

MODELOS DE QUALIDADE DE SOFTWARE

Texto extraído de:

CÔRTEZ, Mario Lúcio; CHIOSI, Thelma C. S. Capítulo 2: Conceitos Básicos. In: _____. **Modelos de Qualidade de Software**. Campinas: Editora da Unicamp, Instituto de Computação, p. 19-34, 2001. (Títulos em Engenharia de Software, 2).

CONCEITOS BÁSICOS

INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade é bastante antigo: pode-se dizer que surgiu mesmo antes dos homens começarem a se organizar para comercializar produtos. A ponderação da qualidade de um produto é subjetiva e varia com o local e a época, além disso, o mesmo produto pode ser considerado com maior ou menor qualidade quando avaliado por pessoas diferentes. Por esses motivos, a produção em série exige que haja uma medição da qualidade através de atributos do produto de maneira que seja possível avaliar se diferentes cópias do produto possuem a mesma qualidade. Em muitos casos o padrão de qualidade envolve atributos tais como dimensões e peso do produto, mas para produtos conceitualmente abstratos, tal como o software, o padrão deve considerar medidas de atributos que possibilitem a visibilidade do produto. Por exemplo, a utilização do número de erros encontrados após a entrega do produto pode ser considerada como um dos atributos para medir a sua qualidade. Padrões e unidades de medida e conseqüentemente o conceito de normalização e metrologia têm sido utilizados como formas explícitas para expressar e conferir qualidade. Pode-se dizer que a utilização de normas e métricas inicialmente era local; em diferentes partes do mundo utilizavam-se diferentes padrões e medidas. Medidas para volume, peso e tamanho foram livremente criadas e utilizadas com as mais diversas padronizações, algumas das quais ainda se encontram em uso. Uma das primeiras tentativas de organização desses diferentes padrões foi a criação de um dicionário de termos de pesos e medidas. Essa iniciativa foi seguida pela criação de um sistema métrico de unidades que teve origem na Revolução Francesa. A adoção desse sistema métrico, nas diferentes partes do mundo, foi um processo a longo prazo que encontrou barreiras culturais, políticas e econômicas.

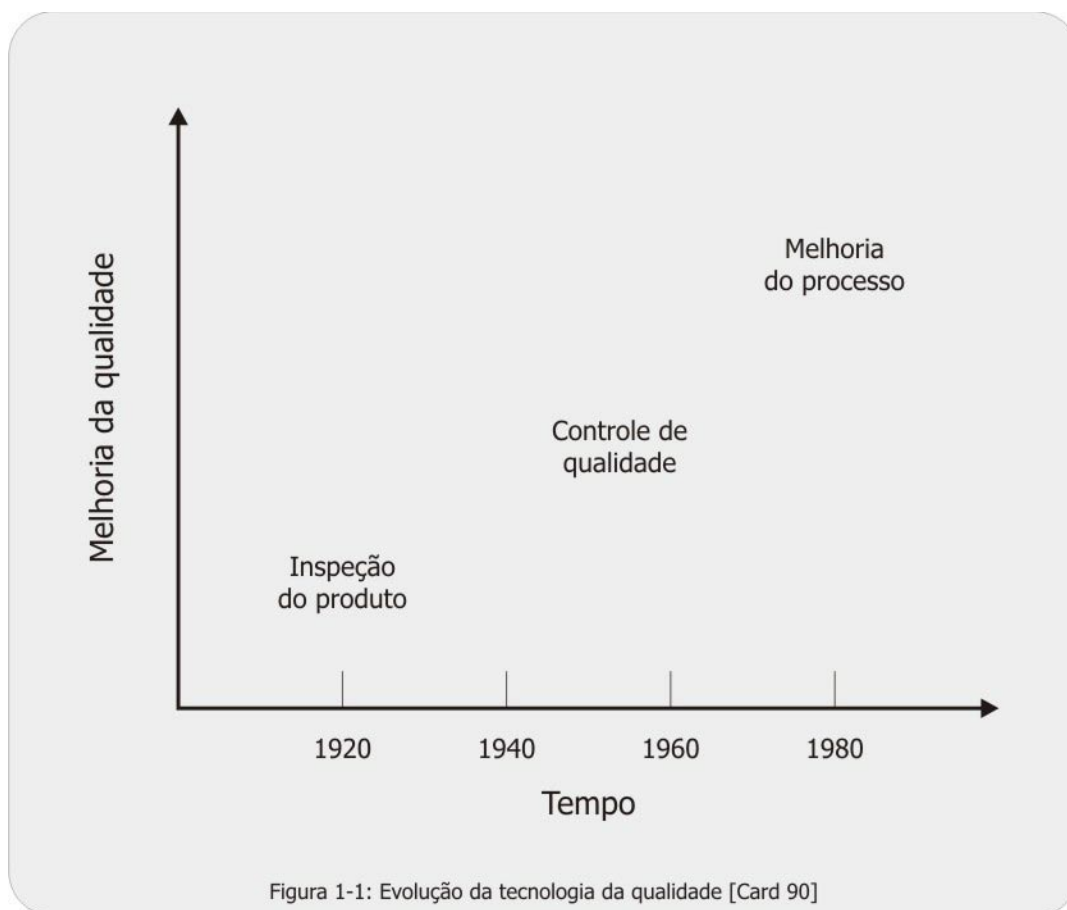
Ate a final do século XIX, o próprio operário, com um padrão de qualidade que lhe foi ensinado, muitas vezes qualitativo, procedia à aceitação, ao retrabalho ou à rejeição do produto. Mais tarde, a verificação da qualidade passou a ser tarefa de um supervisor ao fazer a inspeção do trabalho executado por seus subordinados; em seguida passou-se a adotar a inspeção do produto por inspetores de qualidade; e em seqüência, essa atividade passou a ser desvinculada da produção, para obter mais isenção em suas decisões. No ano de 1930 surgiu o controle estatístico da qualidade, introduzido por W. A. Shewhart que teve como alunos Deming e Juran, renomados nomes na área de qualidade. Após a Segunda Guerra Mundial, a capacidade de produção e a diversidade de produtos aumentaram e, em conseqüência, cresceu a competição, sobressaindo-se a importância do papel do consumidor, objetivando a busca de melhoria de produtos e serviços. A Figura 1-1 mostra três níveis históricos da tecnologia de qualidade em manufatura. Cada novo nível tecnológico tem aumentado a qualidade e, eventualmente, produzido maior diferença de competitividade entre empresas que operam em diferentes níveis de qualidade. Os níveis de tecnologia podem ser definidos como seguem:

Inspeção do produto. Examinam-se os produtos intermediários e o produto final para se detectarem defeitos. Essa tecnologia teve origem na linha de montagem e tornou-se bastante popular.

