



CHANGE
CHANGE AND INNOVATION MANAGEMENT



LES0778 - Gestão da Qualidade I

**Disciplina de
Graduação**

Prof. Mateus C. Gerolamo

ESALQ/USP

08 de março de 2024

Melhoria da Qualidade

Apresentação



Parte I: A Melhoria da Qualidade no Contexto da Empresa Moderna

O SIGNIFICADO DE QUALIDADE E DE MELHORIA DA QUALIDADE

Definindo 'Qualidade'



- **Qualidade** é uma entidade multifacetada.
- Respostas simples a questões como “*O que é Qualidade?*” ou “*O que é Melhoria da Qualidade?*” não são fáceis!
- Podemos definir **qualidade** de várias maneiras.

Diferentes pontos de vista

- De acordo com Garvin (1984), acadêmicos de quatro grandes grupos de disciplinas têm considerado a **qualidade** de acordo com seus respectivos pontos de vista:



Filosofia – focada em questões de definição.



Economia – foco em maximização de lucro e equilíbrio de mercado.



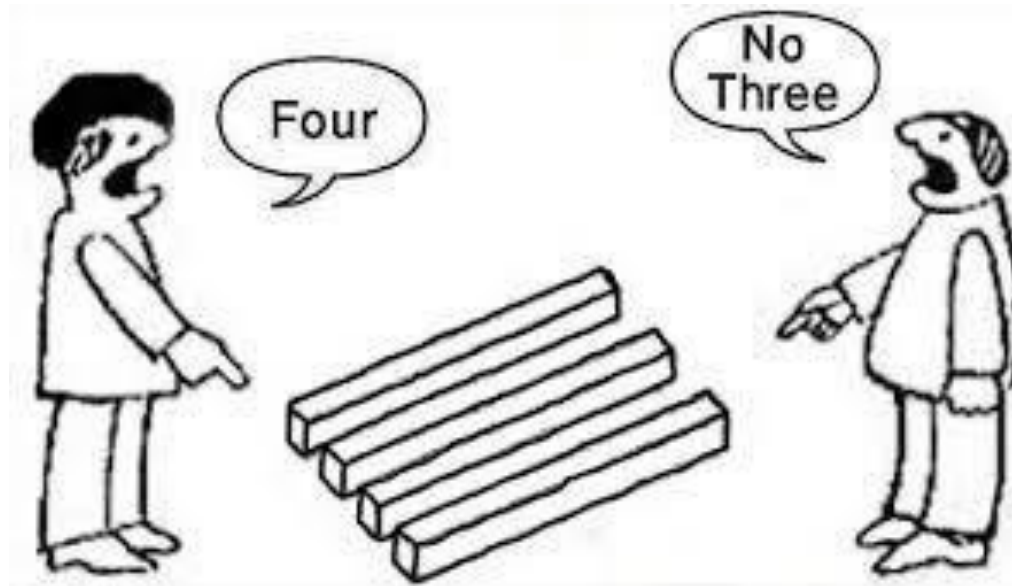
Marketing – foco na determinação dos comportamentos de compra e satisfação dos clientes.



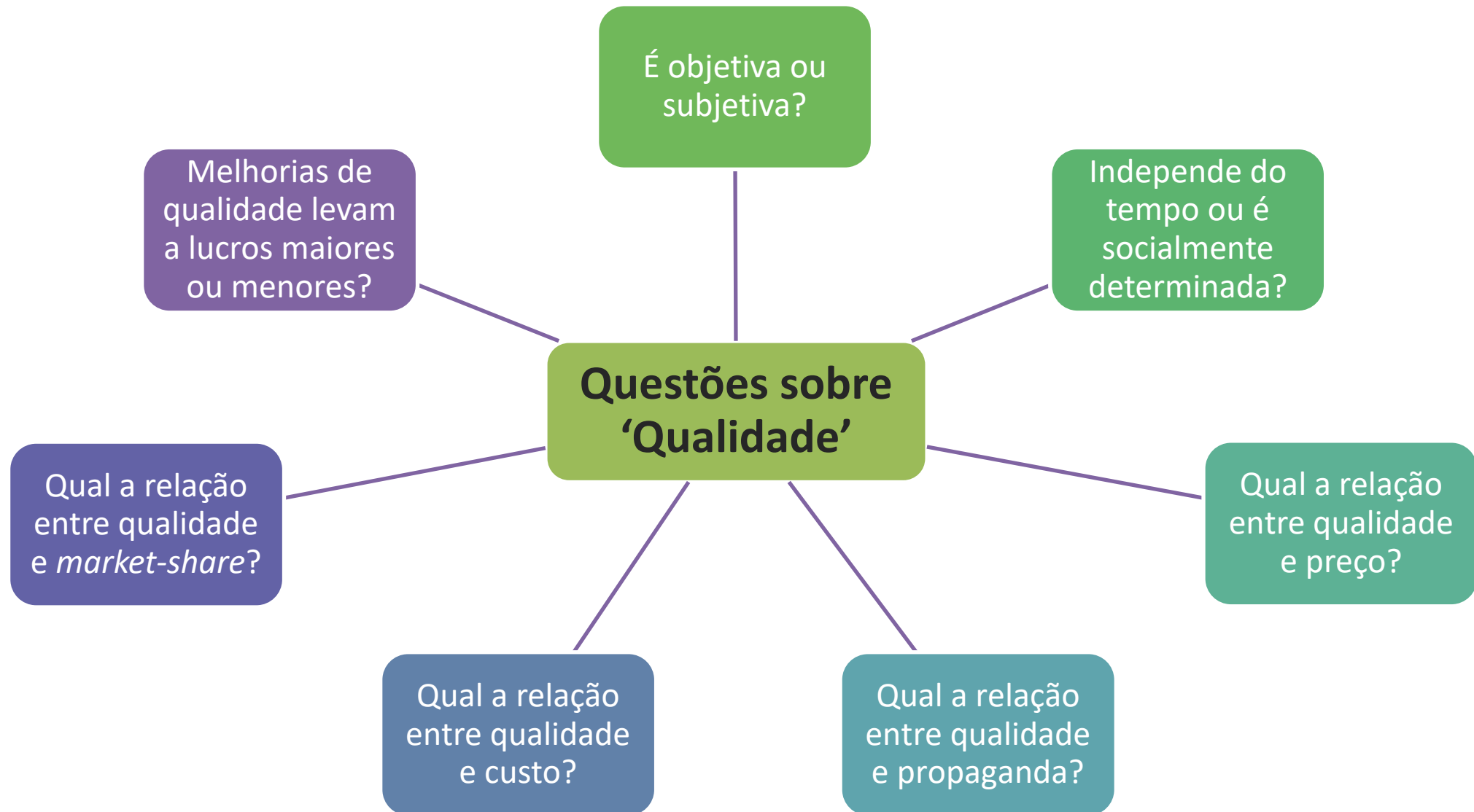
Gestão de Operações – com foco em práticas de engenharia e controle de produção.

Diferentes pontos de vista

- Como resultado observa-se um universo de diferentes perspectivas, inclusive conflitantes, cada uma baseada em diferentes modelos analíticos e cada qual empregando suas próprias terminologias.



As Abordagens e suas Implicações



5 Abordagens para Definir Qualidade

Abordagem Transcendental

Qualidade é sinônimo de “excelência inata”. Ela é absoluta e universalmente reconhecida. É impossível de se analisar e nós aprendemos a reconhecer por meio da experiência.



Abordagem Baseada no Usuário

Qualidade “posiciona-se nos olhos do cliente”. Diferentes consumidores podem ter diferentes desejos ou necessidades.

Abordagem Baseada no Produto

Qualidade vista como uma variável precisa e mensurável. Diferenças em qualidade refletem diferenças na quantidade de alguns ingredientes ou atributos possuídos por um produto.



Abordagem Baseada na Produção

Tem foco nas práticas de engenharia e manufatura. Qualidade é considerada como “conformidade às especificações” e o mote é “fazer o certo da primeira vez”.

Abordagem Baseada no Valor

Qualidade em termos de custos e preços. É relativa! Qualidade é fornecer desempenho dado um determinado preço ou conformidade dado um determinado custo.



Posicionando as Abordagens

Abordagens alternativas para a Definição de Qualidade

Abordagens	Definições	Disciplinas-base
Transcendental	Excelência inata	Filosofia
Baseada no Usuário	Satisfação com base em preferencias individuais de consumidores	Economia, Marketing
Baseada no Produto	Quantidade de atributos desejáveis	Economia, Marketing
Baseada na Produção	Conformidade com os requisitos	Gestão de Operações
Baseada no Valor	Excelência acessível	Economia, Gestão de Operações

8 Dimensões da Qualidade

Dimensão	Questão Chave
1. Desempenho	O produto realizará a tarefa pretendida?
2. Características	O que o produto faz? Que atributos o produto possui?
3. Confiabilidade	Qual a frequência de falhas do produto?
4. Conformidade com as Especificações	O produto é feito conforme especificado em projeto?
5. Durabilidade	Quanto tempo o produto durará? Tempo de uso?
6. Assistência Técnica	Qual a facilidade para se consertar o produto?
7. Estética	Qual a aparência do produto?
8. Qualidade Percebida	Qual é a reputação da companhia ou de seu produto?

As Implicações de Múltiplas Definições

- A coexistência de diferentes abordagens tem implicações importantes e ajuda a explicar as visões conflitantes de qualidade comumente observadas, por exemplo, entre os membros do departamento de *marketing* ou de manufatura.

Pessoal de marketing:

- Usuário
- Produto
- Desempenho
- Características
- Demanda maiores custos
- Fábrica menos importante



Pessoal da manufatura:

- Conformidade às especificações
- “Fazer o certo na primeira vez”
- Reduções de custos

O Potencial para Conflito

- Visões diferentes geram conflito!
- A coexistência de perspectivas conflitantes devem ser abertamente conhecidas.
- Progressos requerem o reconhecimento de que um grupo está empregando uma definição para a qualidade enquanto o outro grupo está empregando uma outra abordagem.



A Importância de Diferentes Definições



- Esforços de melhoria podem ser paralisados caso a coexistência dessas perspectivas conflitantes não sejam abertamente conhecidas.
- Embora haja esse potencial para conflitos, as **empresas necessitam cultivar essas diferentes perspectivas**, pois tal diversidade é essencial para a conquista bem sucedida de produtos de alta qualidade.
- A dependência em uma simples definição (visão míope) sobre a qualidade será frequentemente uma fonte de problemas!

Cultivando as Diferentes Perspectivas



De acordo com Garvin (1984) as características que guiarão a qualidade devem **primeiramente ser identificadas por meio de pesquisa de mercado (uma abordagem de qualidade baseada no usuário)**; essas características devem então ser traduzidas em atributos identificáveis do produto (abordagem baseada no produto); e assim o processo de manufatura deve ser organizado para garantir que os produtos serão feitos precisamente de acordo com suas especificações (abordagem baseada na produção). Um processo que ignore qualquer um desses passos não resultará em um produto de qualidade. Todas essas três visões são necessárias e devem ser continuamente cultivadas.

Significado de Qualidade

Atualmente a importância do Cliente na definição da Qualidade é incontestável!



Requisitos dos clientes

Qualidade precisa considerar Adequação ao Uso



desdobramento

Projeto

Conformidade



Qualidade do Projeto

Produto / Serviço



Qualidade de Conformação

Processo / Manufatura

Problemas quanto à Prática da Qualidade

Falta de educação formal quanto à metodologia da engenharia da qualidade.

Ausência de uma “abordagem focada no usuário”.

Menor ênfase no consumidor e prioriza-se uma abordagem da qualidade mais como “conformidade às especificações”.

Crença generalizada de que qualidade é um problema que pode ser resolvido totalmente na manufatura, ou que a única maneira de se melhorar a qualidade é “adornando” o produto.

Significado de Qualidade

Terminologia de Engenharia da Qualidade

- A **Engenharia da Qualidade** é o conjunto de atividades operacionais, de gerenciamento e de engenharia que uma companhia usa para garantir que as características da qualidade de um produto estejam nos níveis nominais exigidos.





Terminologia de Engenharia da Qualidade

- Há certa quantidade de **variabilidade** em todo produto; assim dois produtos nunca são exatamente idênticos.
- As **fontes dessa variabilidade** incluem diferenças:
 - nos materiais,
 - no desempenho e operação dos equipamentos de manufatura, e
 - na maneira como os operadores realizam suas tarefas.

Significado de Qualidade



Terminologia de Engenharia da Qualidade

- Como a variabilidade só pode ser descrita em termos estatísticos, os **métodos estatísticos** desempenham papel central nos esforços para a melhoria da qualidade.
- Na aplicação de métodos estatísticos à engenharia da qualidade, é típico classificarem-se os dados sobre características de qualidade como **variáveis** ou como **atributos**:
 - Os dados de **variáveis** são usualmente medidas contínuas, tais como comprimento, voltagem ou viscosidade;
 - Os dados de **atributos**, por outro lado, são usualmente dados discretos, em geral sob a forma de contagem.

