

# Ferramentas básicas da qualidade

Bernardo F. E. Lins

## INTRODUÇÃO

Um dos objetivos básicos da cultura da qualidade é educar o profissional a confiar menos no *feeling* e a trabalhar preferencialmente com dados. Ao contrário do que possa parecer à primeira vista, essa postura não reprime a criatividade, mas a desenvolve. Dispor de informações reais sobre o que está ocorrendo modifica a forma de atacar os problemas: em lugar de buscarmos soluções por "tentativa e erro", podemos analisar a questão de forma sistemática e projetar uma solução.

Trabalhar com dados, por outro lado, é um desafio: como coletá-los? Como organizá-los? Como usá-los? As ferramentas apresentadas a seguir resolvem, na maior parte dos casos, essas questões. São quase todas muito simples, de fácil utilização.

Para fins didáticos, as ferramentas apresentadas foram divididas em dois grupos. O primeiro inclui as ferramentas básicas propriamente ditas, cujo objetivo é auxiliar o profissional na análise de problemas e que compreendem o fluxograma, a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de causa e efeito, o gráfico de tendência, o histograma, a carta de controle e o gráfico de dispersão. O outro grupo compreende as ferramentas auxiliares que complementam as ferramentas básicas, ou que servem para apoiar a sua utilização: o *brainstorming*, a técnica nominal de grupo, os diagramas de apresentação, a análise de forças de campo, o *checklist* e a análise de capacidade de processos.

As ferramentas podem ser usadas isoladamente, mas os melhores resultados serão obtidos com uma abordagem sistematizada de solução de problemas. É preciso, em outras palavras, administrar o esforço coletivo na solução de problemas e na conseqüente busca de melhoria da qualidade. É necessário estimular o trabalho em equipe e uma intensa interação entre as pessoas. O texto discute brevemente algumas alternativas para integrar essas ferramentas em um método de trabalho.

As ferramentas básicas são o "arroz com feijão" da engenharia da qualidade. O seu uso intensivo pode representar, entre outros aspectos, um ponto de partida

para a melhoria no ambiente de trabalho e para a redução de custos operacionais.

## AS FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE

### CONCEITUAÇÃO

As ferramentas básicas da qualidade são:

- a) Fluxograma
- b) Folha de verificação
- c) Gráfico de Pareto
- d) Diagrama de causa e efeito
- e) Gráfico de tendências
- f) Histograma
- g) Carta de controle
- h) Gráfico de dispersão

### Fluxograma

O fluxograma destina-se à descrição de processos. Um processo é uma certa combinação de equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima, que gera um produto ou serviço com determinadas características. Assim, fala-se, por exemplo, do processo de manufatura de um móvel: os marceneiros e estofadores (pessoas), utilizando serras, plainas, lixas (equipamentos e ferramentas), trabalham a madeira, couro, verniz (matéria-prima), utilizando certa seqüência de operações (método). Nas atividades não manufatureiras, o conceito de processo também é facilmente aplicável. Na preparação de uma bibliografia, por exemplo, um estagiário (pessoa), utilizando um computador e um *software* de recuperação por palavras-chave (equipamentos e ferramentas), obtém acesso a informações (matéria-prima) e elabora o seu produto, seguindo uma certa lógica de recuperação de dados (método).

O fluxograma descreve a seqüência do trabalho envolvido no processo, passo a passo, e os pontos em que as decisões são tomadas (figura 1). É uma ferramenta

## Resumo

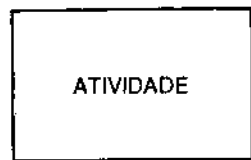
*A abordagem sistematizada de problemas é um dos aspectos mais importantes de um programa da qualidade. Diversas ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar o profissional a compreender os problemas que ocorrem em seu dia-a-dia e a encontrar soluções adequadas para os mesmos. O texto apresenta algumas dessas ferramentas, denominadas ferramentas básicas da qualidade por serem de uso geral na identificação e análise de problemas. São o fluxograma, a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de causa e efeito, o gráfico de tendência, o histograma, a carta de controle e o gráfico de dispersão. Apresenta, também, algumas ferramentas auxiliares, que complementam as ferramentas básicas ou que servem para apoiar a sua utilização: o brainstorming, a técnica nominal de grupo, os diagramas de apresentação, a análise de forças de campo, o checklist e a análise de capacidade de processos. Discute, finalmente, algumas formas de utilizar tais ferramentas em conjunto.*

## Palavras-chave

*Análise e solução de problemas; Qualidade; Ferramentas da qualidade.*

de análise e de apresentação gráfica do método ou procedimento envolvido no processo. Os principais elementos do fluxograma são:

a) Atividade



Atividade é um bloco que simboliza a execução de uma tarefa ou de um passo no processo.

b) Decisão



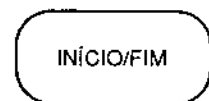
Decisão representa um ponto do processo em que uma decisão deve ser tomada, em função do valor de alguma variável ou da ocorrência de algum evento.

c) Resposta



Resposta representa a resposta a uma decisão.

d) Início/fim



Início / fim identifica pontos de início ou de conclusão de um processo.

A grande vantagem do uso do fluxograma é a de identificar claramente os passos da execução do processo, ou seja, de tornar visível o método. Outra vantagem é que a montagem do fluxograma identifica variações no processo, quando este é executado por pessoas ou equipes diferentes.