Controle da qualidade. Monitoram-se as taxas de defeitos e os custos para se identificarem elementos defeituosos dos processos, tal que eles possam ser corrigidos.

Melhoria do processo. Melhora-se o processo de produção para minimizar a introdução de defeitos

e diminuïrem os custos.



Muitos enfoques para tratar de qualidade têm sido divulgados e muitos conceitos novos têm sido estabelecidos por diferentes escolas, com considerações diversas para aspectos tais como processos, ferramentas e recomendações.

Nos dias de hoje, a qualidade nos processos e métodos gerenciais tornou-se uma regra para as empresas que desejam sobreviver no mercado internacional. A qualidade passou a ser objeto da mais elevada atenção da alta administração e a responsabilidade qualidade passou a ser de todo pessoal da empresa. Os conceitos de qualidade foram na sua maioria desenvolvidos com base em sistemas de manufatura e, portanto, no caso de produtos de software devem ser considerados os aspectos que os diferem dos manufaturados.

ALGUNS MESTRES DA QUALIDADE

Algumas figuras carismáticas têm sido identificadas com o movimento do gerenciamento da qualidade. Seus estudos têm obtido discípulos e devotos apaixonados, cada um declarando que seu mestre tem revelado o caminho para se alcançar a qualidade. A escolha da linha de direcionamento da melhor escola a ser seguida em uma empresa depende da cultura corporativa e do comprometimento da alta gerência. Seguir qualquer uma delas pode conduzir a uma transformação para a qualidade. De qualquer maneira, via de regra, as contribuições e avanços de cada uma dessas escolas têm sido incorporados, pelas suas sucessoras, de forma cumulativa ao conjunto do conhecimento da qualidade. São raros os casos onde abordagens consagradas no passado são canceladas ou contestadas. Existem muitos mestres, mas os apresentados a seguir são bastante populares e podem ser considerados como uma boa amostragem das escolas existentes.

FREDERICK TAYLOR

Pode-se começar a história no início do século XX por Frederick Taylor, que foi um precursor na área de gerenciamento e teve sua teoria chamada de administração científica [Taylor 11]. Pela teoria de Taylor, os processos podem ser repetidos com um grau de variabilidade controlada, o que permite a sua padronização e reprodução; diferente da arte, que é uma tarefa não repetitiva. Taylor não tem boa reputação entre os estudiosos atuais da área de gerenciamento, pois sua teoria está associada à visão de que os trabalhadores são preguiçosos e devem ser forçados, empurrados e punidos de acordo com os bons hábitos de trabalho. Além disso, prega que cada trabalhador deve saber apenas o estritamente necessário para desempenhar a sua função (ao contrário do comportamento adotado atualmente). A maioria dos pesquisadores de gerenciamento prefere a tese na qual se assume que as pessoas gostam de trabalhar e podem estar prontamente motivadas se alguém entender sua situação quando relacionada ao meio ambiente organizacional. Esse é um dos poucos casos em que os ensinamentos de um mestre foram contestados pelos seus sucessores.

W. EDWARDS DEMING

O trabalho de Deming começou a ser conhecido nos anos 50. Ele é reconhecido como o grande líder no gerenciamento da qualidade e é citado como fundador da terceira onda da revolução industrial (a primeira ocorreu no início do século XIX com a simples automação; a segunda onda surgiu com os conceitos de linha de montagem no final do século XIX e a terceira está ocorrendo com a revolução da informação). Segundo Deming [Deming 82], qualidade é um grau previsível de uniformidade e dependência, baixo custo e satisfação no mercado. Ou seja, qualidade é sempre aquilo que o cliente necessita e quer. Como as necessidades e desejos dos clientes estão sempre mudando, a solução para estabelecer a qualidade em termos do cliente é redefinir as especificações constantemente. Podem-se considerar os seguintes pontos-chave na teoria de Deming:

Controle estatístico da qualidade. Permite alcançar a previsão dos limites de variações, baseando-se em um número de dados coletados em experiências passadas.

Participação do trabalhador no processo de decisão. É tarefa do gerenciamento tornar as pessoas mais comprometidas com o trabalho.

Limitação das fontes de fornecimento. A inspeção dos bens na entrada e na saída é ineficiente e cara. A inspeção não melhora a qualidade nem a garante. É aconselhável ter um número limitado de fontes de fornecimento, pois, assim, haverá um maior comprometimento no fornecimento e simplificação nas finanças.

ARMAND V. FEIGENBAUM

Feigenbaum introduziu, nos anos 50, o termo controle de qualidade total [Feigenbaum 83] e aborda a qualidade como uma estratégia que requer percepção de todos na empresa. Segundo ele a qualidade se estende além dos defeitos no chão da fábrica; é um compromisso para com a excelência; um modo de vida corporativa; um modo de gerenciamento. O controle de qualidade total produz impacto em todos os processos da empresa. Uma visão geral da abordagem de Feigenbaum pode ser resumida nos seguintes passos:

Liderança para a qualidade. Deve ser dada ênfase ao gerenciamento contínuo e a liderança. A qualidade deve ser planejada em termos específicos. Essa abordagem é guiada pela excelência em vez da abordagem tradicional por meio de falhas. Conservar a excelência da qualidade significa manter um enfoque constante na manutenção da qualidade. Esse tipo de abordagem de melhoria contínua está sendo muito exigido no gerenciamento.

