional Propõem-se a desenvolver	Estabelecer uma capacidade de treinamento organizacional (OE18)	Estabelecer uma estratégia de treinamentos necessários (OE18.1)	PS.1	3	É estabelecida uma estratégia de treinamentos necessários para empresa?

habilidade das pessoas que poderão realizar as diretrizes de forma eficiente e efetiva		Determinar quais os treinamentos necessários são de responsabilidade da organização (OE18.2)	PS.1	3	São identificados os treinamentos necessários de responsabilidade da empresa e quais são de projetos específicos?
		Estabelecer um plano tático de treinamento organizacional (OE18.3)	PS.1	3	A organização traça um plano tático de treinamento?
		Estabelecer uma capacidade de treinamento (OE18.4)	PS.1	3	É estabelecido uma capacidade de treinamento para suprir as necessidades da organização?
	Prover o treinamento necessário (OE19)	Fazer o treinamento (OE 19.1)	PS.1	3	São realizados treinamentos de acordo com o plano tático?
		Estabelecer registros de treinamento (OE19.2)	PS.1	3	São mantidos registros dos treinamentos organizacionais?
		Avaliar a efetividade dos treinamentos (OE19.3)	PS.1	3	A eficiência dos treinamentos é avaliada?
	Integração do Gerenciamento do Projeto Estabelece e gerencia o projeto e o envolvimento das partes interessadas de acordo com um processo definido e integrado	Usar o processo definido do projeto (OE20)	Estabelecer um processo definido para o projeto (OE20.1)	PR.1	3
Usar as vantagens do processo organizacional para planejar as atividades dos projeto (OE20.2)			PR.1	3	As vantagens do processo organizacional são usadas para o planejamento das atividades do projeto?
Integrar os planos de projeto e outro planos que afetam o desenvolvimento (OE20.3)			PR.1	3	Todos os planejamentos que afetam o projeto são integrados para descrever um processo definido?
Gerenciar o projeto usando os planos integrados (OE20.4)			PR.1	3	Os projetos são gerenciados fazendo uso do planejamento integrado?

		Contribuir para as vantagens do processo organizacional (OE20.5)	PR.1	3	A experiência, produtos e medições adquiridas com um projeto são incorporadas aos processos organizacional?
	Coordenar e colaborar com as partes interessadas relevantes (OE21)	Gerenciar o envolvimento das partes interessadas (OE21.1)	PR.1	3	É feitos um gerenciamento do envolvimento das partes interessadas?
		Gerenciamento de dependências (OE21.2)	PR.1	3	A uma participação das partes interessadas para identificar, negociar e traçar as dependências críticas?
		Resolver as saídas de coordenação (OE21.3)	PR.1	3	As saídas são resolvidas com as partes interessadas?
Gestão do Risco Destina-se a identificar os potenciais problemas antes que eles ocorram	OE22	Determinar a fonte e categoria dos riscos (OE22.1)	PR.1	3	As fontes e categorias dos riscos do projeto são identificadas?
	OE22	Definir os parâmetros de risco (OE22.2)	PR.1	3	São definidos os parâmetros para analisar e categorizar os riscos?
	OE22	Estabelecer uma estratégia de gerenciamento de risco (OE22.3)	PR.1	3	É estabelecida uma estratégia de gerenciamento dos riscos?
	OE23	Identificar os riscos (OE23.1)	PR.1	3	Os riscos do projeto são identificados e documentados?
	OE23	Avaliar, categorizar e priorizar os riscos (OE 23.2)	PR.1	3	Cada risco do projeto é avaliado, categorizado e priorizado?
	OE24	Desenvolver planos de atenuação dos riscos (OE24.1)	PR.1	3	São desenvolvidos e implementados planos de atenuação dos riscos?
	OE24	Implementação dos planos de atenuação dos riscos (OE24.2)	PR.1	3	Idem ao item OE24.1
Análise de Decisão e Resolução Analisa as possíveis decisões usando um processo de avaliação	Avaliar alternativas (OE25)	Estabelecer linhas mestres para análise de decisão(OE25.1)	S.1	3	São estabelecidas linhas mestres para análise de decisão ?
		Estabelecer critérios de avaliação (OE25.2)	S.1	3	São estabelecidos critérios para avaliar as alternativas de decisão?

formal que identifica alternativas sobre os critérios estabelecidos	Identificar soluções Alternativas (OE25.3)	S.1	3	São identificadas soluções alternativas na análise da decisão?
	Selecionar métodos de avaliação (OE25.4)	S.1	3	São selecionados métodos de avaliação?
	Avaliar as alternativas (OE25.5)	S.1	3	Soluções alternativas são avaliadas?
	Selecionar soluções (OE25.6)	S.1	3	Soluções de alternativas são baseadas na avaliação de critérios?