Significado de Qualidade



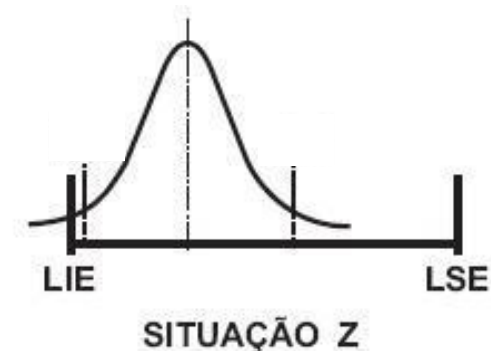
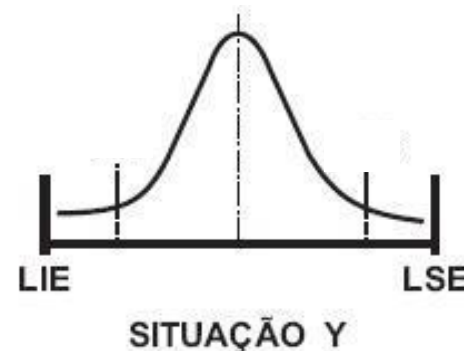
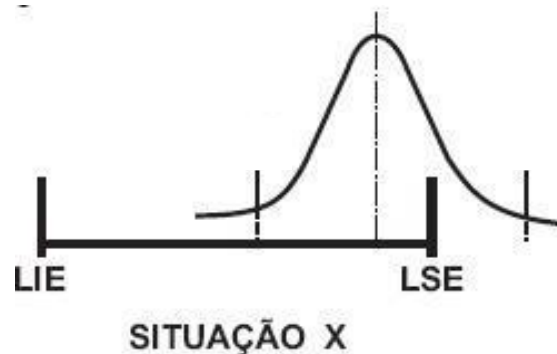
Terminologia de Engenharia da Qualidade

- As características de qualidade são, quase sempre, avaliadas em relação a **especificações**.
- Para um produto manufaturado, as especificações são as **medidas desejadas** para as características de qualidade dos componentes ou das submontagens de que se constitui o produto, bem como os **valores desejados** para as características de qualidade no produto final.
- Nas indústrias de serviços, as especificações são, tipicamente, em termos de tempo máximo para processar uma ordem ou providenciar um serviço particular.



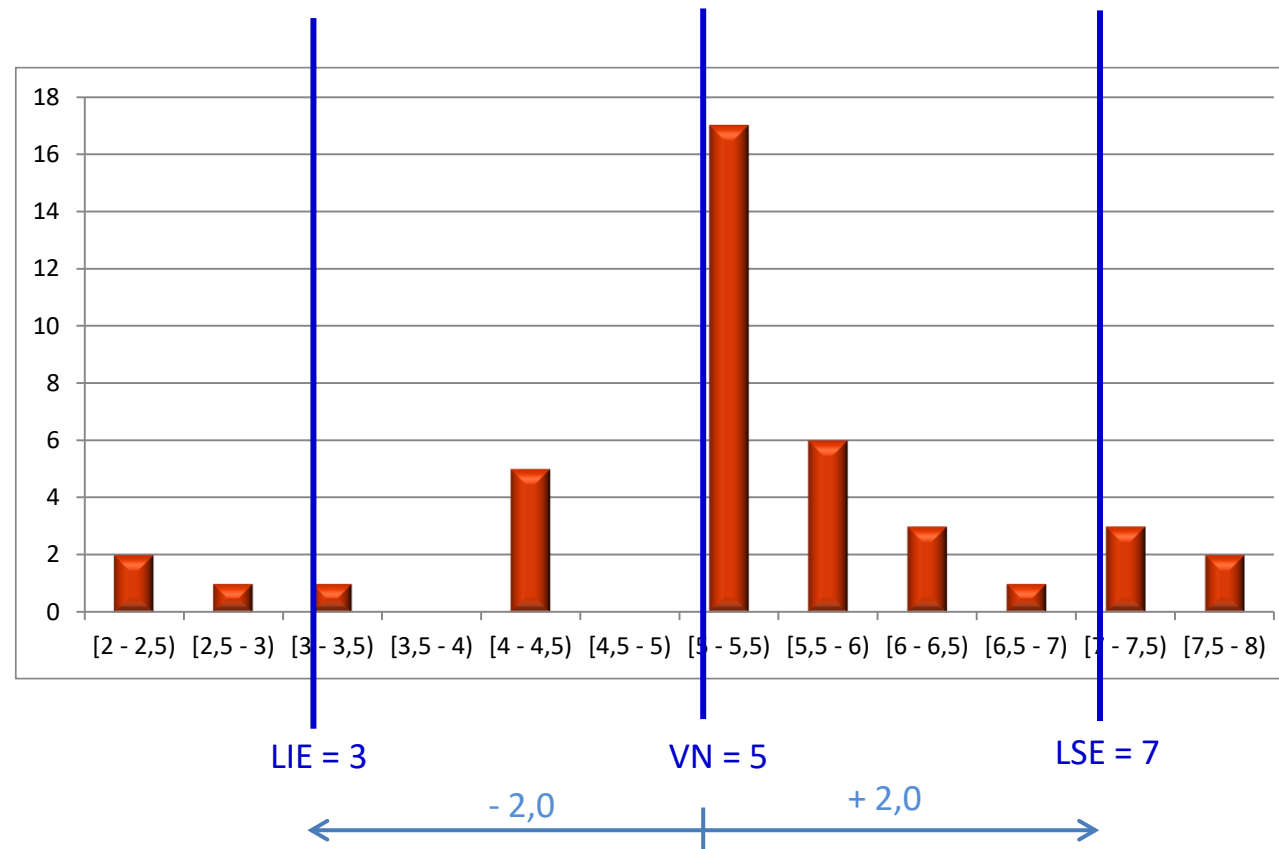
Terminologia de Engenharia da Qualidade

- **valor nominal ou valor-alvo (especificado).**
- **limite superior de especificação (LSE),**
- **limite inferior de especificação (LIE).**



Significado de Qualidade

Caso Aluno Média Ponderada 5,6

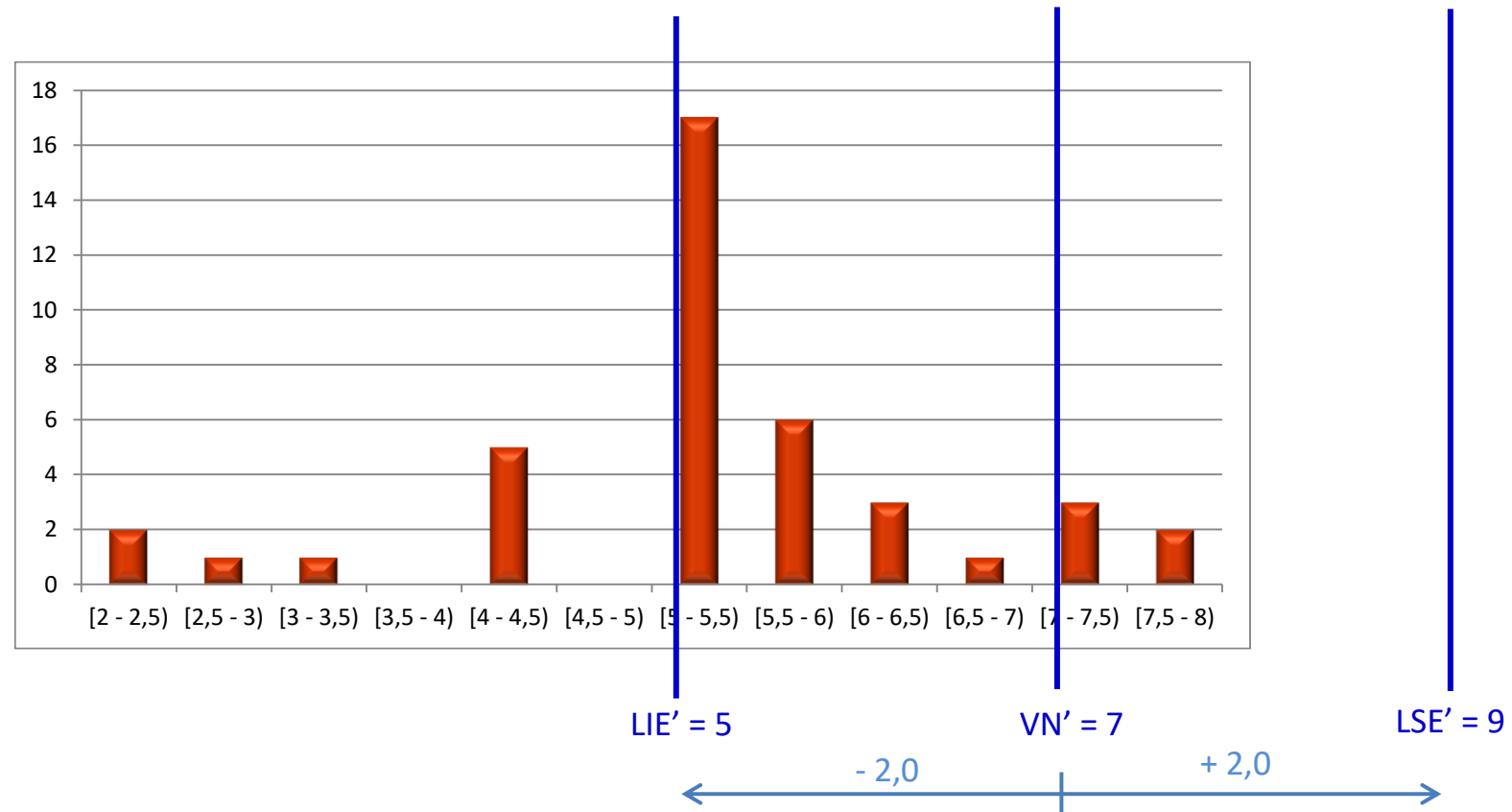


Ernesto



Significado de Qualidade

Caso Aluno Média Ponderada 5,6



Parte I: A Melhoria da Qualidade no Contexto da Empresa Moderna

MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA O CONTROLE E A MELHORIA DA QUALIDADE

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

- Este curso é concentrado na tecnologia estatística e de engenharia que é útil na melhoria da qualidade.
- Especificamente, focalizamos três áreas principais:
 - **Amostragem de Aceitação / Inspeção;**
 - **Controle Estatístico de Processos; e**
 - **Planejamento de Experimento.**



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

- **Amostragem de Aceitação / Inspeção;**
- Controle Estatístico de Processo; e
- Planejamento de Experimentos.



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

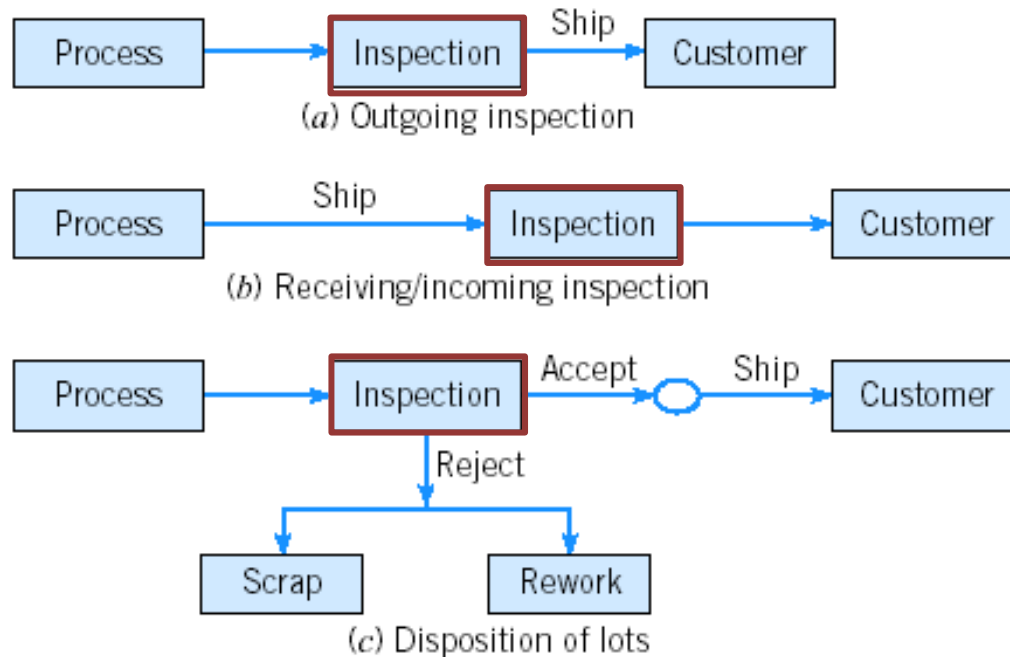


- A **amostragem de aceitação** pode ser definida como a **inspeção e classificação** de uma amostra de unidades selecionadas aleatoriamente de uma remessa ou lote maior;
- A decisão final sobre o destino do lote, ocorre, em geral, em dois pontos:
 - na entrada de matérias-primas ou componentes, ou
 - na produção final.

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- A figura mostra diferentes variações de amostragem de aceitação.



(a) Inspeção na Saída

Operação de inspeção feita imediatamente após a produção, antes de o produto ser embarcado para o cliente.

(b) Inspeção na Recepção / Entrada

Tiram-se amostras de vários lotes do produto assim que são recebidos do fornecedor.

(c) Disposição dos Lotes

Decisões sobre o destino de lotes são ilustradas na parte (c) da figura. Lotes dos quais se extraíram amostras podem ser aceitos ou rejeitados. Os itens de um lote rejeitado são normalmente descartados ou reciclados, ou podem ser retrabalhados ou substituídos por unidades perfeitas. No último caso, temos o que se chama de **inspeção de retificação**.