Tecnologia moderna da qualidade. O tradicional departamento de qualidade resolve no máximo 20% dos problemas relacionados com a qualidade. Em uma visão moderna, todos na empresa devem ser responsáveis por seus produtos e serviços. Isso significa integrar os empregados de todos os níveis no processo. Trabalho livre de erros deve ser o objetivo. Novas técnicas devem ser avaliadas e implementadas quando apropriadas. O que é um nível de qualidade aceitável pelo cliente hoje, pode não

ser amanhã.

Compromisso organizacional. São necessários motivação contínua e treinamento especificamente relacionado com cada tarefa. Considerações da qualidade como um elemento estratégico do planejamento nos negócios não devem ser desprezadas.

JOSEF M. JURAN

Juran [Juran 81] é considerado um dos arquitetos da revolução da qualidade no Japão, onde, nos anos 50, difundiu sua teoria. Ele define qualidade como sendo constituída de:

- a. qualidade orientada pelas características do produto que satisfazem as necessidades do cliente. Nesse sentido quanto maior a qualidade, maior será o custo;
- b. qualidade orientada pelo custo, que consiste na redução dos desperdícios e deficiências do processo de produção. Nesse sentido, a qualidade implica custo menor.

Juran defende a delegação aos trabalhadores de funções executadas por planejadores e supervisores. Ele acredita que o sistema Taylor deva ser substituído e é favorável às experiências tais como: autocontrole, auto-inspeção, auto-supervisão etc. Sua teoria define a gerência para a qualidade como sendo constituída de três processos: planejamento da qualidade; controle da qualidade; e melhoria da qualidade.

O planejamento da qualidade. Inicia-se pela identificação dos clientes e pela determinação das suas necessidades. Em seguida, devem ser estabelecidas as características dos produtos de modo a satisfazer as necessidades e desenvolvidos os processos capazes de gerar esses produtos. Finalmente os processos são operacionalizados.

O controle de qualidade. Visa manter a produção dentro dos limites planejados de qualidade e produtividade.

A melhoria de qualidade. Inicia-se com a identificação e priorização de oportunidades de melhoria, seguida do estabelecimento de equipes com responsabilidade e autoridade para conduzir o planejamento e execução das melhorias, visando atingir metas preestabelecidas. Um esquema de reconhecimento público e divulgação dos resultados positivos deve ser utilizados para incentivar as melhorias.

PHILIP B. CROSBY

Os estudos de Crosby iniciaram-se nos anos 60 e, em sua teoria, a qualidade pode ser vista como uma medida da conformidade com as especificações. Utilizar essa abordagem é ter como objetivo *defeito zero*, ou seja, ausência de defeitos na maioria dos componentes do produto, de forma que ele possa ser utilizado por um longo período sem que seja constatado nenhum defeito nessas partes. Nos anos 60 várias empresas japonesas aplicaram corretamente a teoria do *defeito zero* utilizando-a como uma ferramenta de engenharia com a responsabilidade atribuída ao gerenciamento. Em contraste o *defeito zero* foi utilizado nos EUA como ferramenta de motivação com responsabilidade atribuída ao trabalhador e, nesse caso, a aplicação do conceito não obteve sucesso. Outra importante contribuição dos estudos de Crosby é a discussão sobre o custo da qualidade. Em seu livro *Quality is free* [Crosby 79], mostra que o benefício obtido com o alcance da qualidade é maior que o seu custo.

CULTURA CORPORATIVA

Segundo Weinberg [Weinberg 92], cultura é um sistema arbitrário de símbolos com significados, incluindo linguagem e maneira de falar, ferramentas e maneiras de usá-las e maneira de influenciar e ser influenciado. A cultura também é conservadora em relação a mudanças e tende a se preservar por mecanismos de controle que são ativados em respostas a mudanças. Uma coisa que a cultura preserva são seus produtos, de forma que eles podem ser estudados para se aprender os processos que os produziram. Crosby [Crosby 86] concluiu que vários processos que compõem a tecnologia não ocorrem meramente em combinações aleatórias, mas em padrões

coerentes e, dessa forma, definiu cinco padrões culturais baseados nas atitudes administrativas: 1) incerteza; 2) despertar; 3) iluminação; 4) sabedoria; e 5) certeza. Essa escala de maturidade organizacional teve influência na proposta feita, em 1991 por Watts Humphrey de cinco níveis de maturidade de processos de software, base do modelo CMM.

NORMALIZAÇÃO, MEDIÇÃO E CERTIFICAÇÃO

As empresas de todos os tipos estão hoje voltadas para a qualidade, o que exige considerável esforço durante algum tempo e total comprometimento da alta administração e de todos os componentes da empresa, sendo necessária uma autêntica mudança na cultura. Essa mudança será mais demorada quanto menos consciente do real conceito de qualidade a empresa tiver. Nas últimas décadas, grandes esforços foram desenvolvidos para obtenção de resultados de âmbito global na área de qualidade de produtos e serviços, amparados por consistentes e elaborados sistemas de normalização e de metrologia.

NORMALIZAÇÃO

Segundo a ABNT [ABNT-ISO-IEC Guia 2], normalização é a atividade que, considerando problemas existentes ou potenciais, estabelece disposições destinadas a utilização comum e repetitiva com vistas a obtenção do grau ótimo de ordem, em um dado contexto.

A normalização pode ter um ou mais objetivos específicos [Valeriano 98] como listados abaixo. Vale lembrar que esses objetivos podem estar sobrepostos.

Adequação ao propósito. É a capacidade de um produto, processo ou serviço atender a um propósito definido sob condições definidas.

Compatibilidade. É a capacidade de entidades serem usadas em conjunto, sob condições específicas, para atender requisitos pertinentes.

Controle da variedade. É a capacidade de um produto, insumo ou fornecedor ser usado em lugar de outro, sem modificação, para atender aos mesmos requisitos.

Segurança. É o estado no qual os riscos de danos pessoais ou materiais estão limitados a um nível aceitável.