Anexo 1 Perguntas dos questionários e seus respectivos relacionamentos

Anexo 2 – Telas do Sistema

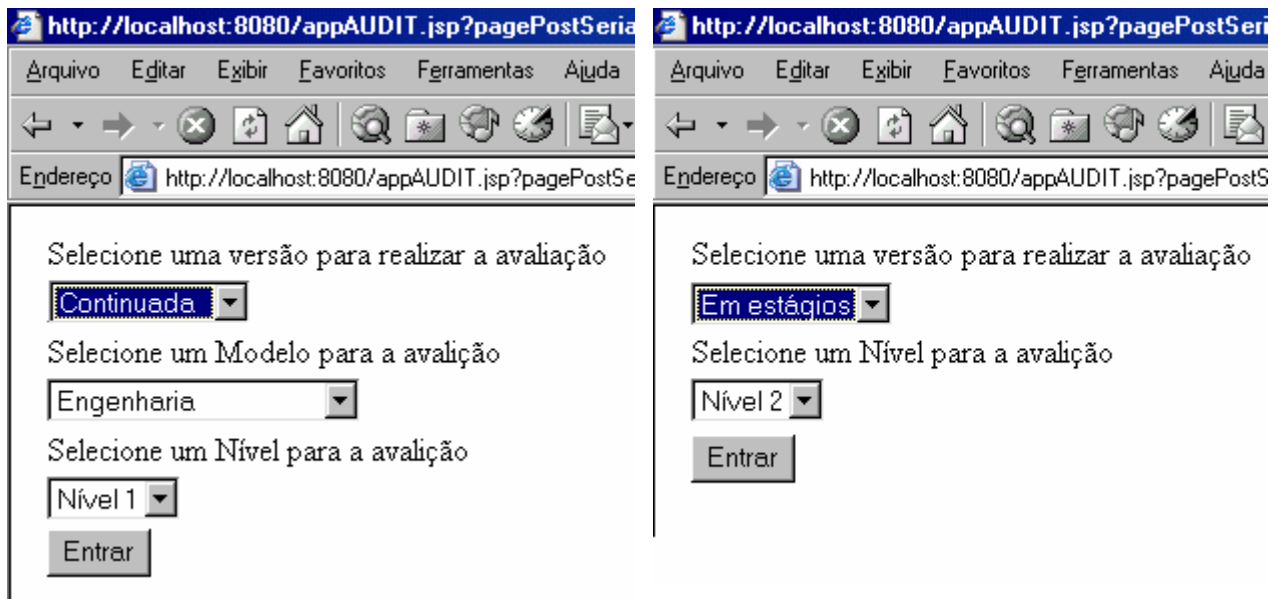


Figura A1 Tela inicial de seleção versão do CMMI

Após selecionar a versão e o nível o sistema monta o questionário a ser respondido pelo usuário a partir de sua escolha inicial.

