

# Engenharia da Qualidade I

Prof. Geronimo Virginio Tagliaferro

# Disciplina: LOQ4209 - Engenharia da Qualidade I

- **Objetivos**

- Desenvolver no aluno senso crítico em Gestão Sistêmica, Qualidade Total, Certificação Internacional da Qualidade, no contexto Classe Mundial.

- **Programa Resumido**

1. Filosofia, conceitos básicos.
2. Ferramentas da gestão pela qualidade total.
3. Sistemas de garantia da qualidade.

- Programa

1. FILOSOFIA, CONCEITOS BÁSICOS. Definição de Qualidade. Competitividade. Histórico da Qualidade. Benefícios Internos e Externos da Qualidade. A Gestão pela Qualidade Total (TQC, CWQC, Toyota, TQM, BSC, 6 Sigma e Lean 6 Sigma)
2. FERRAMENTAS DA GESTÃO PELA QUALIDADE TOTAL. Gestão da rotina: MASP, Brainstorming, Fluxogramas, PDCA e SDCA, Unidades Gerenciais Básicas, Programa 5S, Procedimentos Operacionais e Instruções de Trabalho, Auditorias Internas, Programa de Educação, Reuniões Relâmpago, Administração Visível, Monitoração de Clientes, Grupos Kaizen.
3. SISTEMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE: Sistemas de Certificação: ISO (9001, 14001, 17025 e 65), SA 8000, OHSAS 18000 Metodologia de implantação, documentação, requisitos, participação da alta administração, gerência média e instâncias operacionais. Pré-auditoria, auditoria de certificação, auditorias de manutenção.

- Avaliação
- Método
- Provas, relatórios e apresentação de seminários.
- **Critério**
- $MF = (0,7 * P\&R + 0,3 * S)$ , onde P&R= Prova e relatórios e S= Seminário.

- Norma de Recuperação

É feita sob a forma de uma prova, com toda a matéria dada, com duas horas de duração, aplicada no período determinado pela USP. A média final será a média aritmética entre a nota desta prova e a média obtida no semestre.

- **Bibliografia**

- 1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Gestão da qualidade e garantia da qualidade - terminologia - NBR ISO 8402. Rio de Janeiro: ABNT, 1994a. 15 p.
- 2) **Carpinetti, L. C. R., Gestão da Qualidade – conceitos e técnicas, 3ª ed, São Paulo, Editora Atlas S.A., 2016.**
- 3) BRUE G., Six Sigma for Managers, McGrawHill, New York, 2005.
- 4) EUTACHEM. 1995. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Londres. 92 p.
- 5) KUME, H. (Tradução Miyake, D.I.). 1993. Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade. São Paulo. Editora Gente, 245 p.
- 6) HARRY, M. , LINSENMANN D.R., The Six Sigma Fieldbook, Doubleday, New York, 2006
- 7) ISHIKAWA, K. Guide to quality control. Tokyo: Kraus Asian Productivity Organization, 1982. 221p.
- 8) JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. Juran controle da qualidade: métodos especiais de apoio à qualidade. São Paulo: Makron Books, 1993. 193p.
- 9) LIKER, K. & MEIER D. O Modelo Toyota, Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432p.
- 10) MARANHÃO, M. ISO Série 9000-Guia de Implementação, Qualitymark, Rio de Janeiro, 2001, 220p
- 11) MONTGOMERY, D.C. 1991. Introduction to Statistical Quality Control. New York. John Wiley & Sons Inc., 674 p.
- 12) OAKLAND, J.S. (Tradução PEREIRA, A.G.). 1994. Gerenciamento da Qualidade Total. São Paulo. Nobel, 501 p.
- 13) TURBAN, E. & RAINER, R. K. & PORTTER, R. E. Introdução a Sistemas de Informação uma Abordagem Gerencial. São Paulo: Editora Campus. 2007, 457p.
- 14) VIEIRA, S. Estatística para qualidade. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 472p.

# A Evolução do Conceito e da Prática da Gestão da Qualidade

- **O conceito da qualidade**
- Qualidade é uma das palavras-chave mais difundidas junto à sociedade e também nas empresas (ao lado de palavras como produtividade, competitividade, integração etc.).
- No entanto, existe certa confusão no uso desse termo. A confusão existe devido ao subjetivismo associado à qualidade e também ao uso genérico com que se emprega esse termo para representar coisas bastante distintas.
- Qualidade está associada a atributos intrínsecos de um bem, como **desempenho técnico** ou **durabilidade**. Sob essa perspectiva, um produto com melhor desempenho teria mais qualidade que um produto equivalente, mas com desempenho técnico inferior.
- Já para outros, qualidade está associada à **satisfação dos clientes** quanto à adequação do produto ao uso. Ou seja, qualidade é o grau com que o produto atende satisfatoriamente às necessidades do usuário durante o uso.
- No ambiente fabril - A qualidade seria avaliada pelo grau de conformidade do produto fabricado com suas especificações de projeto.

# A Evolução do Conceito e da Prática da Gestão da Qualidade

- O entendimento predominante nas últimas décadas e que certamente representa a tendência futura é a conceituação de qualidade como satisfação dos clientes.
- Essa definição contempla adequação ao uso ao mesmo tempo em que contempla conformidade com as especificações do produto. A ISO adota essa conceituação ao definir qualidade.
- Qualidade é  
“grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos” (ISO, 2005).
- Atributos da qualidade perceptíveis para o usuário, tais como:

## Atributos da qualidade de produto

Atributo	Descrição
Desempenho técnico ou funcional	Grau com que o produto cumpre a sua missão ou função básica.
Facilidade ou conveniência de uso	Inclui o grau com que o produto cumpre funções secundárias que suplementam a função básica.
Disponibilidade	Grau com que o produto encontra-se disponível para uso quando requisitado (por exemplo: não está “quebrado”, não encontra-se em manutenção etc.)
Confiabilidade	Probabilidade que se tem de que o produto, estando disponível, consegue realizar sua função básica sem falhar, durante um tempo predeterminado e sob determinadas condições de uso.
Mantenabilidade (ou manutenibilidade)	Facilidade de conduzir as atividades de manutenção no produto, sendo um atributo do projeto do produto.
Durabilidade	Vida útil média do produto, considerando os pontos de vista técnico e econômico.
Conformidade	Grau com que o produto encontra-se em conformidade com as especificações de projeto.
Instalação e orientação de uso	Orientação e facilidades disponíveis para conduzir as atividades de instalação e uso do produto.
Assistência técnica	Fatores relativos à qualidade (competência, cortesia etc.) dos serviços de assistência técnica e atendimento ao cliente (pré, durante e pós-venda).
Interface com o usuário	Qualidade do ponto de vista ergonômico, de risco de vida e de comunicação do usuário com o produto.
Interface com o meio ambiente	Impacto no meio ambiente, durante a produção, o uso e o descarte do produto.
Estética	Percepção do usuário sobre o produto a partir de seus órgãos sensoriais.
Qualidade percebida e imagem da marca	Percepção do usuário sobre a qualidade do produto a partir da imagem e reputação da marca, bem como sua origem de fabricação (por exemplo, “made in Japan”).



# A Evolução do Conceito e da Prática da Gestão da Qualidade

- Outro aspecto importante é que existem atributos de produto ou serviço que não são solicitados pelos clientes em função da **ignorância sobre esses atributos**.
- A partir do momento em que uma inovação de produto ou serviço é lançada, essa inovação passa a ser um requisito de produto solicitado pelo cliente e que afetará a sua satisfação quanto à adequação do produto ao uso. É o que se chama de **atributos latentes**.
- Esse processo evolutivo do conceito da qualidade foi bem caracterizado por Shiba, Graham e Walden (1993), que disseram que a evolução do conceito da qualidade passou pelos seguintes estágios:
  - adequação às especificações;
  - adequação ao uso;
  - adequação ao custo;
  - adequação a requisitos latentes.

# A prática de gestão da qualidade - Histórico

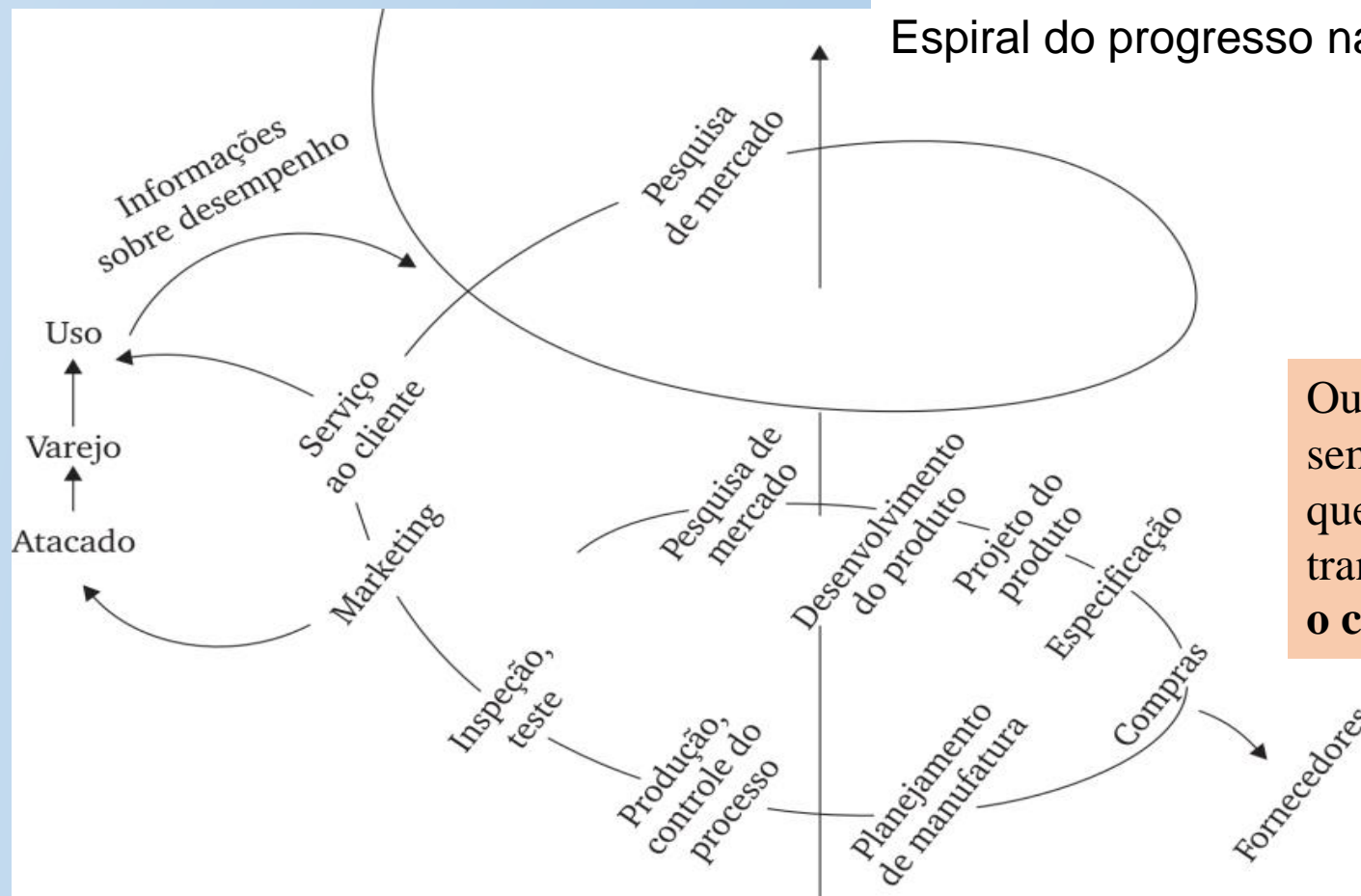
- Até o período que antecedeu a Revolução Industrial, a qualidade era uma atividade de autocontrole, realizada pelos artesãos.
- No início do **século XX**, com o advento da produção em massa e das teorias de Administração Científica da Produção, lançadas por F. W. Taylor. **Taylorismo**. Inspetor da qualidade. A inspeção tinha por objetivo separar os produtos bons dos defeituosos, antes de serem despachados para o consumidor.
- As atividades de inspeção foram relacionadas mais formalmente com o controle de qualidade a partir de **1922**, com a publicação da obra The control of quality in manufacturing, de G. S. Radford.
- No final da **década de 1920**, W. Shewhart, trabalhando no Laboratório Bell, desenvolveu as Cartas de Controle de Processo. ferramentas estatísticas

# A prática de gestão da qualidade - Histórico

- A partir do final da **década de 1930**, H. F. Dodge e H. G. Romig, também do Laboratório Bell, desenvolveram técnicas para a inspeção de lotes de produtos por amostragem, baseadas na abordagem probabilística para a previsão da qualidade do lote a partir da qualidade da amostra.
- A partir da **década de 1950**, a prática de gestão da qualidade ganhou uma nova dimensão, expandindo-se para as etapas mais a montante e a jusante do ciclo de produção, envolvendo toda a organização. Contribuíram para isso as teorias dos gurus da qualidade, como Juran, Feigenbaum, Deming e Ishikawa.

# As contribuições de Juran

- Com a publicação do ***Manual de controle da qualidade, em 1950***, de Juran, o controle da qualidade ganha nova dimensão, incluindo todas as atividades do ciclo produtivo do desenvolvimento ao pós-venda



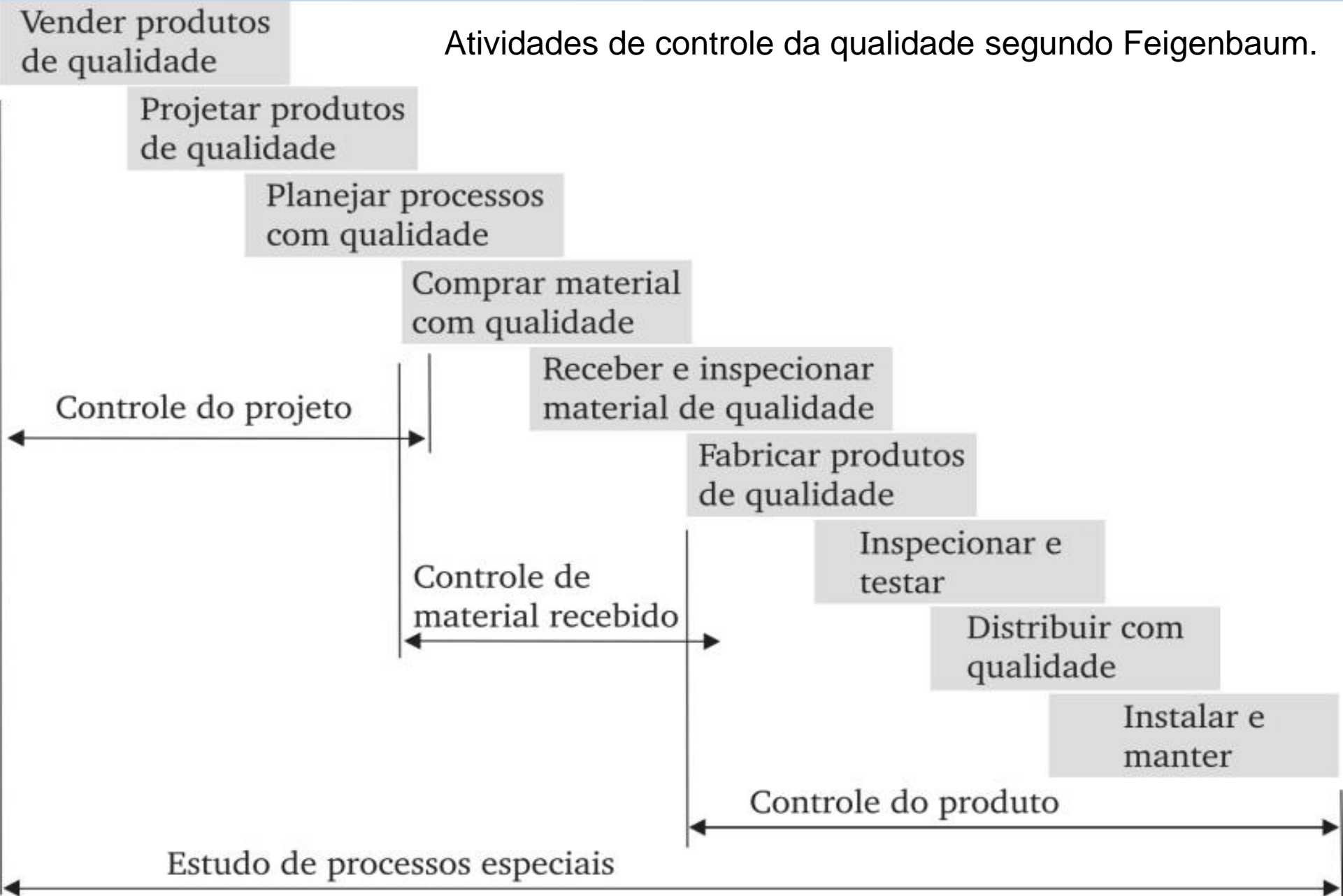
**Composto de planejamento, controle e melhoria da qualidade.**

Outra contribuição importante foi a série de seminários proferidos por Juran, em 1954, no Japão, que marcou o começo de um processo gradual de transição entre o **controle estatístico da qualidade e o controle da qualidade total**.

# As contribuições de Feigenbaum

- Uma contribuição similar foi dada por Feigenbaum, que, em 1951, em seu livro célebre **Controle da qualidade total**, definiu as atividades de controle da qualidade como sendo (Figura 1.2):
- Controle de projeto;
- Controle de material recebido;
- Controle de produto;
- Estudo de processos especiais.

Atividades de controle da qualidade segundo Feigenbaum.



# As contribuições de Deming

- W. Edwards Deming tornou-se um dos mais reconhecidos e influentes pioneiros da qualidade, especialmente no Japão e, mais tarde, nos EUA.
- o Japão, destruído pela guerra, precisava reerguer sua indústria de bens de consumo. No final dos anos 1940, alguns industriais japoneses perceberam que a qualidade de seus produtos poderia ser o diferencial necessário para que os produtos japoneses (até então tidos como de baixa qualidade) pudessem competir no mercado internacional. Nessa época, Deming foi convidado para proferir uma palestra sobre conceitos de controle estatístico da qualidade.
- **os 14 pontos de Deming.**
- As ideias lançadas por Deming tiveram um impacto tão forte na indústria japonesa, que o TQC japonês surgiu a partir daí.

- **Os 14 pontos de Deming, sua mais famosa contribuição**

1. Estabeleça constância de propósitos para a melhoria do produto e do serviço, objetivando tornar-se competitivo, manter-se em atividade e gerar empregos.
2. Adote a nova filosofia. A administração deve acordar para o desafio, conscientizar-se de suas responsabilidades e assumir a liderança na transformação.
3. Não dependa da inspeção para atingir a qualidade. Incorpore qualidade desde o começo.
4. Abandone a prática de aprovar orçamentos com base somente no preço.
5. Melhore constante e continuamente cada processo. Melhore a qualidade e a produtividade; em consequência, os custos diminuirão.
6. Institua treinamento no local de trabalho.
7. Adote e institua a liderança. O papel da liderança deve ser de ajudar as pessoas e os recursos tecnológicos a trabalharem melhor.
8. Elimine o medo para que todos trabalhem de modo eficaz.
9. Elimine as barreiras entre os departamentos de forma que as pessoas possam trabalhar em equipes.
10. Elimine metas numéricas, slogans e exortações para os trabalhadores que causem relações adversárias.
11. Elimine quotas numéricas e gerenciamento por objetivos. Substitua por liderança.
12. Remova as barreiras que roubam das pessoas a satisfação e o orgulho pelo trabalho.
13. Adote um forte programa de educação, treinamento e automelhoria.
14. Faça da transformação um trabalho de todos e ponha todos para trabalhar nisso.

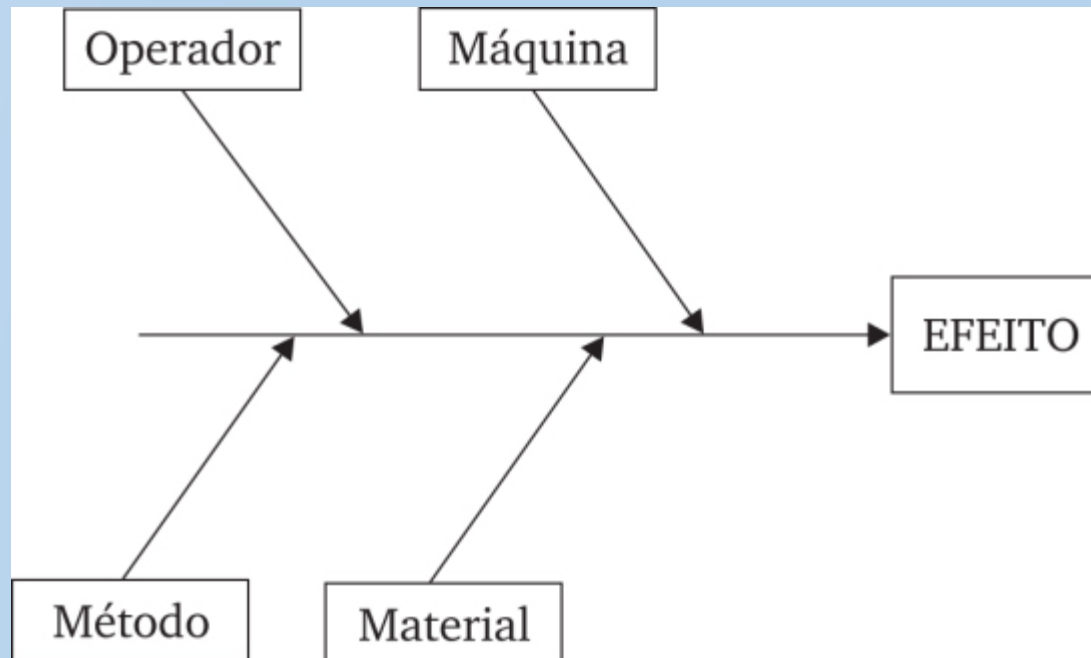


# As contribuições de Deming

- Ainda outra contribuição fundamental de Deming, juntamente com Walter Shewhart, foi o ciclo de Deming-Shewhart, ou Ciclo PDCA, como se tornou mais conhecido.
- Suas contribuições foram mais instrumentais, relacionadas às práticas de controle da qualidade, Deming contribuiu para mudar a cultura organizacional e os fundamentos administrativos e de gestão de recursos humanos.
- O impacto do seminário proferido por Deming no Japão em 1950 foi tanto que, a partir de 1951, foi instituído o prêmio Deming de controle da qualidade no Japão.

# As contribuições de Ishikawa

- Para Ishikawa, qualidade total implica em participação de todos e no trabalho em grupos ao invés de individual.
- Vendo o processo como um conjunto de causas que devem ser controladas para se obter bons produtos e serviços, ele desenvolveu o **diagrama de causa e efeito**, conhecido também como diagrama de Ishikawa



1700-1900	A qualidade é grandemente determinada pelos esforços de um artesão individual. Eli Whitney introduz peças padronizadas, intercambiáveis para simplificar a montagem.
<b>1875</b>	Frederick W. Taylor introduz os princípios do “Gerenciamento Científico” para dividir o trabalho em unidades menores, mais facilmente realizadas – a primeira abordagem para tratar produtos e processos mais complexos. Focalizava-se a produtividade. Frank Gilbreth e Henry Gantt foram colaboradores posteriores.
<b>1900-1930</b>	Henry Ford – a linha de montagem – maior refinamento dos métodos de trabalho para melhorar a produtividade e qualidade; Ford desenvolveu os conceitos erro-prova da montagem, a autoinspeção, e a inspeção durante o processo.
1901	Estabelecimento dos primeiros laboratórios de padrões na Inglaterra.
1907-1908	AT&T inicia a inspeção e o teste sistemáticos de produtos e materiais.
1908	W. S. Gosset (escrevendo como “Student”) introduz a distribuição $t$ – resultado de seu trabalho em controle da qualidade na Cervejaria Guinness.
1915-1919	Primeira Guerra Mundial – O governo britânico inicia um programa de certificados ao fornecedor.
1919	Forma-se, na Inglaterra, a Technical Inspection Association; mais tarde, essa se torna o Institute of Quality Assurance.
Década de 1920	AT&T Bell Laboratories formam um departamento da qualidade – enfatizando qualidade, inspeção e teste, e a responsabilidade sobre o produto. B. P. Dudding da General Electric, na Inglaterra, usa métodos estatísticos para controlar a qualidade de lâmpadas elétricas.
1922	Henry Ford escreve (com Samuel Crowtha) e publica <i>My Life and Work</i> , que focaliza a eliminação do desperdício e a eficiência do processo de melhoria. Muitos dos conceitos e ideias de Ford são a base dos princípios enxutos usados hoje.
1922-1923	R. A. Fisher publica uma série de artigos fundamentais sobre experimentos planejados e suas aplicações às ciências da agricultura.
<b>1924</b>	W. A. Shewhart introduz o conceito de gráfico de controle em um memorando técnico do Bell Laboratories.
<b>1928</b>	A metodologia de amostragem de aceitação é desenvolvida e refinada por H. F. Dodge e H. G. Romig, no Bell Labs.
1931	W. A. Shewhart publica <i>Economic Control of Quality of Manufactured Product</i> – em que delineia métodos estatísticos para uso na produção e métodos gráficos de controle.
1932	W. A. Shewhart profere conferências na University of London sobre métodos estatísticos na produção e gráficos de controle.
1932-1933	A indústria têxtil e de lã da Inglaterra e a indústria química da Alemanha começam a usar experimentos planejados para o desenvolvimento do produto/processo.
1933	A Royal Statistical Society constitui a Industrial and Agricultural Research Section.
1938	W. E. Deming convida Shewhart para apresentar seminários sobre gráficos de controle na U.S. Department of Agriculture Graduate School.

1940	O U.S. War Department publica um guia para o uso dos gráficos de controle na análise de dados de processo.
1940-1943	Bell Labs desenvolve os precursores dos padrões militares dos planos de amostragem para o Exército Americano.
1942	Forma-se, na Inglaterra, o Ministry of Supply Advising Service on Statistical Methods and Quality Control.
1942-1946	Cursos de treinamento sobre controle estatístico da qualidade são oferecidos à indústria; formam-se, na América do Norte, mais de 15 sociedades da qualidade.
<b>1944</b>	Inicia-se a publicação de <i>Industrial Quality Control</i> .
1946	Forma-se a American Society for Quality Control (ASQC) através da fusão de várias sociedades da qualidade. Funda-se a International Standards Organization (ISO). Deming é convidado a ir ao Japão pela Economic and Scientific Services Section of the U.S. War Department para ajudar as forças de ocupação na reconstrução da indústria japonesa. Forma-se a Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE).
<b>1946-1949</b>	Deming é convidado a ministrar seminários sobre controle estatístico da qualidade para a indústria japonesa.
<b>1948</b>	G. Taguchi inicia o estudo e a aplicação do planejamento de experimentos.
<b>1950</b>	Deming inicia a instrução de gerentes industriais japoneses; os métodos de controle estatístico da qualidade começam a ser ensinados em todo o Japão.
<b>1950-1975</b>	Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda desenvolvem o Sistema de Produção Toyota, um sistema técnico/social integrado que definiu e desenvolveu muitos dos princípios enxutos, como a produção <i>just-in-time</i> e rápida implementação de ferramentas e equipamentos. K. Ishikawa introduz o diagrama de causa-e-efeito.

Década de 1950	Surgem os textos clássicos sobre controle estatístico da qualidade de Eugene Grant e A. J. Duncan.
1951	A. V. Feigenbaum publica a primeira edição de seu livro <i>Total Quality Control</i> . JUSE institui o Prêmio Deming para resultados significativos em controle e metodologia da qualidade.
1951+	G. E. P. Box e K. B. Wilson publicam trabalho fundamental sobre o uso de experimentos planejados e a metodologia da superfície de resposta para otimização de processo; o foco é a indústria química. Depois disso, aumentam continuamente as aplicações do planejamento de experimentos na indústria química.
1954	Joseph M. Juran é convidado pelos japoneses a proferir conferências sobre gerenciamento e melhoria da qualidade. O estatístico britânico E. S. Page introduz o gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM).
1957	Primeira edição de <i>Quality Control Handbook</i> de J. M. Juran e F. M. Gryna.
1959	Lançamento de <i>Technometrics</i> (uma revista de estatística para as ciências físicas, químicas e de engenharia); J. Stuart Hunter é o editor-fundador. S. Roberts introduz o gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP). O programa espacial tripulado americano torna a indústria consciente da necessidade de produtos confiáveis; o campo da engenharia de confiabilidade cresce a partir de então.
1960	G. E. P. Box e J. S. Hunter escrevem artigos fundamentais sobre planejamentos fatoriais $2^{k-p}$ . O conceito de círculo de controle da qualidade é introduzido no Japão por K. Ishikawa.
1961	Forma-se, na Inglaterra, o National Council for Quality and Productivity, como parte do British Productivity Council.
Década de 1960	Cursos sobre controle estatístico da qualidade tornam-se presentes nos currículos acadêmicos de engenharia industrial. Os programas zero defeito (ZD) são introduzidos em algumas indústrias americanas.
1969	Cessa a publicação de <i>Industrial Quality Control</i> , substituído por <i>Quality Progress</i> e <i>Journal of Quality Technology</i> (Lloyd S. Nelson é o editor-fundador do JQT).

Década de 1970	Na Inglaterra, o NCQP e o Institute of Quality Assurance se fundem para formar a British Quality Association.
1975-1978	Começam a surgir livros sobre experimentos planejados orientados para engenheiros e cientistas. Começa a surgir, nos Estados Unidos, o interesse pelos círculos de qualidade, o que desemboca no movimento do gerenciamento da qualidade total (GQT).
Década de 1980	Os métodos do planejamento experimental são introduzidos em e adotados por um grande grupo de organizações, incluindo as indústrias eletrônica, aeroespacial, de semicondutores e automotiva. Aparecem, nos Estados Unidos, pela primeira vez, os trabalhos de Taguchi sobre experimentos planejados.
1984	A American Statistical Association (ASA) estabelece o Ad Hoc Committee on Quality and Productivity; mais tarde ele se torna uma seção da ASA. Surge a revista <i>Quality and Reliability Engineering International</i> .
1986	Box e outros visitam o Japão, notando o uso extensivo do planejamento de experimentos e de outros métodos estatísticos.
<b>1987</b>	ISO publica o primeiro padrão de sistemas da qualidade. Começa a iniciativa Seis Sigma da Motorola.
1988	O Malcolm Baldrige National Quality Award (Prêmio Nacional Malcolm Baldrige da Qualidade) é instituído pelo Congresso americano. A European Foundation for Quality Management é fundada; essa organização administra o European Quality Award.
1989	Surge o periódico <i>Quality Engineering</i> (Engenharia da Qualidade).
<b>Década de 1990</b>	Crescem as atividades da certificação ISO 9000 na indústria americana; cresce continuamente o número de concorrentes ao prêmio Baldrige; muitos estados americanos patrocinam prêmios da qualidade com base nos critérios do prêmio Baldrige.
1995	Muitos programas de graduação em engenharia exigem cursos formais sobre técnicas estatísticas, com ênfase em métodos básicos para caracterização e melhoria do processo.
<b>1997</b>	A abordagem Seis Sigma da Motorola se espalha para outras indústrias.
1998	A American Society for Quality Control se torna a American Society for Quality (ver <a href="http://www.asq.org">www.asq.org</a> ), tentando indicar aspectos mais amplos para o campo da melhoria da qualidade.
<b>Década de 2000</b>	O padrão ISO 9000:2000 é instituído. O gerenciamento da cadeia de suprimento e a qualidade do fornecedor se tornam fatores ainda mais críticos no sucesso da empresa. As atividades de melhoria da qualidade se expandem para além do contexto industrial, em muitas outras áreas, incluindo serviços financeiros, serviços de saúde, seguros e utilidades. Organizações começam a integrar princípios enxutos em suas iniciativas Seis Sigma, e este se torna uma abordagem à melhoria dos negócios largamente difundida.

## Questões

1. Ainda que qualidade tenha múltiplos significados, para o propósito de gestão, existe uma conceituação contemporânea de qualidade. Explique em detalhes esse conceito. Qual o conceito adotado em sua empresa?
2. Por que, nas últimas décadas, gestão da qualidade se tornou tão importante? Considere a evolução do conceito da qualidade. Qual a importância da gestão da qualidade em sua empresa?
3. Quais as principais contribuições de Juran e Deming? Em que aspectos as contribuições desses autores se diferenciam e se complementam?