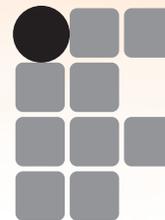




·rede  
**e-Tec**  
Brasil

# Qualidade e Produtividade

*Karen Menger da Silva Guerreiro*



**INSTITUTO FEDERAL**  
PARANÁ  
Educação a Distância

**Curitiba-PR**  
**2012**

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação a Distância

© INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - PARANÁ -  
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Este Caderno foi elaborado pelo Instituto Federal do Paraná para o Sistema Escola  
Técnica Aberta do Brasil - e-Tec Brasil.

Prof. Irineu Mario Colombo  
**Reitor**

Prof.<sup>a</sup> Mara Christina Vilas Boas  
**Chefe de Gabinete**

Prof. Ezequiel Westphal  
**Pró-Reitoria de Ensino - PROENS**

Prof. Gilmar José Ferreira dos Santos  
**Pró-Reitoria de Administração - PROAD**

Prof. Silvestre Labiak  
**Pró-Reitoria de Extensão, Pesquisa e Inovação -  
PROEPI**

Neide Alves  
**Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas e Assuntos  
Estudantis - PROGEPE**

Bruno Pereira Faraco  
**Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento  
Institucional - PROPLAN**

Prof. José Carlos Ciccarino  
**Diretor Geral do Câmpus EaD**

Prof. Ricardo Herrera  
**Diretor de Planejamento e Administração do  
Câmpus EaD**

Prof.<sup>a</sup> Mércia Freire Rocha Cordeiro Machado  
**Diretora de Ensino, Pesquisa e Extensão – DEPE/  
EaD**

Prof.<sup>a</sup> Cristina Maria Ayroza  
**Assessora de Ensino, Pesquisa e Extensão – DEPE/  
EaD**

Prof.<sup>a</sup> Márcia Denise Gomes Machado Carlini  
**Coordenadora de Ensino Médio e Técnico do  
Câmpus EaD**

Prof. Roberto José Medeiros Junior  
**Coordenador do Curso**

Prof.<sup>a</sup> Ediane Santos Silva  
**Vice-coordenadora do Curso**

Adriana Valore de Sousa Bello  
Cassiano Luiz Gonzaga da Silva  
Jéssica Brisola Stori  
Denise Glovaski Souto  
**Assistência Pedagógica**

Prof.<sup>a</sup> Ester dos Santos Oliveira  
Prof.<sup>a</sup> Sheila Cristina Mocellin  
Idamara Lobo Dias  
Lídia Emi Ogura Fujikawa  
Prof.<sup>a</sup> Cibele H. Bueno  
**Revisão Editorial**

Diogo Araujo  
Eduardo Artigas Antoniacomi  
**Diagramação**

e-Tec/MEC  
**Projeto Gráfico**

**Catálogo na fonte pela Biblioteca do Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia - Paraná**



# Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria entre o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação  
Janeiro de 2010

Nosso contato  
[etecbrasil@mec.gov.br](mailto:etecbrasil@mec.gov.br)



## Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



**Atenção:** indica pontos de maior relevância no texto.



**Saiba mais:** oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



**Glossário:** indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



**Mídias integradas:** sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



**Atividades de aprendizagem:** apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



# Sumário

<b>Palavra do professor-autor</b> .....	<b>11</b>
<b>Aula 1 - Introdução à gestão da qualidade</b> .....	<b>13</b>
1.1 Definições sobre o que é qualidade.....	14
<b>Aula 2 - Métodos e ferramentas essenciais para a qualidade A série ISO</b> .....	<b>17</b>
2.1 As normas ISO.....	19
<b>Aula 3 - O método PDCA</b> .....	<b>23</b>
3.1 Primeira etapa: do inglês <i>Plan</i> que significa planejar, ou planejamento.....	24
3.2 Segunda etapa: do inglês <i>Do</i> que significa fazer, executar o que foi planejado.....	25
3.3 Terceira etapa: do inglês <i>Check</i> que significa verificar os resultados.....	25
3.4 Quarta etapa: do inglês <i>Act</i> que significa agir apropriadamente.....	26
<b>Aula 4 - Fluxogramas: conceituação e construção</b> .....	<b>29</b>
4.1 Tipos de fluxogramas.....	31
<b>Aula 5 - Os Cinco Sentos I</b> .....	<b>35</b>
5.1 Benefícios dos Cinco Sentos.....	36
5.2 SEIRI: senso de utilização.....	36
5.3 SEITON: senso de organização.....	37
<b>Aula 6 – Os Cinco Sentos II</b> .....	<b>39</b>
6.1 SEISOU: senso de limpeza.....	39
6.2 SEIKETSU: senso de higiene e saúde.....	39
6.3 SHITSUKE: senso de autodisciplina.....	40

<b>Aula 7 - Técnica dos cinco porquês</b> .....	<b>43</b>
7.1 Passos para a correta definição do problema a ser resolvido.....	43
<b>Aula 8 - 5W's e 2H's</b> .....	<b>49</b>
<b>Aula 9 - Diagrama de causa e efeito: elaboração e exemplos de utilização</b> .....	<b>55</b>
9.1 Padrões de análise para o diagrama de causa e efeito.....	58
<b>Aula 10 - Diagrama de causa e efeito: Estudo de caso</b> .....	<b>61</b>
10.1 Estudo de caso - exercício prático.....	61
<b>Aula 11 - Diagrama de Pareto</b> .....	<b>63</b>
11.1 Conceito.....	63
11.2 Como elaborar um diagrama de Pareto.....	64
<b>Aula 12 - Método de análise e solução de problemas - MASP</b> .....	<b>69</b>
12.1 As fases do MASP e a elaboração de planos de ação.....	70
<b>Aula 13 - Métodos estatísticos para controle da qualidade</b> .....	<b>75</b>
13.1 Folhas de verificação.....	76
<b>Aula 14 - Histogramas I</b> .....	<b>79</b>
14.1 Introdução.....	79
14.2 Como construir um histograma.....	80
<b>Aula 15 - Histogramas II</b> .....	<b>87</b>
15.1 Construção de histogramas.....	87
15.2 Tipos de histograma e interpretação.....	88

<b>Aula 16 - Gráfico de dispersão I</b> .....	<b>91</b>
16.1 Correlação entre variáveis.....	91
16.2 Construção do gráfico de dispersão.....	92
16.3 Cálculo do coeficiente de correlação.....	94
<b>Aula 17 - Gráfico de dispersão II</b> .....	<b>99</b>
17.1 Cálculo da reta de regressão.....	99
<b>Aula 18 - Cartas de controle</b> .....	<b>103</b>
18.1 Objetivos da carta de controle.....	104
18.2 Tipos de cartas de controle .....	104
<b>Aula 19 - Cartas de controle para variáveis contínuas</b> .....	<b>109</b>
19.1 Formulário para elaboração da carta de controle do tipo x-R.....	109
<b>Aula 20 - Cartas de controle para atributos</b> .....	<b>113</b>
20.1 Formulário para elaboração da carta de controle do tipo np.....	113
<b>Referências</b> .....	<b>117</b>
<b>Atividades autoinstrutivas</b> .....	<b>121</b>
<b>Currículo do professor-autor</b> .....	<b>135</b>



## Palavra do professor-autor

Caro aluno,

Gostaria de apresentar a disciplina - Qualidade e Produtividade, que tem o objetivo de fornecer conhecimentos práticos na área para o uso no dia a dia. A disciplina será ministrada em vinte aulas, e compreende três temas principais: métodos para a qualidade, ferramentas da qualidade e o controle da qualidade.

O material utilizado é embasado, fundamentalmente, nos livros e artigos indicados nas referências bibliográficas. Ainda, trabalharemos com a resolução de exercícios práticos, pequenos estudos de casos, indicação de leituras complementares e discussões no *chat* e fórum.

Desejo bons estudos! Que possamos trocar ideias e sugestões para enriquecer esta disciplina. Sejam bem vindos e participem!

*Professora Karen Menger da Silva Guerreiro*



# Aula 1 - Introdução à gestão da qualidade

Nesta primeira aula, daremos início à compreensão da - gestão da qualidade. Estudaremos definições sobre o que é **qualidade** segundo os principais estudiosos e **entusiastas** e, analisaremos como o conceito evoluiu ao longo dos anos.

Iniciaremos lembrando o ambiente de competição entre as empresas onde trabalhamos. Para lidar com esta realidade, as empresas têm buscado novas opções de matérias-primas, técnicas de aceleração dos processos gerenciais, novos mercados de venda de produtos, desenvolvimento de produtos inovadores, logística mais arrojada, enfim, tudo que garanta a manutenção no mercado devido ao crescente cenário competitivo.

Você já deve estar se perguntando por que é utilizado o termo **competição**? por que ele faz parte do nosso dia a dia?



**Figura 1.1: Competição**

Fonte: Dmitry Shironosov/shutterstock

A resposta é simples: produzir com qualidade aumenta as condições de competição no mercado. O objetivo de qualquer método ou ferramenta que vamos estudar é possibilitar que todo o esforço empreendido, bem como todos os recursos utilizados na realização de determinada tarefa sejam sempre otimizados.

Para exemplificar, pensem em um produto com defeito: quantas pessoas estiveram envolvidas, de alguma forma, na produção? quanta energia foi gasta para o funcionamento das máquinas necessárias na produção? e quanto à matéria-prima? Imaginem que o defeito é tão grave que o produto deverá ser descartado. E com ele, o desperdício de todo o trabalho, os recursos materiais todo tipo de matéria que pode ser tocada: madeira, tecido, químicos etc.) e imateriais (energia elétrica etc. ).

A-Z

**Entusiastas:** Que ou o que sente ou demonstra entusiasmo: espírito entusiasta.

Pense agora em prestação de serviços: aquela vez em que você precisou de um encanador. Ele não veio no horário agendado, esqueceu de trazer algumas ferramentas, fez bastante sujeira e, tempos depois, a mancha de umidade na parede voltou.

Alguém já se lembrou de um problema típico no escritório: quantas vezes são cometidos os mesmos erros na retirada de um pedido?

Percebam, que nos três exemplos acima, muito dinheiro foi desperdiçado: **1º)** produzindo um produto que está fora dos padrões aceitáveis para sua comercialização; **2º)** fornecendo um serviço que não foi realizado de forma correta na primeira vez; **3º)** reproduzindo sempre os mesmos erros ao longo do tempo. Todo o desperdício associado a estes erros prejudicam a empresa, seja pelo gasto financeiro que representam, seja pelos danos que causam à imagem da empresa no mercado.

A gestão da qualidade tem por objetivo aperfeiçoar todo o esforço e recursos utilizados na realização de determinada tarefa. Ou seja, para que não haja desperdício de tempo e dinheiro produzindo algo que não será vendido ou devolvido pelo cliente, seja ele o consumidor final (pessoa física), outra empresa (pessoa jurídica), ou mesmo o colega do departamento ao lado.

A graphic showing the text '100%' in a large, bold, grey font with a slight shadow effect, positioned above a thin horizontal line.

**Figura 1.2: Qualidade**

Fonte: Svilen Milev/Sxc

## 1.1 Definições sobre o que é qualidade

Qualidade é um termo que pode ter significados diferentes para pessoas distintas. Se vocês perguntarem o que significa qualidade para seus amigos ou seus colegas de trabalho, perceberão que cada um traz consigo uma definição sobre o termo. Porém, apesar de ser um conceito já assimilado, seus métodos e ferramentas específicas não são plenamente conhecidos. Caso contrário, os problemas relatados, anteriormente, não seriam recorrentes, principalmente nas empresas.

Ao longo dos anos, grandes autores da qualidade nos apresentaram definições que retratam seu ponto de vista sobre o tema. Para William Edwards Deming, *qualidade é melhoria contínua*. Para Philip Crosby, *qualidade é conformidade com os requisitos*. Para Joseph M. Duran, *qualidade é adequação ao*

uso. E existem ainda outros grandes autores, como Kaoru Ishikawa, Walter Shewhart e Armand Feigenbaum. Falaremos sobre eles a partir dos métodos e ferramentas que desenvolveram, à medida que avançamos na disciplina.

A ISO 9000:2000, que trata dos fundamentos e vocabulários utilizados na ISO 9001:2008, define qualidade como “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”. Segundo a norma, característica é uma propriedade diferenciadora do produto, seja ele um produto físico ou um serviço. As características podem ser: físicas (as medidas de um móvel, sensoriais (o cheiro do produto, o som que emite), comportamentais (a cortesia no atendimento, a atenção prestada), temporais (a pontualidade, o atendimento no horário marcado), ergonômicas (o conforto de uma poltrona de escritório), ou ainda, funcionais (a velocidade de um processador).

Estas características inerentes próprias ao produto são confrontadas com os requisitos exigidos por aqueles que o adquirem, os clientes. Segundo a ISO 9000:2000, um requisito é uma necessidade ou expectativa, que pode ser expressa de forma implícita ou obrigatória. Estes requisitos podem ser estabelecidos por norma técnica, por exemplo, requisitos que determinam a segurança de um brinquedo: a faixa etária indicada para sua utilização; ou, diretamente pelo cliente, uma empresa que fornece peças para outra. Quanto mais características de um produto específico atendem a determinados requisitos, mais qualidade terá o produto.

Ao longo dos anos, a qualidade do produto foi sendo definida a partir de determinados padrões e passou a ser importante para as empresas com o advento da produção em massa (revolução industrial).

No início da industrialização anos 20, a qualidade era determinada através da inspeção do produto final. E por ser inspecionado, somente o produto pronto, não havia preocupação com o processo de produção, nem com a prevenção de defeitos.

A partir dos anos 40, em decorrência, principalmente, do fim da 2ª Guerra Mundial e da expansão do comércio, o processo passou a ser inspecionado também: inicia-se a era do Controle Estatístico do Processo – CEP (guardem esta sigla, pois, vamos estudar este tema). A estatística é utilizada como uma ferramenta de controle da qualidade e a inspeção é por amostragem (alguns produtos são retirados em momentos determinados). Ou seja, além da inspeção do produto pronto, a inspeção vai sendo realizada ao longo do processo de produção.

A partir dos anos 50, com a intensificação do comércio internacional de produtos, tornou-se necessária a adoção de padrões técnicos para produção, foi a **era da garantia da qualidade**. É nesta época que surge a organização ISO - *International Organization for Standardization*. Podemos traduzir este nome para Organização Internacional para Padronização. O termo **ISO** vem do grego *ISOS* que quer dizer *igual*, e remete ao objetivo principal da organização: *promover a padronização de procedimentos* (LUCINDA, 2010). O tema padronização e o conjunto de normas ISO serão tratados na próxima aula.

E a partir dos anos 80, temos o foco na gestão da qualidade total: a qualidade será obtida, somente, a partir da mobilização de toda a empresa. A intensificação do comércio, em função da globalização, expõe as empresas a um nível de competição ainda mais alto. Para tanto, faz-se necessário o envolvimento de todos, da alta administração ao pessoal da linha de produção, de gerentes a fornecedores, agindo na prevenção de qualquer tipo de problema, problemas que com certeza não são de responsabilidade de uma única pessoa na empresa.

Para concluir, é importante destacar que todas essas eras ou visões a respeito do que é produzir com qualidade, são utilizadas hoje nas empresas simultaneamente. As estratégias de implantação de qualquer programa de qualidade pressupõem o envolvimento de todos na empresa, muitas vezes alcançado através do trabalho em equipe (os chamados times da qualidade). São utilizadas, também, ferramentas estatísticas para o controle da qualidade no processo, e ainda são inspecionadas amostras de produtos acabados.



Consultem o site da revista Banas Qualidade ([www.banasqualidade.com.br](http://www.banasqualidade.com.br)), ali vocês encontrarão conceitos, revistas e demais publicações sobre históricos de empresas. As publicações são as mais especializadas do país sobre o tema. Vocês podem se cadastrar e receber gratuitamente, por email, a newsletter (as notícias) do portal, a cada nova edição e um resumo do que está sendo publicado.

## Resumo

Nesta aula, foram apresentados conceitos iniciais que ajudarão a compreender o objetivo principal de várias ferramentas que veremos a seguir. A partir do conhecimento das diferentes eras e visões a respeito do que é qualidade hoje, o controle da qualidade é total. E adotar a filosofia da gestão da qualidade total não significa abandonar a inspeção de produtos ou o controle no processo. As empresas adotam políticas da qualidade que reúnem um mix de métodos e ferramentas para garantir a qualidade.

## Aula 2 - Métodos e ferramentas essenciais para a qualidade - A série ISO

Nesta aula, vamos aprender as diferenças entre método e ferramenta. Vamos conhecer as sete principais ferramentas da qualidade, que serão estudadas mais detalhadamente no transcorrer das aulas. E, por fim, vamos falar sobre as normas da série ISO 9001.

Implantar a gestão da qualidade na empresa **perpassa** a adoção de ferramentas e métodos específicos. Vocês já devem ter ouvido falar de vários instrumentos descritos no sumário das nossas aulas, ainda que não conheçam detalhadamente seus significados. Digo isso, pois a cultura da qualidade vem sendo disseminada no país há algum tempo, mas a sua real implantação nas empresas requer planejamento e, principalmente, treinamentos específicos e sensibilização. Falaremos mais sobre a implantação da filosofia da qualidade (planejamento, treinamentos, sensibilização, etc.) a partir do estudo dos métodos PDCA e MASP.

Agora, vamos diferenciar métodos de ferramentas. Segundo Seleme e Stadler (2008), método é a sequência lógica empregada para atingir determinado objetivo (aquilo que pretendemos realizar), enquanto as ferramentas são os recursos utilizados no método.

Para simplificar, pensem na construção de uma parede. A sequência lógica é o conjunto de passos a seguir: determinar a posição da parede (local), preparar a argamassa, esticar a linha para manter o alinhamento, e assentar os tijolos seguindo o alinhamento e verificando o prumo.

As ferramentas contemplam as técnicas desenvolvidas pelos funcionários (seja por treinamento específico ou pela própria experiência) e os instrumentos de trabalho (colher de pedreiro, trena, fio de **prumo**, nível...), na construção da parede.

A diferença é que, na gestão da qualidade, vamos trabalhar com métodos e ferramentas de gestão (como o próprio nome diz). Ou seja, não são instrumentos palpáveis, físicos, mas sim técnicas gerenciais para organização do trabalho de todas as pessoas envolvidas.

### A-Z

**Perpassa:** Passar junto ou ao longo de. Passar além de. Fazer correr ou roçar. Mover repetidamente através ou ao longo de. Postergar, preterir.

### A-Z

**Prumo:** Instrumento formado de uma peça metálica presa à extremidade de um fio metálico ou não e que serve para determinar a direção vertical.

Dentre todas as ferramentas de gestão da qualidade que vocês já ouviram falar, ou ainda conhecerão, sete são consideradas essenciais: diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, histogramas, folhas de verificação, cartas de controle, gráficos de dispersão e fluxogramas. Mas, não pensem que o conjunto de ferramentas se esgota com estas sete, vamos ver outras ao longo do curso, e existem, ainda, outras tantas.

**Tabela 2.1: As sete ferramentas da qualidade**

Ferramenta da qualidade	Principal função
<b>1 Fluxogramas</b>	Descrever processos
<b>2 Diagrama de Pareto</b>	Distinguir os fatores essenciais, que causam determinado problema de qualidade, dos fatores secundários.
<b>3 Diagrama de causa e efeito</b>	Levantar as possíveis causas de um problema que afeta a qualidade.
<b>4 Histogramas</b>	Gráfico que permite visualizar a distribuição de um conjunto de dados.
<b>5 Folhas de verificação</b>	Permite coletar dados (número de peças defeituosas, por exemplo) de forma organizada e sistemática.
<b>6 Gráficos de dispersão</b>	Estabelece a relação entre duas variáveis (exemplo, a influência da temperatura do forno no peso do pão).
<b>7 Cartas de controle</b>	Analisar a variabilidade dos processos produtivos ao longo do tempo.

Fonte: Adaptado de Pearson (2011) e Lucinda (2010)

Vocês podem perceber que algumas destas ferramentas são ligadas à estatística e, portanto, exigem cálculos na sua elaboração. São elas: diagrama de Pareto, histogramas, gráficos de dispersão e cartas de controle. As outras: os fluxogramas, o diagrama de causa e efeito, e as folhas de verificação são mais simples e bastante intuitivas.

É importante destacar que estas ferramentas foram criadas não para uso isolado, mas para serem combinadas. Juntas, elas permitirão mapear processos, identificar os defeitos em produtos e serviços, rastrear as suas causas e corrigi-las. A partir da compreensão de cada uma, vocês conseguirão definir qual a melhor combinação a ser utilizada na sua empresa para a correta identificação das causas e solução de determinado problema que afeta a qualidade.

A esta altura, vocês devem estar pensando: a professora esqueceu dos métodos, acertei? Pois bem, vamos estudar dois deles: o ciclo PDCA - **Plan, Do, Check, Act** e o MASP – **Método de Análise e Solução de Problemas**. A partir da compreensão destes métodos, vocês perceberão a utilização das ferramentas.

## 2.1 As normas ISO



Figura 2.1: ISO  
Fonte: <http://www.iso15022.org>

Um dos modelos da qualidade mais aceitos em todo o mundo é a ISO 9001, daí, a importância de estudarmos o conjunto de normas que a compõe. A sua empresa está implantando a ISO, ou passando pela certificação? Vocês já verificaram se determinados fornecedores possuem a certificação? Se concorrentes seus já possuem a certificação da ISO e a sua empresa ainda não, este cenário é ruim, agilize o processo.



Para saber mais sobre o ISO 9001 acesse: <http://www.iso.org/iso/home.html>

Vocês já viram na aula anterior que a ISO, antes de ser uma norma técnica, representa organização e tem por objetivo a padronização de procedimentos. Padronizar significa haver uma só forma pré-estabelecida de realizar determinada tarefa. Executar as tarefas dentro dos padrões permite a menor variação dos processos e, portanto, maior controle do padrão de qualidade no resultado final.

Lembram do exemplo dado no início da aula sobre a construção da parede? Imaginem que cada funcionário construa a parede de uma forma diferente. Um estica a linha a cada fiada de tijolo com o objetivo de garantir o alinhamento da parede, outro só o faz a cada três fiadas, e um terceiro só estica a linha na primeira e na última fiada. É óbvio que teremos três tipos de paredes diferentes. E, portanto, percepções distintas do cliente a respeito da qualidade dos serviços prestados pela empresa.

O pacote de normalização da ISO 9000 é composto pelas seguintes normas primárias:

- ISO 9000:2000 - Sistemas de Gestão da Qualidade – fundamentos e vocabulários.
- a dos fundamentos da qualidade, conceitos, princípios e todo o vocabulário utilizado no texto da ISO 9001:2008. Facilita a leitura da norma a seguir.
- ISO 9001:2008 - Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos. Trata do que fazer para implantar um sistema de gestão da qualidade – SGQ.
- ISO 9004:2000 - Sistema de Gestão da Qualidade – Diretrizes para melhoria do desempenho. Trata da melhoria do desempenho organizacional, principalmente após a certificação.

A ISO 9000 apresenta oito princípios para implantação e operação de um sistema de gestão da qualidade:

- **Foco no cliente:** é o objetivo maior de qualquer organização. Nossos produtos são produzidos, nossos serviços são prestados para ele, sendo ele o motivo da própria existência da empresa.
- **Liderança:** os líderes da empresa determinam o padrão de qualidade que se pretende atingir. Isso pressupõe o envolvimento da alta administração da empresa no planejamento e implantação de políticas da qualidade.
- **Envolvimento das pessoas:** a qualidade é responsabilidade de todos dentro da empresa.
- **Abordagem de processos:** os processos internos da empresa colaboram entre si para entregar aos clientes os produtos e serviços que necessitam.
- **Abordagem sistêmica de gestão:** a empresa representa um conjunto de partes inter-relacionadas. Todos são importantes, pessoas e processos, e têm impacto sobre o resultado da qualidade.
- **Melhoria contínua:** a busca pelo aprimoramento constante dos produtos e, conseqüentemente, processos da empresa.
- **Abordagem factual para a tomada de decisão:** decisões eficazes devem estar baseadas em dados e informações de qualidade.
- **Relacionamento mutuamente benéfico com os fornecedores:** estabelecer um relacionamento de benefícios mútuos (tipo ganha-ganha). Isto aumenta a capacidade de ambos em criar valor.

## Resumo

Nesta aula, apresentamos as sete ferramentas da qualidade, inseridas em um contexto de ferramentas e métodos que serão estudados ao longo da disciplina. Lembrando que sempre utilizaremos as ferramentas de forma combinada, tendo em vista os objetivos que pretendemos alcançar. Vimos também, com um pouco mais de detalhes, o pacote de normas que compõe a ISO 9000.

## Atividades de aprendizagem



1. Identifiquem, em sua empresa, quais dos oito princípios da qualidade da ISO 9000 são aplicados, anote.

---

---

---

---

---

2. A sua empresa é certificada ISO? Caso não seja, existe alguma intenção em obter a certificação? E entre os principais concorrentes da sua empresa: quais são certificados?

---

---

---

---

---

3. Identifique as atividades, ou procedimentos padronizados da sua empresa.

---

---

---

---

---



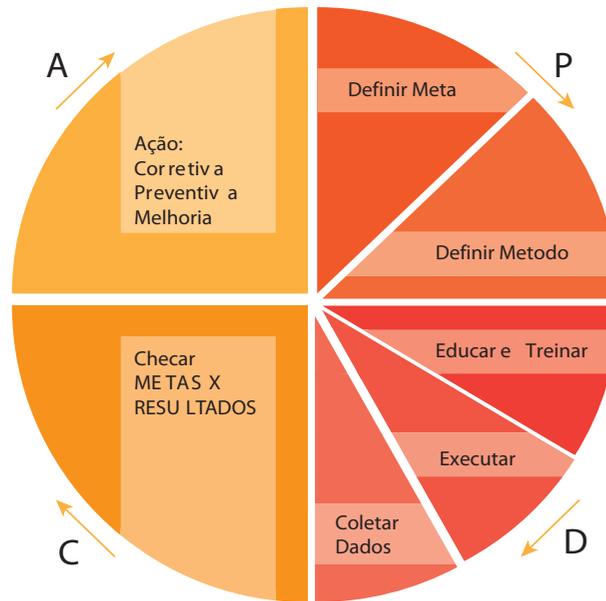
## Aula 3 - O método PDCA

Nesta aula, vamos conhecer o Ciclo PDCA. Trata-se de um método composto de quatro etapas. A partir do conhecimento deste método, a utilização das ferramentas da qualidade seguirá a sequência lógica de um plano de ação.

O Ciclo PDCA, também amplamente conhecido como o Ciclo de Deming, é considerado um dos principais métodos de gestão da qualidade. O Ciclo PDCA foi idealizado por Walter Shewhart, mas foi a partir de William Edwards Deming, na década de 50, que a utilização foi popularizada. Este breve histórico do ciclo PDCA se faz necessário, pois vocês poderão encontrar na literatura, também com a denominação de Ciclo de Shewhart.

O método PDCA está relacionado à filosofia da melhoria contínua, também conhecida como *kaizen*. Podemos dizer que este ciclo consiste em um processo de desenvolvimento de melhorias contínuas, sendo muito utilizado nas normas de sistemas de gestão da qualidade. Seu objetivo principal é tornar mais claros e ágeis os processos gerenciais.

Lembram que na nossa aula anterior, diferenciamos métodos de ferramentas? Pois bem, o Ciclo PDCA é considerado um método, uma sequência lógica empregada para atingir determinado objetivo. A partir da sua implantação, podemos planejar a utilização das ferramentas da qualidade à medida que avançamos nas suas etapas. O ciclo está dividido em 4 etapas principais: **P**lan, **D**o, **C**heck, **A**ct, conforme a figura 3.1, a seguir vamos entender o que significa cada uma delas.



**Figura 3.1: Ciclo PDCA**  
 Fonte: adaptado de Falconi (1994)

### 3.1 Primeira etapa: do inglês *Plan* que significa planejar, ou planejamento

A etapa inicial é a de planejamento, que deve ser estabelecido com base nas diretrizes da empresa. Três pontos principais devem ser considerados.

- a) Estabelecer objetivos estratégicos para a melhoria da qualidade. Os principais itens de controle da empresa podem ser o ponto de partida. Ou seja, podemos planejar a melhoria da qualidade a partir de medidas específicas do produto, do serviço ou da produção/operação em si. Por exemplo: o tempo de carregamento de um navio (visando a redução), o peso do produto acabado (garantindo que ficará dentro dos limites de especificação), tempo com *setup* de máquinas (visando reduzir o tempo total de operação).
- b) Estabelecer os caminhos para atingir as metas definidas, como vamos alcançar o que pretendemos melhorar.
- c) Decidir quais métodos serão utilizados para atingir as metas, a partir dos caminhos definidos.

**A-Z**

*Setup*: Termo em inglês, comumente utilizado para indicar a troca de ferramentas e máquinas quando há uma mudança na programação da produção.

Lembrando que, quando se trata de definir os objetivos ou metas, podemos dividi-las em dois grupos principais:

- I. As metas ou objetivos para melhorar o nível de produtividade/ qualidade.

- II. As metas ou objetivos para manter determinado nível de produtividade/ qualidade. Pode parecer estranho à primeira vista, mas muitas vezes é necessário um grande esforço organizacional para manter os níveis de produtividade e qualidade obtidos, a partir de processos de melhoria realizados anteriormente. Pensem em um atleta que bate um recorde olímpico, ele precisa de muito treino para manter seu alto nível de desempenho.

Fazendo a ligação entre o método e as ferramentas da qualidade, nas próximas aulas vamos aprender ferramentas que podem ser bastante úteis na fase de planejamento do Ciclo PDCA. Destaco o 5W2H, o diagrama de causa e efeito, a técnica dos cinco porquês e o diagrama de Pareto.

### **3.2 Segunda etapa: do inglês *Do* que significa fazer, executar o que foi planejado**

Nesta etapa, reunimos as estratégias para executar o que foi planejado na etapa anterior. É fundamental, que o plano seja bem executado, sob o risco de todo o trabalho anteriormente realizado ser perdido ou seriamente comprometido. Três pontos são importantes nesta etapa:

- a) Sensibilizar a equipe de trabalho e treinar o método a ser empregado. É necessário engajar-se em educação e treinamento do pessoal diretamente envolvido na tarefa.
- b) Executar o planejado.
- c) Realizar as medições da qualidade.

Dentre as ferramentas da qualidade que podem ser incorporadas no método, destaco nesta fase do Ciclo PDCA de execução do planejamento, as folhas de verificação e os métodos estatísticos para controle da qualidade, que veremos a partir da aula 13.

### **3.3 Terceira etapa: do inglês *Check* que significa verificar os resultados**

Aqui devemos averiguar os resultados obtidos, e a própria execução. Ou seja, devemos verificar se o trabalho está sendo executado conforme o padrão determinado na etapa de planejamento (lembrem, faz parte da primeira etapa determinar o caminho para se atingir os objetivos almejados) e verificar se os valores medidos variaram, comparando os resultados com os números anteriores ao estabelecimento do ciclo PDCA.

### 3.4 Quarta etapa: do inglês *Act* que significa agir apropriadamente

Esta última etapa do ciclo se concentra em tomar ações baseadas a partir dos resultados apresentados no passo anterior (*check*).

- a) Se o trabalho desviar do padrão, tomar medidas para corrigi-lo.
- b) Se o resultado estiver fora do padrão, investigar as causas e tomar ações para prevenir, corrigir, melhorar, ou até mesmo mudar completamente o sistema de trabalho.

O movimento cíclico do PDCA pode identificar novos problemas ou avanços após cada aplicação. (oportunidades de melhoria). Não se admite aplicar o ciclo PDCA uma única vez na empresa, porque a cada aplicação muitos problemas de qualidade acabam se tornando visíveis. Logo no início desta aula, ligamos a própria definição do ciclo ao termo *Kaizen*, que significa melhoria contínua. Sempre podemos melhorar e continuamente aprimorar a qualidade dos nossos produtos e serviços, para tanto, temos que aplicar contínuos ciclos de melhoria, através da metodologia do Ciclo PDCA.

#### Resumo



**Cadenciadas:** Dar cadência ou regularidade de pausa, de entoações, dar ritmo a, submeter a ritmo.

Nesta aula, estudamos o Ciclo PDCA. Trata-se de um método composto por quatro etapas: planejamento, execução, verificação e ação. São etapas **cadenciadas** com o objetivo de implantar uma ação para a melhoria da qualidade. Trata-se de um método bastante conhecido na gestão da qualidade, sendo muito referenciado inclusive nos sistemas de gestão.



#### Atividades de aprendizagem

1. Relacione problemas de qualidade na sua empresa. Faça uma seleção daqueles que julga ter maior impacto sobre a produtividade da empresa. Se não estiver trabalhando no momento, realize esta atividade em uma empresa conhecida, à qual você tenha acesso (um estabelecimento comercial, por exemplo).

---

---

---

---

2. A partir da lista dos principais problemas, determine um plano de melhoria, vamos exercitar a etapa de planejamento do Ciclo PDCA. Cada problema de qualidade será alvo de um plano específico. Estabeleça uma meta para a melhoria, e um caminho a ser seguido.

---

---

---

---

3. Discuta este plano com seus colegas de trabalho ou com algum representante da empresa que você selecionou para esta atividade.

---

---

---

---

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Aula 4 - Fluxogramas: conceituação e construção

Nesta aula, vamos conhecer os fluxogramas, a primeira das sete ferramentas da qualidade relacionadas na aula 2. O objetivo é mostrar e ensiná-los a utilizar a simbologia ANSI para a elaboração de fluxogramas. Veremos também, os principais tipos de fluxogramas presentes na literatura, geralmente, utilizados para a representação de processos organizacionais.

O fluxograma é uma ferramenta que nos auxilia a desenhar os processos gerenciais. Para tanto, é utilizada uma simbologia definida pela ANSI (American National Standards Institute), equivalente no Brasil à ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que propõe a padronização neste tipo de representação. Assim, um fluxograma pode ser lido corretamente em qualquer lugar, dentro e fora do país.

### Quadro 4.1: Simbologia para construção de fluxogramas - Padrão ANSI

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Retângulo</b>  Operação representa mudança num item (trabalho humano, máquina ou ambos)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Retângulo de lado arredondado</b>  Operação representa mudança num item (trabalho humano, máquina ou ambos)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Seta grossa</b>  Movimento / transporte: movimentação física</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Triângulo</b>  Armazenagem: sob controle; necessita ordem para remoção</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Losango</b>  Ponto de tomada de decisão: ponto de processo onde uma decisão é tomada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Seta</b>  Sentido de fluxo: para indicar sentido e sequência: ligação entre os diferentes símbolos</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Círculo grande</b>  Inspeção / controle: interrupção para avaliação de qualidade</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Seta interrompida</b>  Transmissão: instantânea de informação</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Retângulo / fundo arredondado</b>  Documento: registro de saída</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Círculo alongado</b>  Limites: início e fim de um processo (normalmente as palavras início e fim são escritas nele)</li></ul>

Fonte: Elaborado pela autora

Um fluxograma tem a função de representar visualmente um processo. A utilização deste recurso visual tem algumas finalidades:

- para que possamos seguir seus procedimentos,
- para que possamos analisar um processo e definir oportunidades de melhoria da qualidade,
- ou ainda, utilizar no treinamento de pessoas recém contratadas, ou que deverão executar novos procedimentos organizacionais.

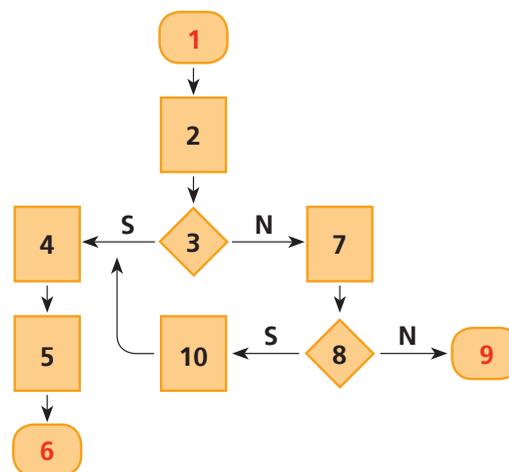


Para conhecer outros símbolos utilizados inclusive em processos industriais específicos como: logística, químicos, elétrica, transferência de calor, ventilação, consulte o site da ANSI <http://www.ansi.org>

De posse da simbologia para construção de fluxogramas, podemos representar os processos da empresa visualmente. É importante lembrar que existem outros símbolos que podem ser utilizados em situações ou áreas de atuação bastante específicas. Os símbolos apresentados no **quadro 4.1** são os mais utilizados.

Vamos fazer um exercício utilizando os símbolos do **quadro 4.1** para a elaboração de um fluxograma que represente o processo gerencial descrito a seguir:

**Exercício 1:** Trata-se do processo de solicitação de um pedido ao estoque. Ao receber a solicitação de um produto, o funcionário responsável pelo estoque verifica na listagem do setor a disponibilidade do item. Estando disponível, o produto é entregue ao solicitante (sendo dada a baixa no estoque). Se o produto solicitado não estiver disponível, verifica-se junto aos fornecedores da empresa o tempo de entrega do item. Esta informação é repassada ao solicitante. Caso este ainda deseje o produto, é imediatamente feito o pedido ao fornecedor. Aguarda-se a chegada do item solicitado e a sua entrada no estoque. Finalmente o produto é entregue ao solicitante (na sequência, é dada a baixa no estoque).



**Figura 4.1: Fluxograma funcional (exercício 1)**

Fonte: Elaborado pela autora

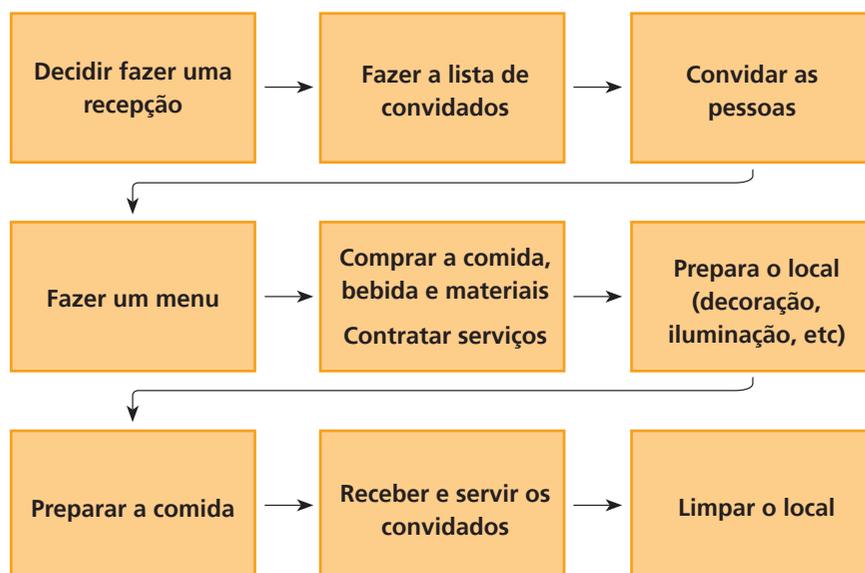
**Resolução do exercício 1:** Para elaboração do fluxograma você deve, primeiramente, listar todas as atividades que compreendem o processo de solicitação de pedidos ao estoque da empresa. São elas (em ordem): 1 Início, 2 Recebe a solicitação e verifica no estoque, 3 Disponível – Sim, 4 Entrega ao solicitante, 5 Baixa no estoque, 6 Fim. 3 Disponível – Não, 7 Verifica tempo de entrega e informa ao solicitante, 8 Solicitante quer o produto – Não, 9 Fim. 8 Solicitante quer o produto – Sim, 10 Faz o pedido e aguarda entrada no estoque, 4 Entrega ao solicitante, 5 Baixa no estoque, 6 Fim.

Em seguida, utilizando os símbolos constantes do **quadro 4.1**, iniciamos a montagem do fluxograma, atribuindo a cada atividade listada seu símbolo correspondente.

## 4.1 Tipos de fluxogramas

A literatura sobre fluxogramas é bastante vasta, e encontramos vários tipos de fluxogramas que podem ser utilizados para objetivos distintos.

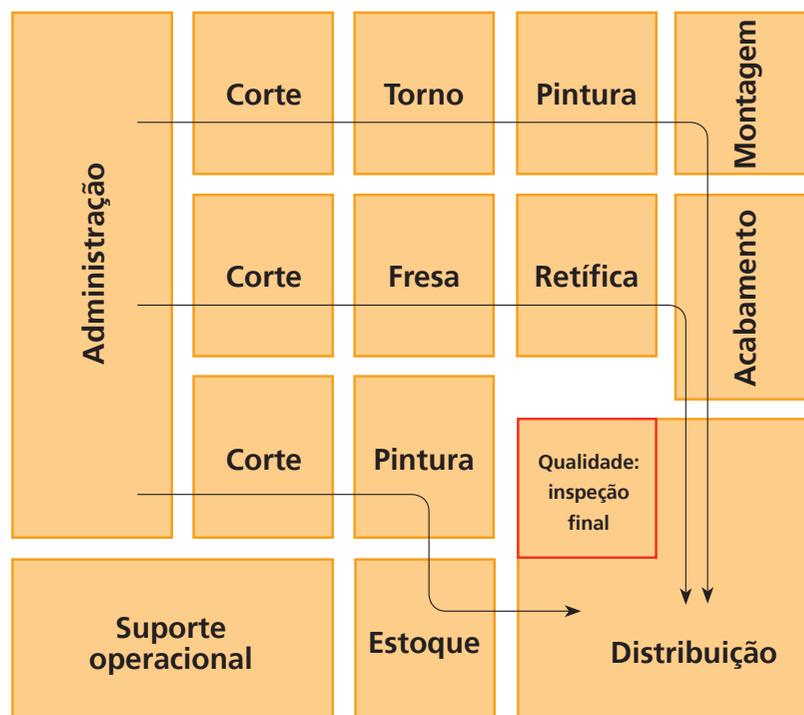
- 1. Diagrama de blocos:** permite uma rápida visão geral do processo que está sendo mapeado utilizando-se somente blocos para a sua representação. Geralmente, é elaborado logo no início do trabalho de levantamento dos dados para mapeamento dos processos com o objetivo de organizarmos os dados coletados. Exemplo da organização de uma recepção:



**Figura 4.2: Exemplo de diagrama de blocos**

Fonte: Elaborado pela autora

2. **Fluxograma funcional:** permite visualizar o movimento entre as diferentes áreas de trabalho. Na linha do departamento (das áreas funcionais) podemos visualizar a contribuição deste para o processo como um todo (incluindo as medidas de desempenho a serem consideradas). Podem ser usados somente blocos ou a simbologia completa padrão ANSI, conforme o exercício anterior.
3. **Fluxo-cronograma:** adiciona a indicação de tempo de processamento e de ciclo de cada atividade, permitindo ordenar a realização das mesmas
  - a) **Tempo de processamento:** tempo gasto para realizar a atividade;
  - b) **Tempo de ciclo:** tempo entre a finalização da última atividade e a finalização da atividade considerada, incluindo o tempo gasto com a movimentação física entre a atividade considerada e a subsequente, esperas, estocagem, revisões, e qualquer outra variável que gaste tempo de processo.
4. **Fluxograma geográfico ou físico:** permite visualizar e analisar o fluxo físico das atividades, identificando rapidamente excessos de deslocamento e esperas, no caso de um produto (*layout*) ou de processos excessivamente burocráticos.



**Figura 4.3: Exemplo de fluxograma geográfico ou físico (layout)**  
 Fonte: adaptado de Paranhos Filho (2007)





## Aula 5 - Os Cinco Sensos I

Nas aulas 5 e 6, vamos falar sobre o método de gestão denominado Cinco Sensos (5S): Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu e Shitsuke. Nesta aula vamos compreender a origem dos Cinco Sensos e estudar dois deles: Seiri e Seiton.



Figura 5.1: Cinco sensos

Fonte: <http://infofranco.com.br/>

A metodologia dos Cinco Sensos, mais conhecida como **5S**, é considerada um método de gestão por reunir um conjunto de práticas organizacionais e ferramentas seguindo uma sequência lógica, empregada para atingir determinado objetivo. O método dos Cinco Sensos teve origem no Japão, ao final da década de 1960, como parte do esforço de reconstruir o país após a 2ª Guerra Mundial.

Segundo Marshall Junior *et al.* (2010), o método dos Cinco Sensos contribuiu muito para o conceito da qualidade que é atribuído mundialmente aos produtos japoneses. Segundo os autores, o método dos Cinco Sensos foi trazido ao Brasil na década de 1990, através da Fundação Christiano Ottoni e do Professor Vicente Falconi.

O método os Cinco Sensos é, antes de tudo, um programa de educação que dá ênfase à prática de hábitos saudáveis, visando à integração do pensar, do sentir e do agir. Segundo Marshall Junior *et al.* (2010), é uma filosofia que visa à mobilização de todos na empresa através da implementação de mudanças no ambiente de trabalho. Dentre as mudanças propostas, as mais



Assista aos vídeos sobre o Sistema Toyota de Produção. Link da parte 1 <http://www.youtube.com/watch?v=c6KVeDbgRgU> e link da parte 2 <http://www.youtube.com/watch?v=6vmdVR9dzPM&feature=related>



importantes dizem respeito à eliminação de desperdícios e à limpeza. A eliminação de desperdícios está presente também na obra de Taiichi Ohno, considerado um dos idealizadores do Sistema Toyota de Produção.

## 5.1 Benefícios dos Cinco Sentos

- Melhoria de qualidade (em um amplo sentido: qualidade do trabalho, qualidade de vida, qualidade do meio ambiente);
- Eliminação do desperdício;
- Otimização de espaço físico;
- Prevenção de quebras, minimização de riscos e da incidência de acidentes;
- Mudança de comportamentos e hábitos; entre outras.

### 5.1.1 O Significado de cada um dos sentos (dos S's)



Figura 5.2: Sentos

Fonte: <http://ensinando5s.blogspot.com.br/>

- SEIRI – senso de utilização ou descarte (liberação de áreas)
- SEITON – senso de organização ou arrumação
- SEISOU – senso de limpeza
- SEIKETSU – senso de saúde (higiene)
- SHITSUKE – Senso de autodisciplina

## 5.2 SEIRI: senso de utilização

Consiste em analisar o local (não só no trabalho, mas também em casa) e manter apenas objetos e dados necessários, na quantidade certa. Para tanto é necessária a classificação de todos os itens de acordo com critérios como utilidade, frequência de uso, etc. O foco principal aqui, é: “O que não serve, só atrapalha!”. Não deixe escapar nada:

- Agendas e cadernos velhos;

- Jornais e revistas;
- Pneus e garrafas vazias;
- Calendários e canhotos de cheque antigos;
- Canetas que não funcionam;

#### **Não esqueça de prever como irá descartar:**

- Verifique a utilidade dos itens que você irá descartar: poderiam ser doados, utilizados por outros (desde outros departamentos da empresa, até outras pessoas, dentro e fora da organização)
- Solicitar o descarte correto de cada tipo de material.

### **5.3 SEITON: senso de organização**

Corresponde à organização do ambiente (dos objetos, materiais, equipamentos, dados, informações úteis). Cada um destes e demais itens presentes deve possuir seu lugar exclusivo. E, após o uso, deverá voltar e permanecer sempre ali.

- Cada item deve estar sempre disponível e próximo ao local de uso e;
- Somente na quantidade certa, na qualidade certa, e no momento certo.

#### **Por que aplicar o senso de organização?**

- Economia de tempo;
- Diminuição do cansaço físico;
- Melhoria do fluxo de pessoas e materiais.

#### **Como aplicar o senso de organização?**

- Organizar os itens necessários;
- Identificar as áreas necessárias;
- Padronizar os termos importantes de uso comum na empresa;
- Usar rótulos de cores vivas para identificar os itens;
- Guardar objetos semelhantes no mesmo local;
- Expor visualmente todos os pontos críticos, tais como: locais perigosos, saídas de emergência, partes da máquina que exigem atenção especial, locais de atendimento;

- Adicionar cor aos locais de trabalho: vermelho para sinalizar áreas de emergência, amarelo para áreas de risco moderado, verde para áreas seguras. As áreas de descanso devem ser pintadas com cores mais relaxantes;
- Só se deve pintar o piso depois de analisar cuidadosamente o layout e fixar a posição de tudo. Uma vez definida a cor do piso, é possível demarcá-lo com linhas, dividindo-o em seções.

## Resumo

Nesta aula, contextualizamos o método de gestão denominado Cinco Sentidos, detalhando os dois primeiros: de utilização (Seiri) e de organização (Seiton).



## Atividades de aprendizagem

1. Você concorda com a afirmação: “os Cinco Sentidos têm uma abordagem filosófica”? Como este método de gestão beneficia a empresa e o colaborador?

---

---

---

---

---

2. Que tal aplicar os dois sentidos vistos até aqui no seu local de trabalho? E na sua mesa de estudos? Anote aqui suas percepções.

---

---

---

---

---

## Aula 6 – Os Cinco Sentos II

Nesta aula, vamos estudar outros três sentos: Seisou, Seiketsu e Shitsuke. Vamos também abordar questões importantes que conferem a implantação do método de gestão dos Cinco Sentos.

### 6.1 SEISOU: senso de limpeza

A prática da limpeza traduz o ideal de manter limpo o local antes, durante e depois da jornada de trabalho. Segundo Ribeiro (2006), “significa zelar pelos recursos e pelas instalações em geral”. Sua interpretação vai além da limpeza física, se estendendo aos cuidados com a própria aparência e as condições psicológicas em harmonia.

- A limpeza deve se tornar um hábito;
- O chão, as máquinas, os equipamentos, não devem ser deixados sujos;
- Verificar poeira, papéis, excesso de óleo, cigarro, cavacos, sucata, etc...;
- Procurar produzir sem gerar lixo.

Para tanto, é necessário limpar antes de organizar. Organizar significa padronizar a armazenagem, mas não se pode começar a padronização enquanto tudo não estiver limpo.

### 6.2 SEIKETSU: senso de higiene e saúde

Fazer “SEIKETSU” significa preocupar-se com o asseio e a aparência pessoal. Significa conservar a higiene, tendo o cuidado para que os estágios de organização, ordem e limpeza, já alcançados não retrocedam. A higiene e boa aparência pessoal são necessárias para uma vida saudável e realização das nossas atividades.

- O ambiente deve estar limpo;
- Todos devem cuidar da sua higiene pessoal;
- Todos devem usar equipamentos de segurança (os chamados EPI’s – equipamentos de proteção individual) e ter cuidado na utilização de máquinas, aparelhos, equipamentos e utensílios;

- O objetivo geral é que todos tenham e mantenham a saúde.

Um importante aspecto do senso de higiene e saúde, SEIKETSU, é o sentido de segurança e saúde do trabalhador. Pressupõe cumprir os procedimentos de segurança individual e coletiva, a realização de avaliações periódicas das condições do ambiente de trabalho e o seu aprimoramento constante. Devemos ter em mente que os danos causados ao trabalhador geram prejuízos para a empresa, além de custos para toda a sociedade. Portanto, este senso engloba a prevenção dos acidentes e doenças decorrentes do trabalho.

Além das disciplinas de ergonomia e segurança, um importante aliado na implantação do senso de saúde e higiene é a disciplina de ginástica laboral. Para tanto, é importante levar em consideração o tipo de atividade realizada no local de trabalho. Os benefícios para o trabalhador são tanto físicos, como psicológicos e até mesmo sociais. Além disso, diminuir os problemas de saúde do trabalhador é sinônimo de aumento de produtividade na empresa.

### 6.3 SHITSUKE: senso de autodisciplina

O senso de autodisciplina está ligado à prática constante de todos os “4S” anteriores, sem descuidar do também constante aperfeiçoamento. Sendo assim, o senso de autodisciplina consiste em:

- Respeitar os padrões éticos e técnicos da empresa;
- Criar procedimentos objetivos e possíveis de serem cumpridos;
- Ser claro e objetivo na comunicação (escrita ou verbal) dos procedimentos;
- Desenvolver a conscientização e o comprometimento com os objetivos do programa de implantação dos Cinco Sentos;
- Esclarecer sempre, ao atribuir uma nova tarefa, as razões que fundamentam a sua execução.

Ribeiro (2006) propõe uma metodologia, para implantação dos Cinco Sentos, que envolve dois aspectos fundamentais: a **sensibilização das pessoas estratégicas** e a **estruturação da implantação** para o sucesso da ação que está sendo **empreendida**. Estes aspectos fundamentais, que devem ser observados na implantação de qualquer método ou ferramenta da qualidade, implicam na proposta de uma nova forma de organização e realização do trabalho.

A-Z

**Empreender:** Tomar a resolução de fazer uma coisa e começá-la: empreender um trabalho.

A **sensibilização das pessoas estratégicas** diz respeito à conquista de pessoas que irão liderar a implantação do 5S (ou de qualquer outra ação de melhoria). Normalmente, quando percebemos na empresa os primeiros movimentos pela implantação do 5S, a iniciativa partiu de algum componente de média gerência. Segundo Ribeiro (2006), ainda que a iniciativa não tenha partido da alta administração da empresa, é fundamental a sua adesão ao programa, com vistas a sua implantação em toda a organização.

Quanto à **estruturação da implantação**, Ribeiro (2006) traz dois aspectos importantes: a formação de um comitê do 5S e a elaboração de um plano de ação.

Para a elaboração do plano de ação, podemos utilizar tanto a metodologia do Ciclo PDCA (aula 3) quanto o Método de Análise e Solução de Problemas – MASP (aula 12).

E quanto à formação do Comitê do 5S, destacamos alguns aspectos trazidos pelo autor:

- O comitê deve ser formado por pessoas escolhidas pelo gestor/ líder responsável pelo projeto de implantação;
- Os integrantes do comitê serão responsáveis pela apresentação de propostas de atividades de promoção, como: treinamentos, realização de eventos internos (divulgação do programa na empresa, etc.), concursos internos e premiações para promover e monitorar a participação de todos, além da programação de visitas a outras organizações;
- Os integrantes do comitê serão responsáveis também pelas chamadas atividades de padronização, garantindo a uniformidade das ações relativas à implantação do programa;
- Serão responsáveis também, pelas atividades de controle, visando o monitoramento dos prazos, custos e resultados da implantação.
- Finalizando o método dos Cinco Sentidos, alguns aspectos de comportamento que sempre valem a pena repetir:
- Tenha consideração pelas pessoas;
- Respeite as opiniões dos outros;
- Seja honesto;



## Aula 7 - Técnica dos cinco porquês

Nesta aula, vamos aprender a técnica dos cinco porquês. Esta ferramenta da qualidade tem o objetivo de auxiliar na descoberta da causa fundamental de um problema que afeta a qualidade. Vamos conhecer sua origem e forma de aplicação.



**Figura 7.1: Taiichi Ohno**

Fonte: <http://www.istoedinheiro.com.br/>

A técnica dos cinco porquês foi desenvolvida por Taiichi Ohno. Trata-se de uma ferramenta de simples compreensão e aplicação, podendo ser utilizada nas etapas iniciais de praticamente qualquer plano de ação que vise à melhoria da qualidade.

Porém, antes de estudarmos propriamente a técnica dos cinco porquês, vamos tratar de um tema de fundamental importância: a correta definição do problema a ser resolvido.

O primeiro passo, para a resolução de um problema que impede o desenvolvimento organizacional, é identificá-lo e compreender exatamente como ele é. Portanto, é necessário cuidado e atenção na tarefa de detectar um problema. Muitas vezes, problemas mal compreendidos levam a soluções erradas, demandando investimento de tempo, recursos humanos, materiais e mesmo financeiros em algo que não resultará na melhoria esperada.

### 7.1 Passos para a correta definição do problema a ser resolvido

1. Defina o problema junto às pessoas que são afetadas por ele. Realize um trabalho em equipe.
- Uma possibilidade aqui é a realização de uma seção de *brainstorming* com as pessoas diretamente afetadas.

Você está em dúvida sobre o que se trata uma seção de *brainstorming*? *Brainstorming* literalmente quer dizer tempestade cerebral. É uma técnica que estimula a geração de ideias por um grupo, a partir de um foco específico de análise.

No nosso caso, imagine que você reúne um grupo de pessoas da empresa para discutir qual é o principal problema que afeta a qualidade do produto, ou do processo.

O *brainstorming* é composto por duas etapas: a primeira é chamada divergente e a segunda, convergente.



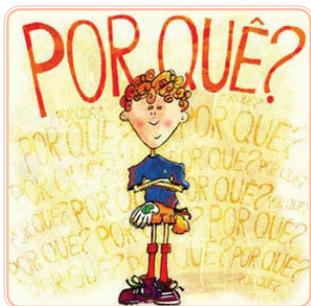
**Figura 7.2: Brainstorming**

Fonte: <http://infofranco.com.br/>

- **Etapa divergente:** visa à quantidade de ideias. O grupo é desafiado a dar o maior número possível de ideias em um período de tempo determinado. Todas as ideias devem estar registradas no papel, em um quadro ou no computador.
  - **Etapa convergente:** visa à avaliação e seleção de ideias pelos próprios participantes. As ideias devem ser apresentadas e discutidas, sendo eliminadas aquelas julgadas irrelevantes, e ordenadas as mais importantes com vistas a sua aplicação futura.
2. Valide a definição do problema com as pessoas que o ajudaram. O problema só estará perfeitamente descrito quando todas as pessoas que participaram da formulação concordarem com a definição.

A partir da definição correta do problema, podemos partir para a aplicação da técnica dos porquês. Esta ferramenta da qualidade tem por objetivo descobrir, adotando uma atitude interrogativa sistemática, as causas profundas do determinado problema que afeta a qualidade. Parte-se do pressuposto de que a solução das causas acarretará a solução do problema. Exemplo:

- Primeira pergunta: Por que houve parada na linha de produção?
- Primeira resposta: Porque não havia matéria-prima.
- Segunda pergunta: Por que não havia matéria-prima?
- Segunda resposta: ...



A técnica consiste em questionar sobre uma atividade perguntando o porquê desta atividade. A resposta dada deve originar uma nova pergunta, utilizando o porquê. Basicamente, a técnica consiste em perguntar “porquê” cinco vezes consecutivas.

**Figura 7.3: Porquês**

Fonte: <http://www.portuguesconcurso.com>

**Tabela 7.1: Exemplo de aplicação da técnica dos cinco porquês**

Porquês	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem.
Por que não tinha embalagem?	Porque houve falha no equipamento de produção.
Por que houve falha no equipamento de produção?	Porque não fizeram a manutenção preventiva.
Por que não fizeram a manutenção preventiva?	Porque não foi efetuado o pagamento.
Por que não foi efetuado o pagamento?	Porque houve atraso no registro do novo prestador do serviço de manutenção.

Fonte: Elaborado pela autora

A partir da técnica dos porquês foi possível estabelecer, no exemplo acima, qual a causa fundamental do problema na entrega do produto. Para que possamos, realmente, resolver o problema dos atrasos na entrega dos produtos, temos que enfrentar o problema administrativo de atraso no registro de um novo prestador de serviços de manutenção. Identificar a causa real do problema nos permite buscar uma solução. E quanto antes souber, mais rapidamente será possível agir.

A partir das respostas obtidas, a equipe envolvida nesta discussão poderia apontar soluções:

- **Ação 1:** a contratação de mais um funcionário no setor responsável pelo registro de fornecedores e prestadores de serviço da empresa (em função do grande número de terceiros).

- **Ação 2:** o desenvolvimento de um novo sistema de embalagem, em função da complexidade do existente.

Na prática, as estatísticas demonstram que na quarta ou quinta pergunta é possível chegar à causa fundamental. Ou seja, cinco é a média de perguntas que geralmente são necessárias para se encontrar a causa fundamental de um problema.

Mas, caso seja necessário, nada impede que você utilize um sexto ou sétimo “porquê” na sua investigação. Ou ainda, podemos identificar a causa no terceiro “porquê”.

## Resumo

Iniciamos esta aula abordando a questão da correta definição de um problema que afeta a qualidade. Para tanto, repassamos uma técnica bastante utilizada, a do **brainstorming** e na sequência, apresentamos outra, a dos cinco porquês.



## Atividades de aprendizagem

1. Identifique um problema na sua empresa e aplique a técnica dos porquês junto com a equipe envolvida na situação. Se preferir, pode aplicar a técnica em uma empresa a que tenha acesso, ou até mesmo na sua escola.

---

---

---

---

2. Discuta com a equipe, e juntos apontem a solução para cada problema identificado.

---

---

---

---



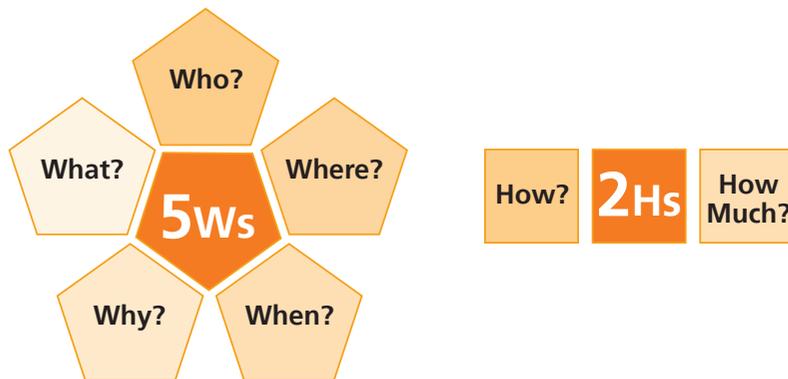


## Aula 8 - 5W's e 2H's

Vamos conhecer a ferramenta 5W2H. O significado cada uma das perguntas orientadoras e alguns exemplos de aplicação. Além disso, vamos detalhar a matriz, aprimorando seus instrumentos de gestão.

A ferramenta 5W2H, também chamada Matriz 5W2H, está fundamentada na utilização de perguntas que iniciam, em inglês, com as letras W e H. As perguntas têm o objetivo de gerar respostas que esclareçam o problema e organizem as ideias propostas na solução do problema.

As perguntas são originadas todas do inglês. Os **Ws** correspondem às perguntas: *What* (O quê?), *Who* (Quem?), *Where* (Onde?), *When* (Quando?) e *Why* (Por quê?). Os **Hs** correspondem às perguntas *How* (Como?) e *How Much* (Quanto custa?).



**Figura 8.1: Conceito e utilização da ferramenta 5W2H**

Fonte: <http://preview.channel4learning.com/>

- *What* (O quê?): a ação ou meta.
- *Who* (Quem?): é a pessoa responsável por executar a ação.
- *When* (Quando?): é o prazo limite para executar a ação.
- *Where* (Onde?): é o local onde se executa a ação.
- *Why* (Por quê?): justificativa da ação.
- *How* (Como?): é o método para desenvolver a ação.
- *How much* (Quanto?): quantificação dos recursos envolvidos.

**Tabela 8.1: Vantagens e desvantagens do cintamento**

Pergunta	Significado	Pergunta instigadora	Direcionador
<i>What?</i>	O quê?	O que deve ser feito?	O objeto
<i>Who?</i>	Quem?	Quem é o responsável?	O sujeito
<i>Where?</i>	Onde?	Onde deve ser feito?	O local
<i>When?</i>	Quando?	Quando deve ser feito?	O tempo
<i>Why?</i>	Por quê?	Por que é necessário fazer?	A razão/motivo
<i>How?</i>	Como?	Como será feito?	O método
<i>How much?</i>	Quanto custa?	Quanto vai custar?	O valor

Fonte: Seleme e Stadler, 2008

Trata-se de uma ferramenta de análise cujo objetivo é direcionar a discussão a um único foco, evitando a dispersão das ideias. Não é uma ferramenta completa para elaboração de planos de ação, mas pode ser utilizada combinada com outras, como a dos cinco porquês, ou diagrama de causa e efeito (trataremos na aula sobre MASP).

A ferramenta 5W2H é útil em duas situações distintas de análise: na verificação da **ocorrência de um problema** e na elaboração de um **plano de ação**. Percebam que as perguntas sofrem pequenos ajustes na temporalidade, porém, o objetivo principal de cada uma delas continua o mesmo.

**Tabela 8.2: Situações distintas de análise do 5W2H**

Análise de problemas	Plano de ação
O que aconteceu?	O que será feito?
Quem era o responsável?	Quem será o responsável?
Por que aconteceu?	Por que será feito?
Onde aconteceu?	Onde será feito?
Quando aconteceu?	Quando será feito?
Como aconteceu?	Como será feito?
Quanto custou?	Quanto custará?

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Podemos dizer que a matriz 5W2H é um tipo de “lista de verificação”, utilizada para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de ações para solucionar a causa do problema identificado.

**Tabela 8.3: A ferramenta 5W2H**

O quê?	Por que?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?	Quanto custa?
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Where</i>	<i>How Much</i>
Ação ou tarefa proposta a serem realizadas para o atingimento dos objetivos estratégicos ou das metas táticas.	Justificativa lógica sobre a motivação da ação proposta.	Meio ou maneira pela qual a ação poderá ser viabilizada.	Responsável pela realização da ação. Não precisa ser o executor.	<p>Prazo ou data de conclusão da ação.</p> <p>Pode ser definido como um prazo relativo a uma outra ação.</p>	<p>Local de materialização da ação.</p> <p>Pode ser definido um local físico ou virtual.</p>	<p>Custo estimado para a realização da ação.</p> <p>Pode ser fornecido através de parâmetros como H/h.</p>

Fonte : adaptado de Weinhardt (2011)

A ferramenta iniciou com os 5 Ws e somente 1 H (*How?*) Posteriormente, foi acrescida do segundo H (*How much?*), a fim de fundamentar financeiramente a decisão a ser tomada (Quanto?). Ainda, é possível acrescentar mais 1 H (*How measure?* - Como medir?), se desejarmos atribuir indicadores de desempenho para controlar as ações definidas.

**Tabela 8.4: Exemplos de utilização do 5W2H**

O quê?	Quem?	Onde?	Por que?	Quando	Como?	Quanto custa?
<i>What</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>Why</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How Much</i>
Ler 1 livro em 30 dias	Eu/auxílio professor	Casa/ Biblioteca	Ampliar conhecimento profissionais e pessoais	02h dia	<p>Buscar isolamento 02h x 10pg</p> <p>300pg/30d</p>	<p>Valor do livro</p> <p>Deslocamento</p>
Exercícios físicos	Eu/Prof. academia	Academia Pista caminhada	Equilíbrio Saúde	<p>03 dias semana</p> <p>6 Às 7h</p>	<p>Caminhada</p> <p>Musculação</p>	<p>Mensalidade (academia)</p> <p>Roupas, tênis, acessórios, etc.</p>
Dar treinamento ao pessoal do Depto. de Marketing	Depto. de Recursos Humanos	Sala de treinamento	Capacitação para executar a nova atividade	06/08/12	Através de apostilas com casos práticos	R\$ 400/funcionário (40 horas)

Fonte : Elaborado pela autora

É possível detalharmos ainda mais a matriz 5W2H, com a descrição de subitens das ações propostas e a utilização de cronogramas. O objetivo é aprimorar o gerenciamento das atividades, incorporando instrumentos de gestão do tempo e dos custos.



## Atividades de aprendizagem

- Seguindo na linha das atividades práticas propostas nas aulas anteriores, sugiro que você reúna uma equipe e aplique o método 5W2H. Elaborem a solução de uma situação problema identificada que pode ser a mesma do exercício anterior, da aula 7 (técnica dos cinco porquês).



---

---

---

---

---

---

---

---

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---



# Aula 9 - Diagrama de causa e efeito: elaboração e exemplos de utilização

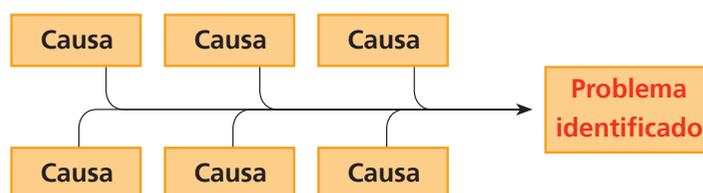
Vamos aprender nesta aula a elaborar um diagrama de causa e efeito. Trata-se de uma importante ferramenta para análise de uma situação-problema e definição da solução. Vocês aprenderão, primeiramente, as quatro etapas que compõe a elaboração do diagrama de causa e efeito.



O diagrama de causa e efeito, conhecido também como diagrama de espinha de peixe (pelo seu formato) ou ainda diagrama de Ishikawa (pelo seu idealizador - Kaoru Ishikawa) é uma ferramenta simples e muito utilizada para análise das causas de um problema que afeta a qualidade.



Para saber mais sobre o Diagrama de causa e efeito acesse: <http://www.totalqualidade.com.br/2009/10/os-gurus-da-qualidade-kaoru-ishikawa.html>



**Figura 9.1: Aspecto geral do diagrama de causa e efeito**

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

A partir de Lucinda (2010), sugerimos quatro etapas para a sua elaboração:

- **Etapa 1: definição do problema**

Nesta etapa é fundamental a participação das pessoas diretamente envolvidas na situação problemática alvo da análise (conforme visto anteriormente). Após a definição do problema, traçamos um eixo horizontal e o colocamos a direita do diagrama, conforme segue:



**Figura 9.2: Definição do problema**

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

- **Etapa 2: identificação das causas geradoras do problema**

Etapa crucial para a solução do problema, sendo fundamental a continuidade do trabalho em equipe (trabalho participativo). Para a identificação correta das causas geradoras do problema, recomenda-se a realização de várias seções.

A-Z

**Cerceamento:** Ato ou efeito de cercear. Limitação, restrição: cerceamento de liberdades.

Os participantes da seção, no máximo 20 pessoas colocam nas espinhas de peixe (**figura 9.1**), ou seja, nas linhas que partem do eixo horizontal, que vimos na etapa anterior o que julgam ser as causas prováveis do problema em análise. É importante que não haja **cerceamento** ou críticas as causas apresentadas, elas serão filtradas a seguir conforme visto na aula 7, quando falamos sobre as seções de *brainstorming*.



*Flip-chart* (conhecido no Brasil como tripé ou cavalete) é um tipo de quadro, usado geralmente para exposições didáticas ou apresentações, em que fica preso um bloco de papéis. Deste modo, quando o quadro está cheio, o apresentador simplesmente vira a folha (em inglês, *flip*), sem perder tempo apagando o quadro.

Com a relação das causas identificadas, damos início à elaboração do diagrama. O diagrama pode ser desenhado em um quadro *flip-chart*, quadro negro (ou branco), cartaz, ou ainda com o auxílio de softwares específicos.

Algumas observações importantes para a elaboração do diagrama:

- Desenhar tantas espinhas de peixe quantas forem necessárias;
- A seção não deve ultrapassar 2 horas, com um intervalo de 20 minutos;
- Em geral são realizadas entre duas a cinco seções para elaboração de um diagrama;
- Ao final da seção o diagrama deverá ser desenhado, pois será o ponto de partida para a próxima seção. a partir daí teremos desenhado a (**figura 9.1**)

- **Etapa 3: definição dos objetivos**

Na etapa 3, as sentenças descritivas das causas do problema serão transformadas em sentenças propositivas, dando origem aos objetivos almeçados para a solução do problema. O problema também deverá ser redigido, transformando-se em uma sentença que traduza a situação almejada.

Assim, o diagrama das causas do problema se transforma em um diagrama com os objetivos para a solução do problema, uma vez que apresenta os passos (objetivos) que serão realizados.

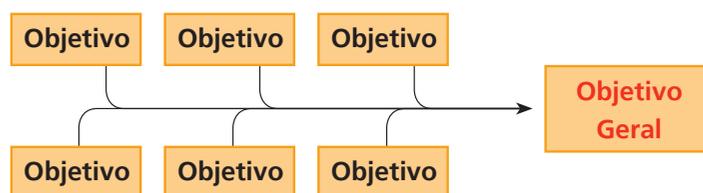


Figura 9.3: Definição dos objetivos

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

- **Etapa 4: seleção dos objetivos**

O ponto de partida é o diagrama de objetivos da etapa anterior. Os objetivos que estiverem fora do alcance da equipe responsável pela solução do problema deverão ser eliminados. Isso garante que não se trabalhe com objetivos fantasiosos, inviáveis ou inatingíveis.

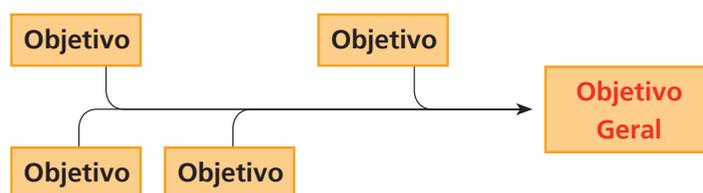


Figura 9.4: Seleção dos objetivos

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Sugestão para seleção de objetivos: o **método SMART**.

Um objetivo deve ser:

- **Specific** (Específico): sua redação deve ser clara, precisa, não deixando margem a dúvidas ou erros de interpretação.
- **Mensurable** (Mensurável): cada objetivo deve ser relacionado a um indicador de desempenho, para que possamos acompanhar se está sendo atingido. Exemplo: um objetivo de redução de tempo de operação, de 20 para 15 minutos no primeiro mês.
- **Attainable** (Alcançável): um objetivo deve propor uma ação viável, possível de ser realizada (cuidado com o otimismo exagerado).
- **Relevant** (Relevante) : devemos nos pautar pela seleção de objetivos relevantes para o resultado final. Lembre-se que cada objetivo irá traduzir uma ação a ser empreendida por aqueles responsáveis pela melhoria da qualidade. Ou seja, são investidos tempo e recursos neste tipo de projeto.
- **Time-Based** (Temporal): atrelar todos os objetivos definidos a um horizonte de tempo (prazos) para a sua consecução.

## A-Z

### Metódo SMART

É a sigla formada pelas palavras: Specific (Específica), Mensurable (Mensurável), Attainable (Alcançável), Relevant (Relevante) e Time-Based (Temporal). Smart em inglês significa esperto.

## 9.1 Padrões de análise para o diagrama de causa e efeito

Outra possibilidade para a elaboração do diagrama de causa e efeito é a adoção de padrões de análise/categorias. A investigação das causas prováveis de determinada situação problemática pode ser direcionada, a partir da análise de determinados padrões, ou categorias, previamente estabelecidos.

Um dos mais utilizados são os **6M's**: matéria-prima, mão de obra, máquina, método, medida e meioambiente. Vamos analisar a situação problema a partir destes padrões pré-estabelecidos, para encontrar as suas causas:

- **Matéria-prima:** problemas relacionados às suas características, ao fornecimento, entre outros;
- **Mão de obra:** se está devidamente treinada, se possui as habilidades necessárias, se está disponível em número suficiente;
- **Máquina:** operacionalização de equipamentos e seu adequado funcionamento;
- **Método:** a forma como são desenvolvidos os trabalhos (ação específica);
- **Medida:** quais são os indicadores utilizados no momento, para controle, bem como os instrumentos de medição;
- **Meio ambiente:** as condições do meio (local) onde o trabalho é realizado e a influência na qualidade (infraestrutura, temperatura, demais situações de execução).

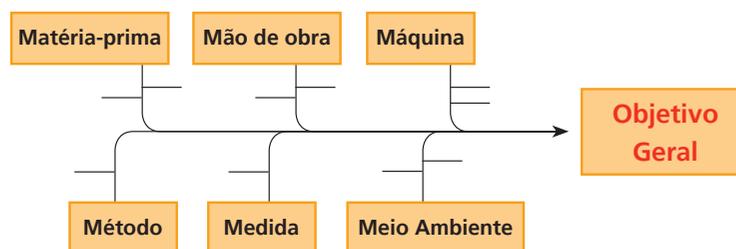


Figura 9.5: Padrões de análise para o diagrama de causa e efeito

Fonte: Elaborado pela autora

Não só os padrões de análise propostos pelo 6M's podem ser utilizados mas, há outros que podem melhor traduzir o tipo de atividade da empresa, facilitando a análise da situação problema.

## Resumo

Aprendemos nesta aula a elaborar o diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de espinha de peixe, ou diagrama de Ishikawa. Trata-se de uma ferramenta para análise de uma situação-problema e definição do conjunto de soluções. Vocês encontrarão referências sobre ele na literatura e em diversos aplicativos disponíveis no mercado.

## Atividades de aprendizagem

- Elabore um diagrama de causa e efeito para uma situação grave, que aflige a maioria de nós brasileiros: a baixa qualidade de alguns serviços importantes na área da saúde pública. Escolha um serviço específico, defina a problemática e elabore o diagrama de causa e efeito. Se preferir, utilize os padrões de análise dos 6M's.



---

---

---

---

---

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---



# Aula 10 - Diagrama de causa e efeito: Estudo de caso

Nesta aula, vamos resolver um exercício, a partir do estudo de uma situação, utilizando o diagrama de causa e efeito para solucionar o problema de uma concessionária de veículos.

## 10.1 Estudo de caso - exercício prático

O problema vem se repetindo na concessionária XYZ: a entrega de carros com riscos na lataria. Por se tratar da venda de carros zero quilômetro, ainda que ocorram poucos casos, trata-se de uma situação bastante desfavorável para a empresa. O mercado automotivo é altamente competitivo no país, e a fábrica cobra elevados padrões de qualidade da sua rede de concessionárias.

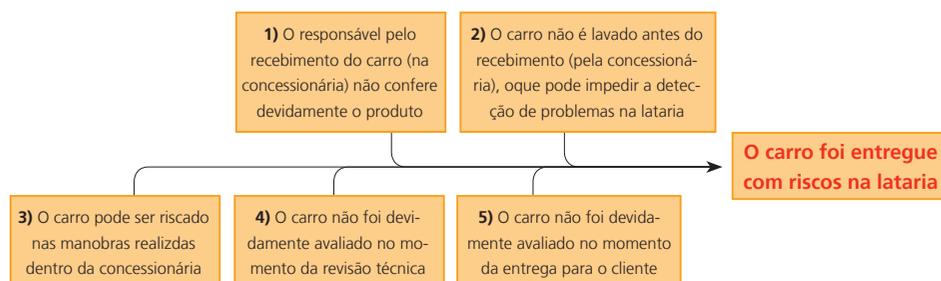
Para solucionar o problema, foi composta uma equipe multidisciplinar: um vendedor, o responsável pelo recebimento dos carros, um funcionário da lavagem dos carros, um manobrista, um funcionário do setor de revisão técnica e o próprio gerente. O gerente utilizou o diagrama de causa e efeito, seguindo os passos descritos na aula anterior.

- **Etapa 1: definição do problema**

Esta etapa foi bastante simples e rápida, uma vez que o problema já vinha sendo declarado pelos clientes: “O carro foi entregue com riscos na lataria”. Este problema só era detectado no momento da entrega do veículo. Foi dado início a elaboração do diagrama.

- **Etapa 2: identificação das causas geradoras do problema**

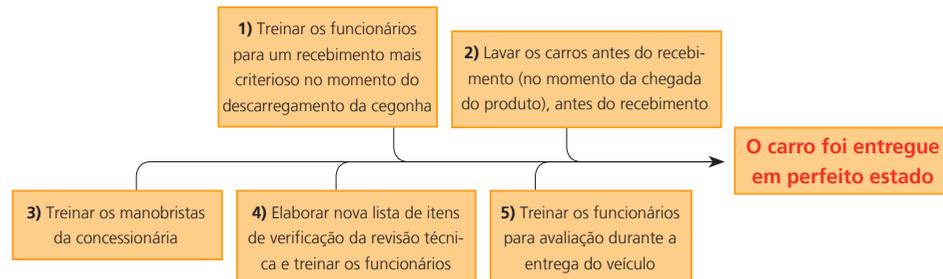
Aqui o gerente se reuniu com a sua equipe (descrita anteriormente) e, após uma sessão de *brainstorming*, eles identificaram as causas. Elas seguem no diagrama desenhado pela equipe.



**Figura 10.1: Diagrama das causas do problema da entrega de carros novos com riscos na lataria**  
Fonte: Elaborado pela autora

- **Etapa 3: definição dos objetivos**

As causas identificadas no diagrama da etapa anterior, são transformadas em sentenças propositivas. Então, foi elaborado um diagrama com os objetivos para a solução do problema.

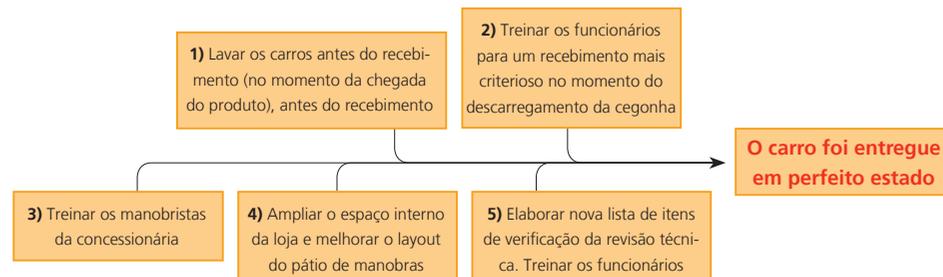


**Figura 10.2: Diagrama dos objetivos**

Fonte: Elaborado pela autora

- **Etapa 4: seleção dos objetivos**

Por fim (etapa 4), a equipe selecionou os objetivos mais relevantes, dentre os determinados no diagrama anterior. Foi invertida a ordem dos objetivos 1 e 2 do diagrama anterior, para estabelecer um ordenamento mais adequado das atividades. Foi eliminado o objetivo 5 do diagrama anterior, pois não é possível realizar uma avaliação (por parte da loja) no momento da entrega do veículo. E um aspecto importante, relacionado ao pátio de manobras da loja e ao espaço interno em geral, veio à tona.



**Figura 10.3: Diagrama final dos objetivos para a solução do problema de entrega de carros novos com riscos**

Fonte: Elaborado pela autora

## Resumo

Nesta aula, fizemos um exercício de elaboração de um diagrama de causa e efeito para a solução de uma situação-problema. Para tanto, utilizamos a metodologia das quatro etapas que vimos na aula anterior.

# Aula 11 - Diagrama de Pareto

Nesta aula, vamos estudar o diagrama de Pareto. Este, que faz parte da lista das sete principais ferramentas da qualidade (aula 2), tem por objetivo identificar as causas que determinam a maioria dos problemas de perda da qualidade. Vamos acompanhar o passo a passo de elaboração do diagrama de Pareto a partir de um exemplo prático.

## 11.1 Conceito

Segundo Vieira (1999), Joseph Juran atribuiu o nome desta ferramenta a Pareto, um economista italiano que estudou o problema da distribuição de renda. Ele verificou que poucas pessoas detinham a maior parte da renda, enquanto a maior parte da população detinha apenas uma pequena porção. O trabalho de Pareto deu origem à regra 80/20:

- 20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas.
- 20% dos clientes são responsáveis por 80% dos lucros.
- E assim por diante...

O Diagrama de Pareto tem por objetivo identificar as causas que determinam a maioria dos problemas de perda da qualidade. Uma vez identificadas, a solução e eliminação destas causas serão priorizadas. Partimos do pressuposto que, atacando as causas da maioria das perdas de eficiência, teremos, imediatamente, um incremento significativo na qualidade dos nossos produtos/ serviços.

Como todas as ferramentas vistas até aqui, esta também é composta de alguns passos para a sua elaboração: propomos 5, no total. Vamos estudar a sua construção a partir de um exemplo prático.

Os condôminos que um edifício comercial vem reclamando da qualidade das instalações prediais. O proprietário do edifício pretende iniciar as reformas necessárias e, para tanto, solicitou ao síndico do condomínio quais serviços/ obras deveriam ser priorizadas. O síndico sabiamente organizou os dados das reclamações recebidas ao longo do último trimestre e iniciou a elaboração de um diagrama de Pareto.

## 11.2 Como elaborar um diagrama de Pareto

**1º passo** criar uma tabela listando os problemas identificados e o número absoluto de ocorrências de cada um.

**Tabela 11.1: Os problemas identificados**

Nº	Descrição	Ocorrências
1	Tomadas não energizadas	23
2	Lâmpadas queimadas	39
3	Vazamentos	21
4	Entupimentos nas instalações sanitárias	32
5	Manutenção de equipamentos	5
6	Corte de grama	2
7	Problemas na cobertura	15
8	Pintura	1
9	Pequenas reformas	13
10	Vidraçaria	12
	<b>Total</b>	<b>163</b>

Fonte: Elaborado pela autora

**2º passo:** registrar em uma tabela o percentual relativo de cada ocorrência.

**Tabela 11.2: Os problemas identificados e o percentual relativo ao total de cada ocorrência.**

Nº	Descrição	Ocorrências	% do total
1	Tomadas não energizadas	23	14,11
2	Lâmpadas queimadas	39	23,93
3	Vazamentos	21	12,88
4	Entupimentos nas instalações sanitárias	32	19,63
5	Manutenção de equipamentos	5	3,07
6	Corte de grama	2	1,23
7	Problemas na cobertura	15	9,20
8	Pintura	1	0,61
9	Pequenas reformas	13	7,98
10	Vidraçaria	12	7,36
	<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Elaborado pela autora

**3º passo:** classificar as ocorrências em ordem decrescente e calcular o percentual acumulado das ocorrências. A partir do percentual do problema com o maior número de ocorrências, você deve somar o percentual da ocorrência de cada problema ao percentual acumulado da ocorrência anterior.

Na **tabela 11.3** temos os problemas ordenados em ordem decrescente: o

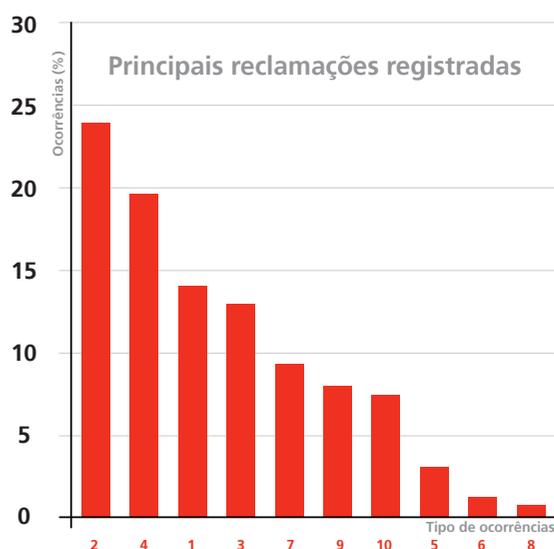
problema das lâmpadas queimadas tem o maior número de ocorrências, seguido do entupimento das instalações sanitárias, e assim por diante. O percentual acumulado do problema “lâmpadas queimadas” é igual ao seu percentual relativo, pois se trata da primeira. Já o percentual acumulado do problema “entupimento das instalações sanitárias” é igual a soma do seu percentual relativo (19,63%) ao percentual acumulado do problema anterior “lâmpadas queimadas” (23,93%), totalizando 43,56%.

**Tabela 11.3: Os problemas identificados e o percentual relativo ao total de cada ocorrência.**

Nº	Descrição	Ocorrências	% do total	% Acum.
2	Lâmpadas queimadas	39	23,93	<b>23,93</b>
4	Entupimentos nas instalações sanitárias	32	19,63	<b>43,56</b>
1	Tomadas não energizadas	23	14,11	<b>57,67</b>
3	Vazamentos	21	12,88	<b>70,55</b>
7	Problemas na cobertura	15	9,20	<b>79,75</b>
9	Pequenas reformas	13	7,98	<b>87,73</b>
10	Vidraçaria	12	7,36	<b>95,09</b>
5	Manutenção de equipamentos	5	3,07	<b>98,16</b>
6	Corte de grama	2	1,23	<b>99,39</b>
8	Pintura	1	0,61	<b>100,00</b>
	<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>100,00</b>	-

Fonte: Elaborado pela autora

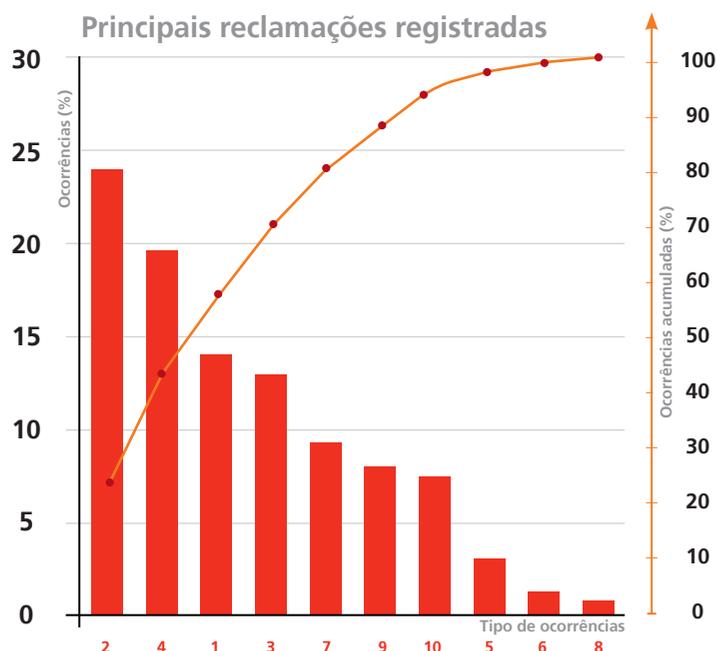
**4º passo:** elaborar um gráfico de barras para ser apresentado junto com a tabela anterior (**tabela 11.3**).



**Figura 11.1: Gráfico de barras**

Fonte: Elaborado pela autora

**5º passo:** acrescentar o eixo dos percentuais acumulados (à direita no gráfico) e ligar os pontos correspondentes a estes percentuais.



**Figura 11.2: Diagrama de Pareto**

Fonte: Elaborado pela autora

Percebam que dos 10 problemas da qualidade detectados, cinco deles (50%) respondem por aproximadamente 80% do número de ocorrências. Ou seja, a solução destes 5 problemas terá um impacto significativo na percepção da qualidade das instalações prediais do edifício comercial por parte dos condôminos.

## Resumo

Nesta aula, falamos sobre a origem do Diagrama de Pareto e aprendemos a elaborá-lo, seguindo cinco passos para a sua construção. E fundamentalmente, aprendemos a interpretar o Diagrama de Pareto.



## Atividades de aprendizagem

Analise os dados abaixo, que refletem os defeitos de transistores divididos em cinco categorias. Utilize o diagrama de Pareto para a sua análise.

Tipo de defeito	Nº de ocorrências
Amperagem não confere	22
Torto	12
Não funciona	27
Defeitos externos visíveis	13
Matéria prima defeituosa	6
Total	80





# Aula 12 - Método de análise e solução de problemas - MASP

Na aula 12, vamos conhecer outro método empregado em projetos que visam à melhoria da qualidade: o MASP (método de análise e solução de problemas). Vamos conhecer suas fases e, principalmente, a aplicação das ferramentas da qualidade a partir desta metodologia (dentre as existentes, pontuaremos aquelas vistas até aqui).

O Método de análise e solução de problemas foi adaptado no Brasil pelo professor Vicente Falconi, utilizando como base o ciclo PDCA (aula 3). O método é composto por oito fases principais, acrescidos 3 pontos de verificação e tomada de decisão.

Método de Análise e Solução de Problemas <b>MASP</b>	<b>P</b>	1	Identificação do problema
		<b>Aprovação do projeto</b>	
		2	Observação do problema
		3	Análise das causas
	<b>D</b>	4	Elaboração do plano de ação
		<b>Aprovação do plano de ação</b>	
	<b>C</b>	5	Execução do plano de ação
		6	Verificação da eficácia da ação
<b>A</b>	7	Padronização	
	8	Conclusão	
<b>Auditoria final</b>			

**Figura 12.1: As fases do MASP e sua relação com o ciclo PDCA**

Fonte: Elaborado pela autora

Antes de iniciarmos a compreensão de cada uma das fases, é importante resgatarmos a definição de método: sequência lógica de ações, empregada para atingir determinado objetivo, lembram? Pois bem, vamos pontuar, à medida que avançarmos na compreensão do método, a correta aplicação de alguma das principais ferramentas da qualidade existentes destacando aquelas vistas ao longo deste curso.

**Tabela 12.1 As fases do MASP e suas ferramentas principais**

Fase	Ferramenta
Identificação do problema	Brainstorming; Diagrama de Pareto
Observação do problema	Análise de dados (gráficos, planilhas, etc)
Análise das causas	Técnica dos cinco porquês; Diagrama de causa e efeito;
Elaboração do plano de ação	5W2H
Execução do plano de ação	Treinamento de todos os envolvidos na ação
Verificação da eficácia da ação	Métodos estatísticos de controle
Padronização	Estabelecimento de padrões de processo
Conclusão	Auditoria final

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

## 12.1 As fases do MASP e a elaboração de planos de ação

- **Fase 1: Identificação do problema**

Vimos anteriormente, como é fundamental a correta definição de um problema. Nesta fase, vocês podem aplicar o que aprendemos na aula 7. Lembrem-se que um problema é identificado por uma não-conformidade (o não atendimento de um requisito do produto/ serviço/ processo).

Antes de partir para a fase 2, propomos um ponto de verificação: a **aprovação do projeto**. O objetivo desta aprovação é verificar se a administração superior (alta administração da empresa) concorda em investir na solução do problema identificado. A razão de buscarmos esta aprovação é assegurar que o plano de ação, que será elaborado na sequência, é de interesse da organização.

- **Fase 2: observação do problema**

É a fase de investigação para subsidiar a próxima fase de análise das causas. Aqui você deve procurar registros na empresa que forneçam dados sobre o problema (número de ocorrências, período, fatores associados – equipamentos utilizados, funcionários, fornecedores de matéria-prima, entre outros).

- **Fase 3: Análise das causas**

Algumas ferramentas vistas anteriormente podem ser muito úteis nesta fase: destacamos a técnica dos cinco porquês e o diagrama de causa e efeito. Faz-se necessário identificar as causas mais prováveis do problema em questão, pois a correta identificação é a garantia de que a solução adotada será eficaz.

- **Fase 4: Elaboração do plano de ação**

A partir da identificação, observação e análise das causas que afetam a qualidade, são planejadas as ações para minimizar ou eliminar o problema. A utilização da ferramenta 5W2H pode ser muito útil nesta fase: à medida que cada pergunta que compõe a ferramenta vai sendo respondida, o conjunto de ações vai se tornando o projeto na sua totalidade (seus responsáveis, custos envolvidos, prazos, local de execução).

Antes de partir para a fase 5, propomos um novo ponto de verificação: a **aprovação do plano de ação**. O objetivo é garantir a execução do plano, fazendo todos os investimentos necessários para tal.

- **Fase 5: Execução do planos de ação**

Aqui colocamos em prática as ações planejadas. É necessário treinar todos os envolvidos visando eliminar as causas do problema. Vamos supor que o plano de ação consiste na adoção de uma nova técnica de gestão ou no ajuste/ mudança da forma de trabalho. A execução desta ação perpassa quase exclusivamente o treinamento do pessoal envolvido na nova forma de trabalho.

- **Fase 6: Verificação da eficácia da ação**

Seguindo o exemplo dado na fase anterior, supondo que o plano de ação consiste na adoção de uma nova técnica de gestão, a modificação na forma de trabalho deve trazer novos resultados (os resultados previstos). Então, a fase 6 pressupõe o controle da eficácia da ação, que poderá ser feito através da análise de indicadores pré-determinados. Por exemplo: estamos reduzindo nosso tempo de atendimento aos clientes?; estamos reduzindo nossos custos operacionais?; estamos atendendo os limites de especificação do cliente? Lembrando que estes indicadores devem estar alinhados à natureza dos objetivos que pretendemos atingir.

- **Fase 7: Padronização**

A padronização tem o objetivo de evitar que o problema identificado no início do método e que deu origem a todo o projeto de melhoria da qualidade, não volte a se repetir. A nova forma de trabalho que foi planejada na fase 4, executada na fase 5 e monitorada na fase 6 deve ser comunicada a toda organização o que inclui o treinando dos demais funcionários.



Mas, atenção! É importante a interação entre as fases 6 e 7. Só vamos padronizar uma ação que venha demonstrando eficácia. Se durante a fase de verificação (6), percebermos que o plano de ação idealizado apresenta bons resultados, é recomendável nova avaliação, antes da padronização.

- **Fase 8: Conclusão**

Nesta última fase, podemos relacionar problemas remanescentes e as novas oportunidades de melhoria da qualidade observadas durante a implantação do projeto atual. Estes poderão ser alvo de novos projetos de melhoria da qualidade, lembrando do conceito de melhoria contínua que perpassa ambos os métodos aqui estudados: PDCA e MASP.

O terceiro e último ponto de verificação é alocado nesta fase: a **auditoria final**. Devemos verificar se todos estão adequados à nova forma de trabalho, se o plano de ação foi inteiramente implantado na empresa e elaborar uma lista com itens a serem checados em locais específicos e dentro de uma periodicidade pré-determinada (por exemplo, a cada dois meses, três meses, uma vez ao ano).

## Resumo

Nesta aula, conhecemos o MASP: método baseado no ciclo PDCA, onde analisamos a reunião e a correta aplicação das ferramentas da qualidade dentro do método. O MASP é composto por 8 fases acrescidas 3 pontos de verificação e tomada de decisão que tem por objetivo dar um andamento seguro à metodologia.



## Atividades de aprendizagem

1. O MASP é composto de 8 fases, que foram baseadas no ciclo PDCA. Descreva:

a) As etapas do ciclo PDCA;

---

---

---

---

---

**b)** As ações críticas da metodologia de análise e solução de problemas (na sua opinião);

---

---

---

---

**c)** Os procedimentos e ferramentas que podem ser utilizados nas fases de identificação do problema, análise das causas, elaboração do plano de ação, verificação da eficácia da ação e conclusão.

---

---

---

---

## **Anotações**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Aula 13 - Métodos estatísticos para controle da qualidade

A partir da aula 13, vamos dar início à compreensão de ferramentas que tem a função de nos auxiliar no controle da qualidade. Vamos falar de forma geral sobre estes métodos estatísticos de controle, e vamos aprender a elaborar uma folha de verificação.

Vocês se lembram do quadro com as sete ferramentas da qualidade consideradas essenciais, apresentado na aula 2? Vamos recuperá-lo, e fazer um balanço do que já aprendemos.

**Tabela 13.1: As sete ferramentas da qualidade**

Ferramenta da qualidade	Principal função
1 Fluxogramas	Descrever processos.
2 Diagrama de Pareto	Distinguir os fatores essenciais, que causam determinado problema de qualidade, dos fatores secundários.
3 Diagrama de causa e efeito	Levantar as possíveis causas de um problema que afeta a qualidade.
4 Histogramas	Gráfico que permite visualizar a distribuição de um conjunto de dados.
5 Folhas de verificação	Permitem coletar dados (número de peças defeituosas, por exemplo) de forma organizada e sistemática.
6 Gráficos de dispersão	Estabelece a relação entre duas variáveis (exemplo, a influência da temperatura do forno no peso do pão).
7 Cartas de controle	Analisa a variabilidade dos processos produtivos ao longo do tempo.

Fonte: Adaptado de Pearson (2011) e Lucinda (2010)

**a)** Das ferramentas apresentadas no **tabela 13.1**, vocês já estudaram as três primeiras, consideradas ferramentas da fase de planejamento da qualidade. Já estudamos, também, o ciclo PDCA, os Cinco Sentidos, a Técnica dos Cinco Porquês, 5W2H e o MASP. Voltando ao **tabela 13.1**, nos falta estudar as últimas quatro: o histograma, as folhas de verificação, o gráfico de dispersão e as cartas de controle.

O histograma, o gráfico de dispersão e as cartas de controle são ferramentas baseadas em estatística. As folhas de verificação não utilizam estatística mas podem ser consideradas uma ferramenta do grupo dos métodos de controle

da qualidade, pois nos auxiliam na coleta de dados (lembrem-se das técnicas de amostragem?).

Os métodos para controle da qualidade baseados em estatística são de tamanha importância para a gestão, que existe uma área bem delimitada de pesquisa sobre o tema: o Controle Estatístico de Processos, também conhecido pela sigla CEP.

## 13.1 Folhas de verificação

Ao coletarmos dados, é importante dispô-los de forma clara para facilitar o posterior tratamento, ou seja, é necessário **planejar a coleta dos dados**:

- Sua origem precisa ser claramente registrada;
- Os dados devem ser registrados de modo que possam ser facilmente utilizados.

Para isso, fazemos uso de uma ferramenta chamada Folha de Verificação. O objetivo principal é organizar os dados simultaneamente à coleta, para que possam ser facilmente usados mais tarde. A folha de verificação facilita a própria atividade de coleta de dados, e garante também, a integridade do registro dos dados.

Vocês já viram nas aulas de estatística, que os dados coletados, a partir das técnicas de amostragem, estão na base das análises que iremos realizar. Se não tivermos cuidado no momento da coleta, podemos colocar todo o nosso trabalho em risco. Pensem comigo, que sentido faz utilizarmos métodos sofisticados a partir de dados, que não traduzem nosso processo de produção?

### 13.1.1 Uso das folhas de verificação

Já sabemos da importância da coleta de dados de maneira simples, segura e num formulário fácil de usar. A folha de verificação é um formulário (ou planilha), onde os itens a serem verificados já estão impressos. Ali, fica reservado o espaço para o registro dos dados coletados no momento da retirada de amostras, seja no processo ou na inspeção final.

**Tabela 13.2: Exemplo de folha de verificação para inspecionar atributos**

Peça (produto)				Operação (processo)			
Analista	Data			Máquina			
Tipo de defeito	Contagem			Total			
Saliência							
Aspereza							
Risco							
Mancha							
Cor							
...(outros)							

Fonte: Adaptado de Vieira (1999)

- b) Para inspecionar atributos:** para registrar dados que indicam problemas da qualidade ou de segurança. Geralmente, os atributos estão diretamente relacionados às características da qualidade que o produto deve apresentar (por exemplo, determinadas especificações técnicas).
- c) Para monitorar um processo de fabricação:** para registrar não todos os tipos de defeitos, mas monitorar a variação de determinada característica do produto. Por exemplo, na folha de verificação da **tabela 13.3**, é possível monitorar a variação do peso de determinado produto, retirando uma amostra de 6 peças todos os dias.

**Tabela 13.3: Exemplo de folha de verificação para monitorar um processo de fabricação**

Peça (produto)			Operação (processo)				
Analista		Data	Máquina				
Amostra		Dias (semana)					
X1	2	3	4	5	6	7	8
X2							
X3							
X4							
X5							
X6							

Fonte: Adaptado de Vieira (1999)

## Resumo

Nesta aula, revisamos as sete ferramentas principais da qualidade, lembrando aquelas que já estudamos e destacando o grupo das ferramentas baseadas em estatística e que fazem parte do Controle Estatístico de Processo. E por fim, aprendemos a elaborar uma folha de verificação.



## Atividades de aprendizagem

Vamos exercitar a elaboração da folha de verificação?

1. Elabore uma folha de verificação para registrar a taxa de ocupação dos quartos de um hotel durante um mês.

---

---

---

---

2. Construa uma folha de verificação para registro dos tipos de defeitos encontrados em uma comunicação impressa (folder, propaganda de jornal, panfleto).

---

---

---

---

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

# Aula 14 - Histogramas I

Nas aulas 14 e 15, vamos aprender a construir um histograma. Trata-se de outra importante ferramenta utilizada no controle da qualidade. A partir do histograma, podemos visualizar mais facilmente a distribuição dos dados de uma amostra. Na aula 14, veremos como se elabora a tabela de distribuição de frequência.

## 14.1 Introdução

No controle da qualidade, tentamos descobrir fatos através da coleta de dados e então, tomamos a ação necessária baseada neles. Dados são obtidos medindo-se as características de uma amostra. A partir dos dados, fazemos uma **inferência** sobre a população e, aplicamos as devidas ações corretivas (em prol da melhoria da qualidade).

Quanto maior o tamanho da amostra, mais informação obtemos sobre a população. Porém, uma amostra maior implica em uma maior quantidade de dados, o que torna difícil compreender a população. Torna-se mais complicado captar a informação contida em uma tabela muito longa.

Aqui, inserimos a ferramenta da qualidade denominada Histograma, que nos permite uma visualização rápida, global e objetiva dos dados. Com o auxílio do histograma, é possível visualizarmos principalmente, a distribuição dos dados, podemos interpretar um conjunto de dados oriundos do processo produtivo (um produto tangível ou um serviço).

Na figura 14.1, a seguir, temos um histograma com a distribuição dos valores obtidos a partir da medição do peso das amostras de determinado produto. Foram coletadas ao todo 140 amostras, ou seja, obtivemos ao final da medição 140 valores de peso. Como saber em torno de quais deles se concentram a maioria dos dados? Quais foram o menor e o maior valor obtido? Para tais análises, vamos então construir um histograma.

A-Z

**Inferência:** Inferir é deduzir ou concluir algo, a partir do exame dos fatos e de raciocínio.



**Figura 14.1: Exemplo de um histograma**

Fonte: Elaborado pela autora

## 14.2 Como construir um histograma

Vamos aprender a construir o histograma a partir de um exemplo prático. Na **tabela 14.1** seguem os dados coletados a partir da medição dos diâmetros de uma peça em aço (amostras coletadas durante o processo). Vamos construir o histograma para analisar a variação de diâmetros das peças produzidas.

**Tabela 14.1: Resultados das medições dos diâmetros das amostras coletadas de uma peça em aço**

Nº amostra	Resultados das medições (mm)									
01-10	2,510	2,517	2,522	2,522	2,510	2,511	2,519	2,532	2,543	2,525
11-20	2,527	2,536	2,506	2,541	2,512	2,515	2,521	2,536	2,529	2,524
21-30	2,529	2,523	2,523	2,523	2,519	2,528	2,543	2,538	2,518	2,534
31-40	2,520	2,514	2,512	2,534	2,526	2,530	2,532	2,526	2,523	2,520
41-50	2,535	2,523	2,526	2,525	2,532	2,522	2,502	2,530	2,522	2,514
51-60	2,533	2,510	2,542	2,524	2,530	2,521	2,522	2,535	2,540	2,528
61-70	2,525	2,515	2,520	2,519	2,526	2,527	2,522	2,542	2,540	2,528
71-80	2,531	2,545	2,524	2,522	2,520	2,519	2,519	2,529	2,522	2,513
81-90	2,518	2,527	2,511	2,519	2,531	2,527	2,529	2,528	2,519	2,521

Fonte: Elaborado pela autora

### 14.2.1 Etapas para a construção do histograma

**Etapas 1:** o cálculo da amplitude (R) do conjunto de amostras coletadas

Amplitude é a diferença entre o maior e o menor dos valores observados. Porém, por se tratar de uma tabela com 90 dados, fica difícil encontrar o maior e o menor valor entre eles. Para resolvermos este problema, vamos ler

uma linha por vez e obter o maior e o menor valor de cada linha da tabela, conforme a **tabela 14.2**.

**Tabela 14.2: Método auxiliar no cálculo da amplitude da amostra**

Nº amostra	Resultados das medições (mm)										Máximo linha	Mínimo linha
<b>01-10</b>	2,510	2,517	2,522	2,522	2,510	2,511	2,519	2,532	2,543	2,525		
<b>11-20</b>	2,527	2,536	2,506	2,541	2,512	2,515	2,521	2,536	2,529	2,524		
<b>21-30</b>	2,529	2,523	2,523	2,523	2,519	2,528	2,543	2,538	2,518	2,534		
<b>31-40</b>	2,520	2,514	2,512	2,534	2,526	2,530	2,532	2,526	2,523	2,520		
<b>41-50</b>	2,535	2,523	2,526	2,525	2,532	2,522	2,502	2,530	2,522	2,514		
<b>51-60</b>	2,533	2,510	2,542	2,524	2,530	2,521	2,522	2,535	2,540	2,528		
<b>61-70</b>	5,525	2,515	2,520	2,519	2,526	2,527	2,522	2,542	2,540	2,528		
<b>71-80</b>	2,531	5,545	2,524	2,522	2,520	2,519	2,519	2,529	2,522	2,513		
<b>81-90</b>	5,518	2,527	2,511	2,519	2,531	2,527	2,529	2,528	2,519	2,521		

Fonte: Adaptado de Kume (1993)

Depois de definirmos o maior e o menor valor de cada linha da tabela, tomamos o maior dentre os valores máximos de cada linha, e o menor dentre os valores mínimos de cada linha. A diferença entre eles é a amplitude.

Amplitude: **R** = (o maior valor observado) – (o menor valor observado).

$R = 2,545$  (maior valor observado) –  $2,502$  (menor valor observado).

$R = 0,043\text{mm}$  (não se esqueçam da unidade, todos os valores da tabela estão em milímetros).

### **Etapa 2:** determinação do intervalo de classe

Para construir o histograma, que na verdade se trata de um gráfico de barras, precisamos conhecer a amplitude da amostra e o intervalo de classe. Por se tratar de um gráfico de barras, vamos dividir a amplitude total da amostra em intervalos do mesmo tamanho. Assim obtemos a quantidade de barras (ou classes) que o nosso histograma deve ter.

É recomendável que o histograma tenha entre 5 a 20 barras, em função da sua interpretação. Na literatura encontramos três possíveis métodos para obtenção do número de barras que deverá ter o histograma.

### 1. Primeiro método:

Para determinação da quantidade de barras do histograma e definição do intervalo de classe:

Dividir a amplitude da amostra por 2, 5 ou 10 (ou 20; 50; ou 0,1; 0,2; 0,5; ou 0,001; 0,002; 0,005; etc.). Esta variação está relacionada ao número de casas decimais da amplitude da amostra. No nosso exemplo:

Amplitude = 0,043

$0,043 / 0,002 = 21,5$  ou 22 classes (as barras do histograma)

$0,043 / 0,005 = 8,6$  ou 9 classes ←

$0,043 / 0,010 = 4,3$  ou 4 classes

Neste caso, o intervalo de classe é 0,005, pois resulta numa quantidade de barras entre 5 e 20.

**Tabela 14.3: Segundo método para determinação da quantidade de barras do histograma**

Quantidade de dados (n)	Nº de classes (k)
Menos de 50	5 a 7
De 50 a 100	6 a 10 ←
De 100 a 250	7 a 12
Mais de 250	10 a 20

Fonte: Vieira (1999)

### 2. Segundo método:

Vieira (1999) apresenta a seguinte tabela: dependendo da quantidade de dados, a quantidade de classes (ou barras) do histograma é indicada pela tabela 14.3 abaixo:

### 3. Terceiro método:

Aplicar a fórmula  $k = \sqrt{n}$ . Para o nosso caso,  $k = \sqrt{90} = 9,49$ , ou seja, 10 barras.

Aplicando as fórmulas ou a **tabela 14.3**, o número de classes deve ser estabelecido por quem organiza a distribuição de frequências. E você não precisa calcular sempre pelos três métodos acima. Basta utilizar um deles, aquele que você se adaptar melhor. Lembre-se que, de qualquer forma, convém usar como intervalos de classe números redondos ou, pelo menos, números

fáceis de trabalhar. E para a quantidade de barras, sempre números inteiros.

Optaremos pelo primeiro método, nosso histograma terá 9 barras, e o intervalo de classe será 0,005.

**Etapa 3 para construção do histograma:** preparar o formulário da tabela de frequência

Consiste em preparar um **formulário** no qual possam ser registradas as classes, o ponto médio, as marcas de frequência e a frequência em cada classe, conforme **tabela 14.4**.

**Tabela 14.4: Formulário para registro das classes, o ponto médio, as marcas de frequência e a frequência**

	Classe	Ponto médio da classe	Marcas de frequência	Frequência f
1				
2				
3				
4				
...				
9				
	Total			

Fonte: Adaptado de Kume (1993)

Determine primeiro, o limite inferior da primeira classe e adicione a este o tamanho do intervalo para obter o limite entre a primeira e a segunda classe. E assim, sucessivamente. **Mas, atenção!** Assegure-se de que a primeira classe contém o menor valor observado e a última o maior, e que os limites tenham uma casa decimal a mais do que os valores medidos. Deve-se colocar o valor 5 nesta última casa decimal. Assim, vocês não terão dúvida na hora de determinar a que classe pertence cada um dos valores medidos.



- Menor valor medido: 2,502;
- Intervalo de classe: 0,005;
- Quantidade de classes: 9;
- Maior valor medido: 2,545.

Observe, os limites da primeira classe são 2,5005 e 2,5055, o que inclui o menor valor medido (2,502).

**Etapa 4:** cálculo do ponto médio da classe.

**Ponto médio da 1ª classe:**

$$\frac{\text{Limite superior 1ª classe} + \text{limite inferior da 1ª classe}}{2}$$

**Ponto médio da 2ª classe:**

$$\frac{\text{Limite superior 2ª classe} + \text{limite inferior da 2ª classe}}{2}$$

Ou...

**Ponto médio da 2ª classe:** ponto médio da 1ª classe + intervalo de classe. E assim, sucessivamente. Os valores obtidos, você deve registrar no formulário.

**Etapa 5:** contagem das frequências.

Leia os valores observados um por um e registre as frequências obtidas em cada classe usando marcas de contagem em grupos de 5, conforme a **figura 14.3**:

Frequência	1	5	7	13
Notação da frequência	/			

**Figura 14.3: Técnica para contagem das frequências**  
Fonte: adaptado de Kume (1993)

Reunindo os dados das etapas realizadas até aqui, segue a tabela resultante (**tabela 14.5**) com a distribuição das frequências. Esta tabela nos diz quantos dados (valores medidos dos diâmetros da peça) pertencem a cada classe.

As classes, por sua vez, foram determinadas a partir do valor da amplitude da amostra. Ou seja, as classes estão relacionadas à própria variação de medidas para o diâmetro da peça que a nossa amostra apresenta. E a amostra, por sua vez, é representativa do todo da nossa produção.

**Tabela 14.5: Tabela de distribuição de frequências**

	Classe	Ponto médio da classe	Marcas de frequência	Frequência f
1	2,5005 – 2,5055	2,503	/	1
2	2,5055 – 2,5105	2,508	////	4
3	2,5105 – 2,5155	2,513	/// //	9
4	2,5155 – 2,5205	2,518	/// // //	14
5	2,5205 – 2,5255	2,523	/// // // // //	22
6	2,5255 – 2,5305	2,528	/// // // // //	19
7	2,5305 – 2,5355	2,533	/// //	10
8	2,5355 – 2,5405	2,538	///	5
9	2,5405 – 2,5455	2,543	/// /	6
	<b>Total</b>			<b>90</b>

Fonte: adaptado de Kume (1993)

A partir da tabela de distribuição de frequências, podemos desenhar o histograma, assunto da nossa próxima aula.

## Resumo

Nesta aula, introduzimos a ferramenta denominada histograma e aprendemos a construir a tabela de distribuição de frequências. Com ela, podemos desenhar o histograma, para melhor interpretar o conjunto de dados da amostra.

## Atividades de aprendizagem

- Elaborar a tabela de distribuição de frequências para a série de dados abaixo, a partir da medição de uma amostra de 32 peças.



Comprimento (mm)							
10,16	10,36	10,25	10,31	10,26	10,3	10,18	10,33
10,39	10,32	10,14	10,28	10,28	10,29	10,25	10,24
10,27	10,23	10,27	10,31	10,19	10,3	10,25	10,24
10,26	10,29	10,32	10,11	10,39	10,23	10,41	10,26

---



---



---



---



## Aula 15 - Histogramas II

Na aula 14, aprendemos a elaborar a tabela de distribuição de frequências. Com ela podemos desenhar o histograma e interpretá-lo. Este é o objetivo da aula 15. Vamos falar, também, sobre tipos de histogramas e estratificação.

### 15.1 Construção de histogramas

Para o desenho do histograma, vamos utilizar a tabela de distribuição de frequências (tabela 14.4 da aula anterior). Iremos trabalhar com o sistema de coordenadas cartesianas – os eixos x e y, perpendiculares entre si. Seguem alguns passos para a construção do histograma.

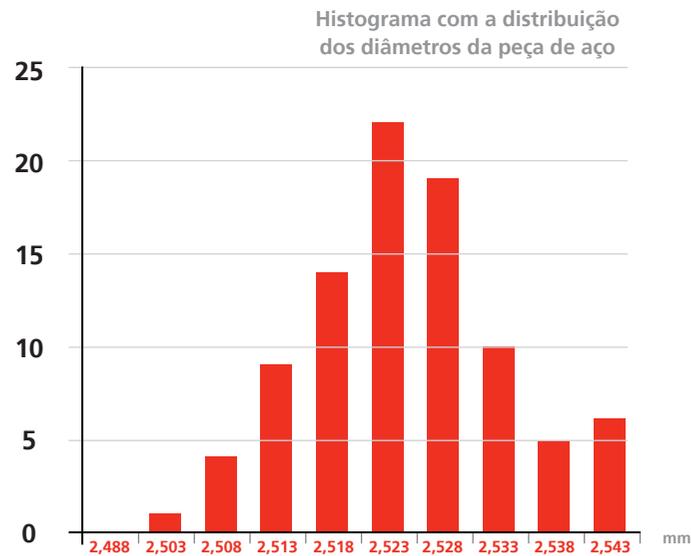
**Passo 1:** Trace os eixos x e y. Marque o eixo x (horizontal) com uma escala, pois nele você vai registrar os pontos médios das nove classes do histograma. É melhor que a escala não seja baseada nos limites dos intervalos das classes, e sim na unidade de medida dos dados. Ex: 10 gramas – 1cm no eixo.

Deixe um espaço aproximadamente igual ao intervalo de classe em cada extremidade do eixo horizontal, antes da primeira e após a última classe. Caso contrário, seu histograma poderia “colar” no eixo y.

**Passo 2:** Marque o eixo y (vertical), do lado esquerdo, com uma escala para registro das frequências que foram obtidas. Se necessário, trace também um eixo vertical do lado direito, para registrar a escala correspondente às frequências relativas ( $f/n$ ). O cálculo é o mesmo, que fizemos no exercício do Diagrama de Pareto (aula 11).

**Passo 3:** Usando o primeiro intervalo de classe como base, desenhe um retângulo cuja altura corresponde à frequência da primeira classe. Ou seja, desenhe a barra que corresponde (na sua altura) a frequência registrada naquela classe. E assim, desenhe sucessivamente as demais barras do histograma.

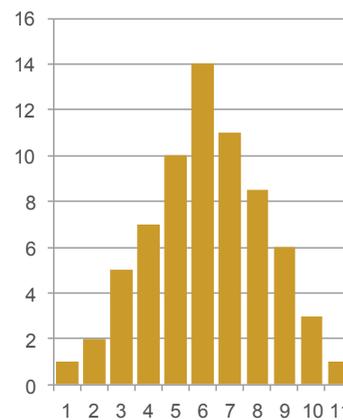
**Passo 4:** Numa área em branco do histograma, anote o título e, se possível, faça um breve histórico dos dados (o período da coleta, o responsável, etc).



**Figura 15.1: Histograma do exercício dos diâmetros de uma peça em aço**  
 Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

## 15.2 Tipos de histograma e interpretação

### a) Normal



**Figura 15.2: Histograma normal**  
 Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

O histograma acima é considerado desejável na avaliação dos processos industriais. A média dos dados está no centro do desenho, pois as frequências mais altas encontram-se também, no centro da figura.

## b) Picos duplos

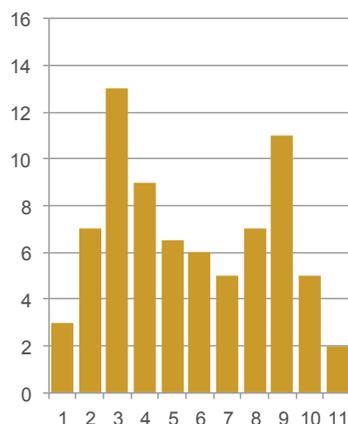


Figura 15.3: Histograma com picos duplos

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

No histograma da **figura 15.3**, podemos observar que as frequências são baixas no centro, apresentando picos fora do centro. Neste caso, podem estar misturados produtos oriundos de processos diferentes, sendo necessária uma investigação mais aprofundada. Depois desta identificação, procede-se a construção de dois histogramas, um para cada família de dados, nisto consiste o processo de estratificação.

## c) Assimétrico

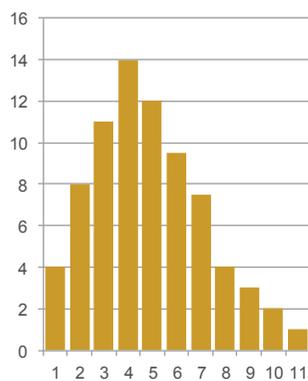


Figura 15.4: Histograma assimétrico

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Um histograma assimétrico como o da **figura 15.4**, resulta de processos industriais fora do controle de especificação. Ao contrário do histograma normal, no histograma assimétrico observamos uma grande concentração de dados nos extremos do gráfico. Esta concentração pode ser observada tanto a esquerda do centro da figura (assimetria positiva), quanto à direita do centro (assimetria negativa).



# Aula 16 - Gráfico de dispersão I

Nesta aula, daremos início à compreensão do tema - gestão da qualidade. Estudaremos definições sobre o que é qualidade segundo os principais estudiosos e entusiastas e, analisaremos como o conceito evoluiu ao longo dos anos.

## 16.1 Correlação entre variáveis

Na prática, muitas vezes é essencial estudar a relação entre duas variáveis associadas. Por exemplo, em que grau a dimensão de uma peça de máquina irá variar em função da mudança da velocidade do torno?

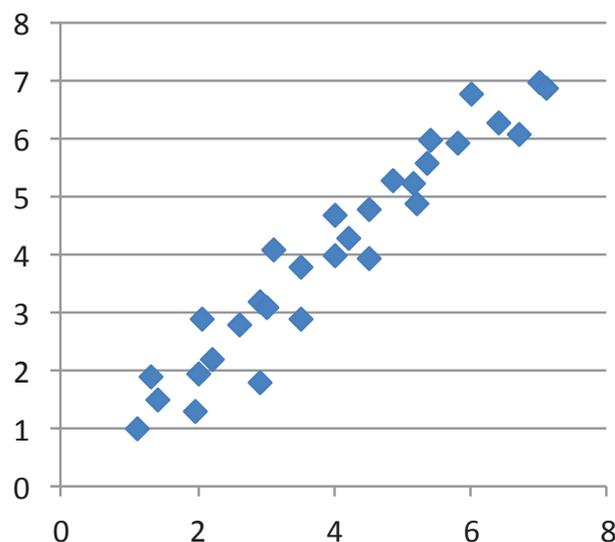


Figura 16.1: Gráfico de dispersão

Fonte: Elaborado pela autora.

Para análises desta natureza, utilizamos o gráfico ou diagrama de dispersão.

Na gestão da qualidade, os pares de variáveis com os quais mais vamos lidar para a construção de gráficos de dispersão são:

- Uma característica da qualidade e um fator que a afeta;
- Duas características da qualidade que se relacionam, ou
- Dois fatores que se relacionam com uma mesma característica da qualidade.

## 16.2 Construção do gráfico de dispersão

Exemplo: um fabricante de recipientes plásticos, que os fabricava pelo processo de moldagem a sopro, encontrou peças defeituosas, com paredes muito finas. Suspeitou-se que a variação da pressão do ar, dia a dia, era a causa das paredes finas não-conformes. A tabela a seguir mostra os dados sobre a pressão de sopro e a percentagem defeituosa.

**Tabela 16.1: Resultados das medições dos recipientes plásticos**

Dia	Pressão de sopro (kgf/cm <sup>2</sup> )	Percentagem Defeituosa	Dia	Pressão de sopro (kgf/cm <sup>2</sup> )	Percentagem Defeituosa (%)
Out. 1	8,6	0,889	22	8,7	0,892
2	8,9	0,884	23	8,5	0,877
3	8,8	0,874	24	9,2	0,885
4	8,8	0,891	25	8,5	0,886
5	8,4	0,874	26	8,3	0,896
8	8,7	0,886	29	8,7	0,896
9	9,2	0,911	30	9,3	0,928
10	8,6	0,912	31	8,9	0,886
11	9,2	0,895	Nov. 1	8,9	0,908
12	8,7	0,896	2	8,3	0,881
15	8,4	0,894	5	8,7	0,882
16	8,2	0,864	6	8,9	0,904
17	9,2	0,922	7	8,7	0,912
18	8,7	0,909	8	9,1	0,925
19	9,4	0,905	9	8,7	0,872

Fonte: Kume (1993)

### 16.2.1 Traçar o diagrama de dispersão a partir das etapas a seguir

**Etapa 1:** Colete os dados em pares (x,y), entre os quais deseja-se estudar as relações e, organize-os em uma tabela. É desejável que se tenha pelo menos 30 pares de dados. O exemplo dos recipientes plásticos tem **30 pares de dados**.

**Tabela 16.2: Tabela para organização dos pares de dados**

Data	X	Y
Out. 1	8,6	0,889
2	8,9	0,884
3	8,8	0,874
4	8,8	0,891
5	8,4	0,874
8	8,7	0,886
...		

Fonte: Adaptado de Kume (1993)

**Etapa 2:** Conforme segue:

- a) Encontre os valores máximo e mínimo tanto para x quanto para y.
- b) Defina as escalas dos eixos horizontal e vertical de forma que ambos os comprimentos sejam aproximadamente iguais, dando um aspecto quadrado ao gráfico (leitura e interpretação).
- c) Determine, para cada eixo, entre 3 e 10 divisões para as unidades da escala de graduação e utilize números inteiros.
- d) Quando as duas variáveis consistirem em um fator e uma característica da qualidade, use o eixo horizontal x para o fator e o eixo vertical y para a característica da qualidade.

**Etapa 3:** Construir o gráfico.

Utilizando o sistema de coordenadas cartesianas (eixos x e y), marque os dados no gráfico. Se dois ou mais pontos coincidirem, mostre estes pontos de duas formas:

1. marque o segundo ponto rente ao primeiro, ou
2. desenhe tantos círculos em torno deste ponto quantas são as vezes que ele se repete.



**Figura 16.2: Diagrama de dispersão resultante**  
Fonte: Adaptado de Kume (1993)

## 16.3 Cálculo do coeficiente de correlação

Para estudar a relação entre **x** e **y** é importante traçar primeiramente, um diagrama de dispersão, entretanto, a fim de conhecer a força da relação em termos quantitativos, é útil calcular o coeficiente de correlação de acordo com a seguinte definição:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) \cdot S(yy)}}$$

**r** - coeficiente de correlação. O coeficiente de correlação **r** deve estar no intervalo  $-1 \leq r \leq 1$ . Se **r** for maior que 1, houve erro de cálculo.

Sendo que:  $S(xy)$ ,  $S(xx)$  e  $S(yy)$  são as covariâncias. Seguem as fórmulas:

$$S(xx) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}$$

$$S(yy) = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}$$

$$S(xy) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n}$$

Sendo “**n**” a quantidade de dados. No nosso exemplo,  $n = 30$ .

Para facilitar a resolução do exercício, propomos a construção da tabela abaixo, na continuidade da tabela, acrescentando as colunas  $x^2$ ,  $y^2$  e  $x \cdot y$ , conforme segue:

**Tabela 16.3: Tabela para organização dos pares de dados**

Data	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
Out. 1	8,6	0,889	73,96	0,79032	7,6454
2	8,9	0,884	79,21	0,78146	7,8676
3	8,8	0,874	77,44	0,76388	7,6912
4	8,8	0,891	77,44	0,79388	7,8408
5	8,4	0,874	70,56	0,76388	7,3416
8	8,7	0,886	75,69	0,78500	7,7082
9	9,2	0,911	84,64	0,82992	8,3812
10	8,6	0,912	73,96	0,83174	7,8432
11	9,2	0,895	84,64	0,80103	8,2340
12	8,7	0,896	75,69	0,80282	7,7952
15	8,4	0,894	70,56	0,79924	7,5096
16	8,2	0,864	67,24	0,74650	7,0848
17	9,2	0,922	84,64	0,85008	8,4824
18	8,7	0,909	75,69	0,82628	7,9083
19	9,4	0,905	88,36	0,81903	8,5070
22	8,7	0,892	75,69	0,79566	7,7604
23	8,5	0,877	72,25	0,76913	7,4545
24	9,2	0,885	84,64	0,78323	8,1420
25	8,5	0,866	72,25	0,74996	7,3610
26	8,3	0,896	68,89	0,80282	7,4368
29	8,7	0,896	75,69	0,80282	7,7952
30	9,3	0,928	86,49	0,86118	8,6304
31	8,9	0,886	79,21	0,78500	7,8854
Nov. 1	8,9	0,908	79,21	0,82446	8,0812
2	8,3	0,881	68,89	0,77616	7,3123
5	8,7	0,882	75,69	0,77792	7,6734
6	8,9	0,904	79,21	0,81722	8,0456
7	8,7	0,912	75,69	0,83174	7,9344
8	9,1	0,925	82,81	0,85563	8,4175
9	8,7	0,872	75,69	0,76038	7,5864
Total	263,2	26,816	2312,02	23,97834	235,3570

Fonte: Adaptado de Kume (1993)

Sendo assim, aplicando o formulário dado, podemos calcular as covariâncias e o coeficiente de correlação.

$$S(x,x) = 2312,02 - \frac{263,2^2}{30} = 2,88$$

$$S(y,y) = 23,97834 - \frac{26,816^2}{30} = 0,00840$$

$$S(x,y) = 235,3570 - \frac{263,2 \times 26,816}{30} = 0,0913$$

Aplicando os valores acima na fórmula do coeficiente de correlação, encontramos:

$$r = \frac{0,0913}{\sqrt{2,88 \times 0,00840}} = 0,59$$

### 16.3.1 Interpretação do coeficiente de correlação

Para interpretar um diagrama de dispersão, basta observar a direção e a dispersão dos pontos.

- **Se x e y crescem no mesmo sentido, existe uma correlação positiva entre as variáveis.** Esta correlação é tanto maior quanto menor é a dispersão dos pontos. O coeficiente r atinge valores entre 0,6 e 1; quanto mais próximo de 1, mais forte é a correlação positiva.
- **Se x e y variam em sentidos contrários, existe correlação negativa entre as variáveis.** Esta correlação é tanto maior quanto menor é a dispersão dos pontos. O coeficiente r atinge valores entre -0,6 e -1; quanto mais próximo de -1, mais forte é a correlação negativa.
- **Se x cresce e y varia ao acaso, não existe correlação.** O coeficiente r atinge valores próximos a zero.

### Resumo

Nesta aula, aprendemos mais uma das sete principais ferramentas da qualidade: o diagrama de dispersão.

## Atividades de aprendizagem



- Seguem na tabela abaixo dados coletados do alongamento de uma mola em função da carga aplicada. Calcular o coeficiente de correlação e interpretar o resultado.

Carga (x) Kg	X cm
2	1
3	1,5
3,5	2
4	3
4,2	4

---

---

---

---

---

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Aula 17 - Gráfico de dispersão II

Nesta aula, vamos aprender a calcular a reta de regressão, finalizando a análise da correlação entre variáveis. Vamos aprender a registrar a reta de regressão no gráfico de dispersão (aula 16) e interpretá-la.

### 17.1 Cálculo da reta de regressão

Na aula 16, aprendemos a construir o gráfico de dispersão e a calcular o coeficiente de correlação. O objetivo de ambos é estudar a correlação entre duas variáveis, que podem ser uma característica da qualidade e um fator que a afeta; duas características da qualidade que se relacionam, ou dois fatores que se relacionam com uma mesma característica da qualidade.

Para complementar o estudo da correlação entre variáveis, introduzimos o cálculo da reta de regressão. Esta reta explicita a relação linear existente entre duas variáveis. Lembrem-se da função do primeiro grau, que estudamos logo no início do ensino médio? Pois então, a reta de regressão é uma função do primeiro grau. Sendo assim, para determinar a equação da reta, devemos calcular primeiro os coeficientes  $a$  e  $b$

$$y = ax + b$$
$$a = \frac{S(xy)}{S(xx)} \quad b = \bar{y} - a.\bar{x}$$
$$\bar{x} \text{ média dos } x \quad \frac{\sum x}{n} \quad e \quad \bar{y} \text{ média dos } y \quad \frac{\sum y}{n}$$

Sendo "n" a quantidade de dados.

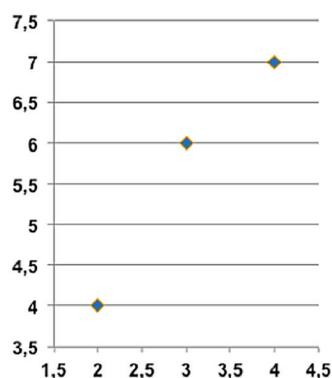
Para exemplificar o cálculo da reta de regressão, vamos tomar os seguintes valores para as variáveis  $x$  e  $y$ , conforme a tabela abaixo:

**Tabela 17.1: Exercício reta de regressão**

	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
	2	4	4	16	8
	4	7	16	49	28
	3	6	9	36	18
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>29</b>	<b>101</b>	<b>54</b>
<b>Média</b>	<b>3</b>	<b>5,67</b>			

Fonte: elaborado pela autora

A partir dos valores destacados em azul (tabela 17.1), podemos desenhar o gráfico de dispersão, conforme aprendemos na aula anterior.



**Figura 17.1: Gráfico de dispersão**

Fonte: Elaborado pela autora.

Para os valores de x e y acima, e utilizando o formulário anterior, vamos calcular os coeficientes a e b e determinar a equação da reta de regressão. Seguem os resultados:

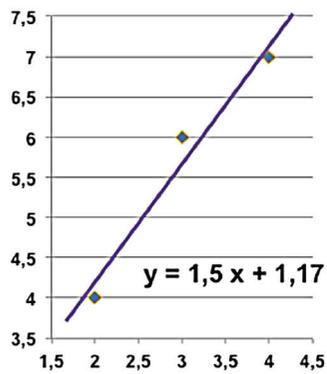
**Tabela 17.2: Exercício reta de regressão (resultados)**

<b>Sxy</b>	<b>3,00</b>
<b>Sxx</b>	<b>2,00</b>
<b>Syy</b>	<b>4,67</b>
<b>r</b>	<b>0,98</b>
<b>a</b>	<b>1,50</b>
<b>b</b>	<b>1,17</b>

Fonte: elaborado pela autora

Sendo a equação da reta de regressão determinada pela função genérica  $y = ax + b$ , substituímos os valores calculados acima para encontrar a equação do exercício proposto.

E finalmente, para traçarmos a reta de regressão, precisamos da equação da reta. Devemos lembrar que, para traçarmos uma reta, precisamos somente de dois pontos. Portanto, tomando a equação da reta, atribuímos um valor qualquer para x e calculamos o valor de y. Fazemos isso duas vezes, determinando dois pontos por onde a reta deverá passar.



**Forte Correlação**

**Figura 17.3: Reta de regressão e equação da reta (resultados)**

Fonte: Elaborado pela autora.

## Resumo

Nesta aula, aprendemos a calcular a equação da reta de regressão e a desenhá-la no gráfico de dispersão.

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

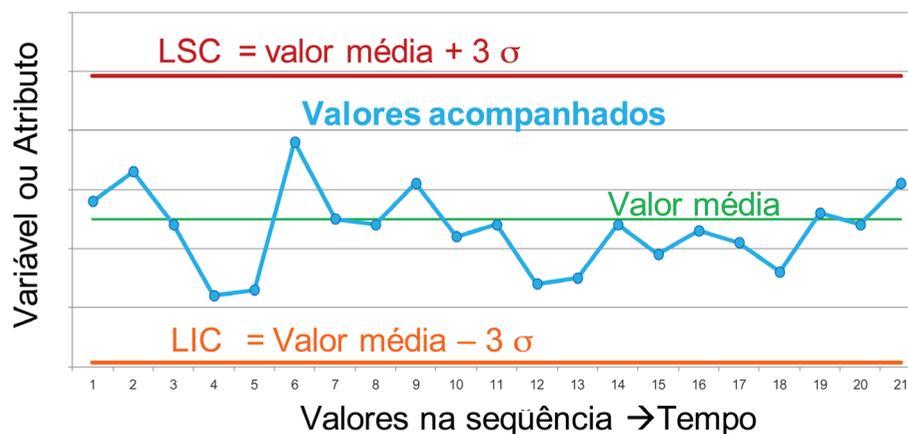
---



## Aula 18 - Cartas de controle

Nesta aula, vamos iniciar o estudo das cartas de controle. Vamos compreender a relação entre histograma, média e a carta de controle de uma variável. Vamos conhecer os seis tipos de cartas de controle, aprender a distingui-las, e como utilizá-las.

As cartas de controle, também conhecidas por gráficos de controle foram propostas originalmente por W. A. Shewhart, com o objetivo de analisar e eliminar variações anormais na produção. É importante destacar que, como as demais ferramentas vistas até aqui, as cartas de controle tem aplicação tanto na produção de bens tangíveis, quanto no fornecimento de serviços. Veremos a seguir alguns exemplos e dois exercícios que reforçam esta afirmação.



**Figura 18.1: Exemplo de carta de controle**

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Uma carta de controle típica exibe sempre três linhas paralelas que sinalizam respectivamente:

LSC: o limite superior de controle (em vermelho, na figura acima)

LIC: o limite inferior de controle (em laranja, na figura acima)

Valor da média: valor médio da variável em análise (em verde, na figura acima)

Os pontos (em azul, na figura acima) representam os valores das amostras tomadas em diferentes momentos ao longo do tempo. Estes pontos, por sua vez, são unidos por segmentos de reta (também em azul).

As cartas de controle têm como objetivo principal mostrar o desempenho de um processo ao longo do tempo. Tomando uma série histórica de dados, é possível observar se cada amostra coletada está ou não dentro dos limites de controle do processo.

Ou seja, podemos rapidamente detectar se determinada amostra sair do controle (ficando fora das linhas que fixam os limites LSC e LIC), e iniciar uma investigação do que está acontecendo no processo, e descobrir o que levou a esta perda de controle da qualidade.

## 18.1 Objetivos da carta de controle

- Compreender o processo através dos dados coletados simultaneamente;
- Saber se o processo está ou não sob controle, interpretando os gráficos,
- Tomar ações apropriadas até a obtenção da estabilidade do processo.

E quais seriam estas ações apropriadas? O que podemos fazer quando observamos que nosso processo não está sob controle?

1. Identificar o lote, as peças que estão fora dos limites (LSC e LIC),
2. Verificar as condições de trabalho: o que mudou?
3. Detectar as variáveis que podem ser as causas do problema de qualidade: ajuste de determinada máquina, treinamento do operador (ou a falta de), problemas com a matéria prima, problemas na própria medição, entre outras.
4. Segregar (separar) esse lote, essas peças.

## 18.2 Tipos de cartas de controle

Existem vários tipos de cartas de controle. Na verdade, após a compreensão da sua elaboração, as empresas costumam personalizá-las, elaborando aquelas que melhor traduzem seus processos produtivos, adequando-as às suas necessidade de controle.

São seis os tipos de cartas de controle mais utilizados que vocês vão encontrar com frequência na literatura, as mesmas que são largamente utilizadas nas empresas. Agora, vamos apresentar estas seis cartas, explicando a finalidade de cada uma delas.

Para iniciarmos a elaboração de uma carta de controle, precisamos saber que estes seis tipos se dividem em dois grupos principais. Atenção! para cada tipo de variável em questão, seja ela uma característica da qualidade (do produto), ou um fator que afeta a qualidade (fator de produção), existe um tipo específico de carta de controle. Lembre disso! é fundamental na hora de elaborar a carta certa.

- Primeiro grupo: cartas de controle para **variáveis** (peso, comprimento, temperatura, concentração, tempo). Ou seja, quando trabalhamos com características da qualidade expressas em termos de medidas numéricas.
- Segundo grupo: cartas de controle para **atributos** (número de defeitos ou não-conformidades). Ou seja, diferente do primeiro grupo, aqui trabalhamos com características da qualidade expressas em termos do número de itens não-conformes, ou ainda da operação de contagem do número de defeitos.

Agora sim, vamos subdividir estes dois grupos, pontuando as seis cartas de controle de que falamos anteriormente:

- **Primeiro grupo - cartas de controle para variáveis:**
  - a) Carta de controle tipo **x-R** (das médias e amplitudes). É utilizada para **amostras que tenham sempre o mesmo tamanho** (coletada sempre a mesma quantidade de dados).
  - b) Carta de controle tipo **x-s** (das médias e desvio de padrão). Pode ser utilizada em **amostras de tamanho variável**. Lembre-se que a produtividade pode variar ao longo do dia, nos turnos de trabalho, ou nas semanas. Se pretendemos retirar amostras proporcionais à produtividade, então teremos amostras de tamanho variável. Por exemplo, num momento coletamos uma amostra de seis itens, em outro coletamos uma amostra de 4 itens, pois houve um queda na produtividade.

- **Segundo grupo - cartas de controle para atributos:**

- a) Carta de controle tipo **np**: monitora o número de defeitos em **amostras de tamanho constante**. Por exemplo, o número de lâmpadas defeituosas em cada amostra, lembrando que todas elas (as amostras) são de mesmo tamanho.
- b) Carta de controle tipo **p**: monitora o número de defeitos em **amostras de tamanho variável**. Seguindo o exemplo anterior, o número de lâmpadas defeituosas em cada amostra, sendo que estas, por sua vez, tenham tamanho variável.
- c) Carta de controle tipo **c**: monitora o número de defeitos em **amostras unitárias de tamanho constante**. Esta carta é utilizada para produtos complexos, como um carro ou uma geladeira. Nestes casos, muitas vezes retiramos um único produto como amostra, e avaliamos uma série de possíveis defeitos que possa apresentar. Por se tratarem de produtos com centenas, às vezes milhares de componentes, existem muitas possibilidades de ocorrerem defeitos de naturezas distintas. Por isso são consideradas amostras unitárias, de tamanho constante.
- d) Carta de controle tipo **u**: monitora o número de defeitos em **amostras unitárias de tamanho variável**. Aqui, também são consideradas amostras unitárias, mas ao contrário da carta anterior (tipo c), temos amostras de tamanho variável. Pensem em um rolo de tecido: podemos ter diferentes tipos de defeitos na estampa (cor, furos, etc.) E ainda, o tamanho de um rolo de tecido pode variar, de acordo com o ajuste de uma máquina, com a redução do número de funcionários de um turno para outro, etc. Outros exemplos seriam uma bobina de papel, um tanque com produto químico.

## Resumo

Nesta aula, apresentamos a última ferramenta da qualidade que nos faltava: as cartas de controle. Conhecemos seu objetivo principal, os seis tipos de cartas mais utilizadas e como se dividem. Nas aulas 19 e 20, vamos resolver exercícios, calculando os dois tipos de carta de controle mais utilizados na prática, apresentando o formulário necessário para cálculo.



## Atividades de aprendizagem

- Dados os exemplos abaixo, determine qual carta de controle é a mais adequada para cada uma das situações:

**a)** Acompanhar a inspeção de micro-ondas produzidos nos 15 últimos dias.

---

---

---

---

**b)** Controlar a quantidade de parafusos não-conformes em cada lote produzido (considerar amostras de tamanho constante).

---

---

---

---

**c)** Inspeccionar o número de defeitos encontrados na produção de um rolo de papel.

---

---

---

---

**d)** Monitorar a variação do peso dos bolos produzidos em série (considerar amostras de tamanho variável).

---

---

---

---



# Aula 19 - Cartas de controle para variáveis contínuas

Dos seis tipos de cartas de controle que vimos na aula 18, duas delas são as mais utilizadas: a carta de controle tipo  $\bar{x}$ -R (das médias e amplitudes) e a carta de controle tipo np (que monitora o número de defeitos em amostras de tamanho constante). Nesta aula, vamos aprender a construir a carta de controle tipo  $\bar{x}$ -R para variáveis contínuas.

Segundo Vieira (1999), a carta tipo  $\bar{x}$ -R é a mais conhecida e utilizada na prática nas empresas. Vamos começar apresentando o formulário necessário para, em seguida, elaborar o gráfico.

## 19.1 Formulário para elaboração da carta de controle do tipo $\bar{x}$ -R

Para construir a carta de controle precisamos calcular o Limite Superior de Controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC). Faremos duas cartas, uma para as médias e outra para as amplitudes. Sendo assim teremos:

- $LSC_{\bar{x}}$ : Limite superior de controle das médias  $LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$
- $LIC_{\bar{x}}$ : Limite inferior de controle das médias  $LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$
- $LSC_R$ : Limite superior de controle das amplitudes  $LSC_R = D_4 \bar{R}$
- $LIC_R$ : Limite inferior de controle das amplitudes  $LIC_R = D_3 \bar{R}$

Sendo:  $\bar{\bar{x}}$  a média das médias e  $\bar{R}$  a média das amplitudes.

$A_2$ ,  $D_4$  e  $D_3$  são coeficientes dados pela tabela que segue:

**Tabela 19.1: Extrato dos fatores para a construção de uma carta de controle para variáveis.**

Tamanho amostra	Para médias		Para amplitudes		
	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	1,880	2,659	1,128	0,000	3,267
3	1,023	1,954	1,693	0,000	2,575
4	0,729	1,628	2,059	0,000	2,282
5	0,577	1,427	2,326	0,000	2,115
6	0,483	1,287	2,534	0,000	2,004
7	0,419	1,182	2,704	0,076	1,924
8	0,373	1,099	2,847	0,136	1,864
9	0,337	1,032	2,97	0,184	1,816
10	0,308	0,975	3,078	0,223	1,777
...					

Fonte: Kume (1993)

### 19.1.1 Exercício

A operação de um processo exige o acompanhamento da sua temperatura. Propomos construir as cartas de controle das médias e das amplitudes a partir dos valores medidos (em azul), conforme segue:

**Tabela 19.2: Exercício para cálculo de uma carta de controle tipo x-R**

Medida	Amostras				
	1	2	3	4	5
X1	21	20	21	20	20
X2	23	24	22	25	22
X3	25	26	23	21	24
X4	24	25	21	24	21
X	23,25	23,75	21,75	22,5	21,75
R	4	6	2	5	4

Fonte: Elaborado pela autora

a) calcule a média das médias das m amostras;

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad \bar{\bar{x}} = \frac{23,25 + 23,75 + 21,75 + 22,5 + 21,75}{5} = 22,60$$

b) calcule a média das amplitude das m amostras;

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \quad \bar{R} = \frac{4 + 6 + 2 + 5 + 4}{5} = 4,20$$

- c) calcule o Limite Superior de Controle e o Limite Inferior de Controle para as médias (lembrando que obtemos o valor de  $A_2$  na tabela 19.1, na linha do tamanho da amostra – 4)

$$LSC_x = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \quad LSC_x = 22,60 + 0,729 \cdot 4,20 = 25,6618$$

$$LIC_x = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \quad LIC_x = 22,60 - 0,729 \cdot 4,20 = 19,5382$$

- d) calcule o Limite Superior de Controle e o Limite Inferior de Controle para as amplitudes (idem, obtemos os valores de  $D_4$  e  $D_3$  na tabela 19.1, na linha do tamanho da amostra – 4)

$$LSC_R = D_4 \bar{R} \quad LSC_R = 2,282 \cdot 4,20 = 9,5844$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R} \quad LIC_R = 0 \cdot 4,20 = 0$$

- e) Para desenhar os gráficos: no eixo x apresente as amostras; no eixo y, as médias de cada amostra (ou as amplitudes, no gráfico R); uma os pontos por segmentos de reta. Trace três linhas paralelas ao eixo x respectivamente, para destacar o valor da média das médias (ou a média das amplitudes, no gráfico R), o LIC e o LSC. Seguem os gráficos resultantes:

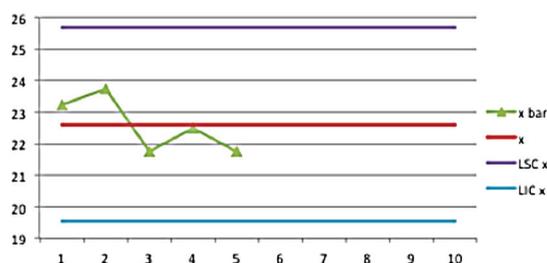


Figura 19.1: Carta de controle para as médias (exercício para cálculo de uma carta de controle tipo x-R)

Fonte: Elaborado pela autora

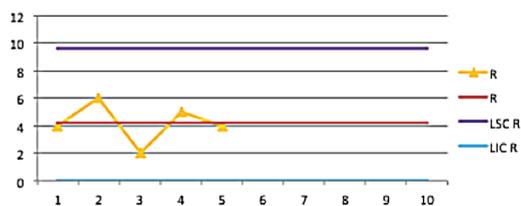


Figura 19.2: Carta de controle para as amplitudes (exercício para cálculo de uma carta de controle tipo x-R)

Fonte: Elaborado pela autora

Observamos que, em ambos os gráficos, os valores não ultrapassaram os limites de controle. Mas, observamos também, certa alternância dos valores acima e abaixo da média, sinalizando possíveis mudanças periódicas nas condições de operação.

Outra observação é a continuidade das linhas dos limites e das médias para além das 5 amostras do exercício. Fiz isso para destacar que as cartas de controle trabalham a partir de séries históricas de dados. Ou seja, novas amostras podem ser incorporadas ao longo do tempo, quando verificaremos a necessidade que recalculamos os limites.

## Resumo

Nesta aula, aprendemos a calcular e construir a carta de controle para variáveis do tipo x-R (das médias e amplitudes), esta é a carta mais conhecida e utilizada na prática pelas empresas.



## Atividades de aprendizagem

- Determinado produto exige o acompanhamento do seu peso. Construa as cartas de controle das médias e das amplitudes a partir dos valores medidos.

Medida	Amostras				
	1	2	3	4	5
$X_1$	115	113	111	118	113
$X_2$	116	117	113	112	116
$X_3$	120	120	116	112	112
$X_4$	117	115	114	116	115
$\bar{X}$					
R					

---

---

---

---

---

---

---

# Aula 20 - Cartas de controle para atributos

Nesta aula, vamos aprender a construir a carta de controle para atributos do tipo np, que monitora o número de defeitos em amostras de tamanho constante.

Vamos começar apresentando o formulário de uma carta de controle para atributos do tipo np, necessário para elaborar o gráfico. Relembrando, aqui, a necessidade é controlar a proporção de itens não-conformes (defeitos) em amostras de tamanho constante: as amostras são obtidas através da contagem destes itens.

## 20.1 Formulário para elaboração da carta de controle do tipo np

Para construir esta carta de controle precisamos calcular o Limite Superior de Controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC). Ao contrário da aula anterior, aqui faremos somente um gráfico. Sendo assim, temos:

- **LSC: Limite superior de controle**  $LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
- **LIC: Limite inferior de controle**  $LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

Sendo **n** o tamanho da amostra (constante) e  $\bar{p}$  a proporção média de defeitos.

### 20.1.1 Exercício

Na tabela abaixo são registrados o número de garrafas com vazamento em lotes de amostras de tamanho constante. Propomos construir a carta de controle tipo np a partir dos valores medidos (em azul), conforme segue:

Tabela 20.1: Exercício para cálculo de uma carta de controle tipo np

	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
<b>n</b>	100	100	100	100	100	100
<b>d</b>	7	3	6	9	2	5

Fonte: Elaborado pela autora

a) calcule a proporção de itens não-conformes em cada amostra;  $p_i = \frac{d_i}{n}$

Aplicando a fórmula acima, podemos completar a tabela:

**Tabela 20.2: Cálculo da proporção de itens não-conformes**

	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
<b>n</b>	100	100	100	100	100	100
<b>d</b>	7	3	6	9	2	5
<b>p</b>	0,07	0,03	0,06	0,09	0,02	0,05

Fonte: Elaborado pela autora

b) Calcule a proporção média de itens não-conformes nas m amostras (número de amostras coletadas). No nosso exercício, foram 6 amostras;

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_m}{m}$$

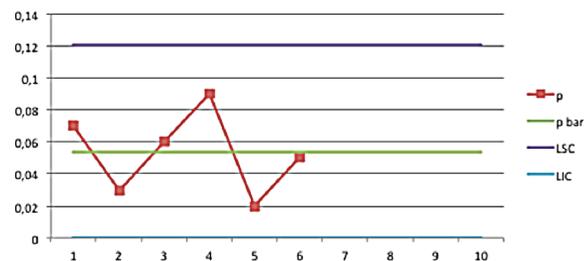
$$\bar{p} = \frac{0,07 + 0,03 + 0,06 + 0,09 + 0,02 + 0,05}{6} = 0,0533$$

c) Calcule os LSC e LIC utilizando as fórmulas;

$$LSC = 0,0533 + 3\sqrt{\frac{0,0533(1-0,0533)}{100}} = 0,1207$$

$$LIC = 0,0533 - 3\sqrt{\frac{0,0533(1-0,0533)}{100}} = -0,0141 = 0$$

d) Para desenhar os gráficos: no eixo x apresente as amostras; no eixo y, a proporção de itens não-conformes de cada amostra; una os pontos por segmentos de reta. Trace três linhas paralelas ao eixo x, respectivamente para destacar o valor da proporção média de itens não-conformes, o LIC e o LSC. Seguem o gráfico resultante:



**Figura 20.1: Carta de controle para atributos do tipo np**

Fonte: Elaborado pela autora

Conforme vimos no exercício da aula anterior, também podemos observar certa alternância dos valores acima e abaixo da média, sinalizando possíveis mudanças periódicas nas condições de operação. É bastante comum isto ocorrer nas cartas de controle.

O importante é acompanhar a evolução desta alternância, observando a periodicidade das ocorrências (por exemplo, três amostras seguidas acima da média, três próximas abaixo, e assim por diante). Verificar o quanto as amostras se aproximam dos limites e, principalmente, se ficarem fora.

Por fim, vocês perceberam que as cartas de controle que treinamos nestas duas últimas aulas, tem o mesmo aspecto? Muito cuidado, pois apesar desta aparente semelhança, elas diferem completamente na sua elaboração.

## Resumo

Nesta aula aprendemos a calcular e construir a carta de controle para atributos do tipo np (número de defeitos em amostras de tamanho constante),

## Atividades de aprendizagem

- Na tabela abaixo são registrados o número de telefonemas perdidos em um call center. Construa a carta de controle tipo np a partir dos valores medidos:



	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
n	250	250	250	250	250	250
d	8	10	12	16	14	19
p						

## Anotações

---

---

---

---

---



# Referências

ABONDUELLE, Arnaud F. e GUERREIRO, Karen M. S. **Controle estatístico de processo: notas de aula**. Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Qualidade, Universidade Federal do Paraná, 2011.

FALCONI, Vicente. TCQ: **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. Rio de Janeiro: Block, 1994.

KUME, Hitoshi. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo: Editora Gente, 1993.

LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MARSHALL JUNIOR, Isnard. **Gestão da qualidade**. Isnard Marshall Junior et al. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

NBR ISO 9001, 2008. **Norma Brasileira ABNT NBR ISO 9001, 2008**. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da produção industrial**. Curitiba: Ibpex, 2007.

PEARSON EDUCATION DO BRASIL. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

RIBEIRO, Haroldo. **A Bíblia do 5S, da implantação à excelência**. Salvador: Casa da Qualidade, 2006.

SELEME, Robson e STADLER, Humberto. **Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Ibpex, 2008.

VIERA, Sônia. – **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: atlas, 1999.

Weinhardt, Lincoln. **NOÇÕES SOBRE A GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL**. Disponível em <http://www.weinhardt.net/> último acesso em agosto de 2011.

## Referências das figuras

Figura 1.1: Competição  
Fonte: Dmitry Shironosov/shutterstock

Figura 1.2: Qualidade  
Fonte: Svilen Milev/Sxc

Figura 3.1: Ciclo PDCA

Fonte: adaptado de Falconi (1994)

Figura 4.1: Fluxograma funcional (exercício 1)

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4.2: Exemplo de diagrama de blocos

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4.3: Exemplo de fluxograma geográfico ou físico (layout)

Fonte: adaptado de Paranhos Filho (2007)

Figura 5.1: Cinco sentidos

Fonte: <http://infofranco.com.br/site/ferramentas-de-gestao/5s/>

Figura 5.2: Sentidos

Fonte: <http://ensinando5s.blogspot.com.br/>

Figura 7.1: Taiichi Ohno

Fonte: [http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/19116\\_UM+PLANO+UMA+SO+FORD+E+UM+SUCESO](http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/19116_UM+PLANO+UMA+SO+FORD+E+UM+SUCESO)

Figura 7.2: Brainstorming

Fonte: <http://infofranco.com.br/site/ferramentas-de-gestao/brainstorming/>

Figura 7.3: Porquês

Fonte: <http://www.portuguesconcurso.com/>

Figura 8.1: 5Ws

Fonte: [http://preview.channel4learning.com/espresso/clipbank/html/tr\\_lp\\_history\\_suffragettes\\_ws1.html](http://preview.channel4learning.com/espresso/clipbank/html/tr_lp_history_suffragettes_ws1.html)

Figura 9.1: Aspecto geral do diagrama de causa e efeito

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Figura 9.2: Definição do problema

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Figura 9.3: Identificação das causas geradoras do problema

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Figura 9.4: Definição dos objetivos

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Figura 9.5: Seleção dos objetivos

Fonte: Adaptado de Lucinda (2010)

Figura 9.6: Padrões de análise para o diagrama de causa e efeito

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 10.1: Diagrama das causas do problema da entrega de carros novos com riscos na lataria

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 10.2: Diagrama dos objetivos

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 10.3: Diagrama final dos objetivos para a solução do problema de entrega de carros novos com riscos.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 11.1: Gráfico de barras

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 11.2: Diagrama de Pareto

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 12.1: As fases do MASP e sua relação com o ciclo PDCA

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 14.1: Exemplo de um histograma

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 14.3: Técnica para contagem das frequências

Fonte: adaptado de Kume (1993)

Figura 15.1: Histograma do exercício dos diâmetros de uma peça em aço

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Figura 15.2: Histograma normal

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Figura 15.3: Histograma com picos duplos

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Figura 15.4: Histograma assimétrico

Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Figura 16.1: Gráfico de dispersão

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16.2: Diagrama de dispersão resultante

Fonte: Adaptado de Kume (1993)

Figura 17.1: Gráfico de dispersão

Fonte: elaborado pela autora

Figura 17.3: Reta de regressão e equação da reta (resultados)

Fonte: elaborado pela autora

Figura 18.1: Exemplo de carta de controle  
Fonte: Bonduelle e Guerreiro (2011)

Figura 19.1: Carta de controle para as médias (exercício para cálculo de uma carta de controle tipo x-R)  
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 19.2: Carta de controle para as amplitudes (exercício para cálculo de uma carta de controle tipo x-R)  
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 20.1: Carta de controle para atributos do tipo np  
Fonte: Elaborado pela autora

# Atividades autoinstrutivas

- 1. Entre os autores abaixo, qual deles relacionou o conceito da qualidade à adequação ao uso?**
  - a) Philip Crosby
  - b) Joseph M. Duran
  - c) William Edwards Deming
  - d) Kaoru Ishikawa
  - e) Armand Feigenbaun
  
- 2. A ISO 9001:2008, define qualidade como “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”. Das alternativas abaixo relacionadas, identifique aquela que define a característica da qualidade segundo a norma.**
  - a) Característica é uma propriedade inerente ao produto intangível.
  - b) Característica é uma propriedade equivalente do produto, seja ele um material ou um serviço.
  - c) Característica é uma propriedade diferenciadora do produto, seja ele um produto físico ou um serviço.
  - d) Característica é uma propriedade diferenciadora, inerente aos produtos físicos.
  - e) Nenhuma das alternativas anteriores.
  
- 3. As características da qualidade podem ser físicas, sensoriais, comportamentais, temporais, ergonômicas ou funcionais. Marque a alternativa que relaciona exemplos das características físicas, sensoriais e comportamentais respectivamente.**
  - a) a pontualidade no atendimento, o tamanho do produto, o som que emite o produto.
  - b) o tamanho do produto, a cortesia no atendimento, o som que emite o produto,.
  - c) a pontualidade no atendimento, a cortesia no atendimento, o tamanho do produto
  - d) o tamanho do produto, o som que emite o produto, a cortesia no atendimento.
  - e) o som que emite o produto, o tamanho do produto, a pontualidade no atendimento.

**4. Assinale a alternativa que ordena de forma cronológica a evolução do conceito de qualidade.**

- 1.( ) a era da padronização, da garantia da qualidade
- 2.( ) a era da inspeção do processo
- 3.( ) a era da qualidade total
- 4.( ) a era da inspeção do produto final

- a) 2, 3, 1 e 4
- b) 3, 2, 4 e 1
- c) 1, 3, 4 e 2
- d) 3, 4, 2 e 1
- e) 4, 2, 3 e 1

**5. Assinale a alternativa que relaciona as sete principais ferramentas da qualidade, estudadas no curso.**

- a) Diagrama de Pareto, Histogramas, Folhas de verificação, Cartas de controle, Gráficos de dispersão e Matriz SWOT.
- b) Diagrama de causa e efeito, Diagrama de Pareto, Organogramas, Folhas de verificação, Cartas de controle, Gráficos de dispersão e Fluxogramas.
- c) Gráficos de dispersão, Histogramas, Diagrama de causa e efeito, Curva Normal, Fluxogramas, Diagrama de Pareto e FMEA.
- d) Histogramas, Gráficos de dispersão, Diagrama de causa e efeito, Cartas de controle, Fluxogramas, Folhas de verificação e Diagrama de Pareto.
- e) Histogramas, Folhas de verificação, Curva ABC, Gráficos de dispersão, Fluxogramas, FOFA e FIFO.

**6. Dentre as ferramentas da qualidade estudadas, qual permite distinguir os fatores essenciais que causam determinado problema de qualidade, dos fatores secundários?**

- a) PDCA
- b) Histogramas
- c) Folhas de verificação
- d) Cartas de controle
- e) Diagrama de Pareto

**7. Assinale a alternativa que corresponde a finalidade de um gráfico de controle.**

- a) Analisar a variabilidade dos processos produtivos ao longo do tempo.
- b) Descrever processos.
- c) Sequência lógica empregada para atingir determinado objetivo.
- d) Levantar as possíveis causas de um problema que afeta a qualidade.
- e) Desenvolver melhorias contínuas.

**8. Relacione as colunas e assinale a alternativa correta, no que diz respeito ao conjunto de normas que compõem a ISO 9000.**

- |                   |  |
|-------------------|--|
| (A) ISO 9000:2000 | ( ) Requisitos. Trata do que fazer para implantar um sistema de gestão da qualidade – SGQ. |
| (B) ISO 9001:2008 | ( ) Fundamentos e vocabulários.  |
| (C) ISO 9004:2000 | ( ) Diretrizes para melhoria do desempenho.  |

- a) A, B e C
- b) B, C e A
- c) A, C e B
- d) C, B e A
- e) B, A e C

**9. Assinale a alternativa que corresponde ao fluxograma físico.**

- a) Permite calcular o tempo de processamento e o tempo de ciclo de cada atividade.
- b) Permite visualizar o fluxo de trabalho entre as diferentes áreas funcionais.
- c) Permite identificar os excessos de deslocamento e esperas, ou de processos excessivamente burocráticos.
- d) Permite observar o tempo gasto para realizar a atividade.
- e) Permite analisar a correlação entre variáveis.

**10. Assinale a alternativa que relaciona corretamente as etapas do ciclo PDCA.**

- a) Planejar, verificar os resultados, executar e agir prontamente.
- b) Planejar, agir prontamente, executar e verificar os resultados.
- c) Planejar a ação, executá-la, verificar os resultados e tomar ações baseadas nos resultados apresentados.
- d) Planejar, executar, verificar os resultados e encerrar o projeto.
- e) Projetar, executar, verificar os resultados e atingir as metas.

**11. Assinale a alternativa incorreta que se refere ao ciclo PDCA.**

- a) O Ciclo PDCA é também conhecido como o Ciclo de Deming.
- b) O método PDCA está relacionado à filosofia da melhoria contínua, também conhecida como kanban.

- c) O Ciclo PDCA é considerado um método, ou seja, uma sequência lógica empregada para atingir determinado objetivo.
- d) O Ciclo PDCA foi idealizado por Shewhart, porém foi a partir de Deming que se tornou amplamente utilizado pelas empresas.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

**12. Entre os diferentes tipos de fluxogramas, assinale a alternativa que corresponde ao fluxograma funcional.**

- a) Permite visualizar o arranjo físico das atividades.
- b) Permite calcular o tempo de processamento e o tempo de ciclo de cada atividade.
- c) Permite visualizar o fluxo de trabalho entre as diferentes áreas funcionais.
- d) Permite identificar os excessos de deslocamento e esperas, ou de processos excessivamente burocráticos.
- e) Permite observar o tempo gasto para realizar a atividade.

**13. 13) Assinale a alternativa de definições que correspondem respectivamente aos sentidos: SEIRI, SEITON, SEISOU, SEIKETSU e SHITSUKE.**

- a) a) Senso de utilização ou descarte; senso de limpeza; senso de saúde, senso de organização e senso de auto-disciplina.
- b) b) Senso de organização ou arrumação; senso de limpeza; senso de liberação de áreas; senso de saúde e senso de auto-disciplina.
- c) c) Senso de utilização ou descarte; senso de organização ou arrumação; senso de saúde; senso de auto-disciplina e senso de limpeza;
- d) d) Senso de organização; senso de limpeza; senso de utilização ou descarte; senso de saúde e senso de auto-disciplina.
- e) e) Senso de utilização ou descarte; senso de organização ou arrumação; senso de limpeza; senso de saúde (higiene) e senso de autodisciplina.

**14. Qual dos cinco sentidos está ligado ao cumprimento dos procedimentos de segurança individual e coletiva e à realização de avaliações periódicas das condições do ambiente de trabalho?**

- a) SEIRI.
- b) SEITON.
- c) SEISOU.
- d) SEIKETSU.
- e) SHITSUKE.

**15. Entre os estudiosos da qualidade, qual desenvolveu a técnica dos cinco porquês?**

- a) Philip Crosby
- b) Joseph M. Duran
- c) William Edwards Deming
- d) Kaoru Ishikawa
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

**16. Assinale a alternativa incorreta.**

- a) O *brainstorming* é composto por duas etapas: a primeira é chamada divergente, e a segunda, convergente.
- b) O primeiro passo para a resolução de um problema, que afeta a qualidade, é identificá-lo e compreendê-lo corretamente.
- c) A técnica dos porquês tem por objetivo descobrir as causas de determinado problema adotando uma atitude interrogativa sistemática.
- d) Na técnica dos porquês, são necessárias sempre cinco perguntas para se encontrar a causa fundamental de um problema.
- e) *Brainstorming*, literalmente, quer dizer tempestade cerebral.

**17. A denominação 3Q1P2O1C está relacionada à qual destas ferramentas da qualidade?**

- a) 5W2H
- b) 5S
- c) SWOT
- d) FIFO
- e) FOFA

**18. Assinale a alternativa que está corretamente relacionada ao método SMART de seleção de objetivos.**

- a) Um objetivo deve ser: específico, claro, abrangente e relevante.
- b) Um objetivo deve ser: exato, mensurável, atingível e temporal.
- c) Um objetivo deve ser: mensurável, atingível, relevante e específico.
- d) Um objetivo deve ser: específico, mensurável, atingível, relevante e temporal.
- e) Um objetivo deve ser: mensurável, atingível, claro e temporal.

**19. Assinale a alternativa incorreta, no que diz respeito ao diagrama de causa e efeito.**

- a) É conhecido também como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa.
- b) É muito utilizado para análise das causas de um problema que afeta a qualidade.

- c) A primeira etapa consiste na correta definição do problema.
- d) São desenhadas de duas a quatro espinhas de peixe.
- e) Uma possibilidade para a elaboração do diagrama de causa e efeito é a adoção de padrões (categorias) de análise.

**20. O senso de \_\_\_\_\_ está ligado à prática constante de todos os "4S" anteriores, sem descuidar do constante aperfeiçoamento. Assinale a alternativa que complementa a frase corretamente.**

- a) limpeza
- b) saúde
- c) autodisciplina
- d) organização
- e) utilização

**21. O método de análise e solução de problemas foi adaptado no Brasil pelo professor Vicente Falconi, utilizando como base...**

- a) o histograma.
- b) a série ISO.
- c) o ciclo PDCA.
- d) o conceito de kaizen.
- e) nenhuma das alternativas anteriores.

**22. Das sete principais ferramentas da qualidade, qual delas permite descrever processos?**

- a) Diagrama de Pareto
- b) Histogramas
- c) Folhas de verificação
- d) Fluxogramas
- e) Cartas de controle

**23. Um dos padrões de análise mais utilizados no digrama de causa e efeito são os 6M's: matéria prima, mão-de-obra, máquina, método, medida e meio ambiente. Assinale a alternativa que corresponde ao conceito de medida.**

- a) problemas relacionados aos fornecedores (produtos e serviços) da empresa.
- b) operacionalização de equipamentos e seu funcionamento adequado.
- c) forma como são desenvolvidos os trabalhos ação específica.
- d) indicadores utilizados para controle no momento e os instrumentos de medição.
- e) as condições do meio onde o trabalho é realizado e a influência na qualidade.

**24. Complete a frase: a \_\_\_\_\_ é um tipo de lista de verificação, utilizada para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de ações para solucionar a causa do problema identificado.**

- a) matriz 5W2H
- b) matriz SWOT
- c) técnica dos porquês
- d) carta de controle
- e) unidade de análise

**25. Assinale a alternativa que corresponde à finalidade de um histograma.**

- a) Análise da variabilidade dos processos produtivos ao longo do tempo
- b) Gráfico de visualização da distribuição de um conjunto de dados
- c) Sequência lógica que visa a determinado objetivo
- d) Levantamento das possíveis causas de um problema que afeta a qualidade
- e) Desenvolvimento de melhorias contínuas

**26. Qual ferramenta de análise está relacionada à regra 80/20 (20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas)?**

- a) Histogramas
- b) Matriz 5W2H
- c) Diagrama de Pareto
- d) Fluxogramas
- e) Técnica dos porquês

**27. “Permitem coletar dados (número de peças defeituosas, por exemplo) de forma organizada e sistemática”. Esta definição corresponde à qual ferramenta da qualidade?**

- a) Diagrama de Pareto
- b) Histogramas
- c) Folhas de verificação
- d) Fluxogramas
- e) Cartas de controle

**28. Qual dos cinco sentidos corresponde à organização do ambiente (cada item deve possuir seu lugar exclusivo e, após o uso deverá voltar e ali permanecer)?**

- a) SEIRI.
- b) SEITON.
- c) SEISOU.
- d) SEIKETSU.
- e) SHITSUKE.

**29. As cartas de controle se dividem em dois grupos principais. Quais são?**

- a) tipos np e x-R
- b) simétricas e assimétricas
- c) variáveis e atributos
- d) blocos e layout
- e) função do primeiro grau e do segundo grau

**30. As etapas de identificação do problema, observação do problema e análise das causas no método MASP correspondem à que etapa do ciclo PDCA?**

- a) verificar os resultados
- b) registrar os dados
- c) planejar
- d) executar a ação
- e) agir prontamente

**31. Complete a frase: "Um das etapas do \_\_\_\_\_ consiste em classificar as ocorrências em ordem decrescente e calcular o percentual acumulado das ocorrências".**

- a) histograma
- b) diagrama de Pareto
- c) fluxograma físico
- d) diagrama de dispersão
- e) método MASP

**32. Relacione a primeira coluna com a segunda, sobre as etapas do método MASP e suas ferramentas:**

- |                               |                                     |                  |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| (1) Identificação do problema | (2) Observação do problema          | ( 3 )            |
| Análise das causas            | (4) Elaboração do plano de ação     | ( 5 )            |
| Execução do plano de ação     | (6) Verificação da eficácia da ação | (7) Padronização |
| (8) Conclusão                 |                                     |                  |

- a) 7, 4, 5, 1, 2, 6, 3 e 8
- b) 2, 7, 3, 5, 1, 6, 8 e 4
- c) 6, 8, 1, 3, 4, 2, 5 e 7
- d) 4, 3, 6, 5, 8, 1, 2 e 7
- e) 3, 7, 1, 6, 5, 4, 8 e 2

**33. Entre os tipos de histogramas conhecidos, complete a frase corretamente: “No histograma do tipo \_\_\_\_\_ podemos observar que as frequências são baixas no centro do histograma, apresentando ponto de frequência elevada nos extremos do gráfico”.**

- a) assimetria positiva
- b) picos duplos
- c) assimetria negativa
- d) normal
- e) etemporal

**34. Os pares de variáveis com os quais mais vamos lidar para a construção de gráficos de dispersão são:**

- a) Dois fatores que se relacionam com uma mesma característica da qualidade.
- b) Uma característica da qualidade e um fator que a afeta.
- c) Duas características da qualidade que se relacionam.
- d) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.
- e) Todas as alternativas anteriores estão corretas.

**35. A equação da reta de regressão é determinada pela função genérica do primeiro grau, que corresponde à qual das funções abaixo?**

- a)  $y = ax + b$
- b)  $y = ax^2 + bx$
- c)  $y = ax^2 + bx + c$
- d)  $y = ax^3 + bx^2 + cx$
- e)  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$

**36. Quantos pares ordenados (pontos) precisamos para traçar uma reta?**

- a) um
- b) nenhum
- c) dois
- d) três
- e) o maior número possível de pontos.

**37. Assinale a alternativa que complementa corretamente a frase a seguir: “Segundo Ribeiro (2006), na fase de estruturação da implantação do programa 5S, é fundamental a formação de um \_\_\_\_\_ e a elaboração de um \_\_\_\_\_”.**

- a) comitê do 5S; plano de ação
- b) plano de ação; cronograma
- c) diagrama de dispersão; gráfico de controle
- d) cronograma; comitê do 5S
- e) gráfico de dispersão; comitê do 5S

**38. As cartas de controle, também conhecidas por gráficos de controle, foram propostas originalmente por:**

- a) W. E. Deming
- b) P. Crosby
- c) K. Ishikawa
- d) W. A. Shewhart
- e) A. Feigenbaun

**39. Complete corretamente a frase: “As \_\_\_\_\_ têm como objetivo principal mostrar o desempenho de um \_\_\_\_\_ ao longo do tempo. Tomando uma série histórica de \_\_\_\_\_, é possível observar se cada amostra coletada está ou não dentro dos \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_”.**

- a) análises temporais, projeto, dados, limites, organograma.
- b) cartas de controle, processo, dados, limites de controle, processo.
- c) cartas de controle, projeto, registros, indicadores, processo.
- d) séries históricas, dados, registros, limites, projetos.
- e) séries históricas, processo, dados, indicadores, projeto.

**40. No controle da qualidade, o que devemos fazer quando observamos que nosso processo não está sob controle?**

- a) Identificar o lote e/ou as peças que estão fora dos limites de controle do processo.
- b) Detectar as variáveis que podem ser as causas do problema de qualidade (por exemplo, as condições de trabalho).
- c) Mudar o tipo de carta de controle utilizada.
- d) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.
- e) As alternativas a e b estão corretas.

**41. A prática da limpeza traduz o ideal de manter limpo o local antes, durante e depois da jornada de trabalho. Significa zelar pelos recursos e pelas ins-**

**talações em geral. Esta afirmação está ligada a qual dos cinco sentidos estudados?**

- a) SEIRI.
  - b) SEITON.
  - c) SEISOU.
  - d) SEIKETSU.
  - e) SHITSUKE.
- ( ) Técnica dos cinco porquês; diagrama de causa e efeito
  - ( ) Estabelecimento de padrões de processo
  - ( ) Brainstorming; diagrama de Pareto
  - ( ) Métodos estatísticos de controle
  - ( ) Treinamento de todos os envolvidos na ação
  - ( ) 5W2H
  - ( ) Auditoria final
  - ( ) Análise de dados (gráficos, planilhas, etc)

**42. O termo Kaizen significa:**

- a) Kanban
- b) gestão por resultados
- c) controle de processos
- d) melhoria contínua
- e) 5S

**43. Entre os tipos de cartas de controle relacionadas nas alternativas abaixo, quais fazem parte das cartas de controle para variáveis?**

- a) np e c
- b) x-R e u
- c) u, c e x-s
- d) x-R e x-s
- e) p e u

**44. A carta de controle tipo u monitora o número de defeitos em:**

- a) amostras unitárias de tamanho constante
- b) amostras unitárias de tamanho variável
- c) amostras de tamanho variável
- d) amostras de tamanho constante
- e) amostras pequenas.

**45. A respeito das cartas de controle para atributos abaixo, analise quais das proposições são verdadeiras e quais são falsas.**

**I.** Poderíamos utilizar uma carta de controle tipo np para monitorar o número de painéis produzidas com o cabo quebrado, considerando amostras de tamanho variável.

**II.** Poderíamos utilizar uma carta de controle tipo c para monitorar o número de defeitos em uma geladeira.

**III.** Poderíamos utilizar uma carta de controle tipo p para monitorar o número de livros impressos sem a contracapa, considerando amostras de tamanho constante.

**IV.** Poderíamos utilizar uma carta de controle tipo u para monitorar o número de defeitos em um rolo de tecido.

Agora, assinale a alternativa que corresponde à análise das proposições acima:

- a) V, V, F, F
- b) F, V, F, F
- c) F, V, F, V
- d) V, F, V, F
- e) V, V, F, V

**46. Analise a seguinte afirmação: “Devemos analisar o local e manter apenas os objetos necessários, na quantidade certa. O que não serve, só atrapalha!”. Ao qual dos cinco sentidos estudados esta afirmação está relacionada?**

- a) SEIRI.
- b) SEITON.
- c) SEISOU.
- d) SEIKETSU.
- e) SHITSUKE.

**47. Qual das ferramentas da qualidade estabelece a relação entre duas variáveis?**

- a) Histogramas
- b) 5W2H
- c) Folhas de verificação
- d) Diagrama de Pareto
- e) Gráfico de dispersão

**48. Assinale a alternativa que corresponde a alguns dos oito princípios para implantação e operação de um sistema de gestão da qualidade apresentados pelo ISO 9000.**

- a) Foco no cliente; liderança; gestão de RH; abordagem factual; melhoria contínua.
- b) Liderança; agregação de valor; gestão de pessoas; abordagem de processos; melhoria contínua.
- c) Gestão de projetos; liderança; controle estatístico de processos; gestão funcional; Kanban.
- d) Foco no cliente; liderança; envolvimento das pessoas; abordagem de processos; melhoria contínua.
- e) Liderança; abordagem de processos; controle estatístico de processos; gestão funcional; just in time.

**49. “A técnica consiste em questionar uma atividade perguntando o \_\_\_\_\_ desta atividade. A resposta dada deve originar uma nova \_\_\_\_\_. Basicamente, a técnica consiste em perguntar sistematicamente \_\_\_\_\_ cinco vezes \_\_\_\_\_”. Assinale a alternativa que complementa a frase corretamente:**

- a) motivo; resposta; “por quê”; alternadas
- b) porquê; pergunta; “por quê”; consecutivas
- c) porquê; resposta; porquê; consecutivas
- d) motivo; pergunta; porquê; alternadas
- e) todas as alternativas estão corretas

**50. Com relação à elaboração do diagrama de causa e efeito, assinale a alternativa incorreta.**

- a) É permitido desenhar tantas espinhas de peixe quantas forem necessárias.
- b) A seção não deve ultrapassar 2 horas, com um intervalo de 20 minutos.
- c) Em geral são realizadas entre duas a cinco seções para elaboração de um diagrama.
- d) Ao final de cada seção de discussão, um diagrama deverá ser desenhado, pois será o ponto de partida para a próxima seção.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.



# Currículo do professor-autor

## **Karen Menger da Silva Guerreiro**

É graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1998), com Mestrado em Administração, ênfase em Gestão de Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2004) e Doutorado em Administração, com ênfase em Gestão de Tecnologia e da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2008).

Tem experiência como engenheira civil, gestora universitária e docente nas áreas de Fundamentos da Qualidade, Qualidade em Serviços, Controle Estatístico de Processos e Gestão de Projetos, publicando artigos em periódicos e congressos especializados, além dos trabalhos técnicos de consultoria.

