

# 10

GESTÃO EMPRESARIAL  
GESTÃO DA QUALIDADE

## CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

# 10

## GESTÃO DA QUALIDADE CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO



### **OBJETIVOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM**

Demonstrar a importância da ferramenta de Controle Estatístico do Processo (CEP) como estratégia para melhoria contínua do desempenho.



### **COMPETÊNCIAS**

Entender o princípio do CEP e o funcionamento do gráfico de controle.



### **HABILIDADES**

Compreender o gráfico de controle e identificar causas comuns e causas especiais.

## APRESENTAÇÃO

Podemos afirmar que bens e serviços de qualidade podem proporcionar a uma organização considerável vantagem competitiva, pois qualidade reduz custos de retrabalho, refugo, devoluções e o mais importante: qualidade gera consumidores satisfeitos. A função básica do Controle Estatístico do Processo (CEP) é padronizar a produção de forma a evitar as variações ocorridas nas especificações dos produtos finais de uma organização, que compromete a qualidade e gera insatisfação no consumidor. Dentro desse contexto, vamos estudar nesta UA o papel do Controle Estatístico do Processo como uma ferramenta de qualidade para melhoria contínua.

## PARA COMEÇAR

Você já parou para pensar que a variação é inerente a nós seres humanos e naquilo que nós produzimos.

Por exemplo, se fosse possível pesar todas as folhas de um livro, cada folha teria um peso, ou seja, o peso delas varia. Esta pequena variação provavelmente seria consequência da qualidade do papel utilizado.

Dessa forma, algumas folhas poderiam variar mais ou menos, ou seja, algumas folhas seriam mais pesadas do que outras.

Isto tornaria a operação de uma máquina fotocopadora mais fácil ou mais difícil, aumentando ou não o refugo e cópias e, conseqüentemente, aumentando o tempo de espera ou de entrega dos pedidos de cópia.

Para que isto não ocorra, o ideal seria que todas as folhas tivessem sempre o mesmo peso.

Podemos notar que todo processo pode variar. Assim os produtos ou serviços resultantes de tais processos também irão apresentar variação.

O problema é que quando esta variação é muito grande, ela passa a influenciar de forma negativa a qualidade do produto ou serviço percebida pelo cliente.

Você desejaria consumir um produto ou serviço que apresentasse um resultado diferente a cada vez que você o utilizasse? Por exemplo, um saquinho de 1 kg que às vezes pesa 1.050 g e em outras 900 g.

Tenho certeza, que não. Para dizer a verdade, nem o fabricante gostaria disso, porque quando a variação é maior, ele perde dinheiro. A variação excessiva, quando percebida pelo cliente, provoca a sensação de insatisfação no consumidor, que depois de certo tempo pode fazer com que ele decida pelo produto de outra empresa.

A função básica do Controle Estatístico do Processo (CEP) é padronizar a produção de forma a evitar a variabilidade.

A variabilidade, como o próprio nome diz, é a variação ocorrida nas especificações dos produtos finais de uma organização, que compromete a qualidade, visto que alguns produtos deverão ser retrabalhados ou simplesmente refugados (jogados fora).

Dentro deste contexto, vamos estudar nesta UA o papel do Controle Estatístico do Processo como uma ferramenta de qualidade para melhoria contínua.

Bons estudos!!!

## FUNDAMENTOS

Um elemento importante da Gestão da Qualidade Total (TQM) é a utilização de dados quantitativos.

Qualidade precisa ser medida!

O controle estatístico do processo (CEP) é a utilização de dados numéricos específicos para monitorar e controlar os processos de operação e os resultados (BATEMAN E SNELL, 1998).

A ferramenta importante no CEP é a estatística. Através dela efetua-se a coleta de dados do processo e formaliza-se a padronização que deverá ser acompanhada de perto pelos envolvidos no processo de produção.

### 1. POR QUE CONTROLAR O PROCESSO?

Porque do processo de produção podem resultar itens (produtos) não conformes ou defeituosos ou a porcentagem de defeituosos podem variar ao longo do tempo.

O que causa a produção de produtos defeituosos é a existência de variação nos materiais, nas condições dos equipamentos, nos métodos de trabalho, nas condições de mão de obra e em outros insumos.

## 2. POR QUE A MAIORIA DOS PROCESSOS VARIA?

A razão da variação de um processo é um conjunto de pequenas causas que individualmente contribuem pouco para a variação natural do processo. A remoção de qualquer uma delas requer uma mudança na concepção e/ou na forma de operação do processo. Isto implica em investimento na melhoria ou, até mesmo, na troca do processo. Esse conjunto de pequenas causas é denominado **causas comuns**.