Figura: Variações da Amostragem de Aceitação

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

- Amostragem de Aceitação / Inspeção;
- **Controle Estatístico de Processo;** e
- Planejamento de Experimentos.



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

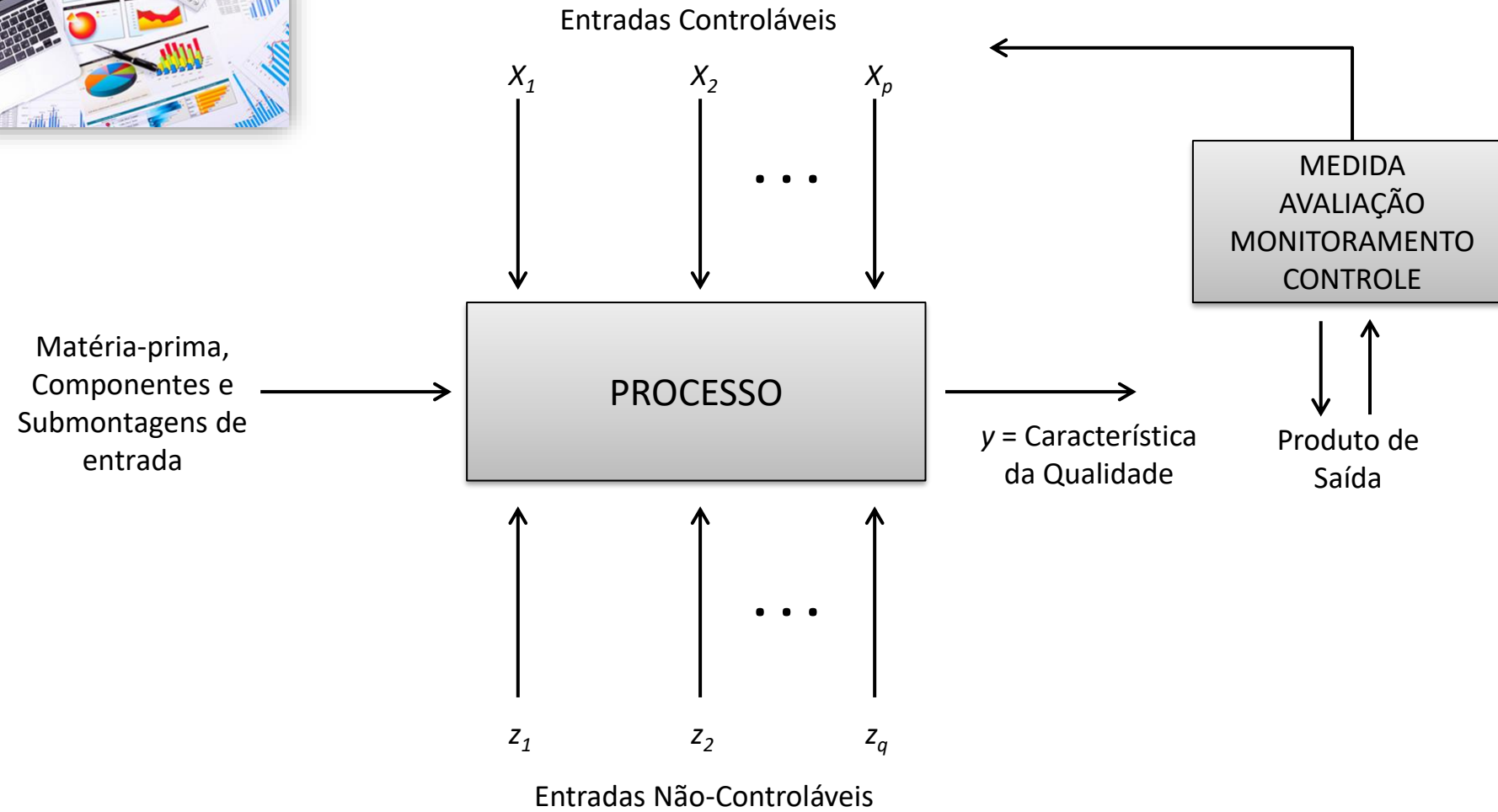
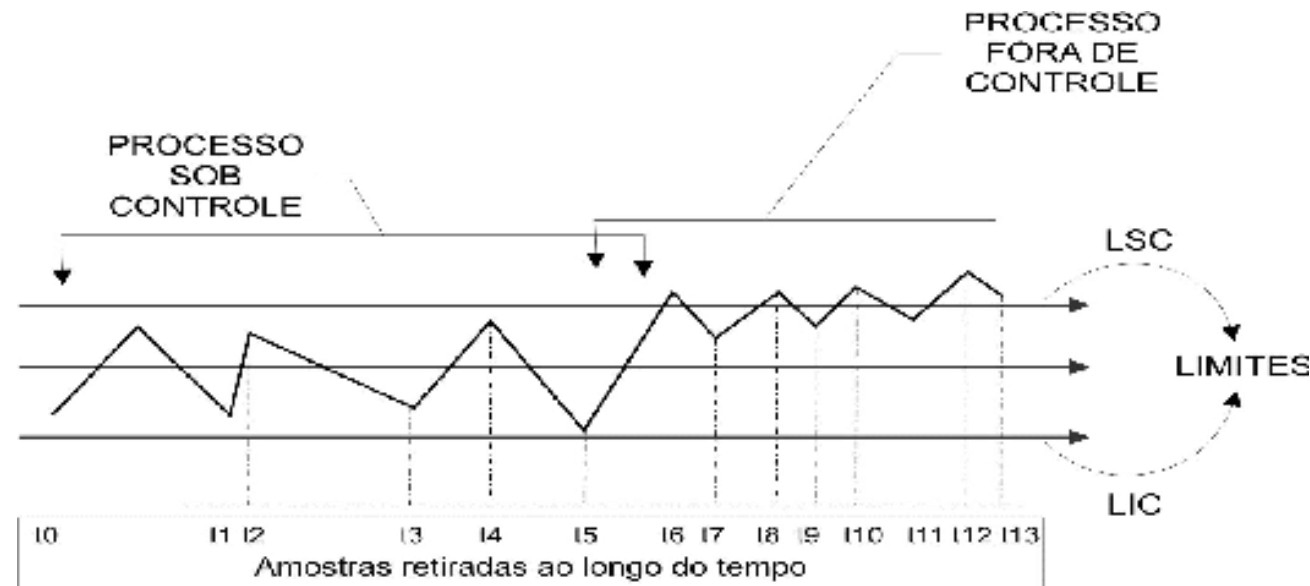


Figura: Entradas e Saídas de Um Processo de Produção

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

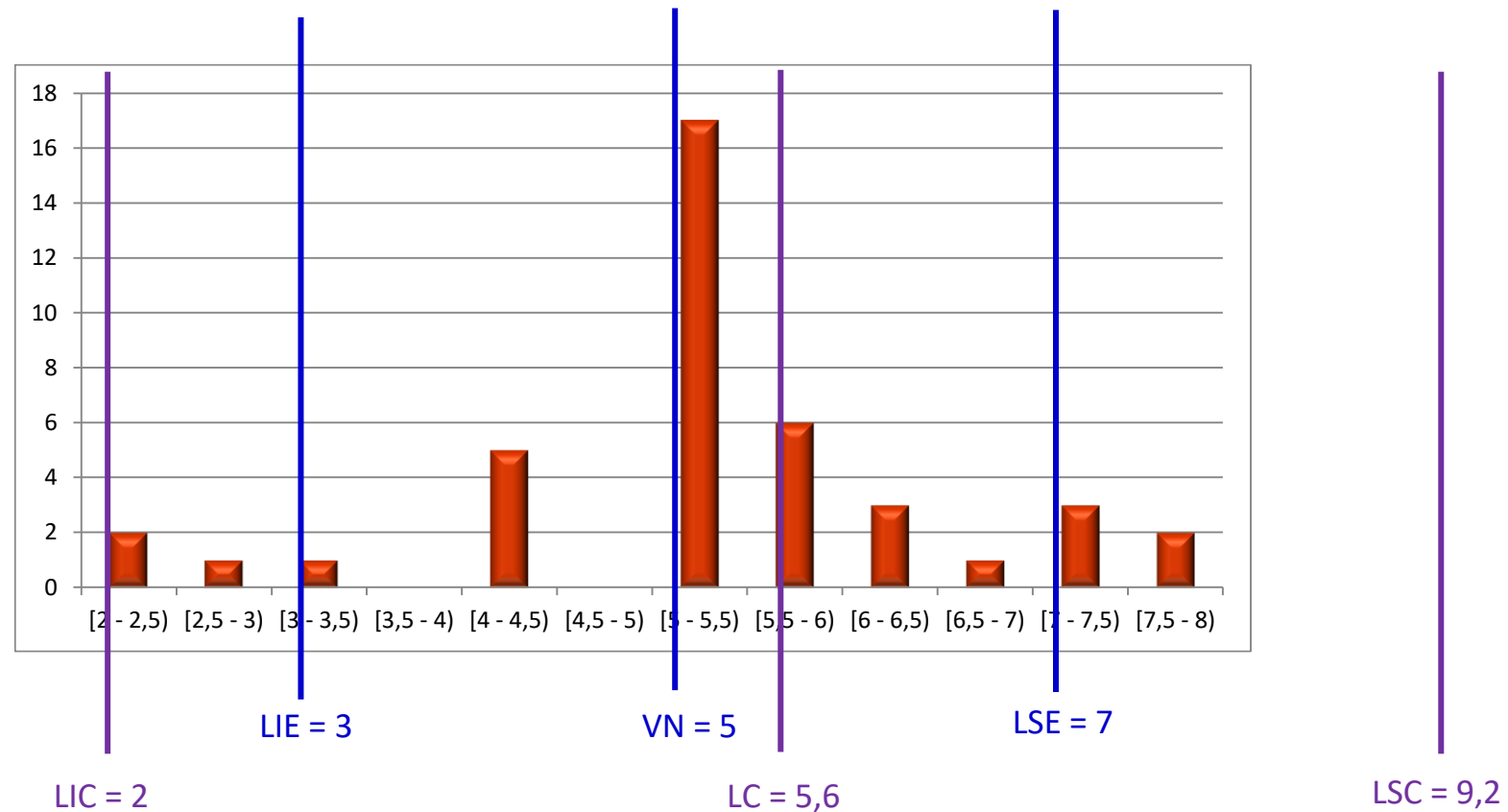


- Um **gráfico de controle** é uma das técnicas principais do **Controle Estatístico do Processo** ou **CEP**. O gráfico abaixo ilustra um típico gráfico de controle.



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

Caso Aluno Média Ponderada 5,6



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- O gráfico de controle é uma **técnica de monitoramento do processo** muito útil; quando fontes não usuais de variabilidade estão presentes, as médias amostrais serão plotadas fora dos limites de controle.
- Isto é um **sinal** da necessidade de alguma investigação do processo e de que alguma ação corretiva deve ser tomada para a remoção dessas fontes não-usuais de variabilidade.
- O uso sistemático do gráfico de controle é um excelente modo de reduzir a variabilidade.

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- Um **experimento planejado** é extremamente útil na descoberta das variáveis-chave que influenciam as características da qualidade de interesse no processo.
- Um experimento planejado é uma abordagem de variação sistemática de fatores de entrada controláveis no processo e de determinação do efeito que esses fatores têm nos parâmetros do produto de saída.
- Experimentos estatisticamente planejados são valiosos na redução da variabilidade nas características da qualidade e na determinação dos níveis das variáveis controláveis que otimizam o desempenho do processo.

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- Um tipo importante de experimento planejado é o **desenho fatorial**, no qual variam-se todos os fatores de tal modo que todas as combinações possíveis dos níveis dos fatores são testadas.

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- $p = 2$ fatores na Figura (a) x_1 e $x_2 \rightarrow$ fatores controláveis
- Níveis = 2 (baixo e alto)

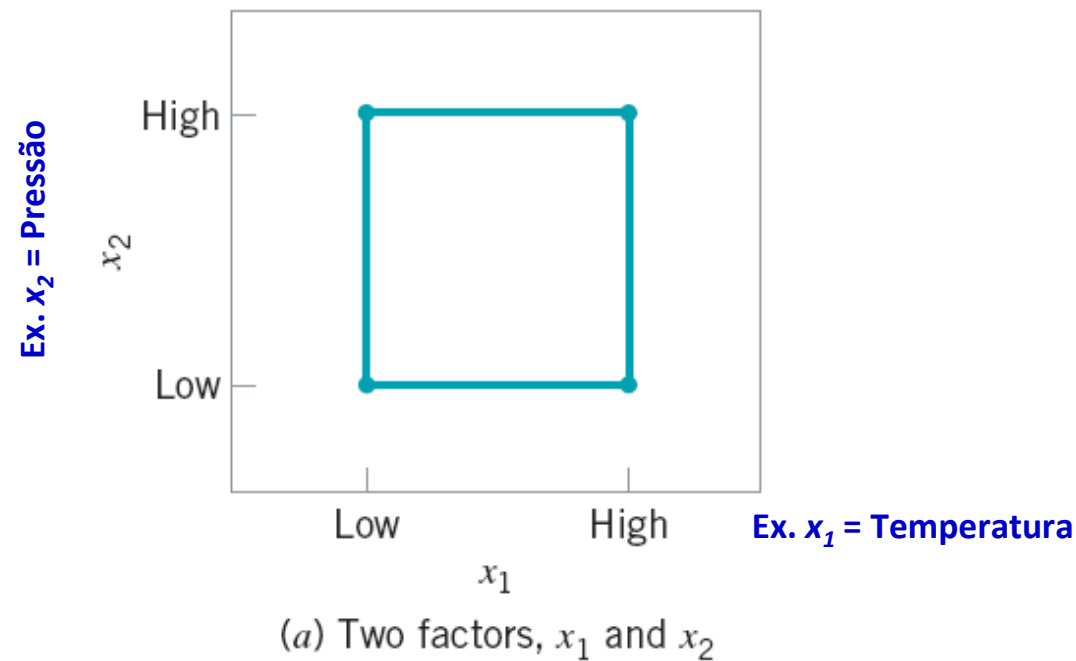


Figura: Desenhos Fatoriais para o Processo c/ (a) = 2 fatores x_1 e x_2 .