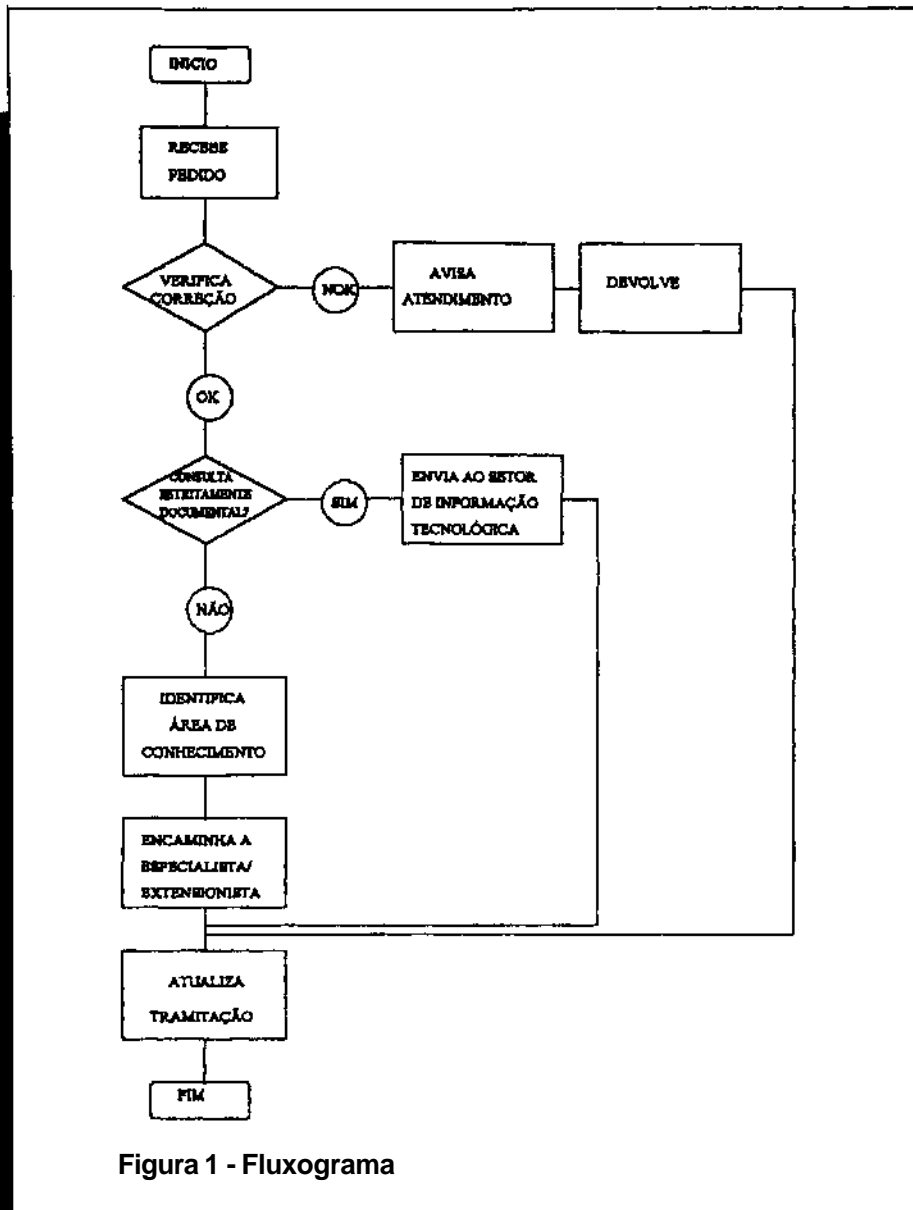


Figura 1 - Fluxograma

Folha de verificação

A folha de verificação é, essencialmente, um quadro para o lançamento do número de ocorrências de um certo evento. A sua aplicação típica está relacionada com a observação de fenômenos. Observa-se o número de ocorrências de um problema ou de um evento e anota-se na folha, de forma simplificada, a sua frequência (figura 2).

ITEM	OCORRÊNCIAS
A	IIII IIII IIII IIII
B	IIY
C	IIII III
D	IIII IIII II

Figura 2 - Folha de verificação

Outra aplicação usual da folha de verificação é como "folha de votação". É utilizada para que os participantes de uma reunião, após o trabalho de identificação e do agrupamento das causas de um problema ou de alternativas para a sua solução, indiquem aquelas que pareçam ser as mais significativas.

Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto leva esse nome porque foi desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, que identificou as seguintes características nos problemas sócio-econômicos:

- a) poucas causas principais influíam fortemente no problema;
- b) havia um grande número de causas triviais, pouco importantes, que influíam marginalmente no problema.

Nos processos industriais e na administração em geral, comprovou-se que o comportamento dos problemas é semelhante. Assim, é importante identificar quais as causas principais e atacá-las efetivamente, de modo a obter o máximo ganho em termos de solução para o problema em estudo.

O gráfico de Pareto tem o aspecto de um gráfico de barras. Cada causa é quantificada em termos da sua contribuição para o problema e colocada em ordem decrescente de influência ou de ocorrência (figura 3).

As causas significativas são, por sua vez, desdobradas em níveis crescentes de detalhe, até se chegar às causas primárias, que possam ser efetivamente atacadas. Esta técnica de se quantificar a importância das causas de um problema, de ordená-las e de desdobrá-las sucessivamente é denominada estratificação (figura 4).

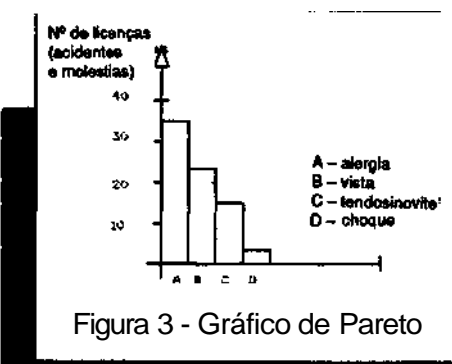


Figura 3 - Gráfico de Pareto

A estratificação pode exigir o uso de outras ferramentas analíticas, como, por exemplo, o diagrama de causa e efeito, ou de ferramentas para coleta de dados tais como a carta de controle e a folha de verificação.

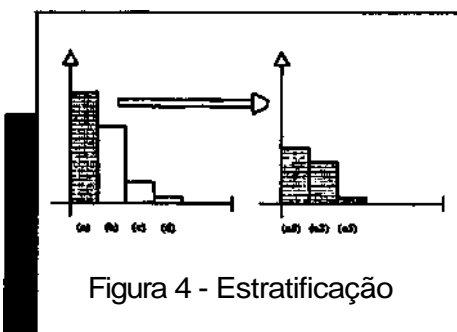


Figura 4 - Estratificação

### Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito é também conhecido como diagrama de Ishikawa, por ter sido desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, ou como diagrama "espinha de peixe", por seu formato gráfico (figura 5).

É utilizado quando precisamos identificar as causas de um problema. O diagrama permite, a partir dos grupos básicos de possíveis causas, desdobrar tais causas até os níveis de detalhe adequados à solução do problema.

Os grupos básicos podem ser definidos em função do tipo de problema que está sendo analisado. Usualmente, para problemas de natureza operacional, sugere-se a adoção dos seguintes grupos básicos:

- máquinas;
- materiais;
- mão-de-obra;
- metodologias/métodos;
- instalações/ambiente.

Já no caso de problemas de natureza administrativa ou gerencial, pode-se iniciar a análise com os seguintes grupos básicos:

- políticas;
- equipamentos;
- pessoal/recursos humanos;
- procedimentos;
- infra-estrutura.

Entre as vantagens de se usar uma ferramenta formal de análise de causa e efeito, como é o caso do diagrama de Ishikawa, em vez de fazer um levantamento

não estruturado das causas, podemos citar:

- a) a própria montagem do diagrama é educativa, na medida em que exige um esforço de hierarquização das causas identificadas de uma agregação em grupos. É desejável que a montagem do diagrama seja feita por uma equipe de pessoas envolvidas com o problema, através de um *brainstorming*;
- b) o foco passa a ser no problema, levando à conscientização de que a solução não se restringirá a atitudes simplistas (substituir pessoas, adquirir equipamentos), mas exigirá uma abordagem integrada, atacando-se as diversas causas possíveis;
- c) conduz a uma efetiva pesquisa das causas, evitando-se o desperdício de esforços com o estudo de aspectos não relacionados com o problema;
- d) identifica a necessidade de dados, para efetivamente comprovar a procedência ou improcedência das diversas possíveis causas identificadas. Assim, o diagrama é o ponto de partida para o uso adequado de outras ferramentas básicas;
- e) identifica o nível de compreensão que a equipe tem do problema. Quando o problema não é adequadamente entendido, a elaboração do diagrama conduz naturalmente à troca de idéias entre as pessoas envolvidas e à identificação dos conflitos;
- f) o seu uso é genérico, sendo aplicável a problemas das mais diversas naturezas.

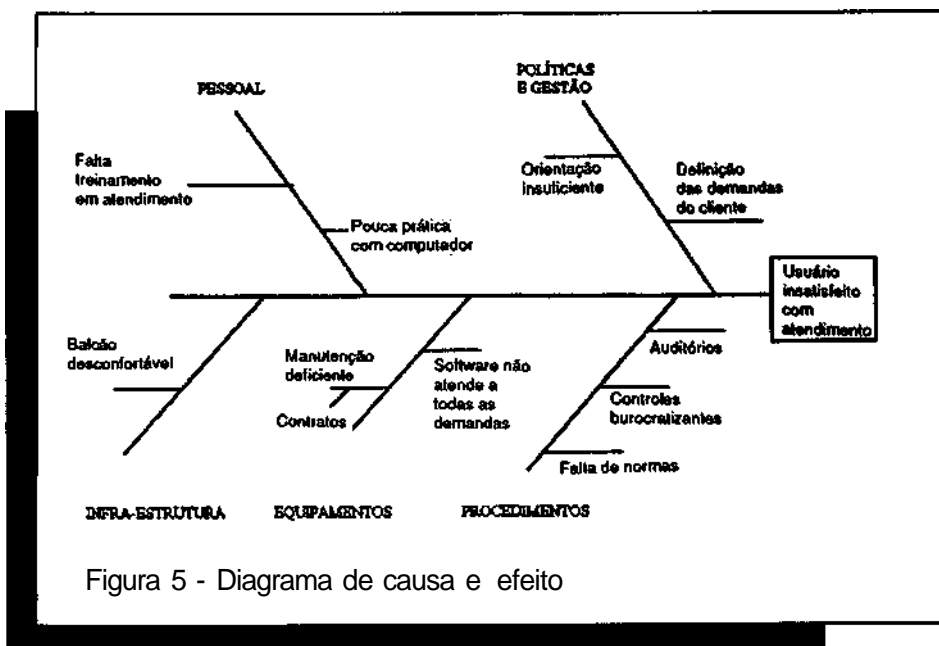


Figura 5 - Diagrama de causa e efeito

### Gráfico de tendências

É um gráfico simples, em coordenadas cartesianas, que descreve o comportamento de uma variável ao longo do tempo ou em função de outra variável de referência. A sua utilidade é a identificação de tendências de comportamento, facilitando a identificação de eventos ou a compreensão do problema em estudo.

### Histograma

O histograma é um gráfico de barras verticais que apresenta valores de uma certa característica agrupados por faixas. É útil para identificar o comportamento típico da característica.

Usualmente, permite a visualização de determinados fenômenos, dando uma noção da frequência com que ocorrem.

### Carta de controle

A carta de controle, também denominada carta de Shewhart, por ter sido desenvolvida na década de 1920 pelo estatístico norte-americano Walter Shewhart, é utilizada para o acompanhamento de processos.

Como já vimos, um processo é uma certa combinação de equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima, que gera um produto ou serviço com determinadas características. As características do produto ou serviço resultante dependem do processo adotado. Assim, se desejarmos modificar algumas dessas características, devemos alterar o processo. Para que tais alterações possam ser estudadas e implementadas, gerando resultados previsíveis, o processo deverá estar sob controle.

Para colocar um processo sob controle, é necessário analisar todos os desvios significativos de comportamento que venham a ocorrer no mesmo, identificar claramente as suas causas e resolvê-las sempre que possível. Quando o processo estiver sob controle, esses problemas terão sido eliminados e ocorrerão apenas algumas variações eventuais, não sistemáticas ou aleatórias, em seu comportamento. Só então, torna-se adequado estabelecer um ciclo em que esse processo é observado e comparado com um padrão desejado de desempenho. O estudo do comportamento do processo é desenvolvido com o apoio do Controle Estatístico de Processos (CEP), que se baseia em duas premissas:

a) todo processo sofre pequenas.

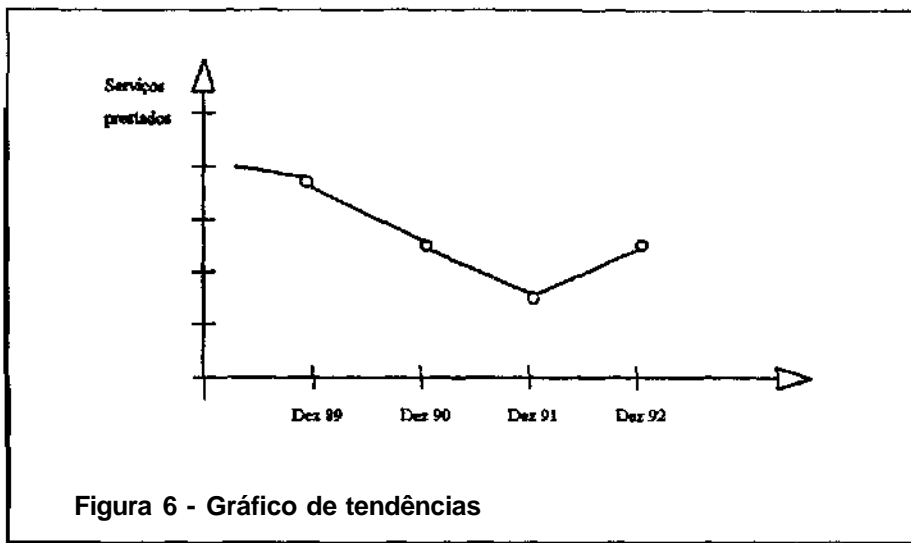


Figura 6 - Gráfico de tendências

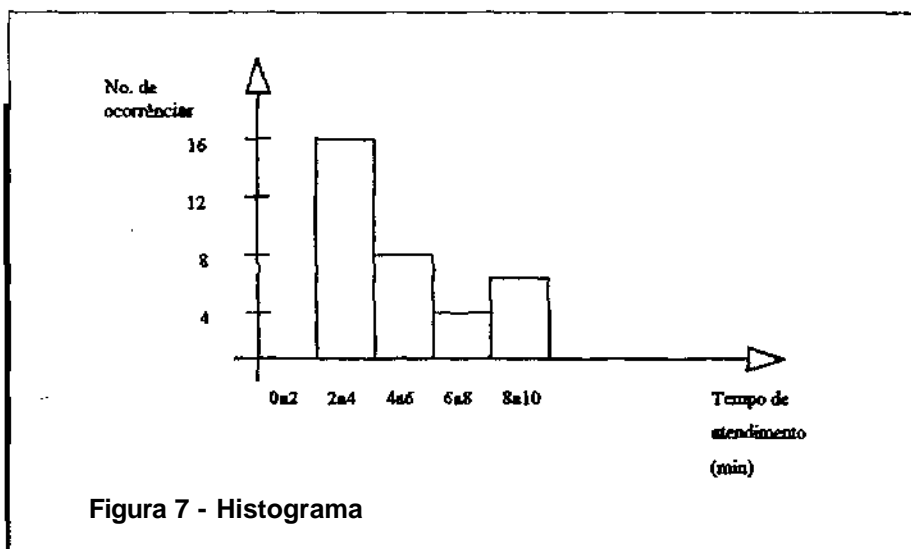


Figura 7 - Histograma

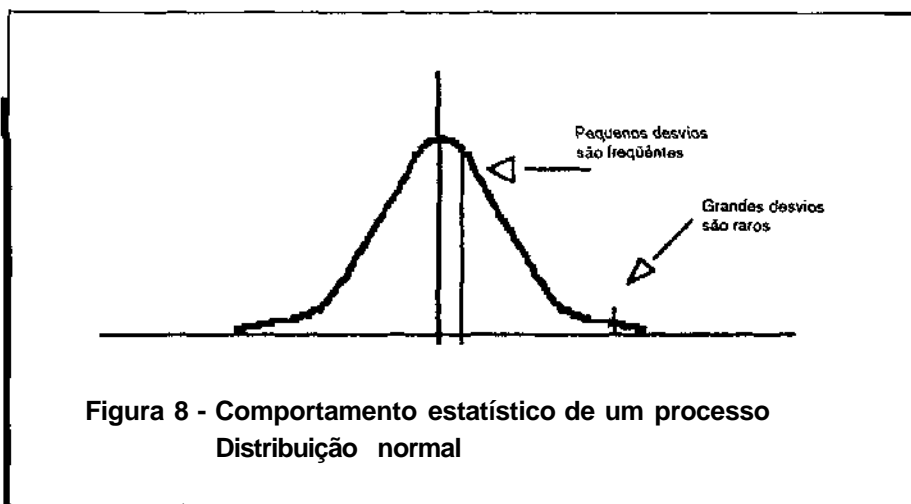


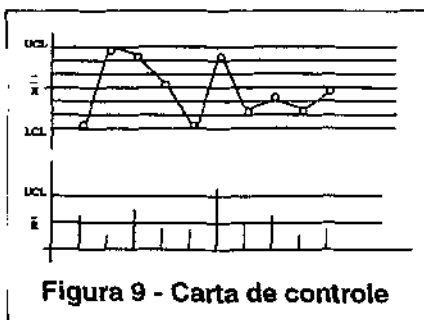
Figura 8 - Comportamento estatístico de um processo  
Distribuição normal

variações aleatórias que ocorrem dentro de certos limites, sem uma causa sistemática que possa ser eliminada — o comportamento é estatístico: a maior parte das variações é muito pequena e variações grandes são extremamente raras (figura 8).

b) quando o processo apresentar um desvio sistemático ou uma variação fora dos seus limites de comportamento, existirá uma ou mais causas para essa ocorrência. Tais causas, denominadas causas especiais, poderão ser identificadas e eliminadas.

O CEP é implementado pela carta de controle (figura 9). Para montar a carta, devem ser seguidos os seguintes passos:

- escolher a característica a ser medida — tal característica (também denominada item de controle) poderá ser medida pelo número de vezes com que ocorre, como, por exemplo o número de referências recuperadas em uma pesquisa em base de dados, ou o número de peças defeituosas em um lote de parafusos. Diz-se, nesse caso, que a característica acompanhada é um atributo. Já no caso de se medir uma dimensão para acompanhar a sua variação, como, por exemplo, o valor cobrado por uma pesquisa ou o diâmetro do parafuso, diz-se que a característica é uma variável;
- medir periodicamente a característica em um certo número de ocorrências sucessivas, por exemplo, a cada vinte pesquisas efetuadas, consideram-se as últimas quatro e mede-se o número de referências recuperadas — essas quatro ocorrências são a amostra.
- calcular a média e a amplitude da amostra — no exemplo anterior, a média  $\bar{X}$  é a soma das referências recuperadas em cada uma das quatro pesquisas, dividida pelo número de elementos da amostra, ou seja, quatro; a amplitude R é a diferença entre o maior e o menor valor encontrados na amostra;
- lançar os valores na carta de controle — a média e a amplitude são lançadas na carta, como ilustra a figura 9;
- verificar se o processo está sob controle — a variação da média e da amplitude não devem ultrapassar os limites de controle ou caracterizar um comportamento tendencioso;
- corrigir as causas dos desvios — no caso de se observar um comportamento tendencioso ou fora de controle, deve-se analisar as causas do mesmo e buscar resolvê-las.



Em resumo, para construir a carta de controle:

- \* tira-se periodicamente uma amostra;
- \* Calcula-se a média ( $\bar{X}$ ) e amplitude (R);
- \* Lança-se no gráfico;
- \* comportamento não aleatório (sistemático) exige análise.

A construção da carta exige a determinação dos limites de controle inferior e superior. Para tal, obtém-se algumas amostras iniciais, sem lançar os valores na carta, e calculam-se os limites como:

a) para o gráfico de médias

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

b) para o gráfico de amplitudes

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

onde  $\bar{\bar{X}}$  é a média dos valores de  $\bar{X}$  das amostras e R é a média dos valores de R das amostras.  $A_2$ ,  $D_4$  e  $D_3$  são valores tabelados em função do tamanho da amostra. Para uma amostra de cinco elementos ( $n=5$ ), por exemplo, teremos  $A_2 = 0.577$ ,  $D_4 = 2.114$  e  $D_3 = 0$ .

Estas fórmulas presumem que o comportamento das médias do processo se ajuste a uma distribuição normal, tal como a da figura 8, o que é geralmente correto. No caso de elaboração de cartas com valores individuais, porém, isto nem sempre é verdadeiro, o que pode acarretar o uso de fórmulas diferentes e uma análise um pouco diferente da carta de controle.

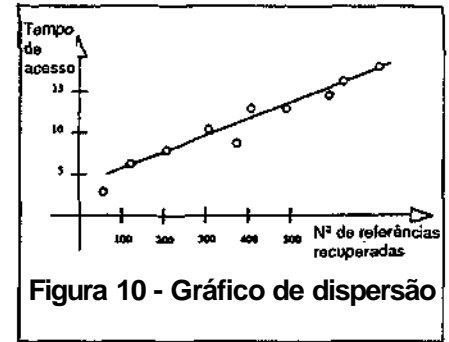
Com a carta de controle é possível acompanhar o comportamento do processo e documentar a sua variabilidade. Saberemos o instante em que um certo desvio foi identificado e poderemos utilizar as demais ferramentas para estudar as suas causas e corrigi-las.

### Gráfico de dispersão

O gráfico de dispersão permite visualizar a correlação entre duas grandezas (figura 10). Tal correlação poderá:

- inexistir — no caso, não será possível identificar qualquer tipo de comportamento típico no gráfico;

- caracterizar-se como uma correlação linear — no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma reta;
- caracterizar-se como uma correlação não linear — no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma curva, ou de várias curvas similares que se repetem periodicamente;
- caracterizar outras distribuições, como, por exemplo, em agrupamentos bem delimitados.



## ALGUMAS FERRAMENTAS AUXILIARES

### CONCEITUAÇÃO

Algumas ferramentas auxiliares são de grande utilidade na abordagem dos problemas da qualidade, servindo de apoio às ferramentas básicas descritas anteriormente. Essas ferramentas auxiliares facilitam a organização do trabalho de análise e a apresentação de resultados, sendo de uso extremamente interessante no dia-a-dia da profissão. Tais ferramentas são:

- brainstorming*,
- técnica nominal de grupo;
- diagramas de apresentação;
- análise de forças de campo;
- checklist*,
- análise de capacidade de processo.

### Brainstorming

O *brainstorming* caracteriza-se como uma reunião de grupo em que novas idéias são buscadas e, portanto, a livre expressão dos participantes deve ser assegurada. O objetivo é o de maximizar o fluxo de idéias, a criatividade e a capacidade analítica do grupo.

A primeira etapa da reunião de *brainstorming* é a apresentação de idéias relacionadas com algum problema. Nessa etapa, os participantes apresentam idéias de forma livre e, às vezes, aparentemente caótica. Nenhuma crítica deve ser feita. As idéias devem fluir. Um facilitador coordena a reunião e assegura a livre expressão das idéias. Um relator anota as idéias, à medida que forem sendo apresentadas, preferencialmente em quadro-negro ou em *flip-chart*. Não deve haver interpretação da idéia; esta deve ser anotada com as palavras usadas por seu autor.

A seguir, quando o grupo entender que esgotou as possibilidades relativas ao problema, as idéias devem sofrer um agrupamento, de forma a serem ordenadas. Em seguida, outras ferramentas podem ser utilizadas para aprofundar uma análise, conforme o tipo de problema abordado: diagrama de causa e efeito, folha de verificação, análise de forças de campo etc.

Há, basicamente, duas maneiras de se conduzir um *brainstorming*: a condução estruturada e a não estruturada. No primeiro caso, todos os participantes devem expor suas idéias de forma ordenada, cada um apresentando uma idéia quando chegada a sua vez e aguardando a próxima rodada para expor a idéia seguinte. Os participantes podem usar algum material de apoio para anotar idéias enquanto aguardam sua vez. No segundo caso, a exposição das idéias é livre.

A técnica nominal de grupo, descrita a seguir, é uma forma alternativa de conduzir um *brainstorming* estruturado. Baseia-se na concepção de que é possível agregar procedimentos ao *brainstorming* de modo a otimizar determinados resultados.

### Técnica nominal de grupo

A técnica nominal de grupo é adotada nos casos em que se faz necessário formalizar e controlar *brainstormings*. Isto pode ocorrer pela necessidade de se documentar detalhadamente as propostas dos participantes ou para evitar que um excesso de participação de pessoas muito extrovertidas iniba outros colegas.

Nesta técnica, cada participante anota em uma folha suas opiniões, antes e durante a reunião. A reunião se desenvolve com uma rodada de apresentação, em que cada participante expõe os seus pontos de vista quanto ao problema em análise, seguida de uma rodada de esclarecimentos, em que cada participante tira dúvidas sobre as colocações dos demais.

Da mesma forma que no *brainstorming* convencional, as idéias apresentadas são transcritas para um quadro-negro ou *flip-chart*.

A seguir, é feito um agrupamento das observações apresentadas, obtendo-se, dessa forma, um quadro resumo. Cada participante deve, então, copiar o quadro resumo em um papel e atribuir uma nota a cada item, de acordo com a sua relevância. As notas serão, a seguir, transcritas no quadro e somadas. O item de maior nota total será considerado o mais importante e assim sucessivamente.

Se a relação for considerada muito extensa, pode ser reduzida pela técnica "metade mais um", que consiste em considerar apenas a metade mais um dos itens, ou em consolidá-los até reduzir o seu número à metade mais um.

Assim como o *brainstorming*, esta técnica é utilizada em conjunto com outras ferramentas. Entre outras aplicações, utiliza-se para a definição de prioridades de ação em grupo, para a identificação de causas de problemas ou para o trabalho em grupo sobre alternativas de soluções.

### Diagramas de apresentação

Os diagramas de apresentação são utilizados para mostrar, de forma gráfica, distribuições ou ocorrências. Os diagramas mais comumente usados são os diagramas circulares (ou diagramas em *pizza*) e os diagramas de barras, horizontais e verticais.

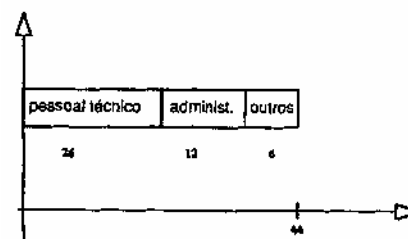


Figura 11 - Diagrama de barras

### Análise de forças de campo

A análise de forças de campo é uma técnica utilizada para avaliar que fatores influenciam em um problema, no sentido de modificar a sua situação atual, ou de facilitar ou dificultar a sua solução. O resultado da análise é apresentado graficamente em um diagrama de forças de campo (figura 12).

Os passos a serem seguidos no desenvolvimento da análise de forças de campo são:

- identificar a métrica do problema — determinar qual a característica que melhor quantifica o problema, qual a sua unidade de medida e como pode ser medida;
- estimar a medida atual — atribuir um valor à métrica do problema; Pode ser um valor real (coletado) ou estimado;

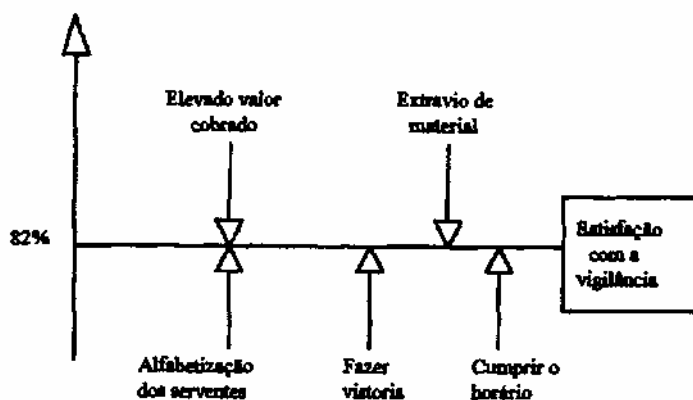


Figura 12 - Diagrama de forças de campo

- c) identificar as forças pró-ativas — identificar os fatores que, ao ocorrerem, tenderão a melhorar a métrica do problema ou a facilitar a resolução do mesmo;
- d) identificar as forças reativas — identificar os fatores que, ao ocorrerem, tenderão a piorar a métrica do problema ou a dificultar a resolução do mesmo;
- e) lançar no diagrama — o diagrama é construído, colocando-se uma escala vertical à esquerda, na qual é lançada a medida atual do problema. A seguir, traça-se uma linha e, à direita, identifica-se o problema ou a sua métrica. As forças pró-ativas são representadas verticalmente, em sentido ascendente e as forças reativas, em sentido descendente. O diagrama obtido (figura 12) é conhecido como diagrama de forças de campo horizontal. O diagrama é também construído na direção vertical.

Assim como as demais ferramentas apresentadas, a análise de forças de campo pode ser usada isoladamente. No entanto, será mais bem aplicada quando associada a outras ferramentas. E particularmente útil a sua aplicação durante *brainstormings*, ou com técnica nominal de grupo. Pode estar associada, também, ao diagrama de causa e efeito.

**Checklist**

O *checklist* ou lista de verificação é uma relação previamente definida de atividades ou itens de verificação. Aplica-se, geralmente, à verificação de procedimentos repetitivos ou padronizados.

O *checklist* possibilita o controle na execução de tarefas e a sua avaliação posterior. Por sua simplicidade e utilidade, é uma ferramenta amplamente utilizada na elaboração de manuais de procedimentos em geral, ou de manuais da qualidade.

**Análise de capacidade**

A análise de capacidade é desenvolvida a partir da carta de controle. Estando o processo sob controle, pode-se avaliar se este é capaz de atender às especificações estabelecidas.

Para melhor compreender as implicações da capacidade de processos devemos abordar a questão da tolerância de uma característica.

Uma característica, quantificada por uma variável ou por um atributo, tem uma certa tolerância dentro da qual as va-

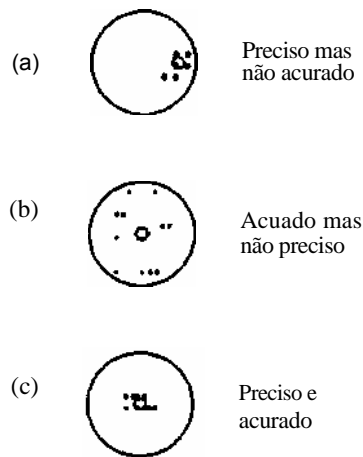
riações são aceitas. Assim, por exemplo, um parafuso pode ser utilizado em um certo motor, se tiver um diâmetro de 8mm ± 0,1 mm. Esta variação tolerada de 0,1 mm para mais ou para menos é a tolerância. Um parafuso de até 8,1 mm pode ser usado. Se o diâmetro for maior, deve ser descartado.

O processo de fabricação do parafuso será "capaz" quando produzir resultados dentro da margem de tolerância. Para que isso seja possível, a variação aleatória do processo, quando estiver sob controle, deve estar dentro dos limites da tolerância. O processo tem de ser acurado, ou seja, a sua média deve estar ajustada ao valor nominal da característica, e deve ser preciso, ou seja, ter uma variabilidade, ou dispersão, menor que os limites de tolerância.

Uma forma de visualizar o problema é a analogia do alvo (figura 13). Imagine um jogador de dardos tentando acertar um alvo. Ele pode acertar todos os tiros muito próximos uns aos outros (será preciso), mas longe do centro (não estará sendo acurado). Pode dar tiros esparsos (com pouca precisão), mas uns irão para o alto, outros para baixo e a média será próxima do centro (estará sendo acurado). Um jogador preciso e acurado acertará todos os tiros próximos uns dos outros e no centro do alvo.

Um processo preciso é similar a um atirador de dardos que acerta todos os tiros próximos uns dos outros: a sua variabilidade, ou dispersão, é pequena. Um processo acurado atende, na média, o valor nominal (o centro do alvo), mas, se não for preciso, a sua variabilidade, muito grande, pode levá-lo a produzir resultados inadequados.

Um processo acurado, mas com uma dispersão maior que a tolerância, não é capaz de atender às necessidades (figura 14). Essa dispersão do processo corresponde, na distribuição normal, a um valor de três desvios padrão a mais ou a menos, ou seis-sigma (6σ). Esse processo irá gerar produtos ou serviços que terão de ser descartados.



**Figura 13 - Analogia do alvo**

O desvio padrão é calculado a partir do valor de R da carta de controle. O seu valor é dado por:

$$s = \frac{R}{d_2}$$

onde  $d_2$  é um valor tabelado em função do tamanho da amostra usado na elaboração da carta de controle. Para um tamanho de amostra de cinco elementos ( $n=5$ ), por exemplo, teremos  $d_2 = 2.326$ .

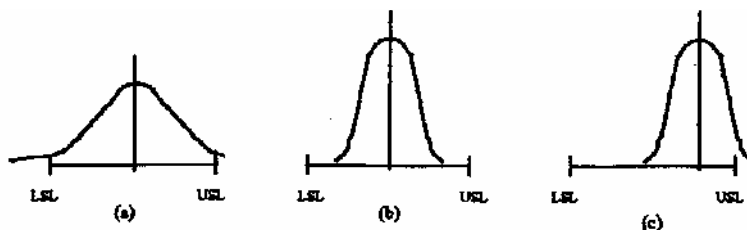
Um índice de capacidade pode ser, então, calculado e deverá ser maior que 1 para que o processo seja capaz:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

No entanto, mesmo um processo capaz pode produzir resultados indesejáveis, se for pouco acurado (figura 14c). Nesse caso, embora  $C_p$  seja maior que 1, haverá perdas.

Para identificar tais situações, usa-se o índice de performance  $C_{pk}$

$$C_{pk} = \min \left[ \frac{X - LSL}{3s}, \frac{USL - X}{3s} \right]$$



**Figura 14 - Precisão, acuidade e tolerância**

Para que o processo seja capaz, então,  $C_p$  e  $C_{pk}$  devem ser ambos maiores que 1.

## APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS BÁSICAS E DE APOIO

As ferramentas descritas são utilizadas, essencialmente, na resolução dos problemas de gestão que enfrentamos no dia-a-dia. Em linhas gerais, as etapas para uma adequada abordagem de um problema são:

a) Identificar corretamente o problema — trata-se de, uma vez constatado que algum problema existe, defini-lo claramente, em outras palavras, deve-se estabelecer o que está ocorrendo, em que circunstâncias e dentro de que processos. Nesta etapa pode-se utilizar:

- fluxograma, para definir em que pontos do processo o problema ocorre;

- *brainstormings* ou técnica nominal de grupo, aliados a folha de verificação, para identificar e caracterizar o problema, selecionando as medidas a acompanhar (itens de controle);

- análise de forças de campo, para discutir aspectos que possam estar envolvidos com o problema;

- fluxograma e *checklist*, para descrever o processo de acompanhamento, coleta e análise dos dados.

b) Observar dados — coletar informações e identificar ocorrências do problema, observando o seu comportamento. Deve-se introduzir o acompanhamento de um item de controle de cada vez. Os procedimentos relacionados com o processo em acompanhamento devem ser padronizados, evitando-se a variabilidade. Isto pode ser feito por meio de:

- carta de controle e análise de capacidade, nos casos em que o problema esteja relacionado com a variabilidade do processo;

- gráfico de tendência;

- histograma;

- folha de verificação.

c) Análise de causas — buscam-se nessa etapa, a identificação e a priori-

zação das causas que originaram o problema. Pode-se adotar:

- *brainstormings* ou técnica nominal de grupo, para discutir coletivamente o diagrama da Ishikawa, para ordenar a pesquisa das causas;

- folha de verificação, para selecionar causas mais prováveis;

- gráfico de dispersão e gráfico de Pareto, para ordenar dados coletados anteriormente e facilitar a sua análise;

- *checklist*, nos casos em que rotinas de análise já existam ou devam ser criadas. Também é útil para ordenar as atividades de análise.

d) Atuação — consiste em corrigir os problemas identificados, atacando suas causas principais e reiniciando o ciclo. Um aspecto de grande importância nessa etapa é a redefinição dos dados a serem medidos. Deve-se reavaliar

as variáveis ou atributos (itens de controle) adotados anteriormente, verificando se estão relacionados com as modificações introduzidas.

e) Aperfeiçoar a abordagem — o próprio processo de análise de problemas pode ser refinado, em função dos resultados alcançados.

f) Reinício do ciclo, atacando-se um novo problema, verificando se as ações tomadas levaram aos resultados esperados e avaliando se existem novas possibilidades de melhoria do processo.

Evidentemente, antes da primeira etapa descrita será adequado criar uma sistemática de abordagem de problemas (reuniões periódicas, círculos de controle de qualidade etc.), bem como dar o adequado treinamento ou informações suficientes sobre as ferramentas a usar. Assim, um fluxograma do processo de solução de problemas seria assemelhado ao da figura 15.

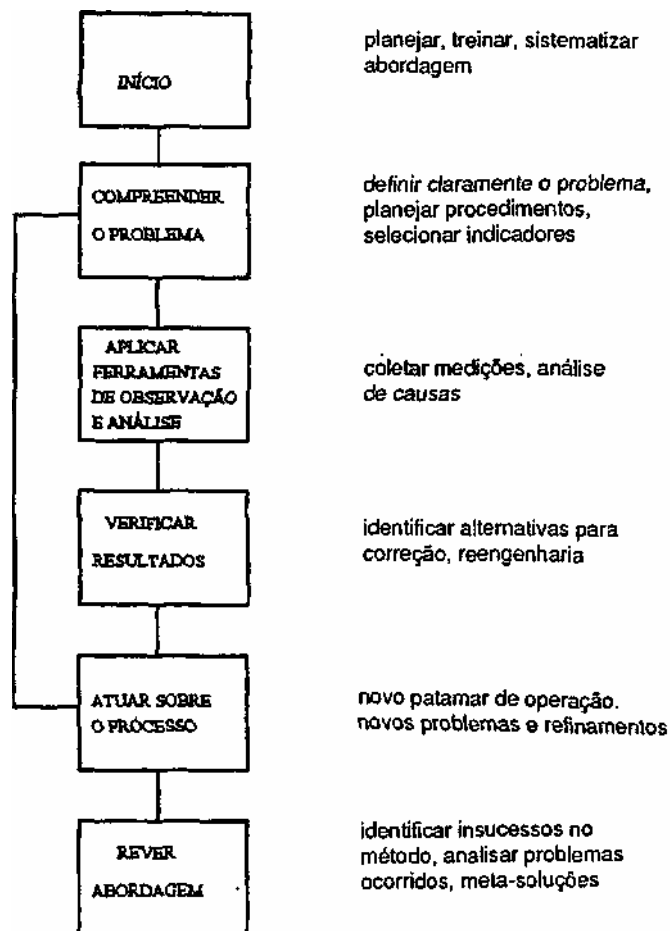
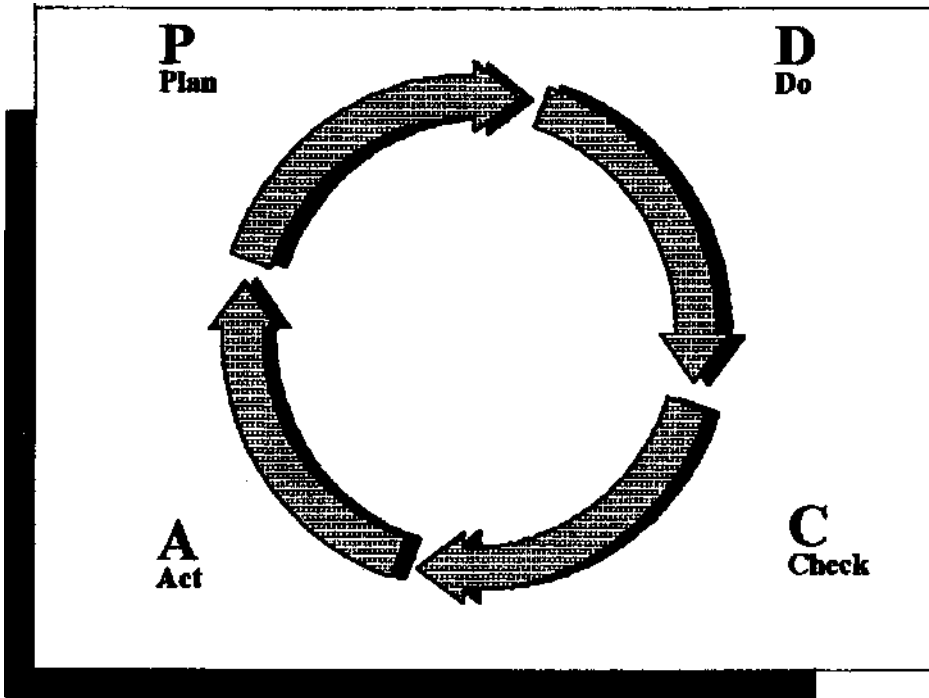


Figura 15 - Passos na implementação de solução de problemas





O método aqui sugerido é um caso particular de um ciclo, sugerido por Shewhart na década de 30, denominado ciclo PDCA (figura 16). Segundo esse ciclo, todo problema deve ser sistematicamente abordado em quatro etapas: planejamento (*plan*), ação (*do*), verificação (*check*) e correção (*act*). O ciclo se repete continuamente, à medida que novos problemas e novas oportunidades de aperfeiçoamento vão seguindo. Daí o mote "a qualidade é um caminho que tem início, mas não tem fim".

### CONCLUSÃO

As ferramentas aqui apresentadas permitem abordar problemas relacionados com processos de produção de bens e serviços. Geralmente, duas situações distintas irão ocorrer. Por um lado, pode-se atacar um problema a partir de sua identificação em função de uma reclamação, uma falha ou uma perda ocorrida. A identificação das causas e a solução definitiva do problema representarão uma melhoria. Terá sido uma melhoria por demanda.

Outra situação decorre da identificação de possibilidades de melhoria por pessoas diretamente envolvidas no processo, sem que tenha ocorrido qualquer demanda externa. São situações em que se elimina desperdício e se reduzem custos. Uma equipe treinada é capaz de avaliar permanentemente o processo, fazendo pequenas melhorias com muita frequência. Essa melhoria do processo por aperfeiçoamento interno denomina-se melhoria contínua.

As ferramentas básicas da qualidade são úteis em ambas as situações. São também simples de usar, mas não devemos nos deixar enganar por essa simplicidade. A sua aplicação deve ser feita de forma organizada, seguindo-se uma rotina preestabelecida e sistematicamente seguida. O ciclo PDCA deve ser respeitado e os resultados da análise devem redundar em soluções efetivamente implantadas e verificadas. Não se pode esquecer, de fato, que a própria aplicação dessas ferramentas se constitui em um processo a ser criado, implantado e melhorado ao longo do tempo.

### Basic tools for quality

#### Abstract

*The purpose of the paper is to discuss the value of solving problem and process improvement in the information field. Some practical concepts and tools for quality improvement are presented and their usage is briefly commented.*

#### Key words

*Annalysis and problems solution; Quality, Tools for quality.*

### BIBLIOGRAFIA

- BRASSARD, Michael. *The Memory Jogger, a pocket guide of tools for continuous improvement*. Methuen, MA, EUA. GOAL/QPC. 1988. 86 p.
- HARRINGTON, H. J. *O Processo de Aperfeiçoamento*. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1988. 266 p.
- JURAN, Joseph M, Gryna, Frank M. (eds). *Juran's Quality Control Handbook*. New York, NY, EUA. McGraw. Hill. 1988. 1536 P.
- WALTON, Mary. *The Deming Management Method*. New York, NY EUA; Putnam, 1986. 262 p.

Artigo aceito para publicação em 15 de outubro de 1993.