Proteção do meio ambiente. Prevenção de danos, inaceitáveis ao meio ambiente, decorrentes da utilização de produtos, processos e serviços.

Proteção do produto. É a proteção de um produto contra condições climáticas ou outras condições adversas durante seu uso, transporte ou armazenamento.

O alcance geográfico, político ou econômico de envolvimento de uma norma define seu nível, que pode ser internacional, nacional, regional ou territorial. Dois importantes organismos no nível internacional têm a função de normalização, o mais antigo é a *International Electrotechnical Commission -IEC* (cuida da normalização na área da eletricidade/eletrônica) e *International Organization for Standardization -ISO* (cuida das demais áreas). A associação ISO/IEC vem produzindo normas gerais de uso em todas as áreas, o que tem trazido grande repercussão na globalização da economia. O Brasil é representado na ISO/IEC pela ABNT, entidade em âmbito nacional, na área de normalização.

As normas ISO 9000 referem-se a uma família de normas inteiramente voltadas para a gestão da qualidade e garantia de qualidade. Essa família de normas é o resultado da evolução de muitas normas de qualidade que foram sendo criadas ao longo de vários anos, a exemplo da norma militar norte americana MIL-Q9358 -*Quality Program Requirements*, editada em 1959, precursora de várias outras.

MEDIÇÃO

A medição é o conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor de uma grandeza [VIM 95]. O resultado de uma medição poderá apresentar um dado grau de exatidão, ter repetibilidade e

reprodutibilidade e certamente terá erros (sistemáticos, relativos, aleatórios). As empresas devem estabelecer métricas apropriadas e manter procedimentos para monitorar e medir as características de suas operações que possam causar impacto significativo na qualidade de seus produtos.

CERTIFICAÇÃO EM UMA EMPRESA

A certificação é a comprovação e declaração de que uma empresa possui produtos, processos ou serviços em conformidade com determinadas normas. Uma empresa pode ter um ou mais processos, produtos e/ou serviços certificados. Essa certificação pode ser feita a pedido da própria empresa, ou de seu cliente, e geralmente é conferida por organismo credenciado. A certificação é realizada por auditores de sistemas de qualidade, devidamente qualificados e com inteira independência das partes envolvidas.

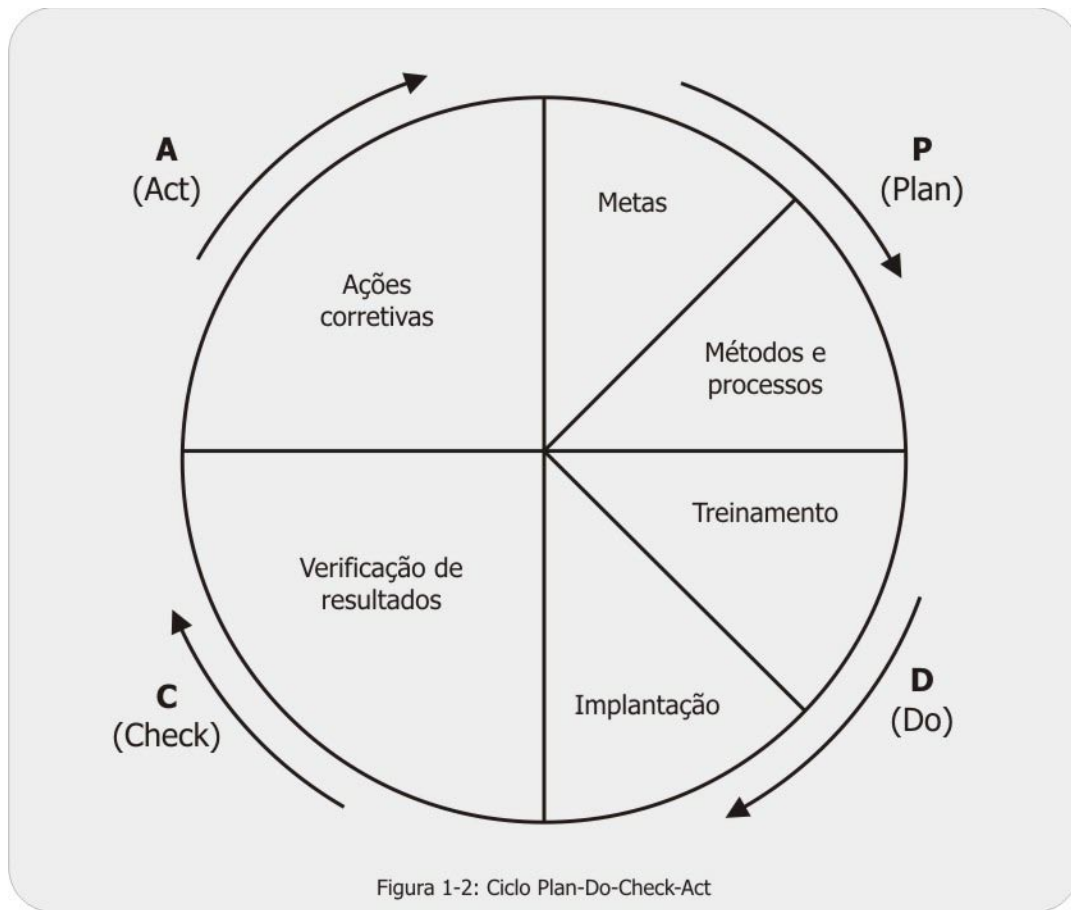
A certificação é um indicador para os consumidores de que o produto, processo ou serviço atende a padrões mínimos de qualidade e por essa razão é utilizada pelas empresas como passe na negociação de produtos e/ou serviços.

GERENCIAMENTO DA QUALIDADE

A responsabilidade do gerenciamento da qualidade é garantir que o nível esperado de qualidade do processo, produto ou serviço seja alcançado. O gerenciamento de qualidade envolve a definição de procedimentos e padrões apropriados e a verificação de que eles sejam seguidos por todos na empresa. Essa seção apresenta algumas técnicas empregadas pelo gerenciamento da qualidade pra controlar o nível de qualidade e corrigir problemas.

PLAN-DO-CHECK-ACT – PDCA

O PDCA, também conhecido como ciclo de Deming ou Shewhart, foi proposto por esses autores como um meio sistemático para a implementação de mudanças corretivas ou evolutivas. Ele pode ser usado em todos os estágios do ciclo de vida de um produto ou em qualquer processo para: a) correção de problemas; b) melhoria de processos; e c) manutenção do nível de desempenho de um processo. O ciclo PDCA, como ilustrado na Figura 1-2, é composto de quatro elementos:



P: planejamento, composto do estabelecimento de metas e do processo propriamente dito (métodos, rotinas etc.).

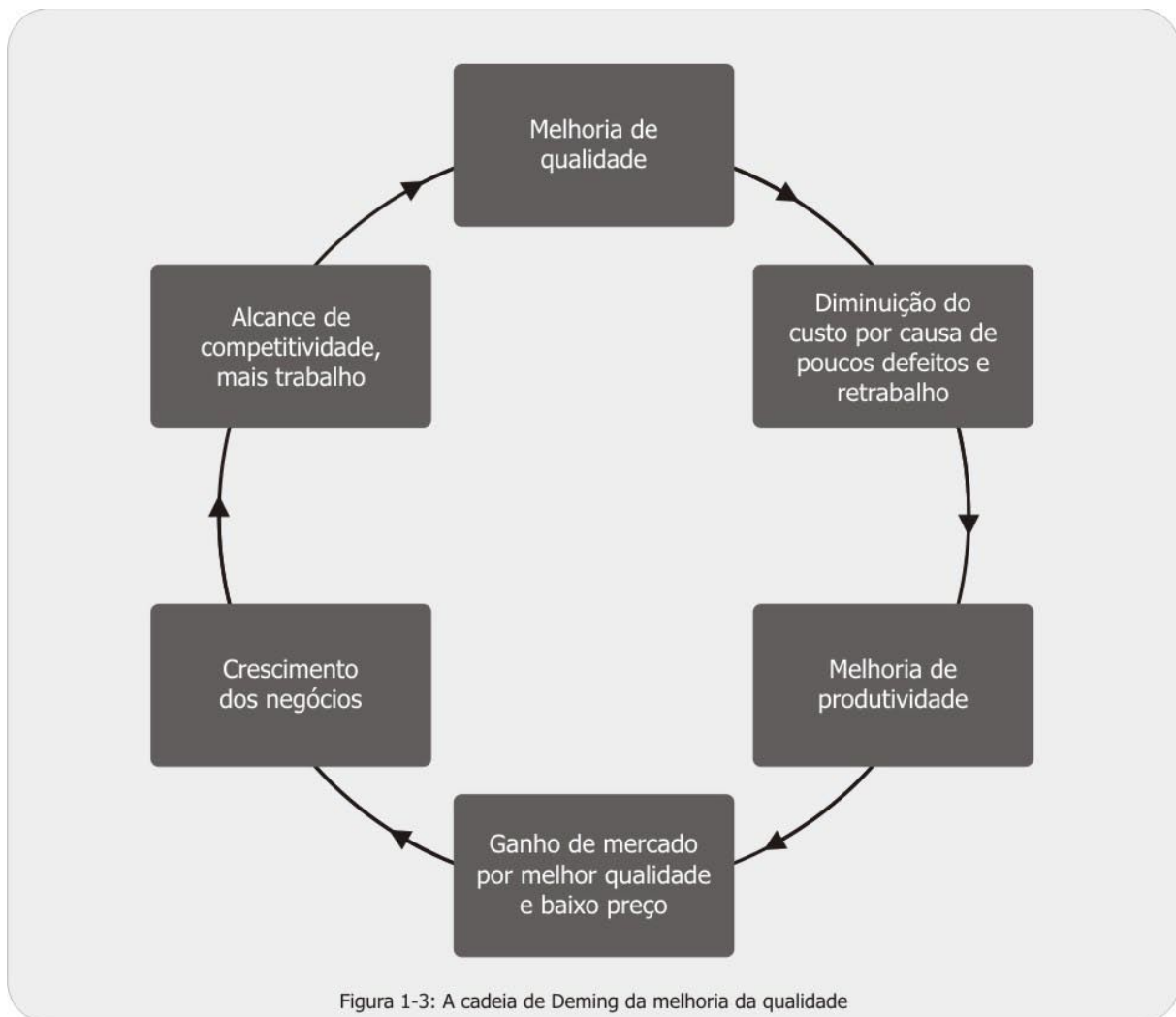
D: execução, composta de uma fase inicial de treinamento das novas práticas planejadas seguida da implementação do processo.

C: verificação do comportamento dos indicadores no processo recém-estabelecido versus as metas estabelecidas.

A: ações corretivas, para corrigir eventuais desvios.

MELHORIA DA QUALIDADE

Melhoria da qualidade é um processo permanente que visa corrigir problemas, preveni-los, melhorar as características dos produtos e serviços e reduzir custos e prazos. A motivação para a busca contínua da melhoria da qualidade pode ser expressa pela cadeia de Deming, como mostrado na Figura 1-3. Melhoria de qualidade lida com baixo custo evitando defeitos e retrabalho, o que causa melhoria de produtividade. A melhoria de qualidade e custo mais baixo trazem aumento de competitividade.



GERENCIAMENTO DA QUALIDADE TOTAL

O gerenciamento da qualidade total (*Total Quality Management -TQM*) é uma filosofia que tem por finalidade melhorar continuamente a produtividade em todos os níveis operacionais e áreas funcionais de uma empresa, utilizando todos os recursos disponíveis. A melhoria é direcionada para satisfazer objetivos da qualidade tais como custo, qualidade intrínseca, planejamento, crescimento da empresa etc. O processo de gerenciamento da qualidade total inclui integração de todos os empregados, fornecedores e usuários da empresa.

Hoje em dia, muita gente fala em qualidade de software, mas nem sempre as pessoas têm uma noção clara desse conceito. Pode-se considerar qualidade sob diferentes pontos de vista e, portanto, pode-se ter diferentes definições sendo algumas das mais comuns listadas a seguir.

- Software sem defeitos.
- Software adequado ao uso (conforme a definição de qualidade de Juran).
- Software que atende as especificações (conforme a definição de qualidade de Crosby).
- Software produzido por uma empresa que possui o certificado ISO 9000 para seu sistema de qualidade.
- Software que possui confiabilidade/usabilidade/manutenibilidade.

Pessoas com diferentes interesses sobre um produto têm visões diferentes sobre o conceito de qualidade. Por exemplo, clientes (mercado) usualmente consideram que o software tem qualidade se possui características

que atendam suas necessidades. Desenvolvedores usualmente vêem a qualidade através das medidas de suas propriedades que são comparadas com indicadores de qualidade preestabelecidos. Para o setor de software um produto de qualidade é aquele com custo mínimo associado ao retrabalho durante o desenvolvimento e após a entrega do produto.

Não tem sentido produzir um grande sistema de software se ele não funciona, não faz exatamente o que o cliente espera, não fica pronto no prazo ou se não puder merecer confiança, ou ainda, se não puder ser modificado ou mantido [Yourdon 95]. O software é desenvolvido a um custo cada vez maior, com menor produtividade e com menos qualidade. Equipes individuais de projeto tentam ser mais produtivas, mas, no contexto de uma empresa que não se preocupa com a qualidade, tais esforços no nível de projeto provavelmente não trarão resultados expressivos, visto que na maioria dessas empresas vários projetos de desenvolvimento de sistemas são cancelados antes de serem concluídos. Isto significa que iniciativas individuais de programadores e analistas de sistemas para melhoria de qualidade dificilmente mudarão a cultura da empresa onde os sistemas são desenvolvidos. Mais importantes são as iniciativas no nível corporativo.

GARANTIA DA QUALIDADE DE SOFTWARE

A garantia de qualidade de software (*Software Quality Assurance* — SQA) é um conjunto de atividades que assegura que todos os esforços serão feitos para garantir que os produtos de software tenham a qualidade desejada. Assim essas atividades devem:

- Minimizar o número de defeitos.
- Criar mecanismos para controlar o desenvolvimento e a manutenção de forma a preservar prazos e custo.
- Garantir que o produto possa ser usado no mercado.
- Melhorar a qualidade de versões futuras do produto ou de novos produtos.

A qualidade é inserida no produto de software por meio da capacidade das pessoas, tecnologia e disciplina gerencial, envolvidas no processo de criação. Em muitas empresas, garantia de qualidade de software é um nome fantasia dado ao teste que, em geral, é feito somente uma vez ao final da fase de desenvolvimento. Mas sabe-se que a prevenção de defeitos deve acompanhar todo o desenvolvimento do sistema. Outro problema é que o teste lida somente com o produto, não com o processo pelo qual o produto foi construído. Mas as melhorias mais significativas de qualidade e produtividade vêm de melhorias no processo de desenvolvimento.

A MELHORIA DA QUALIDADE DE SOFTWARE

Quando uma empresa diz que é a favor da qualidade sem tomar nenhuma atitude nesse sentido, nada acontecerá. Usar chavões do tipo “a qualidade é prioridade número um” não exerce impacto real sobre o trabalho que está sendo executado, a menos que isso esteja combinado com alguma ação real de melhoria de qualidade. Até mesmo uma ênfase maior aos testes deve causar pouco efeito na qualidade do software, pois, como se sabe, a maioria das técnicas de teste tem eficiência abaixo de 30% para descobrir defeitos [Capers 91].

A maioria das empresas tem como alvo a entrega do software no prazo. Infelizmente isso, em geral, significa que o cliente recebe um produto defeituoso no prazo. Hoje em dia, por causa da concorrência, é necessário baixar o custo do software, o que quase sempre acaba implicando redução de qualidade, o que leva à insatisfação do cliente com a baixa qualidade do produto, que teve um custo inicial baixo, mas um custo total alto. É possível construir software com a qualidade, no prazo e a baixo custo, mas não da forma caótica com é frequentemente feito hoje. Quando um problema ocorre, a reação é corrigir o problema seja ele importante ou não. O gerenciamento da qualidade permite que a empresa como um todo aprenda, com a correção de problemas, mais rapidamente e eficazmente. O controle de qualidade permite que se corrijam os sintomas observáveis do problema. Devem-se reunir esforços para resolver a raiz da causa do problema, ou seja, os defeitos nos processos que produziram o problema no produto. A cultura da empresa deve mudar para aplicar com sucesso abordagens de prevenção dos defeitos e de melhoria dos processos. Não basta criar uma equipe formal de garantia da qualidade

de software.

PRODUTO E PROCESSO

Pode-se dizer que o produto de software é não diretamente observável à medida que ele só pode ser percebido indiretamente, por meio de alguma forma de visualização. Atualmente, existe um número muito grande de ferramentas que permitem a visibilidade do produto de software. São elas: listadores-fonte, listagens de referencia cruzada, diagrama de fluxo de dados, diagrama de modelo de dados, formato de entrada de dados, formato das saídas e muitos outros.

As informações sobre os processos também devem ser apresentadas de forma a permitir a visibilidade do processo de desenvolvimento do software. Deming sugere a utilização de gráficos que, de alguma forma, tornem a processo perceptível as pessoas envolvidas para que todos possam contribuir para a melhoria do processo.

Um processo pode ser considerado definido se ele for válido para um grande número de produtos, caso contrário, ele será difícil de ser controlado ou melhorado. A definição de um processo de software completo deve incluir as atividades de controle de projeto, garantia de qualidade, gerenciamento de configuração, além de ferramentas e métodos de engenharia de software.

Os atributos e características de um produto de software e o grau com que ele preenche as necessidades especificadas no projeto fornecem uma medida de qualidade do produto final [Evans 87]. Os atributos são definidos primeiramente para cada produto intermediário, produzido durante o processo de desenvolvimento e, depois, são definidos para o software como um todo. Para garantir que o desenvolvimento do produto esteja de acordo com os padrões de qualidade definidos, os padrões devem:

- Ser especificados antes do início do projeto.
- Ser específicos para cada projeto.
- Definir atributos da qualidade e aceitabilidade, para produtos intermediários do processo de desenvolvimento.

Exemplos de atributos do produto de software são: desempenho, forma, funcionalidade, integridade operacional e manutenibilidade, que tornam determinantes a qualidade do produto de software.

UTILIZAÇÃO DE PADRÕES NO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

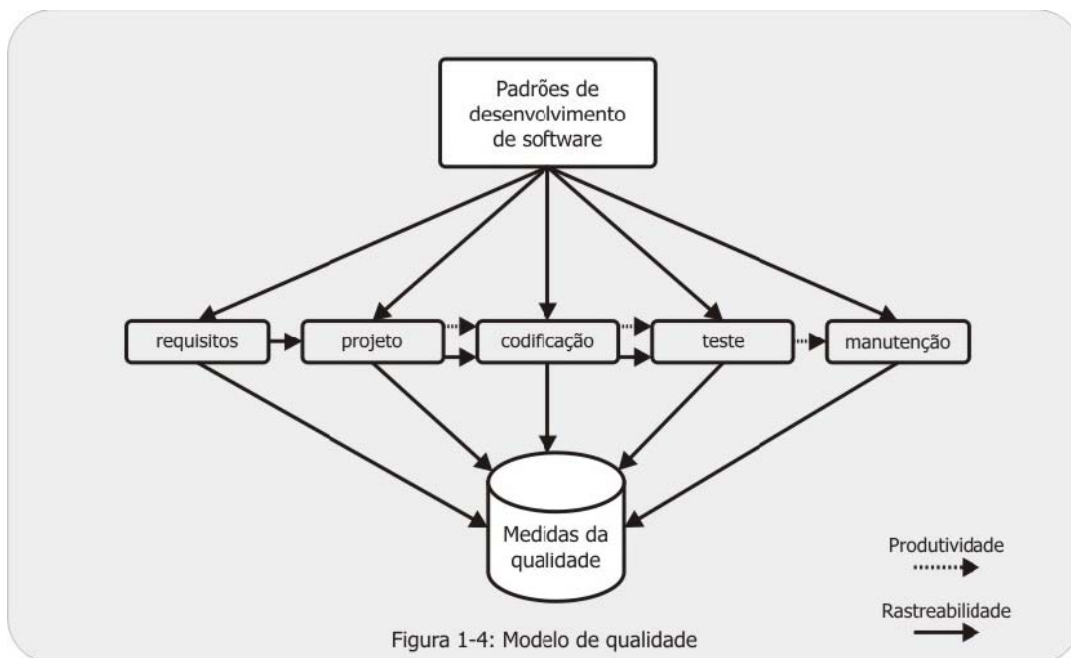
O desenvolvimento de software produz uma sequência de produtos relacionados, como mostra a Figura 1-4. O produto final deve atender ao usuário final do sistema. Além disso, produtos intermediários são gerados nas etapas dos vários processos de produção como insumos de entrada para a etapa seguinte. Assim, pode-se acrescentar mais uma definição de qualidade àquelas já apresentadas nesta seção. Nessa definição qualidade do produto de software pode ser dividida em duas partes:

- Qualidade da definição de objetivos funcionais e de desempenho (requisitos) do sistema de software. Nesse contexto, baixa qualidade significa erros e discrepâncias relativas a requisitos técnicos.
- Qualidade da produtividade, ou seja, facilidade com que o desenvolvimento de um produto pode ser transformado em um processo de produção. Isso significa minimizar o custo de desenvolvimento e retrabalho e maximizar a manutenibilidade.

Padrões de projeto de software fornecem definições básicas do que deve ser produzido em cada estágio de desenvolvimento. Esses padrões descrevem em detalhes o que é para ser incluído em cada produto intermediário e como isto deve aparecer. Padrões de software fornecem critérios específicos para se medir a qualidade e avaliar a aceitabilidade dos produtos de software. Eles definem formato, estrutura e conteúdo de cada produto intermediário e asseguram a compatibilidade do produto com aqueles produtos que têm *interface* com outros produtos, ou são usados em fases subsequentes do desenvolvimento, ou com produtos de documentação.

No modelo de qualidade sugerido por Card [Card 90] e apresentado na Figura 1-4, padrões e procedimentos definem o processo e o conjunto de expectativas para os produtos; cada atividade implicitamente inclui um processo e, dependendo da atividade, ela deve observar características tais como produtividade e rastreabilidade. Chama-se produtividade a facilidade de se estabelecer um processo de produção eficiente e eficaz. Essa característica pode ser esperada da transformação do produto da fase de projeto para a codificação, do produto da codificação para a fase de teste e do produto do teste para a manutenção. A rastreabilidade possibilita que sejam verificados os objetivos funcionais e de desempenho (requisitos) do sistema de software.

Se de uma forma geral a conformidade com os padrões não promove a qualidade, ela assegura um produto correto ou um processo eficiente. Padrões sozinhos não podem prevenir erros técnicos. Para controlar e melhorar a qualidade deve-se estabelecer medidas de forma que ações apropriadas possam ser tomadas quando os valores medidos não estão dentro dos esperados.



OS NÍVEIS TECNOLÓGICOS DA QUALIDADE DE SOFTWARE

Os níveis históricos da tecnologia da qualidade em manufatura, como apresentado na Figura 1-1, são inspeção do produto, controle da qualidade e melhoria do processo. Alguns pontos importantes podem ser apontados em relação a esses níveis quanto ao produto de software:

- Muitas empresas de software ainda operam no nível de inspeção de produto (e muitas nem nesse nível).
- Enquanto esses conceitos de qualidade têm levado 70 anos para evoluir e tornarem-se largamente difundidos em manufatura, o setor de software está tentando avançar simultaneamente em todas as frentes, frequentemente sem reconhecer as partes envolvidas.
- Ir do controle do produto para a melhoria do processo requer sofisticados métodos de medidas e análises, mas a maioria das empresas de software tem somente sistemas de medidas rudimentares.
- Alto nível de tecnologia de qualidade envolve tanto processo como produto. A qualidade do produto pode ser melhorada pelo aumento de verificação e validação (inspeção), mas também pela melhoria do processo de produção.

INSPEÇÃO DO PRODUTO

É uma técnica simples que assegura a qualidade através da aplicação de inspeções e auditorias a elementos intermediários do produto e do processo. Essas atividades são usualmente humanas e subjetivas, entretanto ferramentas automatizadas têm sido utilizadas cada vez mais para auxiliar a inspeção do pseudocódigo e código e obtenção de dados do processo. O emprego de tecnologia de controle do processo e a melhoria do processo não eliminam a necessidade de uma particular revisão ou inspeção.

A inspeção é uma técnica estruturada para comparar um produto intermediário de software com a especificação dos requisitos e/ou outro critério de qualidade tal como, conformidade com padrões. Revisões podem ser maiores e menos formais (apresentação em vez de discussão). Algumas atividades típicas de revisões e inspeções incluem:

- Planejamento de revisão.
- Revisão do projeto preliminar.
- Revisão do projeto do sistema.
- Inspeção de um elemento (unidade) do projeto.
- Auditoria da confiabilidade funcional.

A auditoria do processo focaliza a adequação do projeto aos métodos, ferramentas, padrões e procedimentos. Atividades de gerenciamento de configurações têm um papel importante na definição e controle do processo de software. A auditoria pode constatar potenciais melhorias que não são visíveis aos trabalhadores e gerentes envolvidos no processo. O processo de auditoria resulta em correções do processo de software.

CONTROLE DA QUALIDADE

O controle de qualidade tem por objetivo permitir as empresas de software produzir produtos de alta qualidade pela regularização do processo de desenvolvimento. Definição e controle do processo de software tornam significativa a estimativa de custo, pois sem uma boa informação sobre o processo seguido e a qualidade alcançada, a estimativa de custo é apenas uma suposição. O controle da qualidade pode ser aplicado tanto ao processo como ao produto e envolve três passos:

- Estipular os objetivos de qualidade.
- Medir o desempenho da qualidade.
- Determinar a necessidade de ações corretivas.

Sendo o processo de produção de software constituído de várias atividades (especificação de requisitos, projeto, teste etc.), controlar o processo significa medir e avaliar o desempenho da qualidade nessas atividades.

Frequentemente, o cliente especificara o critério de aceitação para o produto de software. Isso pode ser declarado em termos de complexidade, tamanho de módulos, confiabilidade etc. Os modelos de confiabilidade têm sido muito pesquisados como abordagens de controle da qualidade do produto. Cada vez que uma nova falha é observada durante o teste, o número total de falhas presente (observada e prevista) é recalculado de acordo com o modelo.

MELHORIA DO PROCESSO

A melhoria do processo e do produto de software visa reduzir a probabilidade de erro, aumentar a produtividade e facilitar a manutenção.

Uma vez que a definição e o controle do processo foram alcançados, então a maioria do processo pode se iniciar. A melhoria do processo envolve os passos:

- Analisar situação atual do processo.

- Experimentar e avaliar novas tecnologias
- Implantar tecnologia de melhoria comprovada, para prática geral.

O início do processo de melhoria deve se concentrar em atividades que requerem mais esforço e produzem mais problemas. Por causa da natureza do software algumas características de qualidade devem ser observadas por desenvolvedores em estágios iniciais do desenvolvimento. Atenção à complexidade do projeto pode reduzir a probabilidade de erros, minimizar o custo de desenvolvimento e melhorar a manutenibilidade do software.

MÉTRICAS DA QUALIDADE DE SOFTWARE

O uso de métricas da qualidade de software é benéfico tanto aos desenvolvedores quanto aos usuários. As medidas de qualidade guiam os desenvolvedores na tomada de decisão. Na determinação do nível de qualidade desejada durante os testes, permitem a avaliação do impacto de diferentes ações sobre a qualidade. O usuário se beneficia com métricas da qualidade, pois esta está diretamente relacionada à eficiência de operação do sistema. Os fatores que são usados para verificar a qualidade do software incluem: manutenibilidade, confiabilidade, flexibilidade, correção, testabilidade, portabilidade, reusabilidade, eficiência, integridade e interoperabilidade.

Examinando esses fatores, pode-se perceber que são termos qualitativos, o que tornará necessário focalizar aspectos quantitativos de cada um deles, possível através de utilização de métricas. Sem métricas aplicadas aos atributos do produto, o estado do software está sujeito a extrema subjetividade. Ocorre que alguns fatores de qualidade podem ser medidos com facilidade através de características mensuráveis, como é o caso de número de linhas de código, número de erros encontrados em uma sessão de teste etc. Por outro lado, existem fatores que devem ser medidos através de características difíceis de serem observadas e, conseqüentemente, difíceis de serem medidas. Apesar da norma ISO/IEC 9126 indicar as características e subcaracterísticas que devem ser medidas para cada fator, ela não define a métrica a ser utilizada para essas características.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias de hoje, com a rápida evolução na tecnologia, diferentes setores industriais têm procurado assimilar e aplicar os conceitos de qualidade de maneira que seus produtos possam competir no mercado cada vez mais exigente. Existe um esforço no sentido de conscientizar as empresas para a necessidade de um plano estratégico que englobe todas as pessoas envolvidas para que a qualidade desejada seja alcançada. O setor de software, com problemas mais específicos relacionados às características de seus produtos, tem tentado adaptar os conceitos definidos para produtos manufaturados, na tentativa de queimar algumas etapas nos estágios de amadurecimento necessários para se alcançar qualidade. Alguns progressos já podem ser sentidos na qualidade dos produtos de software colocados no mercado, mas ainda há muito a ser discutido.