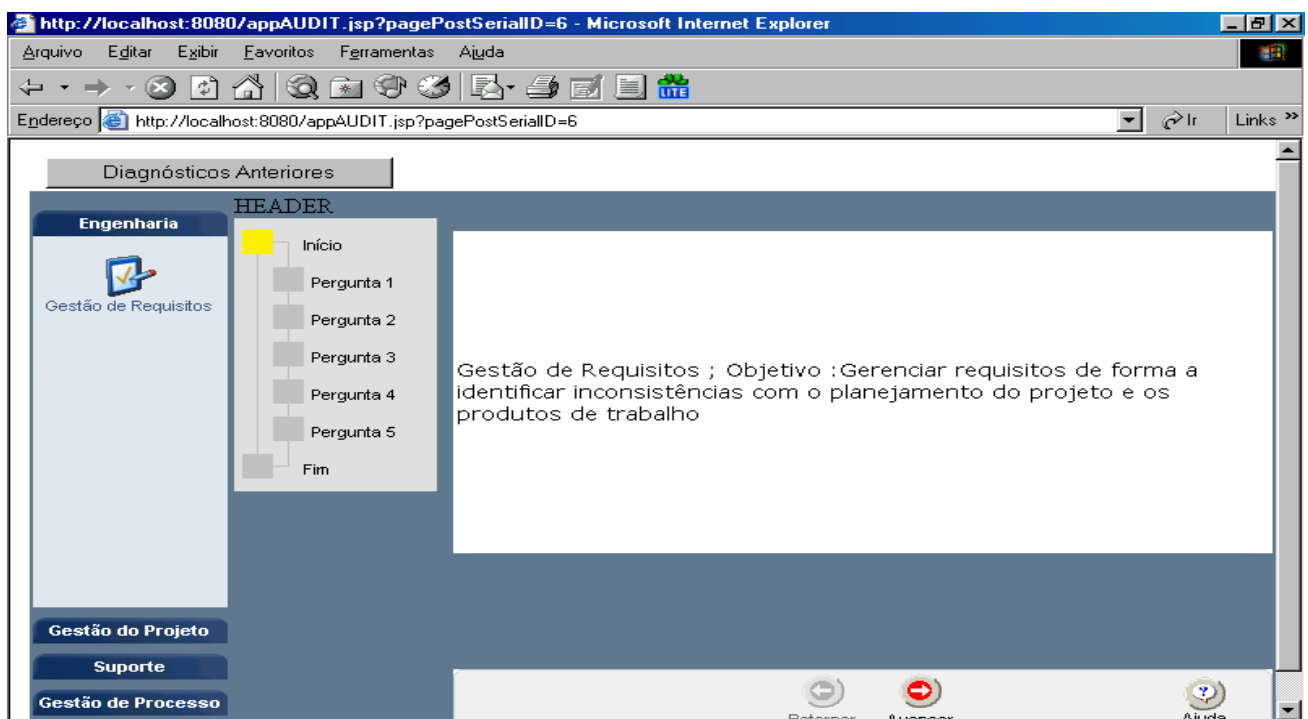


Figura A2 Tela de seleção do requisito a ser respondido

A partir desta tela é possível selecionar a área de processo/requisito a ser respondida, ao se selecionar esta uma breve descrição é feita visando um esclarecimento do tópico abordado.

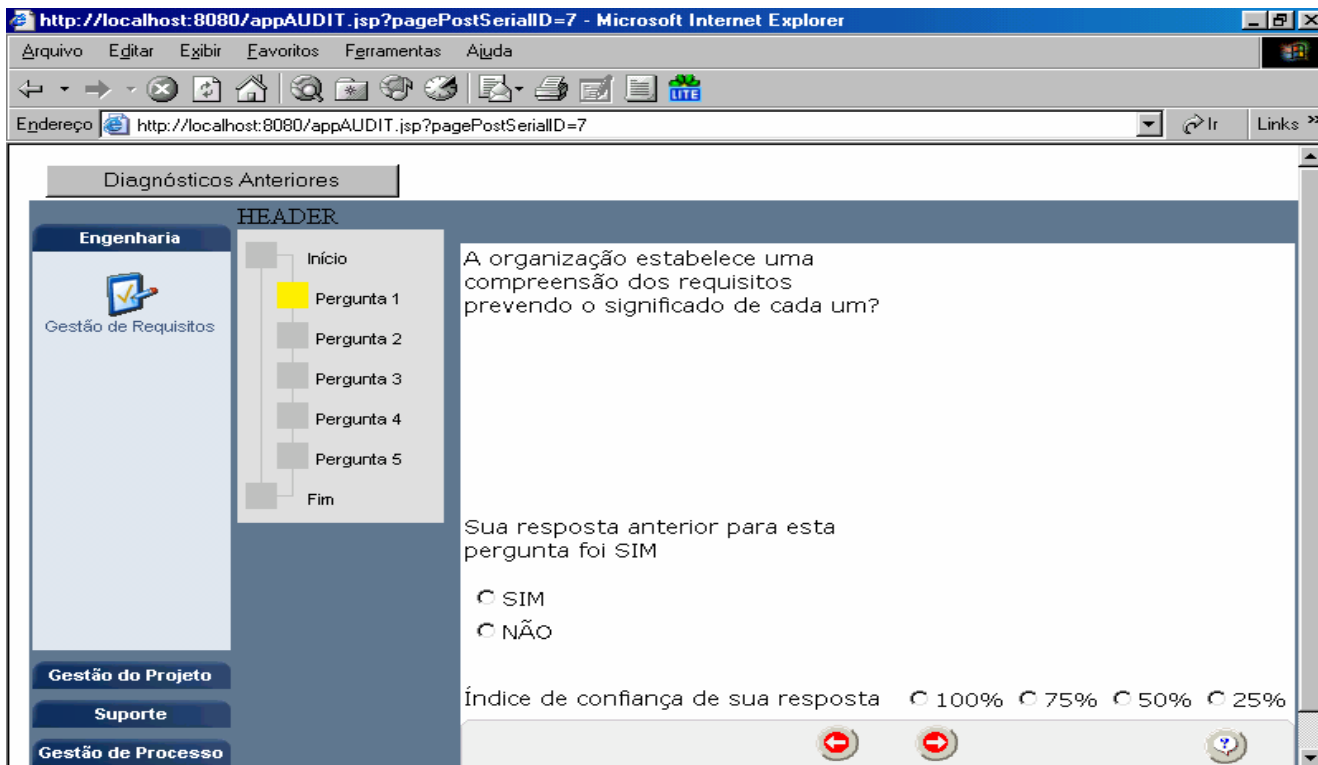


Figura A3 Tela de coleta de respostas as questões

Nesta tela são feitas às perguntas relacionadas à área de processo em questão além da coleta das respostas do usuário e do índice de confiança destas respostas. Ao final de todas as questões é gerado um relatório de avaliação conforme mostrado na figura A4. Neste relatório é apresentado o índice de conformidade com o modelo, o índice de confiança nas repostas e um destaque para pontos positivos e negativos para os quais a empresa deve considerar.

The screenshot shows a web browser window titled "Avaliação sobre o modelo CMMI - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://localhost:8080/avaliacao.jsp?diagnostico=95&empresa=12". The main content area displays the following information:

**RELATÓRIO FINAL DO DIAGNÓSTICO DE
AVALIAÇÃO DO MODELO CMMI**

Empresa : **Donadel corporation** Data do Diagnóstico : **22/12/03**
Código da empresa : **12** Identificador :
CNPJ : **12345656** Modelo : **Engenharia** Nível : **1**

Requisito : Gestão de Requisitos	Índice de Conformidade: 33% Índice de Confiança: 66%
---	---

Como pontos positivos a instituição já possui :

- A organização já estabelece uma compreensão dos requisitos.

Apesar dos pontos identificados, a empresa deverá atetar aos seguintes pontos :

- A organização não gerencia as mudanças nos requisitos.
- Inconsistências entre o plano de projeto e os requisitos não são identificadas.

Figura A4 Relatório de avaliação

Anexo III - Artigo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

André Donadel, donadel@inf.ufsc.br

Ricardo Pereira, ricardo@inf.ufsc.br

Resumo

Este estudo tem por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de diagnóstico organizacional via internet, baseada nas versões *Staged e Continuous* do CMMI versão 1.1. Esta ferramenta caracteriza-se por permitir uma adaptação frente à realidade da organização possibilitando que esta selecione o nível e versão que mais satisfaz seus interesses. Além disto permite o acompanhamento da evolução organizacional frente a uma implantação dos processos organizacionais para o modelo CMMI

Abstract

This study has for objective the development of a tool of organizational diagnosis that can access across internet, established in the versions Staged and Continuous of the CMMI. This tool is characterized for allow an adaptation in the reality of the organization making possible that the organization selects the level and version that more satisfies its interests. Moreover the tool also allows the accompaniment of the organizational evolution in an implantation of the organizational processes for model CMMI

4 Introdução

O objetivo principal de uma padronização é reduzir desgastes entre contratante e contratado no que diz respeito aos requisitos que determinado produto ou serviço deve atender. Este não só se aplicando a questões comerciais, mas também podendo refletir os princípios da empresa/indústria com o comprometimento com o meio ambiente ou com a segurança do trabalhador, por exemplo.

Com este objetivo foram construídas várias instituições para o tratamento de questões de formulação e manutenção de padrões. Entre as de maior expressividade no cenário mundial estão o

DIN(*Deutsches Institut für Normung*- Instituto Alemão para Normalização) e a ANSI (*American National Institute*). No Brasil a responsável relacionada a estas práticas é a ABNT(Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Devido ao grande desenvolvimento de padrões isolados em uma série de países surgir a necessidade da criação de uma instituição que permitisse uma internacionalização dos padrões. Então em 1947 foi criada *International Organization For Standardization*, a qual atualmente é composta por mais de 100 organizações nacionais de padronização, representado mais de 90 países, estes concentrando cerca de 95% da produção mundial.

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema para diagnosticar a situação de uma empresa em relação às normas de qualidade de desenvolvimento de softwares baseado nas versões *Staged* e *Continuous* do CMMI.

4.1.2 Objetivos Específicos

- e. Realizar uma pesquisa para levantamento das atuais normas e convenções que regem os processos de desenvolvimento de softwares com qualidade;
- f. Levantar os níveis de requisitos necessários para cada fase ou estágio de uma certificação sobre os regimentos do modelo CMMI.
- g. Criar uma lista de verificação a partir dos requisitos levantados, a qual será respondida pela empresa que objetiva avaliar a qualidade de seus processos.
- h. Desenvolver um sistema que possibilite a realização do diagnóstico via internet

2 O CMMI CHECK

Esta secção apresenta a ferramenta para diagnóstico de *software houses* desenvolvida por este trabalho, a qual é chamada de CMMI CHECK, seus aspectos, características e funcionalidades. Este se encontra dividido em tópicos básicos os quais categorizam cada estrutura da ferramenta.

2.1 O Sistema

O Sistema desenvolvido busca permitir uma avaliação dos processos de empresas que desenvolvem softwares frente ao modelo de capacidade e maturidade do *Software Engineering Institute* que em sua nova versão é conhecido como CMMI.

Este trabalho se coloca a público como uma ferramenta para motivação e acompanhamento da implantação de um modelo de processo para a área de softwares. Com ele é possível gerar avaliações periódicas sobre os processos da empresa permitindo assim um acompanhamento dos avanços deferidos pela mesma frente ao desenvolvimento do modelo conforme ilustrado pela figura 4.1



Figura 4.1 Ilustração da aplicação do Sistema

O sistema apresenta como características sua composição de três fases. Na primeira fase ocorre a seleção da forma de aplicação do modelo, na segunda é gerado um questionário o qual a empresa deve responder conforme suas características e na terceira fase é processada a avaliação das repostas da empresa frente à proposta do modelo.

2.2 Estrutura do Diagnóstico

A estrutura de diagnósticos sobre normas de processos foi mapeada segundo as seguintes premissas:

- f) Um modelo é composto por um conjunto de requisitos;
- g) Estes requisitos são compostos por um conjunto de critérios;
- h) Tais critérios podem ser atendidos ou não;

- i) A atendimento de todos os critérios de um requisito refletem em um atendimento pleno do requisito;
- j) O atendimento pleno de todos os requisitos do modelo refletem no atendimento ao modelo.

A partir deste conjunto de regras foi possível estabelecer um modelo de resposta para a realização do questionário através de uma ferramenta informatizada. Neste, a aplicação da norma é dividida em um conjunto de requisitos para o qual a empresa deve se prestar a atender. Cada um destes requisitos é composto por um conjunto de critérios que para o caso do sistema foram transformados em perguntas que refletem o atendimento ou não de um determinado critério. Esta estrutura pode ser melhor compreendida através da figura 4.2

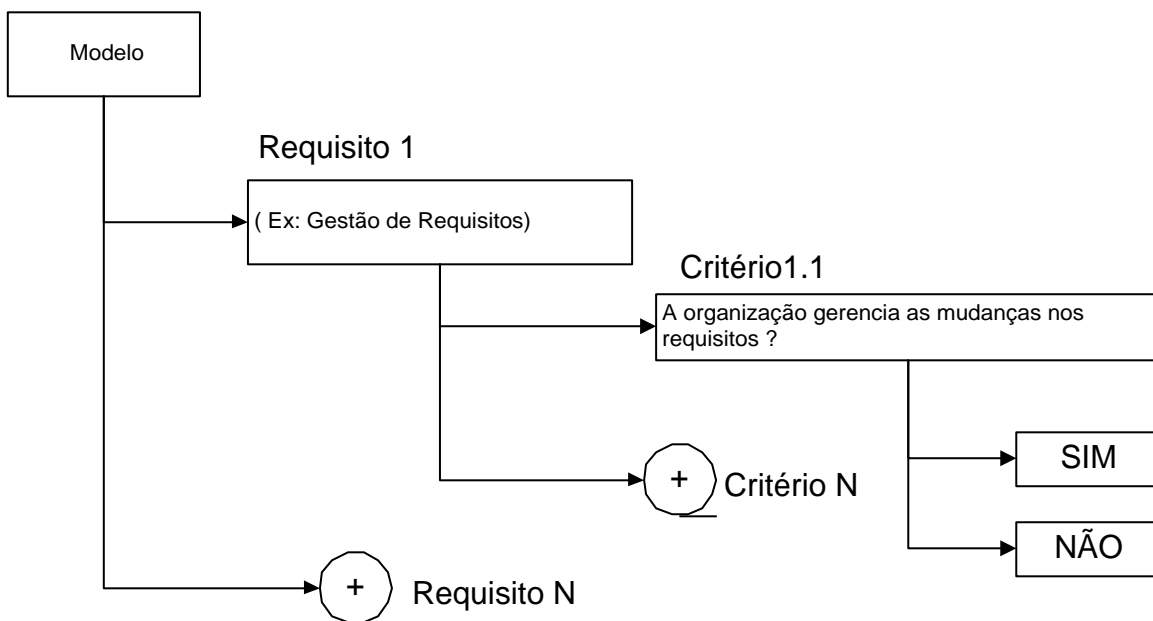


Figura 4.2 Estrutura de Norma Aplicada ao Sistema

2.3 Estrutura

Para permitir a cobertura das duas versões do modelo CMMI, foi necessário o desenvolvimento de uma estrutura flexível que possibilitasse a empresa não só ser avaliada para a versão *Continuous e Staged* mas que considerasse as características de cada uma, já que para a versão *Staged* tem-se níveis de categorização e na versão *Continuous* tem-se estruturas pré-definidas de acordo com o foco da empresa. Baseado nesta estrutura ao acessar o sistema a organização pode customizar a aplicação para suas necessidades, sendo que para a versão em estágios a mesma dispõem de

diagnósticos para o nível 2 e 3 conforme embasado na capítulo 3, já para versão continuada a empresa pode selecionar entre as estruturas de Engenharia, Gestão de Processo, Gestão de Projetos e Suporte todas estas selecionáveis para os níveis 1, 2 e 3. O nível 3 foi selecionado como marco final para o processo de avaliação devido sua adequação ao mercado brasileiro e sua significância sobre a gestão de processo. Os níveis 4 e 5 estão voltados para processos já bem definidos carecendo apenas de finos ajustes, o que foge ao mercado brasileiro conforme especificado em pesquisa do MTC (MCT/SEPIN,2000). A figura 4.5 ilustra de forma transparente a estrutura de customização da aplicação.

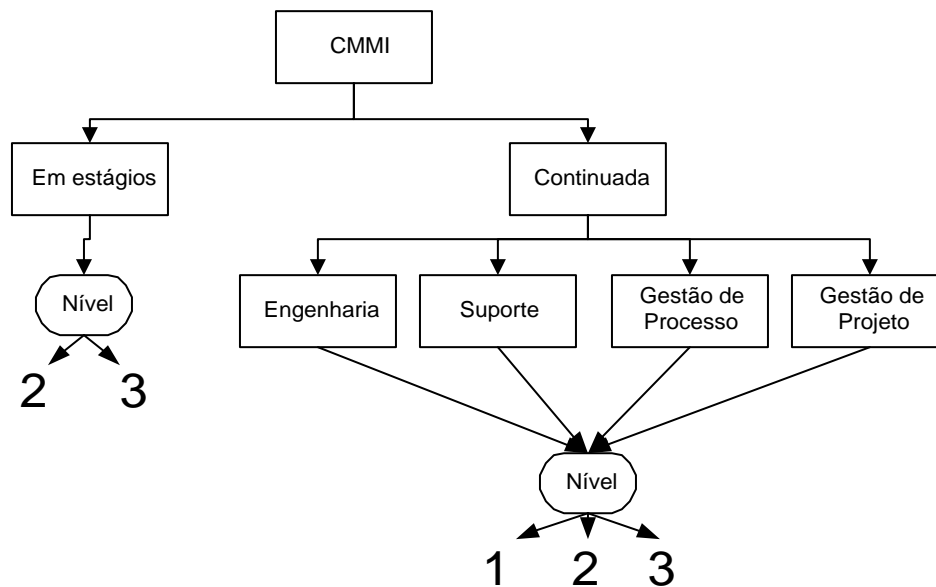


Figura 4.5 Estrutura de Diagnósticos da Aplicação

2.4 Questionários

O diagnóstico de situação proposto pela aplicação faz uso de questionários de avaliação que através de uma estruturação sugerida pela ferramenta permitem a empresa um resultado baseado nas suas necessidades. Questionários deste tipo são inerentes ao processo de melhoria da qualidade e suportam tanto a empresa quanto os auditores na avaliação do desempenho de uma determinada área. Baseado na estrutura peculiar do modelo CMMI foram desenvolvidos os questionários conforme explicitado nos tópicos abaixo.

2.4.1 Critérios de Seleção

O conjunto de perguntas as quais formulam os questionários de avaliação, foram desenvolvidas a partir do capítulo 7 chamado de Áreas de Processo da versão 1.1 da representação em estágios do CMMI e do capítulo de mesmo número e nome da versão 1.1 da representação continuada. Nesta seção do modelo são exploradas todas as áreas de um processo de software, cada uma destas áreas se divide em objetivos gerais e objetivos específicos, sendo que os objetivos gerais são os mesmo para todas as áreas de processo, logicamente aplicadas à área em questão, já os objetivos específicos diferenciam-se para cada uma gerando assim a necessidade de um tratamento diferenciado. Na aplicação, estes objetivos específicos foram transformados em perguntas de cunho fechado que refletem, para efeito de avaliação, o atendimento ou não de determinado objetivo, sendo que para aplicação estes foram chamados de critérios. Com base no citado acima se pode mapear a estrutura do CMMI para a estrutura da aplicação permitindo desta forma observar que o atendimento de um conjunto de determinados critérios/objetivos específicos reflete no atendimento de um requisito/área de processo resultando desta forma em um comprometimento da empresa com relação a um aspecto citado pelo modelo. Tendo em vista as características diferenciadas das duas representações optou, para uma maior clareza, dividi-las em tópicos os quais serão detalhados abaixo.

2.4.2 Staged

Na versão em estágios o capítulo 7 do modelo está dividido nos níveis de maturidade propostos por esta representação, estes níveis (Gerenciado, Definido, Gerenciado Quantitativamente e Otimizado) são subdivididos em áreas de processo as quais um determinado nível deve satisfazer. Na formulação do questionário conforme o justificado no tópico 4.6 foram considerados apenas os níveis Gerenciado e Definido. Para cada um destes níveis foi formulado um conjunto de questões baseadas nas áreas de processo levantadas pelo modelo, que buscam refletir o desempenho da empresa frente a estes níveis.

2.4.3 Continuous

Na a versão continuada do modelo foram estabelecidas categorias de aplicação as quais refletem o foco desejado pela empresa na aplicação do modelo. O capítulo 7 desta representação está dividido em Gestão de Processo, Gestão de Projeto, Engenharia e Suporte, para cada uma destas categorias foi estabelecido um conjunto de área de processo que devem ser atendidas. Estas áreas de processo se subdividem em um conjunto de objetivos específicos os quais tem a si associado um nível, este nível indica a que escopo aquele objetivo pertence. Sendo assim, por exemplo, se um empresa desejar atingir o nível 2 e seu foco for em Gestão de Processo, a mesma deverá satisfazer todos os

objetivos/critérios dos níveis 1 e 2(devido ao efeito cumulativo do modelo) para a categoria Gestão de Projeto.

2.5 Formas de Avaliação

Com o objetivo de dispor de uma avaliação mais detalhada para a aplicação os resultados da mesma foram divididos por áreas de processo/requisitos permitindo assim ao usuário uma maior modularização dos aspectos que devem ser atentados para o completo atendimento ao modelo.

Para a perspectiva da aplicação, dois tipos de avaliação são realizadas a primeira delas resulta em um índice de conformidade com o modelo, a qual permite a partir de cada área de processo/requisito uma avaliação diferenciada possibilitando assim, que a empresa de maior ênfase naquelas áreas de processo para a qual apresenta índices mais baixos. Já no segundo tipo de avaliação são levantadas todas as respostas do usuário e a partir destas é desenvolvido uma listagem dos pontos positivos e negativos para qual a empresa deverá considerar, todos estes separados para cada área de processo exigida pelo modelo. Além disto é apresentado também na avaliação de cada área de processo/requisito um índice de confiança nas questões apresentadas. Este índice é baseado nas inferências do usuário com o sistema, onde para cada pergunta respondida, o mesmo deve selecionar um índice de confiança em sua resposta, este podendo ser na porcentagem de 100, 75, 50 ou 25. Para efeito de avaliação é feita a média aritmética dos índices de confiança nas respostas daquela área resultando assim em um índice de confiança global da área de processo.

2.6 Distribuição

Dada as características de acesso via internet da aplicação esta encontra-se disponível para acesso não só para o público acadêmico mas para a sociedade em geral no endereço <http://www.tsm.ufsc.br/cmml> . Para o uso efetivo da ferramenta é necessário que o usuário faça um cadastro de seus dados possibilitando sua identificação frente ao sistema permitindo assim o controle dos diagnósticos realizados pelo usuário. Além de aspectos de identificação este cadastro também servirá para efeito de análise quantitativa para estudo posterior, permitindo o levantamento de parâmetros do setor.

3 Conclusão

Como resultado do estudo apresentado neste trabalho, foi possível desenvolver um levantamento do conjunto de requisitos que regem um processo de software com qualidade, estes trazidos de uma

série de normas e modelos disponíveis ao mercado que muitas vezes mostraram-se dúbios e de difícil interpretação. A partir deste levantamento foi possível categorizar os principais critérios destes modelos ou normas de forma a identificar intersecções entre os mesmos permitindo com isso um estabelecimento da relevância de cada um.

A partir do levantado no processo inicial, conforme descrito no parágrafo acima, foi possível estabelecer os critérios que deram suporte ao desenvolvimento e aprimoramento das perguntas relevantes ao questionário de avaliação, o qual é o foco principal no processo de diagnóstico proposto pelo trabalho. Estes questionários buscaram de certa forma aproximar-se da perspectiva já usada das *mini-assessments* conforme apresentado no capítulo 2. Estas com a função principal de facilitar e baratear os custos de acompanhamento da evolução na implantação de uma norma de qualidade para os processos de uma *Software House*.

Com a gama de informações levantadas a partir dos questionários e seus relacionamentos foi possível o desenvolvimento da aplicação, também fruto deste trabalho, a qual permite que uma empresa desenvolvedora de software avalie seus processos frente ao modelo CMMI. Num primeiro momento estas avaliações podem auxiliar a empresa sobre a tomada de decisão no que diz respeito à versão ou nível que é mais adequado a realidade da mesma, já num segundo momento, depois de iniciada a implantação do modelo, estas visam fazer o acompanhamento da evolução empresarial frente às exigências do modelo.

O agrupamento neste trabalho de pesquisas e desenvolvimento cria uma perspectiva de uma ferramenta informatizada de auxílio à avaliação de processos, que se caracteriza por permitir uma dinâmica mais vantajosa que as avaliações tradicionais realizadas em papel. Isso se dá em função principalmente de sua característica de customizações frente à realidade da empresa e por sua rastreabilidade não só dos requisitos mais críticos ao processo de implantação, mas também de todas as avaliações realizadas pela empresa, consolidando assim comparativos de suporte a tomada de decisão.