



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Departamento de Engenharia de Alimentos

**ZEА - 1001 - GESTÃO DA QUALIDADE NA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

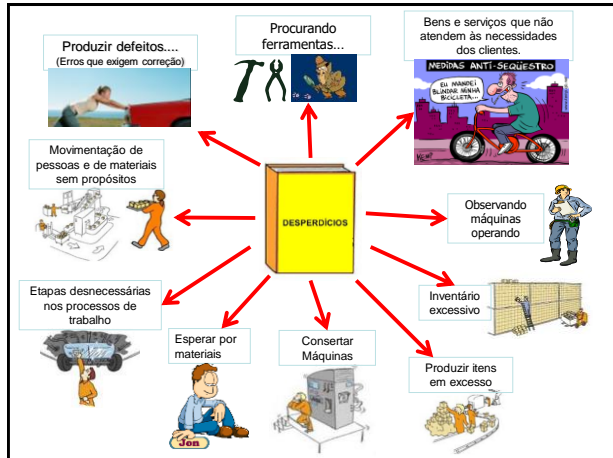


**7 FERRAMENTAS DA
QUALIDADE**

Profa. Marta Mitsui Kushida

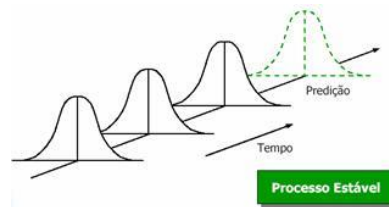
O que é Desperdício?

Qualquer atividade humana que **absorve** recursos mas **não cria valor!**



COMO EVITAR?

- FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS
– Melhoria dos processos produtivos e redução de seus defeitos.



FORMA ESTATÍSTICA DE PENSAR:

Fatos Conceitos abstratos

intuição ou ideias

Evidências da **observação**

Padrão regular = confiável.

7 FERRAMENTAS

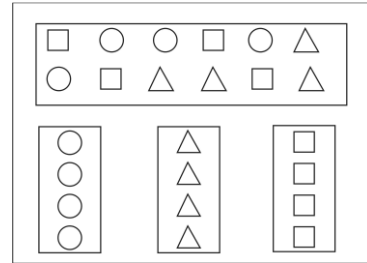


FERRAMENTAS ADMINISTRATIVAS DE TQC

- As 7 ferramentas tradicionais:
 - 1. Estratificação;
 - 2. Folha de Verificação;
 - 3. Diagrama de Causa-Efeito;
 - 4. Diagrama de Pareto;
 - 5. Diagrama de Dispersão;
 - 6. Histograma;
 - 7. Carta de Controle.

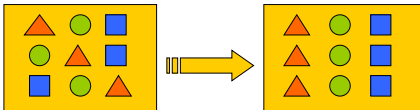


1. ESTRATIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA



Estratificação

- Divisão de um grupo em diversos **subgrupos** com base em fatores apropriados, os quais são conhecidos como fatores de estratificação;
 1. Permite focalizar as ações.
 2. Os fatores máquina, matéria-prima, mão-de-obra, métodos, medidas e meio ambiente são categorias naturais para a estratificação de dados



2. Folha de Verificação



Folha de Verificação

- Formulário no qual itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro de dados
- **Principais objetivos:**
 1. Facilitar a coleta e dados
 2. Organizar os dados durante a coleta, eliminando a necessidade de rearranjo manual posterior
- Normalmente são elaboradas após a definição das categorias para estratificação dos dados.

EXEMPLOS:

- Folha de verificação para:
 - distribuição de um item de controle de um processo produtivo;
 - classificação de defeitos;
 - identificação de causas de defeitos.