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- $p = 3$ fatores na Figura (a) x_1, x_2 e $x_3 \rightarrow$ *fatores controláveis*
- Níveis = 2 (baixo e alto)
- T = Valor-Alvo para variável de saída (y)

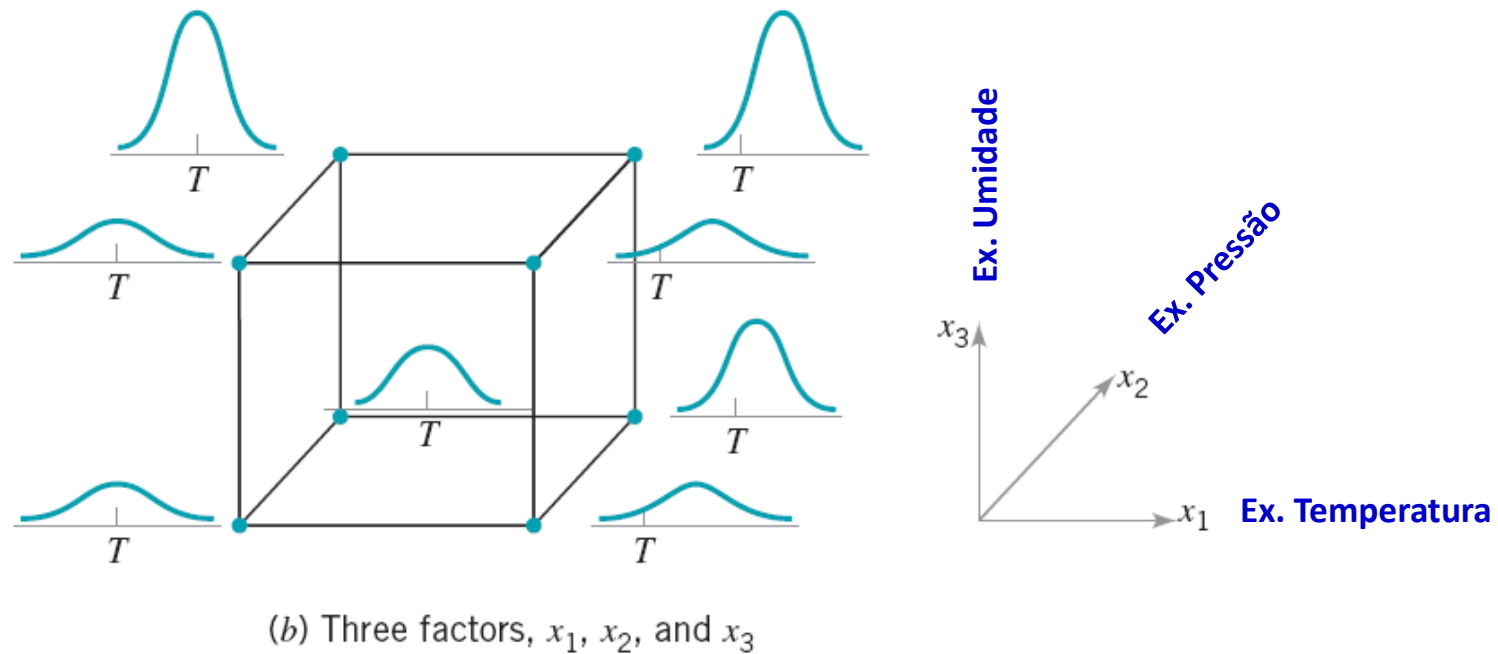


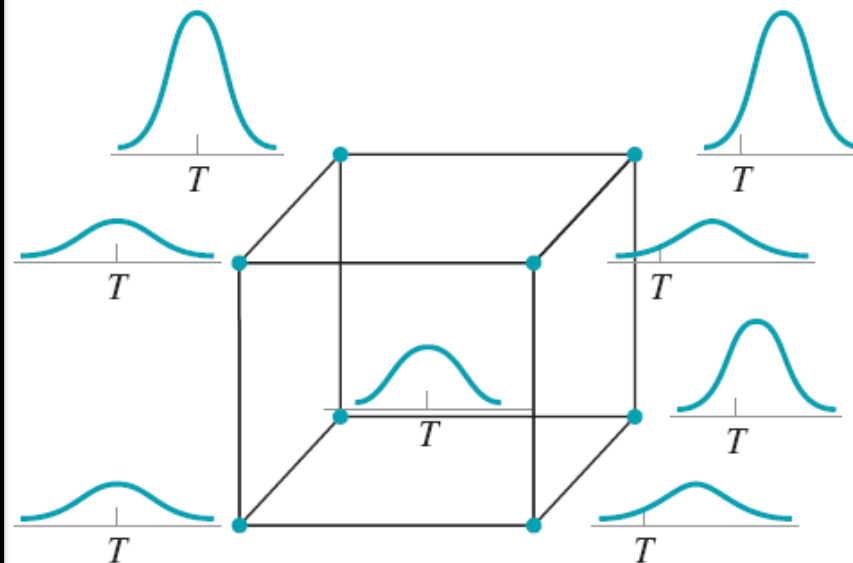
Figura: Desenhos Fatoriais para o Processo c/ (b) = 3 fatores x_1, x_2 e x_3 .

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- $p = 3$ fatores na Figura (a) x_1, x_2 e $x_3 \rightarrow$ fatores controláveis
- Níveis = 2 (baixo e alto)
- T = Valor-Alvo para variável de saída (y)

Resposta:
Qual a melhor combinação entre os níveis de cada variável para o processo em análise? Por que?



(b) Three factors, x_1, x_2 , and x_3

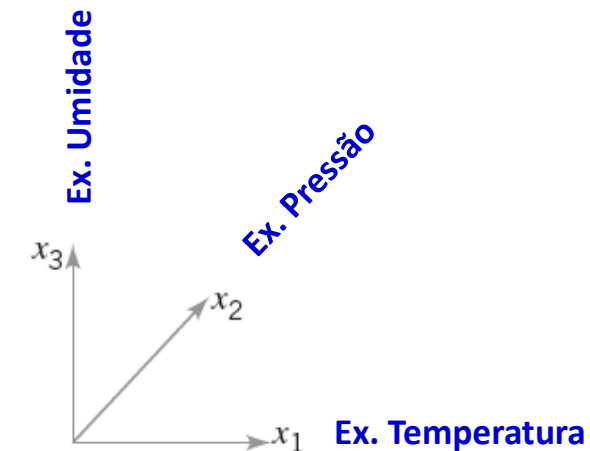


Figura: Desenhos Fatoriais para o Processo c/ (b) = 3 fatores x_1, x_2 e x_3 .

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- $p = 3$ fatores na Figura (a) x_1, x_2 e $x_3 \rightarrow$ *fatores controláveis*
- Níveis = 2 (baixo e alto)
- T = Valor-Alvo para variável de saída (y)

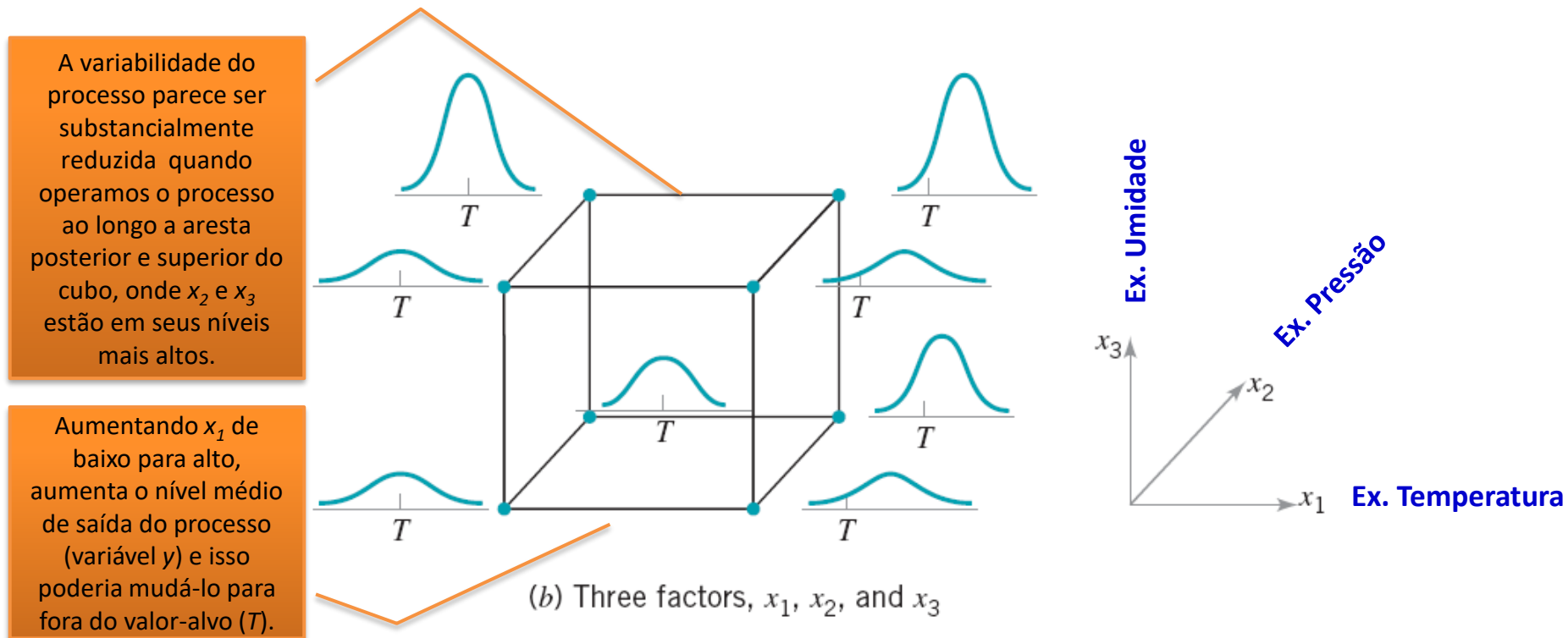


Figura: Desenhos Fatoriais para o Processo c/ (b) = 3 fatores x_1, x_2 e x_3 .

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- Os experimentos planejados são uma importante ferramenta ***off-line*** de controle de qualidade, porque são usados, em geral, nas atividades de desenvolvimento e nos estágios iniciais da manufatura, e não como um procedimento ***on-line*** ou **durante o processo**.
- Desempenham um papel crucial na redução da variabilidade.

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade



- Os sistemas modernos de garantia da qualidade usualmente dão menos ênfase à amostragem de aceitação, e tentam fazer do controle estatístico do processo e do planejamento de experimentos o foco de seus esforços.
- A amostragem de aceitação tende a reforçar a noção de qualidade como “conformidade com especificações”, e não fornece qualquer informação seja para o processo de produção seja para a engenharia de planejamento e desenvolvimento, o que levaria, necessariamente, a uma melhoria da qualidade.

Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

- Quanto ao uso das técnicas de engenharia da qualidade, pode-se dizer que há um processo de evolução típico.

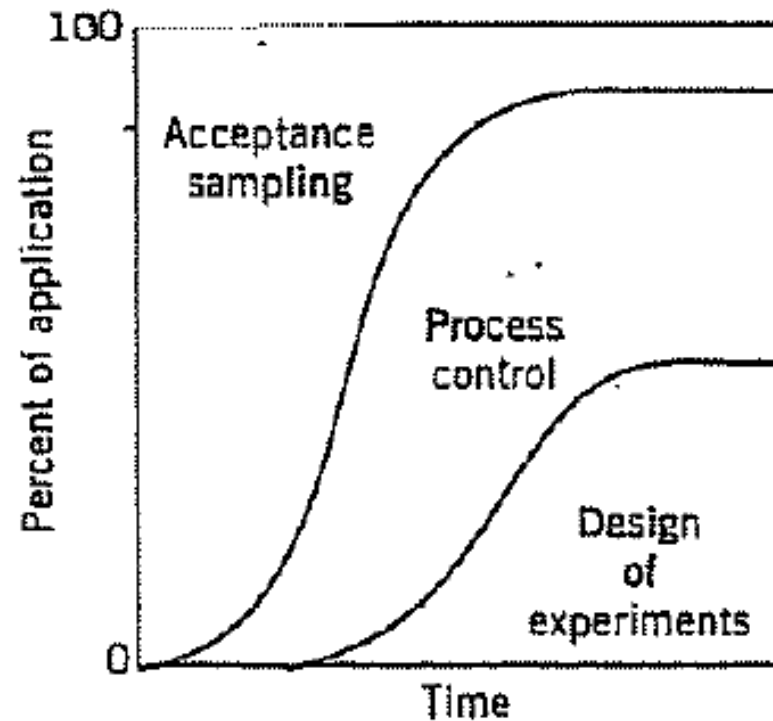
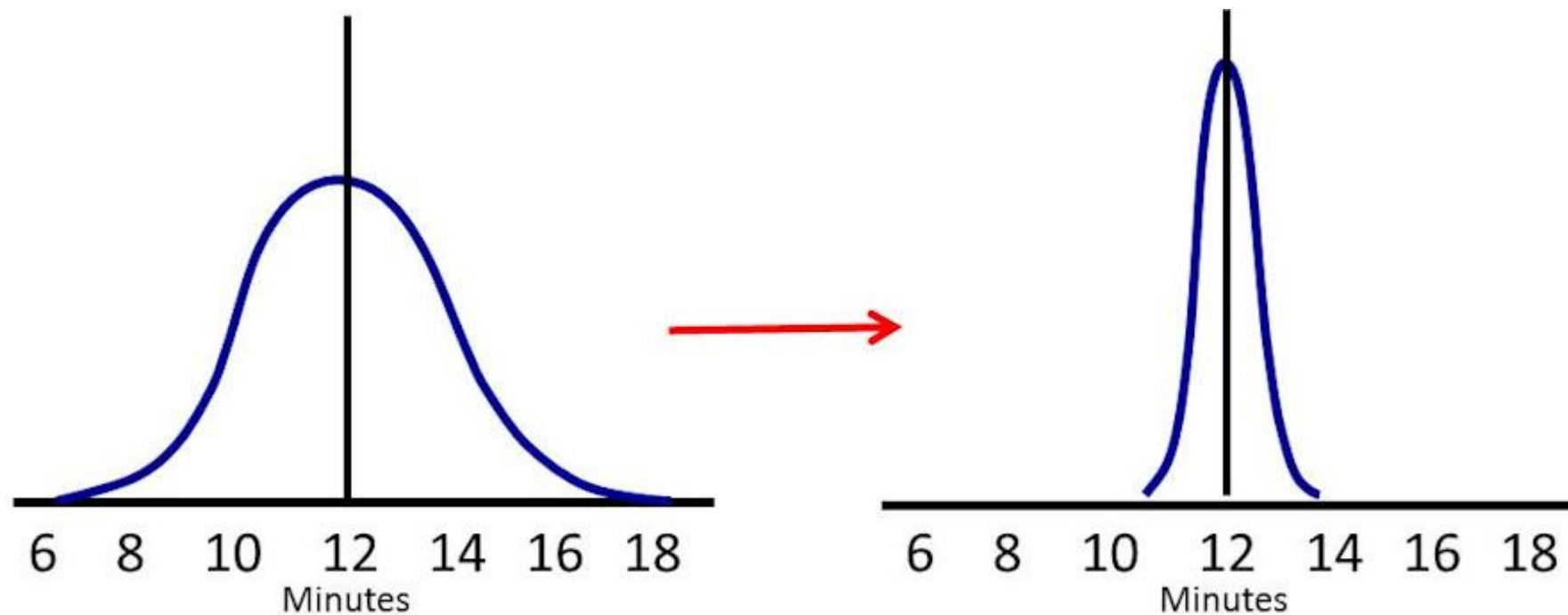


Figura: Diagrama de Fases do Uso de Métodos da Engenharia da Qualidade

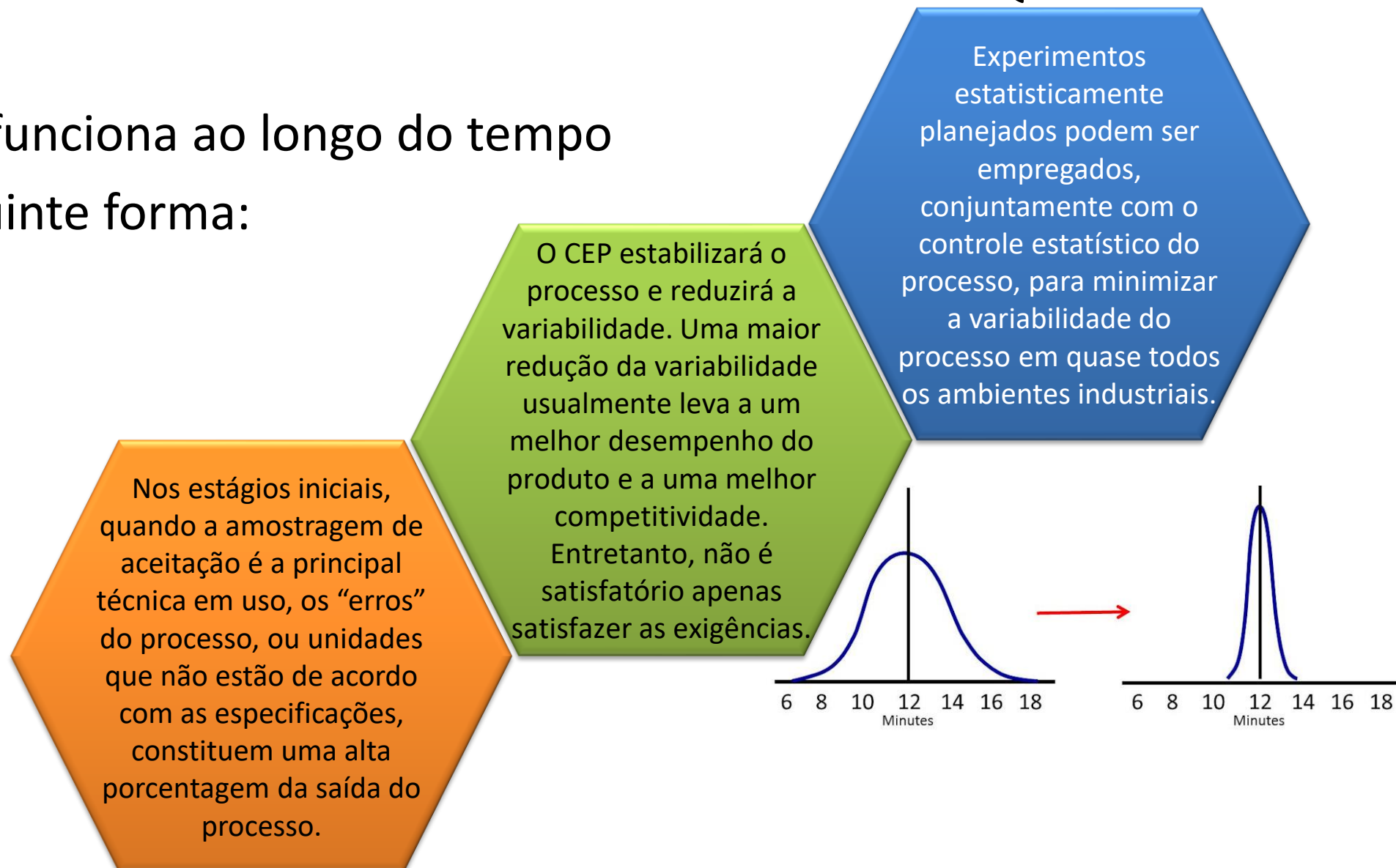
Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

- O **objetivo** primeiro dos esforços da engenharia da qualidade é a **redução sistemática da variabilidade** nas características-chave da qualidade do produto.



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

- Isso funciona ao longo do tempo da seguinte forma:



Métodos Estatísticos p/ a Qualidade

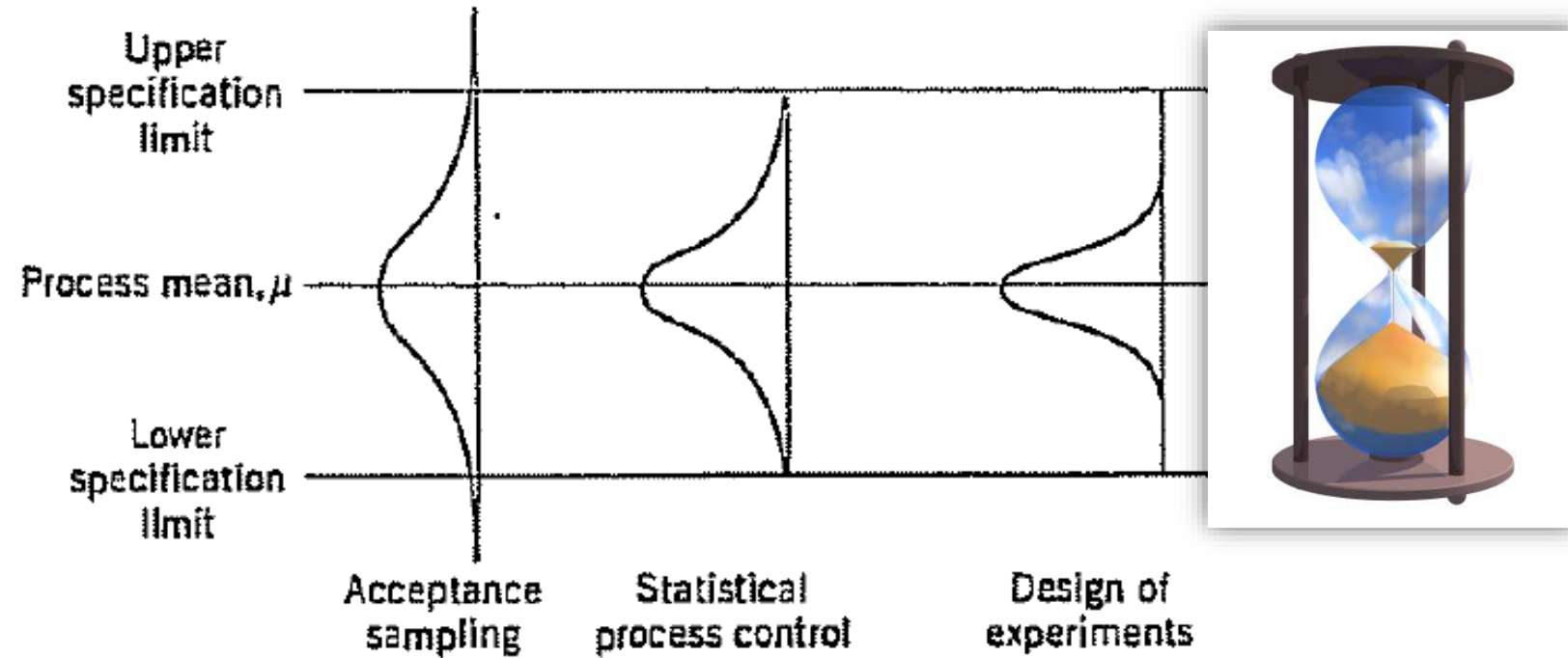
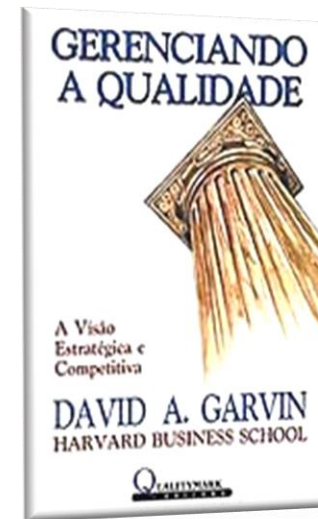


Figura: Aplicação de Técnicas de Engenharia da Qualidade e a Sistemática Redução na Variabilidade do Processo

Bibliografia

- Montgomery, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, RJ. 2004.
- Garvin, D. A. (2002). **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Quality Mark Ed., 2002.
- Garvin, D. A. (1984). What Does 'Product Quality' Really Mean? *Sloan Management Review*, Fall, 1984, p. 25-43.



Parte I: A Melhoria da Qualidade no Contexto da Empresa Moderna

GESTÃO DA QUALIDADE

TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

TQM

- Embora as técnicas estatísticas sejam as ferramentas técnicas críticas para o controle e a melhoria da qualidade, precisam, para ser usadas com maior eficiência, ser implementadas dentro e como parte de um sistema de gerenciamento orientado pela qualidade.
- De fato, o sistema de gerenciamento deve dirigir a filosofia da melhoria da qualidade e garantir a sua implementação em todos os aspectos do negócio.
- Uma das estruturas gerenciais para se conseguir isso é o **Gerenciamento da Qualidade Total (GQT ou TQM)**, embora outros nomes largamente usados incluam **controle de qualidade por toda a companhia, garantia da qualidade total, e seis sigma**.

Gurus da Qualidade

- Muitas pessoas contribuíram para a metodologia estatística da melhoria da qualidade.
- Entretanto, em termos de implementação e filosofia de gerenciamento, três se destacam como líderes:
 - **W. Edwards Deming;**
 - **Joseph. M. Juran;** e
 - **Armand V. Feingenbaum.**

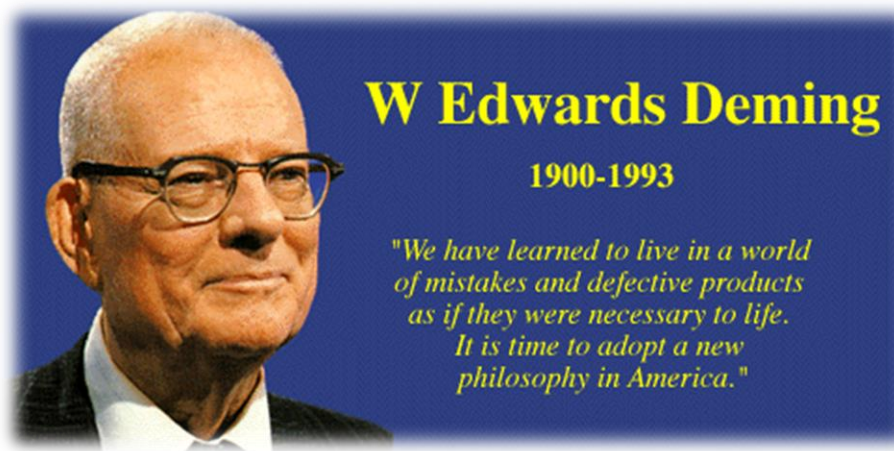


W. Edwards Deming

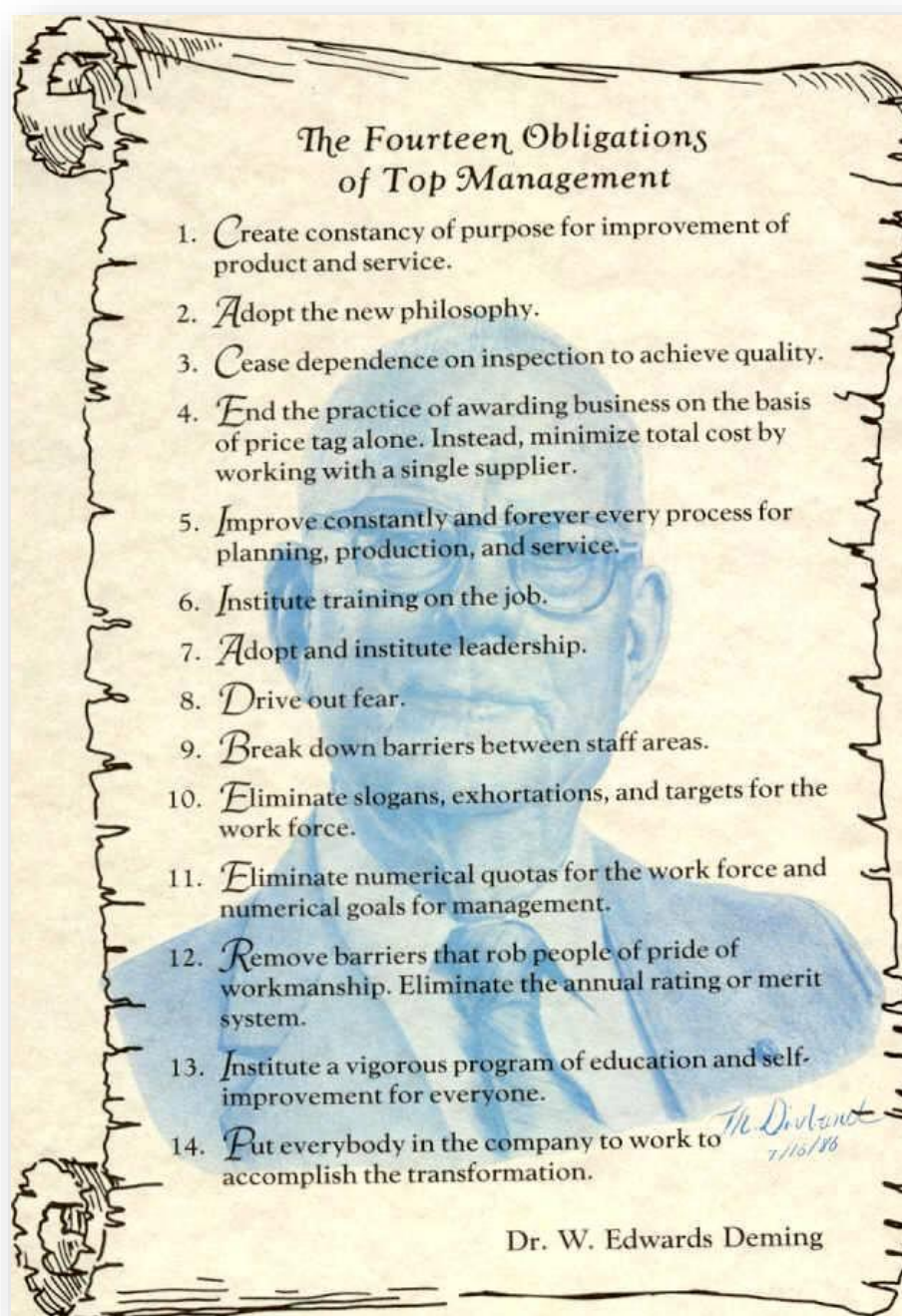


- Ele acreditava firmemente que a responsabilidade pela qualidade está no gerenciamento; isto é, a maior parte das oportunidades para a melhoria da qualidade requer ação gerencial, e muito poucas oportunidades estão no nível do operariado ou do operador.

- A filosofia do Dr. Deming é um importante sistema para a implementação da melhoria da qualidade e produtividade.
- Essa filosofia se resume em 14 pontos para o gerenciamento.
- A figura ilustra os 14 pontos de gerenciamento de Deming.



Fonte: <http://hasanyorukoglu.com/blog/?p=154>



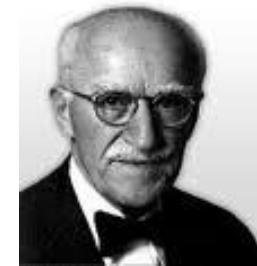
Fonte: <http://www.prweb.com/releases/redbead/experiment/prweb2009884.htm>

Gurus da Qualidade

- À medida que lemos os 14 pontos do Dr. Deming, notamos duas coisas:
 - Primeira, há uma forte ênfase na mudança;
 - Segunda, o papel da gerência nesse processo de mudança é de importância central.
- Entretanto, o que deve ser mudado, e como deve ser iniciado esse processo de mudança?
- Por exemplo, se quisermos melhorar o rendimento de um processo de fabricação de um semicondutor, o que deveremos fazer? É nessa área que os métodos estatísticos atuam mais frequentemente. Para melhorar o processo do semicondutor, devemos determinar quais fatores controláveis no processo influenciam o número de unidades defeituosas produzidas. Para responder essa pergunta, devemos coletar dados do processo e ver como o sistema reage a mudanças nas variáveis do processo. Os métodos estatísticos, tais como experimentos planejados e gráficos de controle, podem contribuir para essas atividades.

Gurus da Qualidade

Joseph M. Juran



- Dr. Juran é um dos criadores do controle estatístico da qualidade.
- Foi convidado a falar aos líderes da indústria Japonesa, quando eles começaram sua transformação industrial no início da década de 50.
- É co-autor com Frank M. Gryna do livro *Quality Control Handbook* (Manual de Controle de Qualidade), uma referência-padrão para os métodos e melhoria da qualidade, desde seu lançamento em 1957.

Gurus da Qualidade



Joseph M. Juran

- A filosofia Juran se baseia na organização para a mudança e implementação da melhoria através do que ele denomina “avanço gerencial”.
- A sequência do avanço é, na verdade, um processo estruturado de resolução de problemas.
- Dr. Juran acredita firmemente que é necessária a ação gerencial para melhorar a qualidade.
- Ele compartilha com o Dr. Deming o ponto de vista de que a maior parte (80%) das oportunidades para a melhoria da qualidade pode ser tratada apenas pela gerência, e que uma pequena proporção dessas oportunidades (20%) pode ser tratada ao nível da força de trabalho.

Gurus da Qualidade

Joseph M. Juran

- Dr. Juran é um dos criadores do controle estatístico da qualidade.
- Trabalhou para o Dr. Walter A. Shewart no AT&T Bell Laboratories e tornou-se desde então um dos líderes na melhoria da qualidade.
- Foi convidado a falar aos líderes da indústria Japonesa, quando eles começaram sua transformação industrial no início da década de 50.
- É co-autor com Frank M. Gryna do livro *Quality Control Handbook* (Manual de Controle de Qualidade), uma referência-padrão para os métodos e melhoria da qualidade, desde seu lançamento em 1957.
- O Dr. Juran enfatiza menos os métodos estatísticos do que o Dr. Deming. A filosofia Juran se baseia na organização para a mudança e implementação da melhoria através do que ele denomina “avanço gerencial”.
- A sequência do avanço é, na verdade, um processo estruturado de resolução de problemas.
- Dr. Juran acredita firmemente que é necessária a ação gerencial para melhorar a qualidade.
- Ele compartilha com o Dr. Deming o ponto de vista de que a maior parte (80%) das oportunidades para a melhoria da qualidade pode ser tratada apenas pela gerência, e que uma pequena proporção dessas oportunidades (20%) pode ser tratada ao nível da força de trabalho.

Gurus da Qualidade



Armand V. Feigenbaum

- O Dr. Feigenbaum foi o primeiro a introduzir o conceito de controle da qualidade por toda a companhia, em seu livro histórico *Total Quality Control* (Controle da Qualidade Total), publicada em 1951. Esse livro influenciou muitos dos princípios da filosofia da gerência de qualidade no Japão, no início dos anos 50. Na verdade, muitas companhias Japonesas usaram o nome “controle da qualidade total” para descrever seus esforços.
- Dr. Feigenbaum se preocupa mais com a estrutura organizacional e com uma abordagem de sistemas para a melhoria da qualidade do que com os métodos estatísticos.

Gurus da Qualidade

Armand V. Feigenbaum



- Inicialmente, ele sugeriu que a maior parte da capacidade técnica fosse concentrada em um departamento especializado. Isso contrasta com o ponto de vista mais moderno de que o conhecimento e o uso de ferramentas estatísticas devem se generalizar.
- No entanto, os aspectos organizacionais do trabalho do Dr. Feigenbaum são importantes, na medida em que a melhoria da qualidade não surge como uma atividade de base; requer muito compromisso da gerência para fazê-la funcionar.

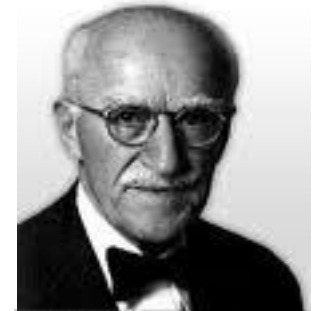
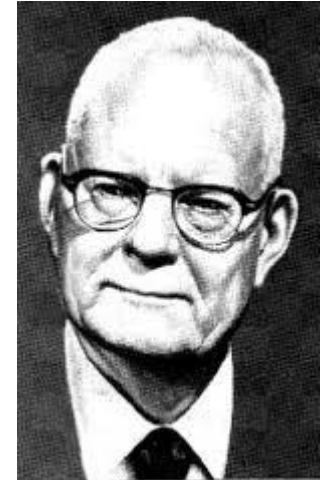
Gurus da Qualidade

Armand V. Feigenbaum

- O Dr. Feigenbaum foi o primeiro a introduzir o conceito de controle da qualidade por toda a companhia, em seu livro histórico *Total Quality Control* (Controle da Qualidade Total), publicada em 1951. Esse livro influenciou muitos dos princípios da filosofia da gerência de qualidade no Japão, no início dos anos 50. Na verdade, muitas companhias Japonesas usaram o nome “controle da qualidade total” para descrever seus esforços.
- Dr. Feigenbaum se preocupa mais com a estrutura organizacional e com uma abordagem de sistemas para a melhoria da qualidade do que com os métodos estatísticos.
- Inicialmente, ele sugeriu que a maior parte da capacidade técnica fosse concentrada em um departamento especializado. Isso contrasta com o ponto de vista mais moderno de que o conhecimento e o uso de ferramentas estatísticas devem se generalizar.
- No entanto, os aspectos organizacionais do trabalho do Dr. Feigenbaum são importantes, na medida em que a melhoria da qualidade não surge como uma atividade de base; requer muito compromisso da gerência para fazê-la funcionar.

Gurus da Qualidade

- Todos esses pioneiros realçam os seguintes pontos:
 - A importância da qualidade como uma arma competitiva essencial;
 - O papel importante que a gerência deve ter na implementação da melhoria da qualidade; e
 - A importância das técnicas e métodos estatísticos na “transformação da qualidade” de uma organização.



TQM



- O gerenciamento da qualidade total é uma estratégia para a implementação e gerenciamento das atividades de melhoria da qualidade em toda a organização.
- O TQM começou no início dos anos 80, com as filosofias de Deming e Juran como ponto central.



- Conceitos e ideias, envolvendo:
 - Organizações participativas e cultura do trabalho (em equipe);
 - Foco no cliente;
 - Melhoria da qualidade do fornecedor;
 - Integração do sistema de qualidade com os objetivos da empresa; e
 - Muitas outras atividades para focar todos os elementos da organização em torno da melhoria da qualidade.

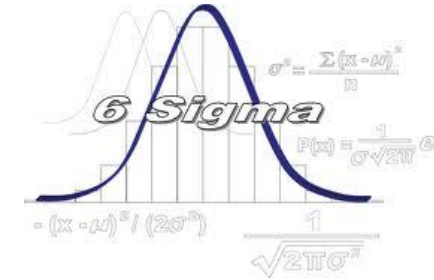
TQM



- Algumas razões gerais para a falta de sucesso visível do TQM incluem:
 - Falta de atuação, compromisso e envolvimento de cima para baixo, da gerência de alto nível;
 - Uso inadequado dos métodos estatísticos e reconhecimento insuficiente da redução da variabilidade como objetivo primário;
 - Objetivos difusos, em oposição a enfocados e específicos; e
 - Ênfase excessiva em treinamento em larga escala, em oposição à educação técnica enfocada.

Gestão da Qualidade

Seis Sigma



O Programa Seis Sigma

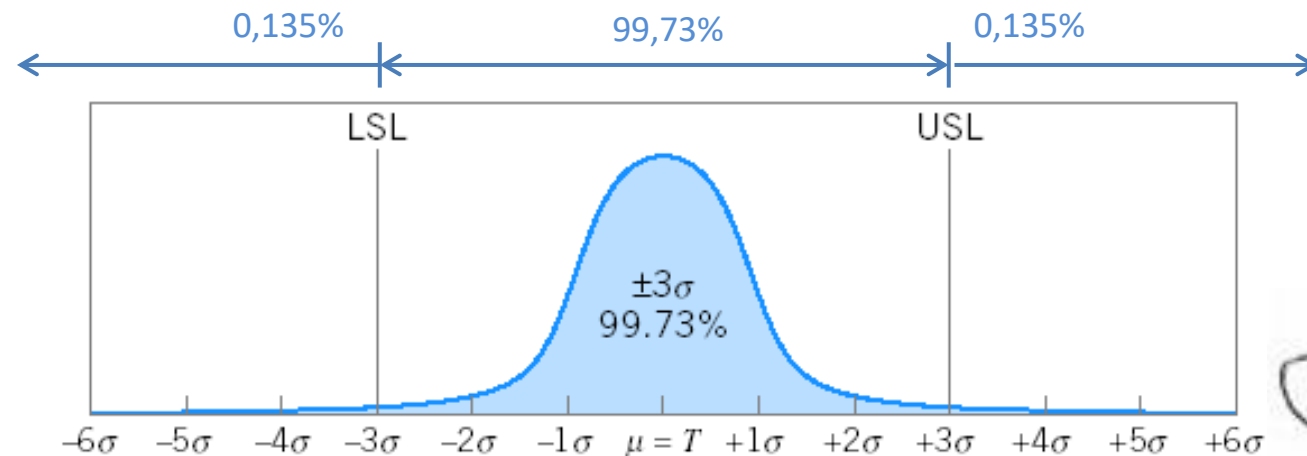
- Produtos de alta tecnologia com muitos componentes complexos têm, tipicamente, muitas oportunidades para falhas e defeitos.
- A Motorola desenvolveu seu Programa Seis Sigma, na década de 80, como resposta à demanda por esses produtos.
- O foco do Programa Seis Sigma está na redução da variabilidade nas principais características de qualidade do produto, ao nível do qual falhas e defeitos são extremamente improváveis.

Gestão da Qualidade

Seis Sigma



Gestão da Qualidade Seis Sigma



Spec. Limit	Percent Inside Specs	ppm Defective
± 3 Sigma	99.73	2700

(a) Normal distribution centered at the target (T)

But
What's a "sigma"?

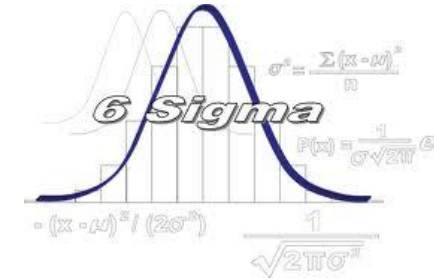


Figura: O Conceito Seis Sigma da Motorola – (a) Distribuição Normal Centrada no Alvo (T)

Gestão da Qualidade

Seis Sigma

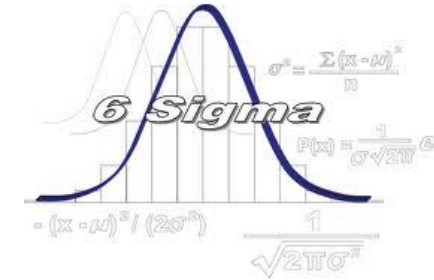
O Programa Seis Sigma



- A figura mostra uma distribuição de probabilidade normal como modelo para uma característica da qualidade, com os limites de especificação em três desvios padrão de cada lado da média.
- Nessa situação, a probabilidade de se produzir um produto dentro dessas especificações é de 0,9973, o que corresponde a 2.700 partes com defeitos por milhão (ppm) de oportunidades.
- Isto é conhecido como **desempenho de qualidade três sigma**, e parece, na verdade muito bom.

Gestão da Qualidade

Seis Sigma



O Programa Seis Sigma

- **Desempenho de qualidade três sigma é realmente bom?**
- Imagine que tenhamos um produto que consiste em um conjunto de 100 componentes ou partes e que todas essas 100 partes devem ser não-defeituosas para que o produto funcione satisfatoriamente.

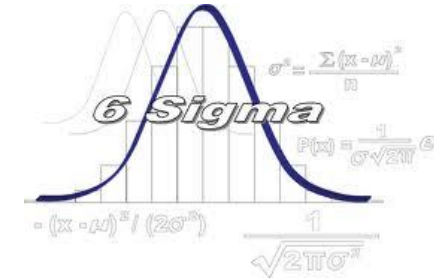
MULTIPLICAÇÃO DE PROBABILIDADES:

Se um acontecimento é composto por vários eventos sucessivos e independentes de modo que:

- O 1º evento é A e sua probabilidade é P(A);
- O 2º evento é B e sua probabilidade é P(B);
- O 3º evento é C e sua probabilidade é P(C);
- O n-ésimo evento é N e sua probabilidade é P(N), então a probabilidade de os eventos A, B, C e N ocorrerem nessa ordem é:
 $P = P(A) \cdot P(B) \cdot P(C) \dots P(N)$

Gestão da Qualidade

Seis Sigma

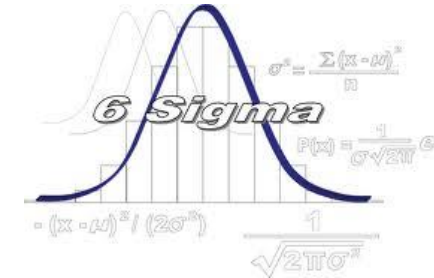


O Programa Seis Sigma

- **Desempenho de qualidade três sigma é realmente bom?**
- Imagine que tenhamos um produto que consiste em um conjunto de 100 componentes ou partes e que todas essas 100 partes devem ser não-defeituosas para que o produto funcione satisfatoriamente.
- A probabilidade de uma unidade específica do produto ser não-defeituosa é:
que: $0,9973 \times 0,9973 \times \dots \times 0,9973 = (0,9973)^{100} = 0,7631$ ou 76,3%
- Isto é, cerca de 23,7% dos produtos produzidos sob a qualidade três-sigma serão defeituosos.
- Esta não deveria ser uma situação aceitável, porque muitos dos produtos de alta tecnologia são feitos de milhares de componentes: um automóvel pode ter mais de 200.000 componentes e um avião, vários milhões.

Gestão da Qualidade

Seis Sigma

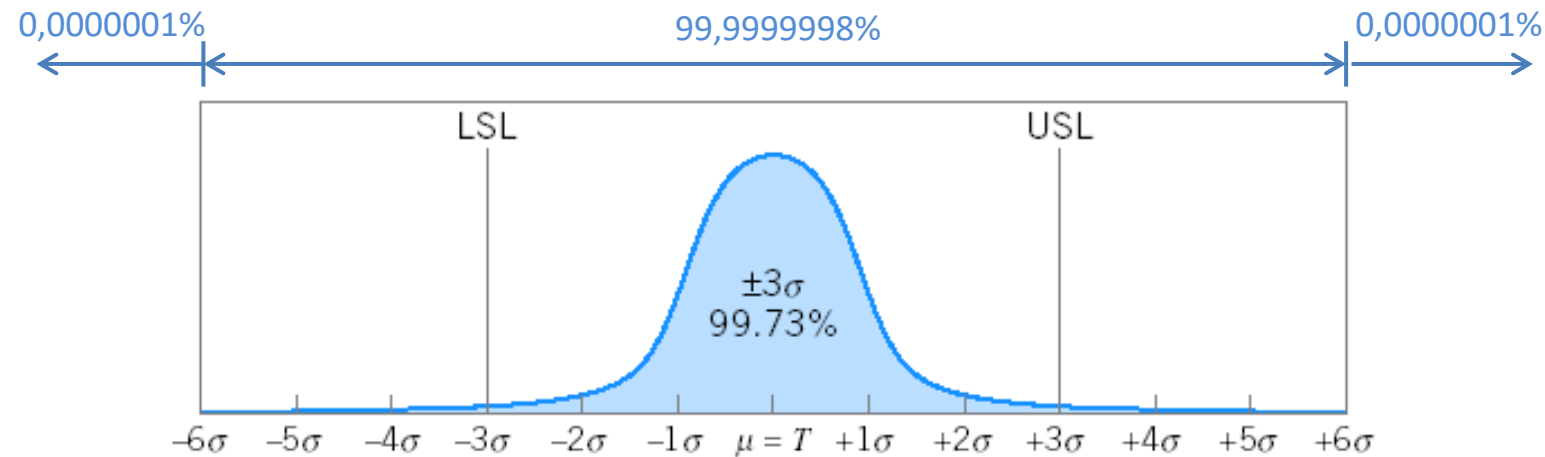


O Programa Seis Sigma

- Dessa forma, o conceito Seis Sigma da Motorola é o de reduzir a variabilidade no processo de modo que os limites de especificação estejam a seis desvios padrão da média.
- Voltando ao gráfico, haverá apenas cerca de 2 partes por bilhão de defeituosos.
- Isso significa que sob a **qualidade seis sigma**, a probabilidade de que uma unidade específica do produto hipotético (100 componentes) é de 0,999999998 (99,9999998%), ou 0,002 ppm, uma situação muito melhor!
- É importante observar que esses valores são confiáveis mantendo a média do processo centrada no valor-alvo T .

Gestão da Qualidade

Seis Sigma



Spec. Limit	Percent Inside Specs	ppm Defective
± 1 Sigma	68.27	317300
± 2 Sigma	95.45	45500
± 3 Sigma	99.73	2700
± 4 Sigma	99.9937	63
± 5 Sigma	99.999943	0.57
± 6 Sigma	99.999998	0.002

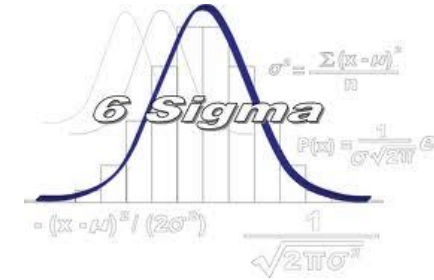
(a) Normal distribution centered at the target (T)

Figura: O Conceito Seis Sigma da Motorola – (a) Distribuição Normal Centrada no Alvo (T)

Gestão da Qualidade

Seis Sigma

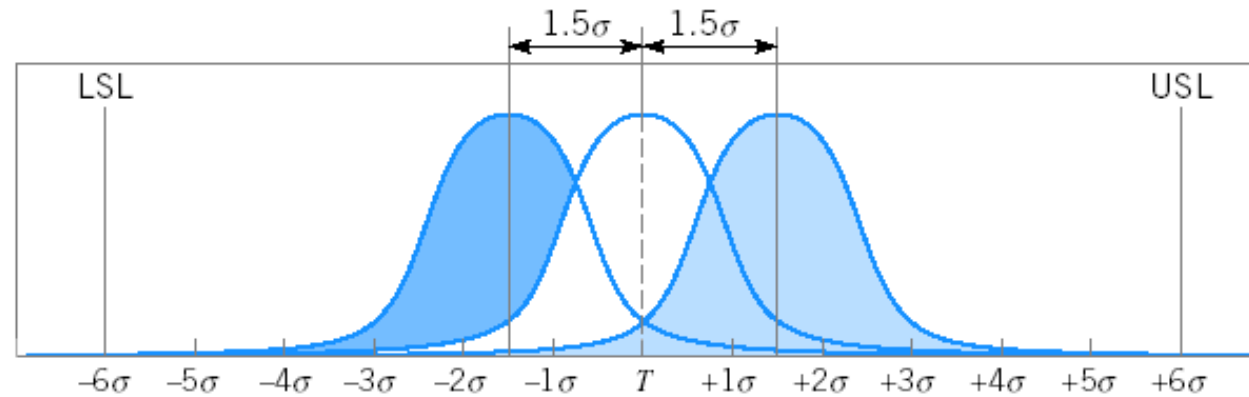
O Programa Seis Sigma



- Quando o conceito Seis Sigma foi inicialmente desenvolvido, fez-se uma suposição de que quando o processo alcançasse o nível de qualidade seis sigma, a média do processo estaria ainda sujeita a perturbações que poderiam fazer com que ela mudasse em até 1,5 desvio padrão para longe do alvo.
- Nesse cenário, o processo seis sigma produziria cerca de até 3,4 ppm de defeituosos.

Gestão da Qualidade

Seis Sigma



Spec. Limit	Percent inside specs	ppm Defective
± 1 Sigma	30.23	697700
± 2 Sigma	69.13	608700
± 3 Sigma	93.32	66810
± 4 Sigma	99.3790	6210
± 5 Sigma	99.97670	233
± 6 Sigma	99.999660	3.4

(b) Normal distribution with the mean shifted by $\pm 1.5\sigma$ from the target

Figure 1-11 The Motorola six-sigma concept.

Figura: O Conceito Seis Sigma da Motorola – (b) Distribuição Normal Média Deslocada de $1,5\sigma$ do Alvo



- Citizenship
- Research & Development
- Worldwide Activities
- Leadership
- Governance
- Our Culture
- Our History
- Advertising

What Is Six Sigma?

<http://www.ge.com/en/company/companyinfo/quality/whatis.htm>

Globalization and instant access to information, products and services continue to change the way our customers conduct business.

Today's competitive environment leaves no room for error. We must delight our customers and relentlessly look for new ways to exceed their expectations. This is why Six Sigma Quality has become a part of our culture.

First, What is Six Sigma?

First, what it is not. It is not a secret society, a slogan or a cliché. Six Sigma is a highly disciplined process that helps us focus on developing and delivering near-perfect products and services.

Why "Sigma"? The word is a statistical term that measures how far a given process deviates from perfection. The central idea behind Six Sigma is that if you can measure how many "defects" you have in a process, you can systematically figure out how to eliminate them and get as close to "zero defects" as possible. To achieve Six Sigma Quality, a process must produce no more than 3.4 defects per million opportunities. An "opportunity" is defined as a chance for nonconformance, or not meeting the required specifications. This means we need to be nearly flawless in executing our key processes.

Key Concepts of Six Sigma

At its core, Six Sigma revolves around a few key concepts.

Critical to Quality:	Attributes most important to the customer
Defect:	Failing to deliver what the customer wants
Process Capability:	What your process can deliver
Variation:	What the customer sees and feels
Stable Operations:	Ensuring consistent, predictable processes to improve what the customer sees and feels
Design for Six Sigma:	Designing to meet customer needs and process capability

Related Links

- [Citizenship](#)
- [Careers](#)
- [Ecomagination](#)

Outros Aspectos da Qualidade

Outros Programas para a Melhoria do Sistema de Produção

- Tem havido muitas outras iniciativas devotadas à melhoria do sistema de produção, exemplo:
 - Reengenharia, *Downsizing*;
 - *Just in Time*;
 - *Lean Production* ou Manufatura Enxuta;
 - Fabricação ágil;
 - Entre outros.
- A maioria desses “programas” devota muito pouco tempo à redução de variabilidade.
- É praticamente impossível reduzir o estoque durante o processo ou operar um sistema de produção com fornecimento sob medida (*just in time*), ágil ou enxuto quando uma grande e imprevisível parte da saída do processo é defeituosa.
- Tais esforços não atingirão seu potencial pleno sem que uma ênfase maior nos métodos estatísticos para a melhoria do processo e redução da variabilidade os acompanhe.

Outros Aspectos da Qualidade

O Elo entre Qualidade e Produtividade



- A excessiva variabilidade do processo é responsável pela quantidade extremamente alta de não-conformes.
- A instalação do controle estatístico do processo e a redução da variabilidade decorrente do mesmo resultam em uma redução nos custos de fabricação.
- Isto, por sua vez, resulta em um aumento na capacidade de produção sem qualquer investimento adicional em equipamento, mão-de-obra ou despesas gerais.
- Esforços para melhorar esse processo por outros métodos (como *just in time*, manufatura enxuta, fabricação ágil, etc.) serão, provavelmente, totalmente ineficazes até que o problema básico de excessiva variabilidade seja resolvido.

Outros Aspectos da Qualidade

Custos da Qualidade e Custos da Não-Qualidade



- Os custos da qualidade são aquelas categorias de custos que estão associadas a produzir, identificar, evitar ou reparar os produtos que não correspondem às especificações.
- Outros autores dividem esses custos em **custos da qualidade** (aqueles custos gerados para garantir a qualidade – identificação ou prevenção, por exemplo) e **custos da não-qualidade** (aqueles custos gerados pela falta de qualidade – retrabalhos e refugos, por exemplo).

Custos da Qualidade e Custos da Não-Qualidade



- Muitas organizações de manufatura e serviços usam quatro categorias de custos da qualidade / não -qualidade:
 - Custos de prevenção
 - Custos de avaliação;
 - Custos de falha interna; e
 - Custos de falha externa.

Outros Aspectos da Qualidade



CUSTOS DA QUALIDADE

Custos de Prevenção

São aqueles custos associados a esforços no projeto e na fabricação que se dirigem à prevenção de não-conformidade. Ou seja, os custos de prevenção são todos os custos assumidos em um esforço para “fazer certo da primeira vez”.

Exemplos: planejamento e engenharia da qualidade; exame de novos produtos; planejamento do produto / processo; controle de processo; *burn in*; treinamento; aquisição e análise de dados da qualidade.

Custos de Avaliação

São aqueles custos associados a medida, avaliação, ou auditoria de produtos, componentes e materiais comprados para garantir a conformidade aos padrões que tenham sido impostos. Incorre-se nesses custos para determinar a condição de produto de um ponto de vista da qualidade e garantir que ele esteja de acordo com as especificações.

Exemplos: inspeção e teste de material de insumo; inspeção e teste de produto; materiais e serviços gastos; manutenção da precisão do equipamento de teste.

CUSTOS DA NÃO-QUALIDADE

Custos de Falha Interna

São os custos assumidos quando produtos, componentes, materiais e serviços deixam de corresponder às exigências da qualidade, e essa falha é descoberta antes da entrega do produto ao cliente. Esses custos desapareceriam se não houvesse defeitos no produto.

Exemplos: sucata; retrabalho; reteste; análise de falha; tempo ocioso; perdas de rendimento; depreciação.

Custos de Falha Externa

São os custos que ocorrem quando o produto não funciona satisfatoriamente depois de entregue ao cliente. Esses custos também desapareceriam se toda a unidade do produto correspondesse às especificações.

Exemplos: adaptação à reclamação; produto / material devolvido; despesas de garantia; custos de responsabilidade; custos indiretos.

Outros Aspectos da Qualidade



Análise e Uso dos Custos da Qualidade

- Qual o tamanho dos custos da qualidade? A resposta, naturalmente, depende do tipo de organização e do sucesso do seu esforço para a melhoria da qualidade.
- Em muitas organizações os custos da qualidade são maiores do que o necessário, e a gerência deveria fazer esforços continuados para avaliar, analisar e reduzir esses custos.
- A utilidade dos custos da qualidade provém do **efeito de influência**; isto é, os valores financeiros investidos em prevenção e avaliação têm um retorno com a redução de dinheiro gasto com falhas internas e externas.
- As análises do custo da qualidade têm como seu principal objetivo a redução do custo através da identificação de oportunidades de melhoria. Isto é feito frequentemente, com a **análise de Pareto**. A análise de Pareto consiste na identificação dos custos da qualidade por categoria, ou por produto, ou por tipo de defeito ou não-conformidade.

A Lei de Pareto (ou Princípio 80-20) afirma que para muitos fenômenos, 80% das consequências advém de 20% das causas.

Outros Aspectos da Qualidade



Custos da Qualidade e Custos da Não-Qualidade

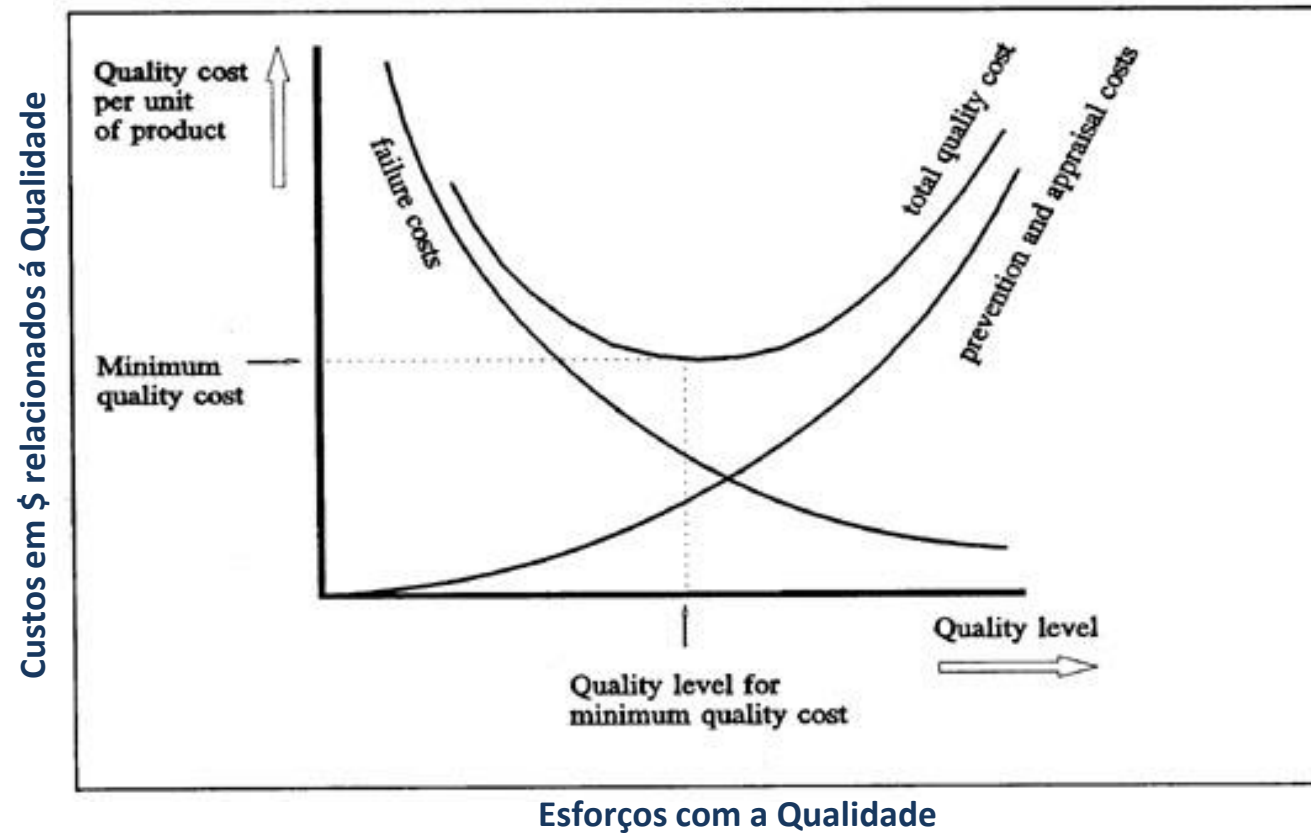


Figura: Comportamento dos Custos da Qualidade e da Não-Qualidade

Outros Aspectos da Qualidade



Análise e Uso dos Custos da Qualidade (Fracassos)

- Alguns esforços de coletar e analisar custos fracassam. Isto é, algumas companhias iniciaram atividades de análise de custo da qualidade, usaram-nas por algum tempo, e depois abandonaram os programas por serem ineficazes.
- Há várias razões pelas quais isso ocorre. A principal delas é o não-uso da informação do custo da qualidade como mecanismo para gerar oportunidades de melhoria.
- Se usarmos essa informação apenas para manter escores, e não fizermos esforços conscientes para identificar áreas-problema e desenvolver procedimentos de operação melhorados, então os programas não serão totalmente bem-sucedidos.

Outros Aspectos da Qualidade



Análise e Uso dos Custos da Qualidade (Fracassos)

- Uma razão final para o fracasso do programa de custo da qualidade é que a gerência, em geral, subestima a profundidade e extensão do comprometimento que deve haver com a prevenção.
- Ao se analisar os custos da qualidade em diferentes companhias, pode-se perceber que aquelas sem programas efetivos de melhoria da qualidade, os valores investidos em prevenção raramente excedem 1% a 2% da receita. Isto deveria ser aumentado para um limiar de 5% a 6% da receita, e esses valores adicionais destinados à prevenção deveriam ser gastos, em grande parte, em métodos técnicos de melhoria da qualidade, e não no estabelecimento de “programas”, “GQT”, “Reengenharia”, ou outras atividades semelhantes.
- Se a gerência persistir nesse esforço, o custo da qualidade cairá substancialmente. Essas economias no custo começarão a ocorrer em um ou dois anos, embora possam demorar mais em algumas companhias.

Outros Aspectos da Qualidade



Implementação da Melhoria da Qualidade

- A gerência deve reconhecer que a qualidade é uma entidade, que incorpora as oito dimensões apresentadas por Garvin (1987): desempenho; características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, assistência técnica, estética e qualidade percebida.
- Um parte crítica da **gerência estratégica da qualidade** em qualquer empresa é o reconhecimento, pela própria gerência, dessas dimensões e a seleção daquelas ao longo das quais irá competir. Será muito difícil competir com companhias que podem realizar, com sucesso, essa parte da estratégia.

Outros Aspectos da Qualidade



Implementação da Melhoria da Qualidade

- A gerência deve usar esse tipo de estratégia pensando na qualidade. Não é necessário que o produto seja superior em todas as dimensões da qualidade, mas a gerência deve **selecionar e desenvolver** os “nichos” da qualidade ao longo dos quais a companhia pode competir com sucesso.
- Tipicamente, essas dimensões serão aquelas que a competição esqueceu ou ignorou. A indústria automobilística americana sofreu severo impacto dos competidores estrangeiros que, com perícia, souberam praticar essa estratégia.