Quando somente causas comuns agem num processo, ele apresentará um comportamento previsível, ou seja, será possível saber de forma segura o comportamento dele em termos de variação. Neste estado de operação, se diz que o processo está sob controle estatístico e nenhum ajuste deve ser feito nele.

Porém, nem todas as variações em processo resultam de causas comuns. Pode haver alguma coisa errada com o processo, que é assinalável (identificável) a uma causa particular e previsível.

Por exemplo: o equipamento pode estar gasto ou ter sido mal preparado; um colaborador não treinado da equipe pode não estar seguindo os procedimentos prescritos para o processo, matéria-prima fora da especificação etc. As causas dessas variações são chamadas de **causas assinaláveis ou especiais** e modificam de forma abrupta e considerável o padrão de comportamento esperado.

Quando isto ocorre, ou o processo já está produzindo **fora de controle estatístico** ou tenderá a fazê-lo em breve.

Desse modo será necessário parar o processo e identificar a causa não comum e eliminá-la de modo que o processo possa retornar ao comportamento esperado.

De modo geral, as causas comuns devem ser tratadas via ação gerencial, enquanto as especiais devem ser tratadas pelos próprios operadores (MARSHALL Jr., 2008).



---

### DICA

Causas comuns ou aleatórias são inerentes ao próprio processo, são relativamente difíceis de serem identificadas e consistem num número muito grande de pequenas causas. Já as causas assinaláveis ou especiais representam um descontrole temporário do processo, são possíveis de serem identificadas e corrigidas, as causas e os efeitos são facilmente observáveis.

---

O quadro abaixo ilustra as principais diferenças entre os dois tipos de causas de problemas nos processos.

Tabela 1. Diferenças entre os dois tipos de causas de problemas nos processos.

Fonte: Costa Neto e Canuto (2010).

ASPECTO	CAUSAS ESPECIAIS	CAUSAS COMUNS
Perdas monetárias	Pequenas	Grandes
Visibilidade do problema	Grande – a natureza súbita chama a atenção de todos	Pequena – a natureza contínua faz com que todos se acostumem ao problema
Ação requerida	Restabelecer o nível anterior	Mudar para nível melhor
Dados	Simples, coleta rotineira e muito frequente	Complexos, coleta especial e pouco frequente
Análise	Simples e feita por pessoal próximo ao processo	Complexa e feita por pessoal técnico
Responsabilidade pela ação	Executantes (pessoal próximo ao processo)	Analistas (pessoal de gerência)

Agora que você já sabe por que os processos variam, é importante estabelecer uma forma de detectar as causas especiais de forma a removê-las. A forma desenvolvida por Shewhart e sua equipe na década de 1920 foi o uso de gráficos de controle.

### 3. GRÁFICOS DE CONTROLE

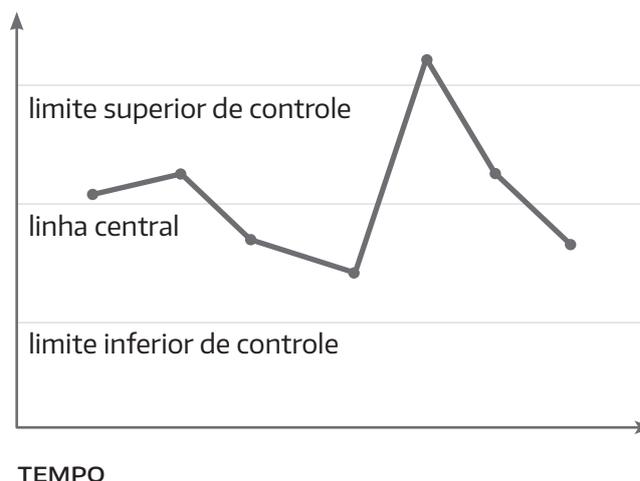
Os gráficos de controle (carta de controle) são considerados como uma das ferramentas básicas da qualidade, constituindo a base para o controle estatístico. Constituem o meio pelo qual a variação de um processo é acompanhada.

O gráfico de controle (sistema americano) consiste em um diagrama em que são marcados os valores da quantidade controlada observados em amostras colhidas ao longo do tempo. Há três linhas básicas:

- **LSC:** limite superior de controle;
- **LM:** linha média, correspondente ao valor médio da quantidade controlada;
- **LIC:** limite inferior de controle.

Dessa forma, para a construção do gráfico ou carta de controle deve-se calcular estatisticamente o limite superior de controle (LSC), o limite inferior de controle (LIC) e a média (M) de um processo, sendo esses limites obtidos a partir das necessidades dos clientes, traduzidos no projeto do processo.

Figura 1. Gráfico de controle (sistema americano).  
Fonte: Autores.



Os dados do processo, dentro desses limites, caracterizarão, na maior parte das vezes, que esse está estatisticamente sob controle (estável) e que as flutuações são consistentes e inerentes ao processo.

Porém, dados fora desses limites caracterizam ocorrências indesejáveis (causas especiais), merecendo, conseqüentemente, análise pormenorizada (MARSHAL Jr, 2008).



### ATENÇÃO

Os gráficos de controle no sistema americano têm, em geral, seus limites de controle construídos de forma a que a probabilidade de um ponto cair fora da zona de controle por mero acaso seja muito pequena, da ordem de 0,003.

O gráfico de controle tem duas finalidades gerais conforme demonstrado por Costa Neto e Canuto (2010):

- **Verificar se um processo está sob controle.** Se o gráfico de controle visa verificar se o processo está sob controle, os valores acima são determinados a partir de uma amostra de valores da quantidade a controlar (sugere-se pelo menos 20 valores) e a seguir se observa o aspecto do gráfico. Se for bem-comportado, ou seja, sem pontos fora dos limites de controle, o processo deve estar sob controle. Um ponto fora deve ser eliminado e os limites devem ser recalculados. Irregularidades ou vários pontos fora indicam processo fora de controle. O problema é, então, averiguar as causas disso, eliminá-las e controlar o processo.

- **Verificar se um processo mantém-se sob controle.** Se o gráfico de controle visa controlar um processo já sob controle, ele será construído a partir dos parâmetros desejados para o processo ou a partir da estimativa desses parâmetros a partir de amostras. Se os pontos sucessivamente marcados no gráfico estiverem na zona de controle (entre LIC e LSC), tudo bem; ao aparecer um ponto fora, isso é forte indicação de que alguma causa especial está agindo sobre o processo, afetando sua operação. O processo é interrompido para identificar e eliminar essa causa.

Resumindo, processo sob controle é aquele que opera com seus parâmetros estabilizados, sujeito somente às causas aleatórias de variação (causas comuns). E, portanto, isento de outras fontes de variação, as causas imprevisíveis, assinaláveis (causas especiais).



---

#### LEMBRE-SE

Quando o processo está sob controle estatístico, ou seja, somente sobre efeito das causas comuns, as estatísticas se distribuem aleatoriamente dentro dos limites inferiores e superiores. Já quando uma causa especial ocorre, ela poderá ser prontamente identificada pela análise de uma ocorrência ou de um conjunto de pontos que tendem a sair para além da zona de controle. Dessa forma, pela análise da sequência de pontos de um gráfico de controle, é possível avaliar se um processo está sob controle estatístico ou não.

---

### 3.1 REVISÃO DOS LIMITES DE CONTROLE

Os limites de controle dos processos precisam ser revisados sempre que são identificadas mudanças técnicas no estado do processo.

Estas mudanças podem ser melhorias no padrão de operação do processo, mudança de especificação de matéria-prima, reforma do processo, entre outras, ou seja, toda vez que algo for somado ou subtraído do conjunto de causas comuns do processo.

Esta revisão deve ser feita o mais rápido possível para se evitar falsos alarmes, ou fabricação de produtos fora de especificação com consequente perda de produtividade.

### 3.2 TIPOS DE GRÁFICO DE CONTROLE

Avaliar a qualidade significa adotar uma classificação ou uma escala de medição que descrevam os parâmetros de qualidade do produto. Dessa forma, a(s) característica(s) da qualidade são divididas em duas classes:

- **Atributos:** a avaliação da característica da qualidade resulta numa classificação. Por exemplo: a prestação do atendimento “bom” ou “ruim”; e
- **Variáveis:** a avaliação da característica da qualidade resulta numa mensuração expressa por valor numérico em uma escala qualquer. Por exemplo: o peso de uma amostra é expresso em gramas após ser pesado em uma balança.

De acordo com as características da qualidade, temos os principais gráficos:

- **No controle de atributos:** utilizados quando desejamos controlar variáveis qualitativas. Por exemplo: aceite/rejeição; bom/ruim. São eles:
  - Gráfico de fração defeituosa na amostra, no caso de produtos simples, classificáveis perfeitos ou defeituosos (parafusos, lâmpadas etc);
  - Gráfico do número de defeitos por unidade;
  - Gráfico do número de defeitos na amostra.
- **No controle de variáveis:** utilizados quando desejamos controlar variáveis quantitativas, obtidas por medição. Por exemplo: altura, peso ou espessura. São eles:
  - Gráfico de média amostral  $\bar{X}$ ;
  - Gráfico de amplitude amostral  $R$ ;
  - Gráfico de desvio padrão amostral  $S$ .



---

#### LEMBRE-SE

A avaliação das características da qualidade por atributos, geralmente é mais econômica e rápida, porém é mais pobre em quantidade de informação que a avaliação por variáveis.

---



## 1. Portal Action.

### **Benefícios dos gráficos de controle<sup>1</sup>**

Os gráficos de controle, ao distinguir as causas comuns das causas especiais de variação e indicar se o problema é local ou merece atenção gerencial, evita frustrações e o custo de erros no direcionamento da solução de problemas.

Ao melhorar o processo os gráficos de controle produzem:

- Um aumento na porcentagem de produtos capazes de satisfazer aos requisitos do cliente.
- Uma diminuição do retrabalho e sucata, diminuindo, conseqüentemente, os custos de fabricação.
- Aumenta a probabilidade geral de produtos aceitáveis.
- Informações para melhoria do processo.

Porém, para que possamos atingir os benefícios da aplicação do CEP, a organização precisa se preparar:

**1. Filosofia da gerência:** as decisões da gerência da empresa podem afetar diretamente os programas de CEP em:

- Focar a organização da empresa na diminuição da variação;
- Estabelecer um ambiente aberto que minimize as competições internas e de suporte para o trabalho em equipe;
- Dar suporte e favorecer os treinamentos necessários;
- Aplicar o CEP para promover um melhor entendimento das variações da engenharia de processo;
- Aplicar o CEP para gerenciar os dados e usar a informação obtida nas decisões do dia a dia.

2. **Controle da qualidade:** o controle da qualidade é um componente crítico que provê suporte para as melhorias sugeridas pelo uso do CEP. São elas:
  - Dar suporte ao treinamento para manutenção do CEP;
  - Focar as pessoas na aplicação do CEP;
  - Ajudar na identificação das causas de variação do processo;
  - Assegurar que as informações provenientes do programa de CEP estejam sendo corretamente utilizadas.
  
3. **Produção:** as pessoas envolvidas na produção estão diretamente relacionadas ao processo e a efetividade da variação do processo. Elas devem:
  - Estar treinadas na aplicação do programa de CEP para resolver problemas;
  - Ter entendimento da variação e estabilidade em relação aos dados e as informações que estarão sendo usadas no programa de CEP;
  - Estar alertas! A comunicação entre a equipe é importante quando a situação muda;
  - Atualizar, manter e disponibilizar as cartas de controle com a equipe responsável;
  - Aprender com as informações coletadas do processo.



## E AGORA, JOSÉ?

Você já deve ter percebido que melhorar a qualidade de produtos, bem como a qualidade de processos de uma organização não é uma tarefa fácil.

As metodologias pertinentes à gestão da qualidade total podem ser agrupadas em metodologias orientadas para a melhoria da qualidade do produto e metodologias orientadas para a qualidade do processo.

Nesta UA estudamos a ferramenta de Controle Estatístico do Processo (CEP) para a melhoria da qualidade

do processo, e podemos concluir que o CEP é muito mais do que uma ferramenta estatística, é uma abordagem de gerenciamento de processos que visa garantir a estabilidade e melhoria contínua de um processo.

Na próxima UA continuaremos nossos estudos sobre as ferramentas e procedimentos da qualidade, mais especificamente sobre Brainstorming e Diagrama de Causa e Efeito.

## GLOSSÁRIO

**Aleatório:** eventual.

**Controle:** consiste em averiguar se as atividades efetivas estão de acordo com as atividades que foram planejadas.

**Padrão:** desempenho esperado por um dado objetivo; alvo que estabelece um nível de desempenho desejado.

**Padronização:** uso de padrões, modelos ou critérios preestabelecidos.

**Quantitativo:** relativo à quantidade.

**Qualitativo:** que exprime ou determina a qualidade.

## REFERÊNCIAS

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. **Administração: construindo uma vantagem competitiva.** São Paulo: Atlas, 1998.

COSTA NETO, P. L. O DE; CANUTO, S. A. **Administração com Qualidade: conhecimentos necessários para a gestão moderna.** São Paulo: Blucher, 2010.

MARSHALL JR, ISNARD. (COORDENADOR) **Gestão da Qualidade.** Rio de Janeiro: FGV, 2008.

PORTAL ACTION. **Benefícios dos gráficos de controle.** Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/content/2-gr%C3%A1ficos-ou-cartas-de-controle>. Acesso em: set. 2012.

TOLEDO, J. C. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. GEPEQ – GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA EM QUALIDADE. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Introdução ao CEP.** Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CEP-ApostilaIntroducaoCEP2006.pdf>. Acesso em: set. 2012.