Distribuição de um processo produtivo

- Distribuição da espessura de parede de um perfil extrudado em PVC rígido
 - Espessura nominal de 40 mm com tolerância de +/- 0.8 mm

Desvio	Marcas				Frequência
	5	10	15	20	
-1					
-0.9					
-0.8					
-0.7					
-0.6					
-0.5	X				1
-0.4	X	X			2
-0.3	X	X	X		5
-0.2	X	X	X	X	11
-0.1	X	X	X	X	16
0	X	X	X	X	19
0.1	X	X	X	X	14
0.2	X	X	X	X	10
0.3	X	X	X	X	6
0.4	X	X			3
0.5	X	X			2
0.6	X				1
0.7					
0.8					
0.9					
1					
Total					90

Folha de verificação para acompanhamento de artigos que apresentavam muitos problemas durante a produção

Artigo: Monaco 1.4
 Turno produção:
 Total Revisado: 502 mts
 Revisor:
 Observações:

Operador:
 Total Produzido:
 Data Produção:
 Data Revisão:
 Rubrica:

Defeito	Contagem
Riscos	X X X X X X X X
Manchas	X X X X
Fora de espessura	X X X X X
Bolhas	X X X X
Rugos do suporte	X X X X X
Junção do suporte	X X X
Falha na colagem	X X

Checklist

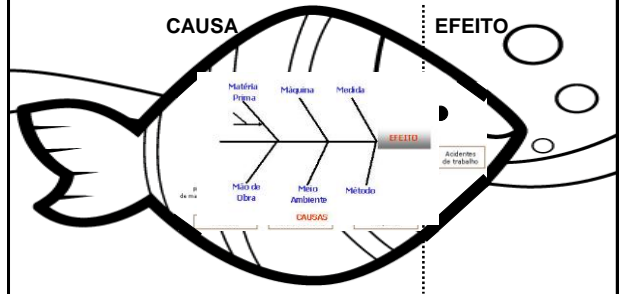
É uma forma de revisão técnica formal

CHECKLIST PARA PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO		
CLIENTE: _____	DATA: _____	
PEÇA: _____	CONTRATO: _____	
Nº DO PROJETO: _____	TELEFONE: _____	
Nº DO CONTRATO: _____		
A. PROJETO DA PEÇA	Cavidade	
	Macho	Fêmea
<ul style="list-style-type: none"> Utilidade da peça Seleção do material Cálculo de contração Localização e modelo do ponto de injeção Dimensionamento dos canais de injeção Ajustes de tolerância Cálculo do ângulo de extração Dimensionamento dos canais de resfriamento Requerimentos de decorações Requerimento de nível de qualidade Requerimento de operações de montagens 		
B. MÁQUINA INJETORA	Comentários	
	Macho	Fêmea
<ul style="list-style-type: none"> Força de fechamento Pressão de injeção Capacidade de injeção Capacidade de plastificação Perfil da rosca Tempo de ciclo Geometria do bico de injeção 		

Fonte: Gordon, 1993

3. Diagrama de Ishikawa

- DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO OU DIAGRAMA DE ESPINHA DE PEIXE



O QUE É?

- Proposto por Kaoru Ishikawa na década de 60.
- Auxilia a **identificar** e **classificar** as possíveis causas, tanto de problemas específicos de um processo como de características da qualidade de um produto

Diagrama de Ishikawa

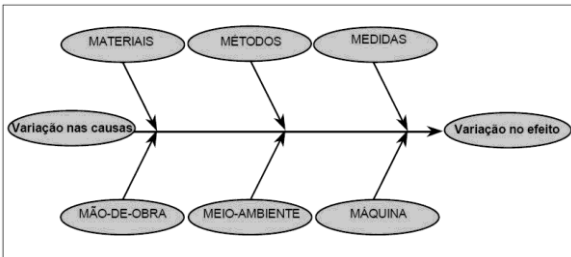
- Representação gráfica:
 - “EFEITO” e todas as “CAUSAS” possíveis que o influenciam

> **CAUSA** = variáveis que causam a variabilidade.
 • Ex.: equipamento mal calibrado

> **EFEITO** = característica de qualidade ou problema a ser estudado.
 • Ex.: percentagem de não conformes

6 M = seis fatores

- Variabilidade (efeito) induzida por:



- Os seis fatores principais da manufatura:
 - 6M da GQT

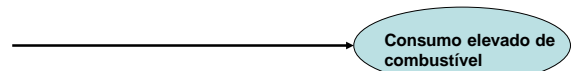


1. Identifique o problema a ser investigado;



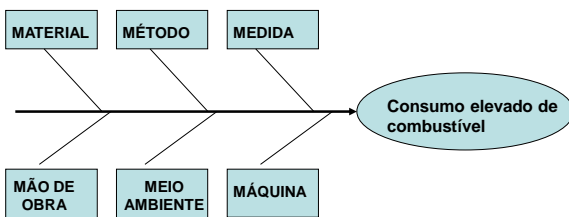
2. O efeito

- Escreva o problema dentro de um retângulo ou elipse, na extremidade direita do eixo central;



3. Escreva os seis fatores (6M)

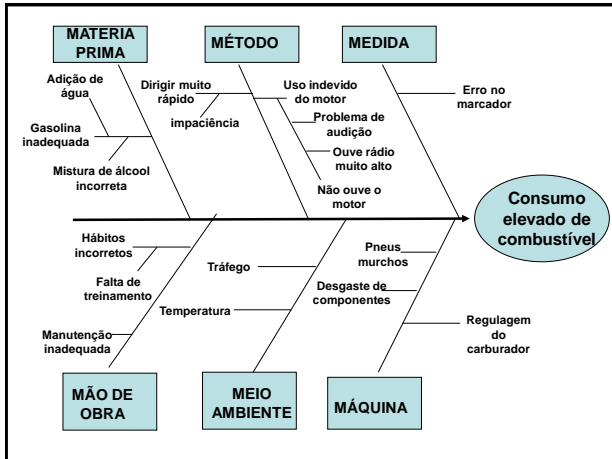
- Escreva as causas primárias do problema sob investigação em retângulos ou elipses e as disponha em torno do eixo central. Ligue esses retângulos ou elipses ao eixo central por segmentos de reta;



4. Identifique as sub-causas

- Identifique as causas secundárias dentro de cada causa primária. Escreva estas causas ao redor da respectiva causa primária.

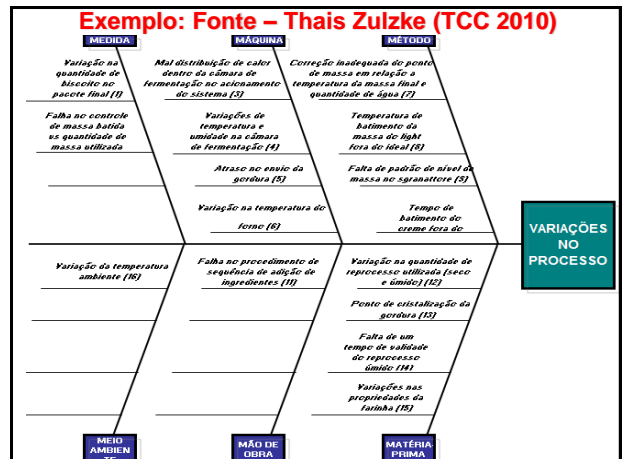




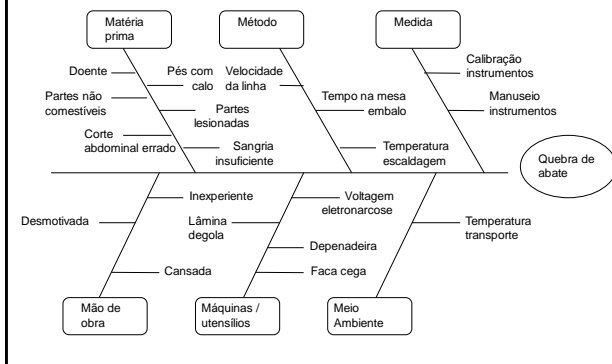
Comentários

- **Perguntar** repetidamente e responder:
 - “Que tipo de variabilidade (nas causas) poderia afetar a característica da qualidade de interesse ou resultar no problema considerado?”
- O grau de **importância** de cada causa:
 - estabelecido com base em dados;
- Escolha causas e efeitos **mensuráveis**;
- O diagrama **não tem a função de**
 - **identificar** qual é a **causa fundamental** do problema considerado.

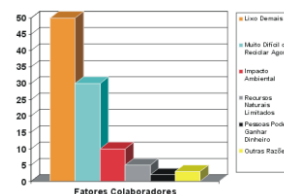
Exemplos reais na indústria de alimentos



Exemplo: Fonte – Gabriela Amaral Campos (TCC 2010)



4. Método de análise de Pareto

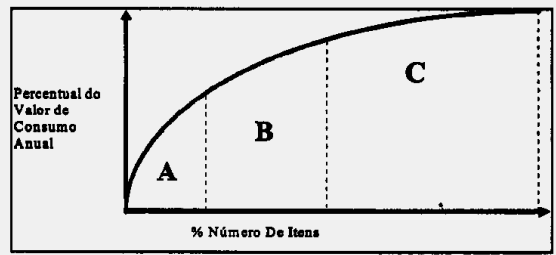


INTRODUÇÃO

- 1897
 - Vilfredo Pareto demonstrou a desigualdade da renda
 - uma pequena parcela da população detinha grande quantidade da renda,
 - enquanto grande parte da população detinha uma pequena parte da renda

- J. M. JURAN
 - No controle de qualidade usou o conceito e chamou-o de PRINCÍPIO DE PARETO.

CURVA ABC OU CURVA 80/20 VINFREDO PARETO (1897)



PRINCÍPIO DE PARETO

- Os problemas relacionados a qualidade de produtos e processos, que resultam em perdas, podem ser classificados em duas categorias:

"POUCAS SÃO VITAIS, A MAIORIA É TRIVIAL"

PRINCÍPIO DE PARETO

POUCO VITAIS

Poucos problemas que resultam em grandes perdas

MUITO TRIVIAIS

Muitos problemas que resultam em poucas perdas

Conceitos básicos

- Dispõe a informação de modo a tornar **evidente e visual** a priorização de problemas e projetos



Um problema pode ser atribuído a um pequeno número de causas!

Exemplo de um Diagrama de Pareto:

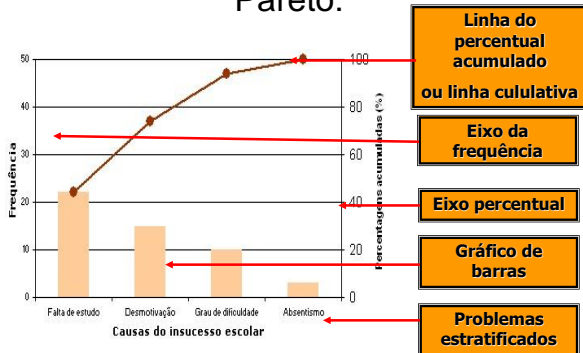


DIAGRAMA DE PARETO

- **Não** serve para solucionar problemas!



- **SIM** - ajuda a determinar quais os problemas a serem resolvidos e em qual ordem!

PRIORIDADE!!!!

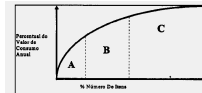
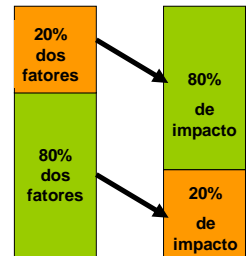
Uma razão simples ...



Uma imagem vale por mil palavras

REGRA DOS 80/20

- O princípio evidencia que:
 - Um grande número de fatores influencia no resultado,
 - e a maior parte deste resultado é devida a uma parcela mínima destes fatores.



FINALIDADE

- 1. Priorizar informações** Através de uma simples construção verificamos onde agir
- 2. Informar e comunicar o que está ocorrendo** Quão estável está o processo ao longo do tempo
- 3. Qual o impacto das mudanças feitas em um processo** Comparações do tipo antes/depois, é necessário utilizar o mesmo eixo vertical esquerdo
- 4. Facilitar o gerenciamento de estoques**

Um exemplo de utilização: ESTOQUE

- Perguntas essenciais:
 1. Qual a importância do item do estoque?
 2. Como os itens são controlados?

ISTO É MUITO IMPORTANTE!!!

VOCÊ ENTENDERÁ COMO APLICAR O MÉTODO DE ANÁLISE DE PARETO



MÉTODO DE ANÁLISE DE PARETO – IMPORTÂNCIA:

- Permite dividir um problema grande em um número de problemas menores, que são mais fáceis de serem resolvidos com o envolvimento das pessoas da empresa.



- É baseado sempre em **fatos e dados**, portanto permite **priorizar** projetos.

- Permite o estabelecimento de **metas concretas** e atingíveis.

MÉTODO DE ANÁLISE DE PARETO

Fonte: CAMPOS, VICENTE FALCONI, 1992

DIAGRAMA DE PARETO exemplo:

Fonte: CAMPOS, VICENTE FALCONI, 1992

EXEMPLO SIMULADO DE UMA ANÁLISE DE PARETO

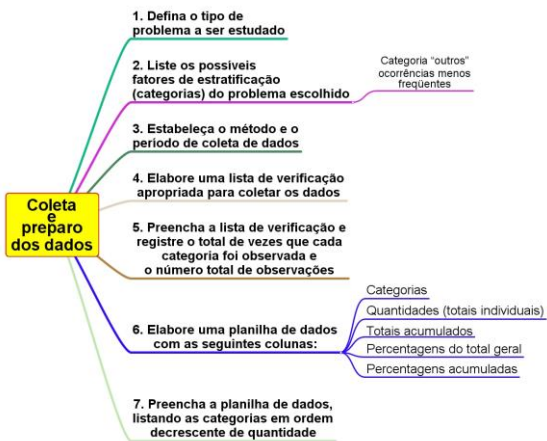
Fonte: CAMPOS, VICENTE FALCONI, 1992

Construção do gráfico



Coleta e preparo dos dados

Construção do gráfico



Planilha genérica de dados

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5
Categoria	Quantidade	Total Acumulado	Percentagem do total geral (%)	Percentagem acumulada (%)
1. ZYXW	Q1	Q1	$Q1/Q_{total} \times 100$	P1
2. YZWX	Q2	Q1 + Q2	$Q2/Q_{total} \times 100$	P1 + P2
3. WXZY	Q3	Q1 + Q2 + Q3	$Q3/Q_{total} \times 100$	P1 + P2 + P3
...
Outros				
Totais	Qtotal		100%	

Construção do Gráfico

- Trace dois eixos verticais de mesmo comprimento e um eixo horizontal
- Marque o eixo vertical no lado esquerdo com a escala de zero até o total da coluna Quantidade (Q) da planilha de dados.
- Identifique o nome da variável representada neste eixo e a unidade de medida utilizada, caso seja necessário
- Marque o eixo vertical do lado direito com uma escala de zero até 100%
 - Identifique este eixo como "Percentagem acumulada (%)"
- Divida o eixo horizontal em um número de intervalos igual ao número de categorias constantes na planilha de dados

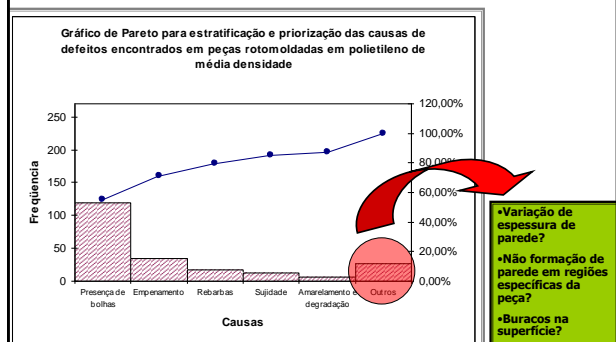
Construção do Gráfico

- Identifique cada intervalo do eixo horizontal escrevendo os nomes das categorias, na mesma ordem em que eles aparecem na planilha de dados
- Construa um gráfico de barras utilizando a escala do eixo vertical do lado esquerdo
- Construa a curva de Pareto marcando os valores acumulados (percentagem acumulada), acima e no lado direito (ou no centro) do intervalo de cada categoria, e ligue os pontos por segmentos de reta

Construção do Gráfico

- Registre outras informações que devam constar no gráfico:
 - Título
 - Período de coleta de dados
 - Número total de itens inspecionados
 - Objetivo do estudo realizado

Exemplo

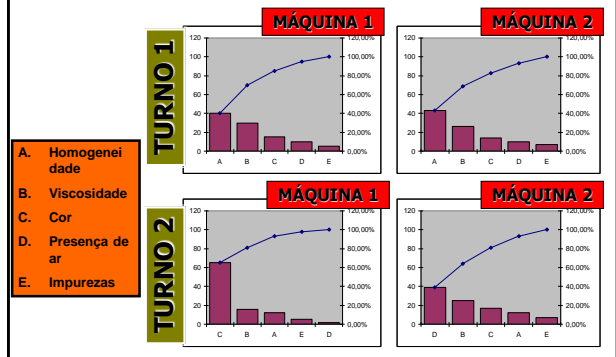


Estratificação de Gráficos de Pareto

- A comparação de gráficos de Pareto construídos considerando diferentes níveis de fatores de estratificação de interesse pode ser muito útil para a identificação das causas fundamentais de um problema.

A estratificação de gráficos de Pareto nos permite identificar se a causa do problema considerado é comum a todo o processo ou se existem causas específicas associadas a diferentes fatores que compõem o processo

Estratificação de Gráficos de Pareto

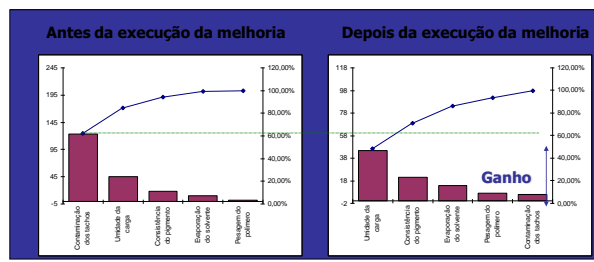


Comparação de Gráficos de Pareto ao longo do tempo

- A comparação de gráficos de Pareto ao longo do tempo nos fornece indicações sobre a estabilidade do processo
 - São gráficos construídos ao longo de um determinado intervalo de tempo e que permitem a visualização de alterações na sequência de ordenação das categorias

Gráfico de Pareto para a Realização de Comparações “Antes” e “Depois”

- A utilização de gráficos de Pareto para comparação “antes” e “depois” permite a avaliação do impacto das mudanças efetuadas no processo



5. Diagrama de Dispersão



DIAGRAMA DE DISPERSÃO

- É um método gráfico utilizado para verificar a existência e tipo de relacionamento entre duas variáveis!

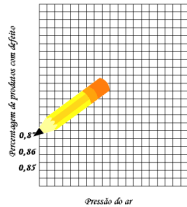
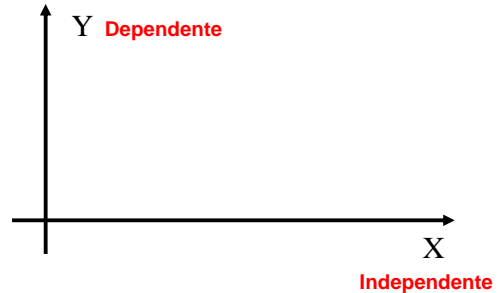


Diagrama de dispersão

- Permite comparar o comportamento conjunto de duas variáveis **quantitativas**



Conceitos Básicos

- A maioria dos estudos estatísticos = Análise de mais de uma variável
 - Qual a relação existente entre estas duas variáveis?????
 - Entender os tipos de relações entre as variáveis = aumento na eficiência dos métodos de controle.
 - Detecção de possíveis problemas e facilita o planejamento de ações de melhoria.

Conceitos Básicos

- Questões pertinentes:
 - Queremos simplesmente explorar a natureza da relação?
 - