

# Qualidade de Software: Visões de Produto e Processo de Software

*Alfredo N. Tsukumo, Claudete M. Rêgo, Clenio F. Salviano, Glaucia F. Azevedo,  
Luciano K. Meneghetti, Márcia C. C. Costa, Mario Bento de Carvalho, Regina M. T. Colombo*

e-mail : {alfredo,claudete,clenio,glaucia,lucchi,costa,carvalho,regina}@ic.cti.br

ATAQS - Área de Tecnologia para Avaliação de Qualidade de Software  
CTI - Fundação Centro Tecnológico para Informática

Rodovia SP 65 km 143,6 - CEP 13 089-500 - Campinas - SP

## Resumo

A demanda por qualidade tem motivado a comunidade de software para o desenvolvimento de modelos para qualidade de software. Estes modelos estão orientados por duas visões: visão de processo e visão de produto. A visão de processo trata da avaliação e melhoria dos processos utilizados para o ciclo de vida do software. A visão de produto trata da avaliação de um produto de software, para verificação de sua qualidade. Este artigo introduz conceitos de qualidade de software e descreve os principais modelos nestas duas visões.

## Palavras-Chave

Qualidade de Software, Qualidade de Processo, Qualidade de Produto, ISO 9000-3, ISO/IEC 12207-1, SW-CMM, SPICE, Série ISO/IEC 14598, Série ISO/IEC 9126, ISO/IEC 12119.

## 1. Introdução

A Qualidade é hoje o grande motivador em todas as áreas de atividade humana. Todos querem fornecer e receber produtos e serviços de Qualidade. Mas, o que é Qualidade?

“Qualidade... a gente sabe o que é, e, ao mesmo tempo, não sabe. Isso é contraditório. Mas algumas coisas são melhores que outras, ou seja, têm mais qualidade. Porém, se a gente tenta definir qualidade, isolando-a das coisas que a possuem, então *puf* - já não há mais o que falar.” (Robert Pirsig em “Zen e a arte da manutenção de motocicletas”).

Embora possamos concordar com esta afirmação, ao desenvolvermos nossas atividades precisamos de uma base de entendimento universal. Os diversos modelos e Normas já editados ou em desenvolvimento procuram suprir esta necessidade. Este artigo descreve um panorama geral e linhas para a atuação com base nessas Normas e modelos.

São apresentados modelos para a avaliação de software dentro das visões complementares de processo e produto. A avaliação de processo é tratada pelo modelo de referência SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) [SPI95] [SPI95a], modelo SW-CMM (Capability Maturity Model) [PAU93], Norma ISO/IEC 12207 [ISO12207-1] e série de Normas ISO 9000 [ISO9000]. A avaliação de produto é objeto da série de Normas ISO/IEC 9126, 14598 e 12119.

## 2. Qualidade

A Norma ISO 8402 [ISO8402] define Qualidade como “a totalidade de características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer às necessidades explícitas e implícitas”. **Necessidades explícitas** são aquelas expressas na definição de requisitos propostos pelo produtor. Esses requisitos definem as condições em que o produto deve ser utilizado, seus objetivos, funções e o desempenho esperado.

As **necessidades implícitas** são aquelas que, embora não expressas nos documentos do produtor, são necessárias para o usuário. Estão englobadas nesta classe tanto requisitos que não precisam ser declarados por serem óbvios (ex: “a caneta escreve”) como aqueles requisitos que não são percebidos como necessários no momento em que o produto foi desenvolvido, mas que pela gravidade de suas consequências devem ser atendidos (ex. mesmo em condições não previstas, de erro ou má operação, um sistema de administração hospitalar não pode provocar a morte de pacientes).

Kano et al [KANO84] classificam os requisitos de acordo com duas dimensões, conforme ilustrado no diagrama da Figura 1 em que "atendimento ao requisito" é colocado em um eixo e o "sentimento de satisfação" no outro. Segundo essa visão, os requisitos de qualidade são classificados como:

- **necessários**, se o não atendimento gera insatisfação e o atendimento gera indiferença. Por exemplo, a não ocorrência de defeitos num automóvel nos primeiros 6 meses de uso (é o mínimo que se espera de um automóvel novo).
- **normais**, se há insatisfação pelo não atendimento e satisfação pelo atendimento. Por exemplo, a economia, nível de ruído e o desempenho de um automóvel.
- **atrativos**, se provocam um sentimento de satisfação quando atendidos mas de indiferença se não for atendido. Por exemplo, ar condicionado, direção hidráulica, “air bag” em um automóvel.

Deve-se notar que a aplicação desta classificação é dinâmica, sofrendo variações conforme o amadurecimento do mercado. Assim, o ar condicionado e a direção hidráulica já estão se tornando requisitos normais no mercado brasileiro e já são requisitos necessários na Europa ou nos EUA. No mercado de software, tanto a velocidade de amadurecimento do público como a de introdução de inovações tecnológicas são muito maiores.

A análise destes requisitos segundo esse critério é muito útil para qualquer empresa que trabalhe em um mercado competitivo.

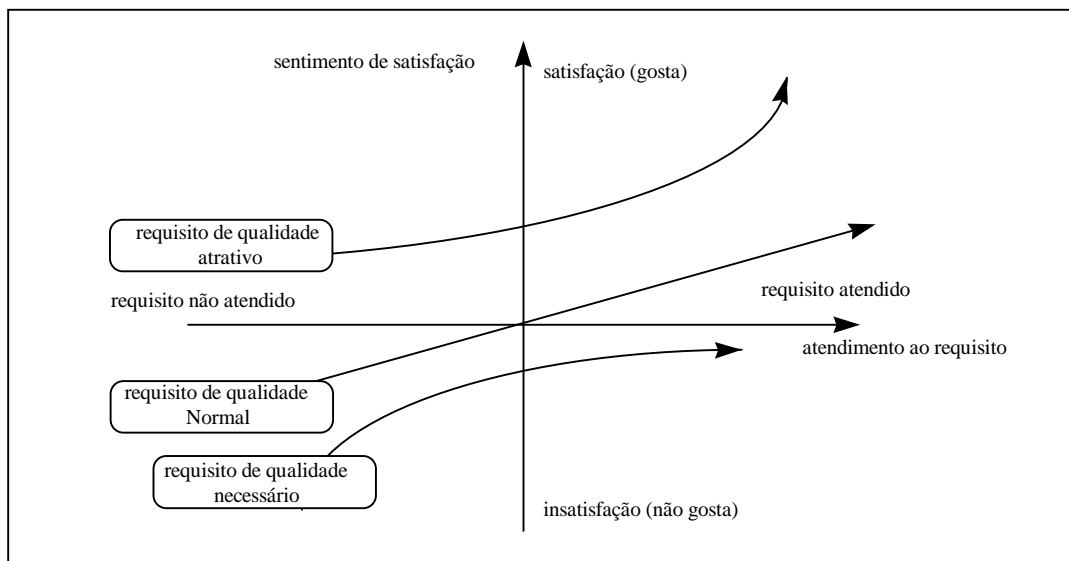


Figura 1 - Requisitos da Qualidade

### 3. Engenharia, Qualidade de Processo e Produto

A Engenharia pode ser vista como uma confluência de práticas artesanais, comerciais e científicas [SHA90]. Num primeiro momento, essas vertentes visam codificar o processo de geração de um produto. Em geral, apesar da preocupação com a qualidade estar subjacente ao desenvolvimento das técnicas de produção, a necessidade da avaliação e julgamento da qualidade do produto só é explicitada em fases posteriores, quando os métodos para geração do produto já estão consolidados.

O Controle da Qualidade surge então, como uma necessidade. De início, são feitas verificações esparsas e não sistemáticas; em seguida, adotam-se técnicas e critérios bem definidos,

podendo, em alguns casos, chegar-se à verificação de 100% dos produtos para eliminação daqueles produzidos com defeito, impedindo que eles cheguem ao usuário. Certifica-se a qualidade do produto, a um custo elevadíssimo, seja pelo trabalho de verificação envolvido, seja pelo desperdício representado pela detecção e eliminação das peças defeituosas.

Como alternativa, procura-se melhorar o processo de produção, para se adquirir maior confiança na qualidade do produto final. Adota-se o Controle Estatístico de Processo (CEP), para identificar variações no processo de forma a corrigir desvios.

No passo seguinte, adota-se a noção de um Sistema da Qualidade, envolvendo toda a Empresa no esforço pela Qualidade (a série de Normas ISO 9000 se insere neste passo). A seguir amplia-se ainda mais o alcance do gerenciamento da qualidade, preconizando a necessidade de se fazer um projeto voltado para a Qualidade e se considerar a satisfação de todos os agentes envolvidos: o cliente (produto ou serviço), o acionista (resultado financeiro), os colaboradores (emprego, crescimento profissional) e a comunidade [FEI91]. Adota-se a visão de que a Qualidade se obtém principalmente durante o projeto e concepção do produto, fazendo-o mais robusto, ou seja, menos sujeito a introdução de defeitos no processo de manufatura e menos passível de falhas conforme as condições ambientais e forma de uso. A Figura 2 mostra a evolução da proporção da aplicação de inspeção, atuação no processo e no projeto neste século.

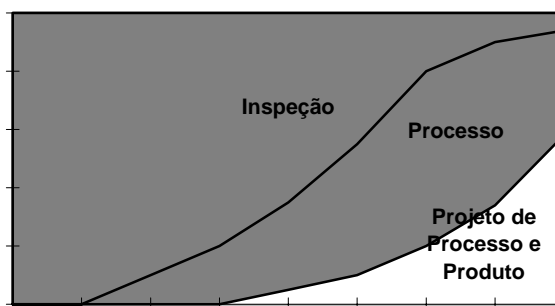


Figura 2 - Evolução da aplicação de métodos para a Qualidade com o passar do tempo

A Figura 3 mostra a evolução dos conceitos da Qualidade ao longo dos anos.

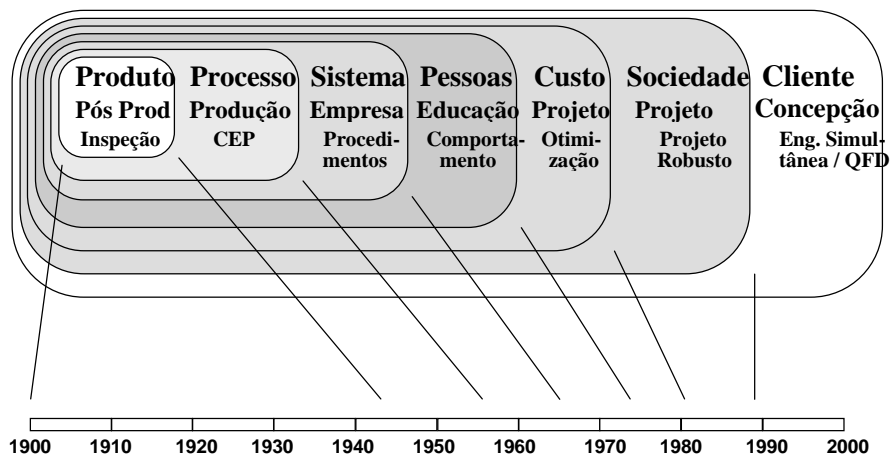


Figura 3 - Evolução dos conceitos da Qualidade

Como em outras disciplinas de Engenharia, a Engenharia de Software tem como objetivo a melhoria da qualidade do seu produto, com propostas de modelos de desenvolvimento, métodos e técnicas para aplicação nas diversas fases de desenvolvimento do software. A avaliação da qualidade de software, nas duas visões (processo e produto), se insere nesse esforço.

Como na produção material, não cabe a dúvida quanto a se avaliar e julgar processo ou produto. As duas abordagens são necessárias e complementares. A visão de processos de software propicia uma estrutura para a harmonização das várias disciplinas da Engenharia de Software, englobando não apenas as atividades de desenvolvimento mas todas as atividades

necessárias para a sua produção, incluindo avaliação, como pode ser visto nas seções a seguir.

## 4. Qualidade de Processo de Software

A qualidade de software é largamente determinada pela qualidade dos processos utilizados para o desenvolvimento. Deste modo, a melhoria da qualidade de software é obtida pela melhoria da qualidade dos processos. Esta visão orientou a elaboração de modelos de definição, avaliação e melhoria de processos de software. Os modelos mais significativos estão apresentados nos subitens a seguir. Também é apresentado um quadro comparativo entre eles.

### 4.1 ISO 9000-3

A ISO 9000-3 é um guia de aplicação da ISO 9001 [NBR19001] para o desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software. A Norma ISO 9001 faz parte da série de normas ISO 9000, voltadas para a gestão e garantia da qualidade. Estas normas especificam os requisitos mínimos para que as empresas possam assegurar a qualidade de seus produtos e serviços, não definindo modelos ou impondo sistemas de qualidade a serem implementados nas organizações. As empresas definem seus próprios modelos de gestão da qualidade, dependendo do seu tipo de negócio e suas características.

A ISO 9001 é aplicável a empresas em geral que atuam em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica. Como esses documentos da Série ISO 9000 são genéricos, foi necessária a elaboração de um documento complementar onde fossem abordados alguns aspectos importantes e específicos de software. Em junho de 1993 foi criada a Norma ISO 9000-3 com diretrizes para aplicação da ISO 9001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software. Esta norma se espelha nos itens da ISO 9001 fazendo a necessária adaptação. Para cada item da ISO 9001 existe um correspondente na ISO 9000-3 que o detalha e o adequa ao software.

As diretrizes propostas na ISO 9000-3 cobrem questões como o entendimento comum entre as partes (contratante e contratado) de requisitos funcionais e o uso de metodologias consistentes para o desenvolvimento de software e gerenciamento de projeto como um todo, da concepção até a manutenção. É dividida em três partes principais:

- **Estrutura:** descreve aspectos organizacionais, relacionados ao sistema de qualidade. São detalhadas as responsabilidades e ações relacionadas à qualidade que devem ser tomadas tanto pelo fornecedor como pelo comprador. Os pontos abordados são: responsabilidades da administração, sistema de qualidade, auditorias internas do sistema de qualidade e ação corretiva.
- **Atividades do ciclo de vida:** descreve as atividades de desenvolvimento de software. A Norma define que o desenvolvimento de software deve ser feito segundo um determinado modelo de ciclo de vida, e as atividades relacionadas à qualidade devem ser planejadas e implementadas de acordo com a natureza deste modelo. Independentemente do modelo de ciclo de vida estabelecido pela organização, a Norma define que as atividades do ciclo de vida devem ser agrupadas em nove categorias: análise crítica do contrato; especificação dos requisitos do comprador; planejamento do desenvolvimento; planejamento da qualidade; projeto e implementação; ensaios e validação; aceitação; cópia, entrega e instalação; e manutenção.
- **Atividades de suporte:** descreve as atividades que apoiam as atividades do ciclo de vida de desenvolvimento. Estão organizadas em nove itens: gestão de configuração; controle de documentos; registros da qualidade, medição; regras, práticas e convenções; ferramentas e técnicas; aquisição; produto de software incluído; e treinamento.

É importante salientar que a ISO 9001 somente indica o controle da não conformidade de um produto e recomenda ações corretivas e preventivas. A melhoria contínua do processo não é abordada por ela tal como é abordada explicitamente no modelo SW-CMM ou em outros [COA94].

A procura pela certificação da série ISO 9000 é um dos grandes motivadores do atual movimento em relação à qualidade em todas as áreas de atividades econômicas, incluindo o software. Ela influenciou praticamente todas iniciativas em qualidade de software. Em particular, o TickIT [TIC92] desenvolvido no Reino Unido, que provê um esquema uniforme para estender a certificação ao campo do software, é baseado na ISO 9001 e ISO 9000-3 [ISO9000-3].

## 4.2 ISO/IEC 12207-1

Esta Norma começou a ser elaborada em junho de 1989, no grupo de trabalho ISO/IEC JTC1/SC7/WG7 (Comitê de Engenharia de Software) e foi aprovada em agosto de 1995. Ela estabelece os processos, atividades e tarefas a serem aplicados durante a aquisição, fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de software. A Norma apresenta uma definição abrangente em relação aos processos, e orienta a adaptação para sua utilização nos projetos de software implementados numa organização.

A Norma define dezessete processos do ciclo de vida de software e os organiza em três classes: processos fundamentais, processos de apoio e processos organizacionais. Cada classe contém os processos definidos e os possíveis usuários, como apresentado na Figura 4.

A importância desta Norma é o estabelecimento de uma estrutura de classificação de processos normalizando a terminologia.

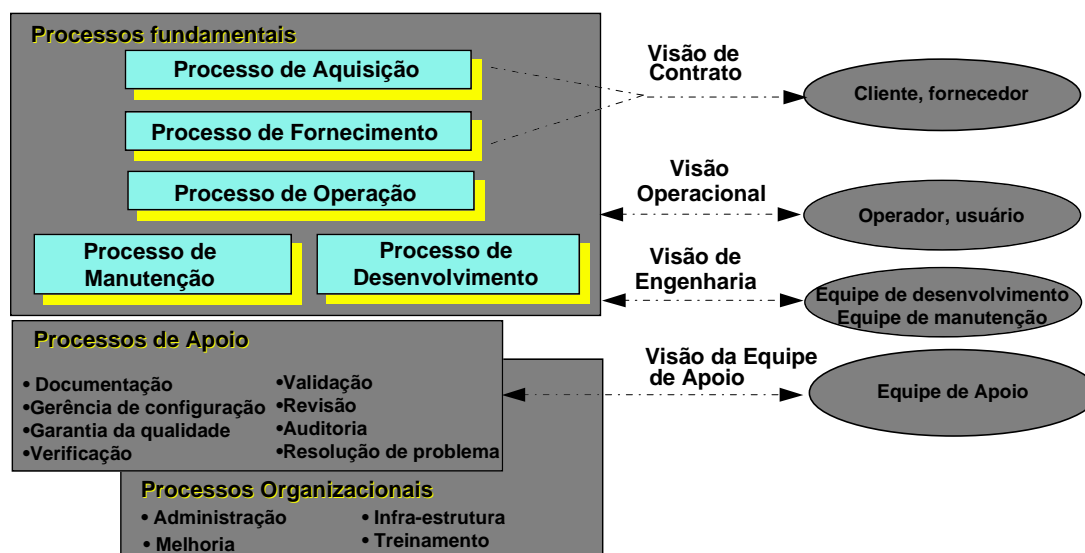


Figura 4 - Visão Geral dos Processos - ISO/IEC 12207-1

## 4.3 SEI SW-CMM

O modelo *Capability Maturity Model* (SW-CMM) propõe a avaliação da capacidade e maturidade de uma organização e indica diretrizes para a melhoria. Foi desenvolvida pelo *Software Engineering Institute* (SEI) da *Carnegie Mellon University*, atendendo a clientes como o *Department of Defense* (DoD) dos EUA. Divulgado a partir de 1991, tornou-se um dos modelos de maior prestígio.

Neste modelo, as organizações de software são enquadradas em um dos cinco níveis de maturidade definidos. O Quadro 1 [PAU95] mostra as características da organização e as áreas chaves de processo necessárias para que ela seja classificada em cada um dos níveis, conforme a versão 1.1 do SW-CMM. Essa estrutura em níveis do SW-CMM está baseada nos princípios de qualidade de produto propostos por Walter Shewart, W. Edwards Deming, Joseph Juran e Philip Crosby.

O modelo SW-CMM teve tal repercussão, que diversos outros se baseiam diretamente nele, como é o caso do Bootstrap e do Trillium [TRI94] e influenciou fortemente outros como o SPICE.

**Quadro1** - Níveis de maturidade e áreas chave de processo - SW-CMM versão 1.1

NÍVEIS E CARACTERÍSTICAS	ÁREAS CHAVES DE PROCESSO
<b>Nível 5 - Otimizado</b> Melhoria contínua do processo é possibilitada pela realimentação quantitativa do processo e conduzida a partir de idéias e tecnologias inovativas.	Prevenção de defeitos Gerenciamento de mudanças tecnológicas Gerenciamento de mudanças de processo
<b>Nível 4 - Gerenciado</b> São efetuadas medições detalhadas do processo de software e qualidade do produto. Tanto o processo como o produto são entendidos e controlados quantitativamente.	Gerenciamento quantitativo do processo Gerenciamento da Qualidade de Software
<b>Nível 3 - Definido</b> O processo de software em relação tanto às atividades de gerenciamento, como de engenharia, são documentadas, padronizadas e integradas em processos padrão para a organização. Todos os projetos usam uma versão aprovada e adaptada do processo padrão de software da organização para o desenvolvimento e manutenção	Foco no processo da organização Definição do processo da organização Programa de Treinamento Engenharia de produto de software Gerenciamento integrado do software Coordenação entre grupos Revisões
<b>Nível 2 - Repetitivo</b> Processos básicos de gerenciamento de projeto são estabelecidos para controlar custos, cronogramas e funcionalidade. A disciplina necessária de processo permite repetir sucessos anteriores em projetos de aplicação similar.	Gerenciamento de requisitos Planejamento de projeto de software Acompanhamento de projeto de software Gerenciamento de subcontratos Qualidade assegurada de software Gerenciamento de Configuração
<b>Nível 1 - Inicial</b> O processo de software é caracterizado como ad hoc, ocasionalmente até caótico. Poucos processos definidos. Sucesso depende dos esforços individuais e heroísmo.	

#### 4.4 SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination)

Em junho de 1991, o comitê de Engenharia de Software da ISO (International Standards Organization) aprovou a realização de estudos para analisar as necessidades e os requisitos de um padrão para avaliação do processo de software.

Como resultado desse estudo, chegou-se à conclusão que havia um consenso internacional sobre a necessidade e requisitos para um padrão de avaliação de processo, e a importância de se adotar uma forma de desenvolvimento em que os resultados pudessem ser utilizados o mais breve possível, garantindo que o padrão elaborado atendesse completamente aos seus usuários.

Firmou-se então, um compromisso internacional de iniciar um projeto com uma equipe com dedicação exclusiva, coordenado por quatro centros técnicos de desenvolvimento: Inglaterra, Austrália, EUA e Canadá.

Dentro dessa visão, em 1993 foi lançado o projeto SPICE, com o objetivo de gerar normas para avaliação de processos, visando a melhoria contínua do processo e a determinação da sua capacitação. O modelo de referência do SPICE é na verdade um framework para avaliação de processos de software que harmoniza os diversos modelos nos quais ele se baseia, como: SW-CMM, Trillium, *Software Technology Diagnostic* (STD) e Bootstrap. O objetivo é que cada um destes modelos, e outros que venham a ser criados, possam ser definidos como modelos compatíveis com este framework, possibilitando que os resultados de avaliações, segundo cada um destes modelos, possam ser comparados. O resultado do projeto está previsto para ser transformado em norma a partir de 1998, com o nome de norma ISO/IEC 15504.

O SPICE pode ser utilizado por organizações envolvidas em planejar, gerenciar, monitorar, controlar e melhorar a aquisição, fornecimento, desenvolvimento, operação, evolução e suporte de software.

Dentro da visão do SPICE (Figura 5), a avaliação de processos de software tem como propósito:

- entender o estado dos processos de uma organização para a sua melhoria;

- determinar a adequação dos processos de uma organização para um requisito particular ou uma classe de requisitos;
- determinar a adequação dos processos de uma outra organização para um determinado contrato ou para uma classe de contratos.

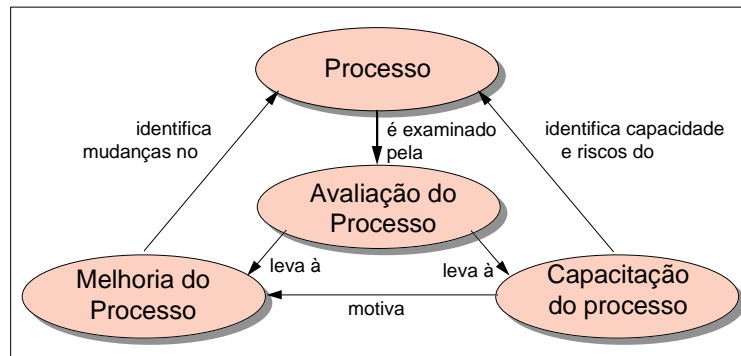


Figura 5 - Avaliação de Processo de Software - SPICE

Dentro do contexto de **melhoria** de processos, a avaliação significa a caracterização das práticas correntes de uma organização, unidade organizacional ou projeto em termos da capacidade dos processos selecionados. A análise dos resultados é feita em relação às necessidades de negócio da organização, identificando os aspectos positivos e negativos, e os riscos associados aos processos. Isto leva a determinar se os processos estão atingindo efetivamente seus objetivos e identificar causas da baixa qualidade, alto custo ou tempo excessivo, indicando a priorização na melhoria dos processos.

O SPICE estabelece um Modelo de Referência de processos e define um conjunto universal de processos que são fundamentais para uma boa engenharia de software, cobrindo as melhores práticas. A estrutura desse modelo é apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2** - Modelo de Referência de Processos do SPICE

CATEGORIAS DE PROCESSO	SIGLA	PROCESSOS
Cliente-Fornecedor (Customer-Supplier)	CUS.1	Adquirir software
	CUS.2	Gerenciar necessidades do cliente
	CUS.3	Fornecer software
	CUS.4	Operar o software
	CUS.5	Prover serviço ao cliente
Engenharia	ENG.1	Desenvolver requisitos e projeto do sistema
	ENG.2	Desenvolver requisitos de software
	ENG.3	Desenvolver 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
Apoio (Support)	SUP.1	Desenvolver documentação
	SUP.2	Desempenhar a gerência 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 do problema
Gerência (Management)	MAN.1	Gerenciar o projeto
	MAN.2	Gerenciar a qualidade
	MAN.3	Gerenciar riscos
	MAN.4	Gerenciar subcontratantes
	ORG.1	Construir o negócio
	ORG.2	Definir o processo

Organização	ORG.3	Melhorar o processo
	ORG.4	Prover recursos treinados
	ORG.5	Prover infra-estrutura organizacional

A **determinação da capacidade** dos processos de uma organização é feita através da comparação das capacidades de suas práticas contra o modelo para gerenciamento de processos que engloba atividades. Essas atividades são estruturadas de modo a proporcionar um modelo lógico do processo de software, identificando práticas que permitem o gerenciamento e melhoria de qualquer parte do processo ou do processo como um todo.

No Modelo de Referência do SPICE, são definidos ainda seis níveis de capacitação conforme o Quadro 3. Na avaliação de uma organização, são selecionados os processos relevantes e para cada um deles é atribuído um perfil composto pela porcentagem de adequação a cada um dos níveis de capacitação.

**Quadro 3 - Níveis de Capacitação**

Nível 0	Processo incompleto	o processo não está implementado o processo falha na tentativa de atingir os seus objetivos
Nível 1	Processo executado	o processo implementado atinge o seu objetivo definido
Nível 2	Processo gerenciado	o processo executado entrega produtos de trabalho de definida qualidade dentro de cronogramas e recursos definidos
Nível 3	Processo estabelecido	o processo gerenciado é executado usando um processo definido baseado em bons princípios de engenharia de software
Nível 4	Processo previsível	o processo estabelecido é executado consistentemente dentro de limites definidos de controle para atingir seus objetivos
Nível 5	Processo otimizado	o processo previsível otimiza o seu desempenho para atender às necessidades de negócio atuais e futuras, e atinge repetibilidade em atender seus objetivos definidos de negócios

Atualmente o projeto SPICE está em fase de experimentação (*empirical trials*), com objetivo de validar e revisar o modelo conforme os resultados destes experimentos. Esta fase iniciou-se em 1995 e tem seu término previsto para 1997.

Este projeto é interessante pelo seu direcionamento e flexibilidade. Está disponível para que as organizações o utilizem conforme suas necessidades e planos de negócios, medindo a capacitação de cada um de seus processos com o objetivo de promover melhorias contínuas nos mesmos. Deste modo, obtém-se uma avaliação mais detalhada do estado da organização, permitindo a comparação de resultados de avaliações por outros modelos compatíveis.

#### 4.5 Comparação entre os Modelos Apresentados

O Quadro 4 descreve uma visão conjunta dos principais aspectos dos modelos apresentados. Nesse Quadro, o aspecto **Abordagem** caracteriza resumidamente como e sobre o que cada modelo atua para atingir seu objetivo. **Organizações Alvo** caracteriza a que tipo/porte de organização melhor se aplica o modelo; **Definição de Processos** quantifica o desmembramento e a classificação de processos; **Flexibilidade** indica a possibilidade de adaptação dos aspectos definidos pelo método. Os nomes dos demais aspectos do Quadro são auto explicativos e dispensam comentários.



**Quadro 4 - Comparação entre os modelos apresentados**

<b>Aspectos abordados</b>	<b>ISO 9000-3</b>	<b>ISO/IEC 12207-1</b>	<b>SW-CMM</b>	<b>SPICE</b>
<b>Objetivo</b>	Certificar a organização de acordo com padrões estabelecidos em situações de contrato de fornecimento de software.	Estabelecer uma terminologia e um entendimento comum para os processos entre todos os envolvidos com software.	Determinar a capacitação da organização e apoiar a sua evolução de acordo com os níveis estabelecidos	Conhecer e avaliar os processos da organização, determinar a capacitação e promover a melhoria.
<b>Abordagem</b>	Verificação de conformidade de processos a padrões documentados.	Definição dos processos para aquisição, fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de software.	Avaliação dos processos e enquadramento da organização em um dos níveis de maturidade.	Avaliação dos processos da organização em relação a níveis de capacitação.
<b>Organizações Alvo</b>	Organizações que necessitam de uma certificação.	Organizações em geral	Organizações que necessitam de comprovação formal de sua capacidade	Organizações em geral
<b>Definição de Processos</b>	Não estabelece processos, estabelece atividades a serem cumpridas, com visão de estrutura, ciclo de vida e suporte.	Estabelece 17 processos, organizados em 3 categorias	Estabelece 18 áreas de processos organizados em 5 níveis crescentes de maturidade.	Estabelece 29 processos organizados em 5 categorias
<b>Flexibilidade nos aspectos definidos pelo modelo</b>	Não admite adaptação nos aspectos abordados.	Classificação de processos pode ser utilizada conforme os objetivos da organização.	Níveis e áreas chave de processo são a base do modelo e não podem ser alterados.	Permite a definição de perfis de processo e práticas de acordo com os objetivos da organização.
<b>Instrumento de Avaliação</b>	Lista de Verificação	Não se aplica	Questionário e entrevistas	Fornece orientações para definição dos instrumentos.
<b>Inspiração e Influência</b>	Normas militares americanas, canadenses, Sistemas de qualidade do Reino Unido.	TQM, PDCA	Princípios de Shewart, Deming, Juran, Crosby.	TQM, PDCA, SW-CMM, STD, Trillium, Malcolm Baldrige, Bootstrap.
<b>Aspectos Positivos</b>	Norma Internacional; Difusão extensa; Reconhecimento do valor da certificação.	Norma Internacional; Definição de uma taxonomia para processos útil para qualquer organização.	Estabelecimento de diretrizes para a melhoria contínua. Difusão extensa nos EUA.	Norma Internacional em elaboração; Expansão e flexibilização dos modelos citados.
<b>Limitações</b>	Risco de se colocar a Certificação como objetivo principal. Ausência de apoio à melhoria contínua. Falta abordagem de produto.	Apenas uma definição de taxonomia de processos.	Pouca consideração à diversidade das organizações. Dificuldade de aplicação em pequenas organizações. Falta abordagem de produto.	Devido à grande quantidade de informações, exige treinamento para sua aplicação. Falta abordagem de produto.

## 5. Qualidade de Produto de Software

A qualidade de um produto de software é resultante das atividades realizadas no processo de desenvolvimento do mesmo. Avaliar a qualidade de um produto de software é verificar, através de técnicas e atividades operacionais o quanto os requisitos são atendidos. Tais requisitos, de uma maneira geral, são a expressão das necessidades, explicitados em termos quantitativos ou qualitativos, e têm por objetivo definir as características de um software, a fim de permitir o exame de seu atendimento.

Um exame sistemático exige um processo de avaliação, que seja responsável por fornecer passos a serem seguidos por quem for avaliar a qualidade do produto de software. Um processo de avaliação para esse exame sistemático pode ser encontrado na Série ISO/IEC 14598. A Norma ISO/IEC 14598-1 propõe um processo geral, que é adaptado para cada uma das três visões oferecidas nas partes 3, 4 e 5 (desenvolvedores, compradores e avaliadores).

Aborda-se de forma resumida o processo de avaliação proposto pela ISO/IEC 14598-5 [ISO14598-5], direcionado aos avaliadores. Nesse processo, há uma fase de especificação do modelo de qualidade, cuja referência é a Norma ISO/IEC 9126-1 (características de qualidade) [ISO9126-1].

Além desse processo de avaliação referente à qualidade de Produtos de Software, existe outra Norma referente a Pacotes de Software, Norma ISO/IEC 12119 [ISO12119]. Esta última, tem por objetivo estabelecer os requisitos para pacotes de software, bem como fornecer instruções de como testar tal pacote em relação aos requisitos estabelecidos.

### 5.1 Estágio Atual das Normas ISO/IEC

Das Normas abordadas nessa seção, várias encontram-se em evolução e, antes de apresentá-las, é importante entender que muitas delas, por estarem em estágios de elaboração, devem ser encaradas enquanto sugestões. No quadro a seguir, são apresentados as Normas e seus estágios, além de outras informações importantes.

**Quadro 5:** Normas ISO/IEC e seus estágios atuais

NORMA ISO/IEC	TÍTULO	ESTÁGIO ATUAL *
<b>Information Technology - Software quality characteristics and metrics</b>		
<b>9126-1</b>	Part 1: Quality characteristics	CD
<b>9126-2</b>	Part 2: External metrics	WD
<b>9126-3</b>	Part 3: Internal metrics	WD
<b>Information Technology - Software product evaluation</b>		
<b>14598-1</b>	Part 1: General overview	DIS
<b>14598-2</b>	Part 2: Planning and management	CD
<b>14598-3</b>	Part 3: Process for developers	CD
<b>14598-4</b>	Part 4: Process for acquirers	CD
<b>14598-5</b>	Part 5: Process for evaluators	DIS
<b>14598-6</b>	Part 6: Documentation of evaluation modules	CD
<b>Information Technology - Software packages</b>		
<b>12119</b>	Quality requirements and testing	IS

\* Estágio das Normas ISO/IEC

#	ESTÁGIO DO PROJETO	DOCUMENTO ASSOCIADO	NOME (inglês)	NOME (português)
0	preliminary	PWI	Preliminary Work Item	Item de Trabalho Preliminar
1	proposal	NP	New Work Item Proposal	Proposta de Novo Item de Trabalho
2	preparatory	WD	Working Draft	Rascunho de Trabalho
3	committee	CD	Committee Draft	Rascunho do Comitê
4	enquiry	DIS / CDV	Draft International Standards (ISO) or Committee Draft for Vote (IEC)	Rascunho de Padrão Internacional (ISO) ou Rascunho do Comitê para Votação (IEC)
5	approval	FDIS	Final DIS	Rascunho de Padrão Internacional Final
6	publication	ISO, IEC or ISO/IEC	International Standard	Padrão Internacional

Essas Normas geradas pela ISO/IEC são traduzidas para a versão brasileira, através da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), mesmo que não estejam em estágio de publicação, muitas vezes assumindo códigos diferentes (e.g. a Norma ISO/IEC 9126 foi traduzida assumindo o código NBR 13596). As Normas que se encontram em fase de publicação, uma vez traduzidas, podem ser compradas por qualquer pessoa interessada.

Abaixo encontra-se a descrição das Normas usadas para avaliar a qualidade de produto de software pela ATAQS. Haverá uma breve descrição a respeito da Série 14598, e serão destacadas as Normas de processo de avaliadores, modelo de qualidade e pacotes de software.

## 5.2 Série ISO/IEC 14598

### 5.2.1 Visão Geral

Esta série oferece uma visão geral dos processos de avaliação de produtos de software e fornece guias e requisitos para avaliação. Pela Norma, podem existir três situações diferentes para a avaliação da qualidade de produto, focando os processos para desenvolvedores, compradores e avaliadores, respectivamente as partes 3, 4 e 5 dessa série. O processo para avaliadores será mais aprofundado em função de ser o mais voltado ao tipo de serviço prestado pela ATAQS, como será visto na seção “Aplicando as Normas”.

A relação entre as Normas dessa série pode ser entendida com a Figura 6. Cada processo de avaliação (partes 3, 4 e 5) pode ser usado em conjunto com o suporte à avaliação (partes 2 e 6) [ISO14598-1] [ISO14598-2] [ISO14598-3] [ISO14598-4] [ISO14598-5] [ISO14598-6].

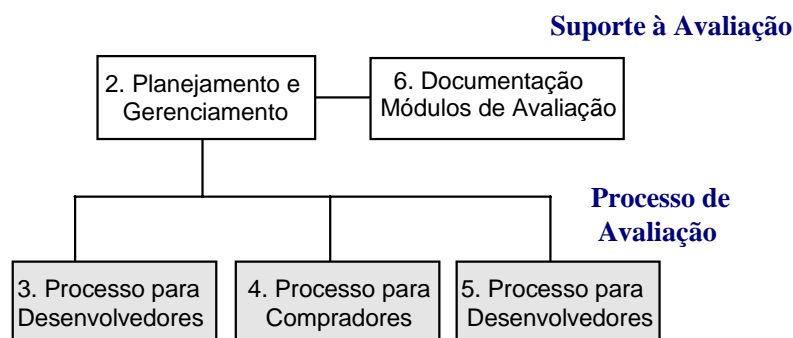


Figura 6: Relacionamento dos processos de avaliação com o suporte à avaliação

### 5.2.2 Norma ISO/IEC 14598-5

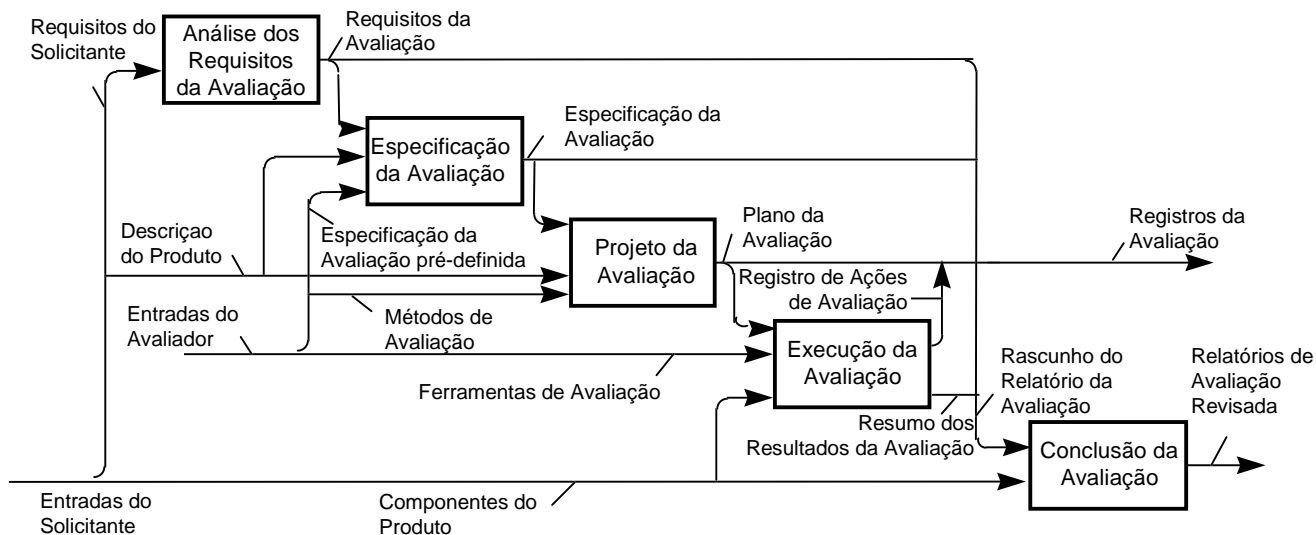
Essa Norma fornece requisitos e recomendações para implementação prática da avaliação de produto de software. O processo de avaliação proposto pode ser usado para avaliar produtos já existentes ou produtos intermediários (em desenvolvimento). Pode ser utilizada por avaliadores de laboratório, fornecedores de software, compradores de software, usuários e entidades certificadoras, cada qual com seu objetivo.

Em termos de características de qualidade, pode ser usada a ISO/IEC 9126. Entretanto, o mensuramento direto dessas características não é prático. Nesse contexto, a utilização da experiência do engenheiro de software prevalece para a avaliação, o que pode reduzir a objetividade da avaliação.

As características esperadas do Processo de Avaliação são:

- **Repetível** (a avaliação repetida de um mesmo produto, com mesma especificação de avaliação, realizada pelo mesmo avaliador, deve produzir resultados que podem ser aceitos como idênticos)
- **Reprodutível** (a avaliação do mesmo produto, com mesma especificação de avaliação, realizada por um avaliador diferente, deve produzir resultados que podem ser aceitos como idênticos)
- **Imparcial** (a avaliação não deve ser influenciada frente a nenhum resultado particular)

- O Processo de Avaliação proposto pela Norma inclui cinco atividades: análise de requisitos da avaliação, especificação da avaliação, projeto da avaliação, execução da avaliação e conclusão da avaliação, como pode ser visto na Figura 7.



### 5.2.3 Análise de Requisitos da Avaliação

#### 5.2.4 Especificação da Avaliação

### 5.2.5 Projeto da Avaliação

### 5.2.6 Execução da Avaliação

### 5.2.7 Conclusão da Avaliação

### 5.3 Série ISO/IEC 9126

#### 5.4 Norma ISO/IEC 9126-1

Essa Norma fornece seis características subdivididas em subcaracterísticas, que descrevem, com um mínimo de sobreposição, a qualidade de software. Tais características são aplicáveis à qualquer tipo de software. Essa parte está voltada para as pessoas relacionadas à aquisição, desenvolvimento, uso, avaliação, suporte, manutenção ou auditoria de software.

Suas definições podem ser vistas no Quadro 6.

**Quadro 6 - Características da Qualidade de Software segundo a ISO/IEC 9126-1**

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
<b>Funcionalidade</b>	Evidência que o conjunto de funções atendem às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade a que se destina o produto.
<b>Confiabilidade</b>	Evidência que o desempenho se mantém ao longo do tempo e em condições estabelecidas.
<b>Usabilidade</b>	Evidência a facilidade para a utilização do software.
<b>Eficiência</b>	Evidência que os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho requerido para o produto.
<b>Manutenibilidade</b>	Evidência que há facilidade para correções, atualizações e alterações.
<b>Portabilidade</b>	Evidência que é possível utilizar o produto em diversas plataformas com pequeno esforço de adaptação.

**Quadro 7 - Subcaracterísticas da Qualidade de Software segundo a ISO/IEC 9126-1**

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
<b>Funcionalidade</b>	<b>Adequação</b>	Presença de conjunto de funções e sua apropriação para as tarefas
	<b>Acurácia</b>	Geração de resultados ou efeitos corretos
	<b>Interoperabilidade</b>	Capacidade de interagir com outros sistemas
	<b>Conformidade</b>	Estar de acordo com normas, convenções, regulamentações
	<b>Segurança de Acesso</b>	Capacidade de evitar acesso não autorizado a programas e dados
<b>Confiabilidade</b>	<b>Maturidade</b>	Frequência de falhas
	<b>Tolerância a Falhas</b>	Manter nível de desempenho em caso de falha
	<b>Recuperabilidade</b>	Capacidade de se restabelecer e restaurar dados após falha
<b>Usabilidade</b>	<b>Inteligibilidade</b>	Facilidade de entendimento dos conceitos utilizados
	<b>Apreensibilidade</b>	Facilidade de aprendizado.
	<b>Operacionalidade</b>	Facilidade de operar e controlar a operação
<b>Eficiência</b>	<b>Comportamento em relação ao tempo</b>	Tempo de resposta, de processamento
	<b>Comportamento em relação a recursos</b>	Quantidade de recursos utilizados
<b>Manutenibilidade</b>	<b>Analisabilidade</b>	Facilidade de diagnosticar deficiências e causas de falhas
	<b>Modificabilidade</b>	Facilidade de modificação e remoção de defeitos
	<b>Estabilidade</b>	Ausência de riscos de efeitos inesperados
	<b>Testabilidade</b>	Facilidade de ser testado
<b>Portabilidade</b>	<b>Adaptabilidade</b>	Capacidade de ser adaptado a ambientes diferentes
	<b>Capacidade para ser Instalado</b>	Facilidade de instalação
	<b>Conformidade</b>	Acordo com padrões ou convenções de portabilidade
	<b>Capacidade para substituir</b>	Substituir outro software

## 5.5 Norma ISO/IEC 12119

Essa Norma é aplicável a pacotes de software, estabelecendo requisitos e instruções a respeito de como testar um pacote de software em relação aos requisitos estabelecidos, como pode ser visto na Figura 8. Trata de todos os componentes do produto disponíveis aos usuários (documentação, manual de instruções e guia para instalação), ou seja define pacotes de software como “o conjunto completo e documentado de programas fornecidos a diversos usuários para uma aplicação ou função genérica”.

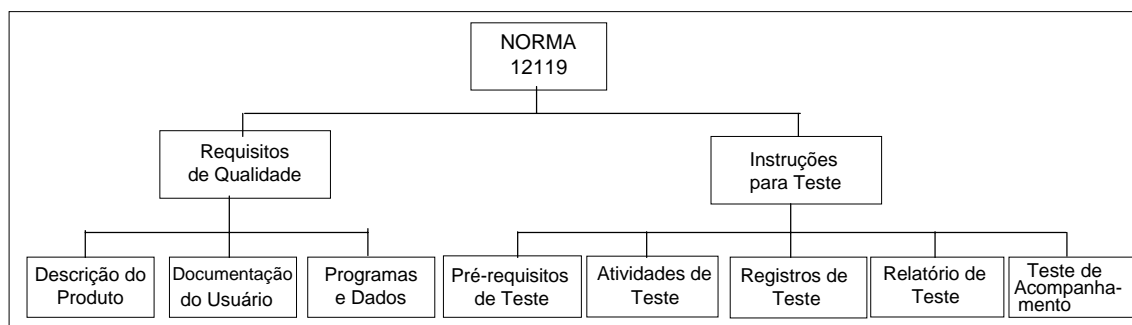


Figura 8: Estrutura da Norma ISO/IEC 12119

Esses requisitos compreendem: descrição do produto, documentação do usuário e programas e dados, e são a parte importante [AND96] dessa Norma para a seção “Aplicando as Normas”. A descrição do produto inclui as principais propriedades do pacote. É um documento disponível ao usuário, independente da aquisição do produto, contendo indicações mandatórias e recomendáveis. A documentação do usuário é um documento que será avaliado em relação à sua completude, correção, consistência, inteligibilidade, apresentação e organização. Os programas e dados são os requisitos de programas e dados que devem estar descritos, caso existam, para o funcionamento do produto.

## 5.6 Aplicando as Normas

O Processo de Avaliação de qualidade de produtos de software aplicado pela ATAQS é baseado na Norma ISO/IEC14598-5, cujo enfoque é a definição de procedimentos para avaliadores. O objetivo da avaliação geral é a realização da análise do produto em relação às características de qualidade e a verificação da presença de condições mínimas para atendimento das necessidades do usuário final.

A análise examina o produto como um todo, sendo realizada através de um Procedimento de Avaliação, uma lista de verificação composta de questões, baseada nos critérios definidos na Norma ISO/IEC 9126-1 e ISO/IEC 12119, em que se simulam as condições normais de operação do produto e se emitem juízos sobre os atributos do produto em resposta a questionários [TSU95] [TSU95a] [TSU96].

## 6. Conclusão

As duas visões de processo e produto são necessárias e complementares, pois se o processo dá uma expectativa de geração de produtos melhores, não se tem, como decorrência direta, a garantia da qualidade do produto porque sempre há fatores imponderáveis e imprevisíveis que escapam ao controle do processo de produção e que podem afetar o resultado final. Mais ainda, sendo o desenvolvimento de software concentrado em atividades de projeto, está mais sujeito a erros e fatores imponderáveis.

Apesar de distintos, com técnicas e métodos específicos, há uma superposição e uma confluência entre esses dois enfoques. As duas visões objetivam garantir a qualidade do software e ambas interferem no processo de desenvolvimento, realimentando-o com os resultados obtidos.

## 7. Referências Bibliográficas

- [AND96] Andrade, A.L.P.; Oliveira, A.; Capovilla, C.R.; Rêgo, C.M.; Souza, E.P.; Martinez, M.R.M.; Aguayo, M.T.V.; Jino, M. Aplicação da Norma ISO/IEC 12119 na Avaliação da Qualidade de Produtos de Software, VII CITS, Curitiba, junho/1996
- [COA94] Coallier, F.;-"How ISO 9001 fits into de software world" - IEEE Software, Jan.1994
- [FEI91] Feigenbaum, A. V. "Total Quality Control". McGraw Hill, 1991.
- [ISO12119] ISO/IEC 12119, International Standard. Information Technology - Software packages - Quality requirements and testing; Oct / 1994 (IS)
- [ISO12207-1] ISO/IEC 12207-1, Software life-cycle process; mês / 1994 (DIS)
- [ISO14598-1] ISO/IEC 14598-1, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 1: General Overview; Oct / 1996 (DIS).
- [ISO14598-2] ISO/IEC 14598-2, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 2: Planning and Management; Dec/ 1996 (CD).
- [ISO14598-3] ISO/IEC 14598-3, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 3: Process for developers; Jul / 1996 (CD).
- [ISO14598-4] ISO/IEC 14598-4, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 4: Process for acquirers; Sep / 1996 (CD).
- [ISO14598-5] ISO/IEC 14598-5, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators; May / 1996 (DIS).
- [ISO14598-6] ISO/IEC 14598-6, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 6: Evaluation modules; Aug / 1996 (CD).
- [ISO8402] ISO DIS 8402, Quality Vocabulary, 1994.
- [ISO9000] ISO 9000 - Normas de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade - Diretrizes para Seleção e Uso.
- [NBR19001] NBR19001, Sistemas da Qualidade - Modelo para Garantia da Qualidade em Projetos / Desenvolvimento, Produção, Instalação e Assistência Técnica, Rio de Janeiro, 1991
- [ISO9000-3] NBR ISO 9000-3, Normas de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade - Diretrizes para aplicação da NBR 19001 ao Desenvolvimento, Fornecimento e Manutenção de Software, Rio de Janeiro, 1993.
- [ISO9126-1] ISO/IEC 9126-1, International Standard. Information Technology - Software quality characteristics and metrics - Part 1: Quality characteristics and sub-characteristics; Jan / 1997 (CD).
- [ISO9126-2] ISO/IEC 9126-2, International Standard. Information Technology - Software quality characteristics and metrics - Part 2: External metrics; Jan / 1997 (PDTR)
- [ISO9126-3] ISO/IEC 9126-3, International Standard. Information Technology - Software quality characteristics and metrics - Part 3: Internal metrics; Oct / 1996.
- [KANO84] Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., Tsuji, S. - Attractive Quality and Must-Be Quality (Jan.1984) - in TQM - Ten Elements for Implementation - Apostila de Curso da Goal-QPC, 1991
- [NBR9001] NBR 9001, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sistemas de qualidade - Modelo para garantia da qualidade em projetos/desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica", Rio de Janeiro, Brasil, 1990.
- [NBR9003] NBR 9003, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Diretrizes para a aplicação da ISO 9001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software, Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
- [PAU93] Paulk, M.C.; Curtis B.; Chrissis, M.B. - "Capability Maturity Model, Version 1.1" - IEEE Software, Jul. 1993.

- [PAU95] Paulk, M.C. - "How ISO 9001 compares with the CMM" - IEEE Software, Jan.1995.
- [SHA90] Shaw, M. Prospects for an Engineering Discipline of Software, IEEE Software, p.15-24, Nov.1990.
- [SPI95] SPICE - Project Overview - acessível em:  
<http://www.cit.gu.au/research/center/sqi/spice>
- [SPI95] Rout, P. T; - "SPICE: A Framework for Software Process Assessment" - Software Process - Improvement and Practice, Pilot Issue, pp 57-66, 1995.
- [TIC92] TickIt Project; "Guide to Software Quality System Construction and Certification using EN29001", 1992.
- [TRI94] Bell Canada Inc.; "Trillium: Model for Telecom Product Development and Suport Process Capability", release 3.0, Dec. 1994.
- [TSU95] Tsukumo, A.N.; Andrade, A.L.P.; Rêgo, C.M.; Azevedo, G.F.; Jino, M.; Tutumi, R.; Maintinguer, S.T.- Avaliação de Produto de Software: algumas questões relevantes e a ISSO/IEC 9126 - Anais do Worshop de Qualidade de Software - SBC - Recife outubro/1996
- [TSU95a] Tsukumo, A.N.; Capovilla, C.R.; Rêgo, C.M., Jino, M.; Maldonado, J.C.; "ISO/IEC 9126 : An Experiment of Application on Brazilian Software Products". Proceedings Second IEEE International Software Engineering Standards Symposium, Montréal, Quebec, Canada, 1995; pg. 184-190.
- [TSU96] Tsukumo, A.N.; Oliveira, A.; Rêgo, C.M., Azevedo, G.F.; Maldonado, J.C.; Aguayo, M.T.V.; Jino, M.; Tutumi, R. The Second Experiment of Application of ISO/IEC 9126 Standards on Quality Evaluation of Brazilian Software Products, Proceedings 6th International Conference on Software Quality, Ottawa, Canada, 1996; pg. 46-63.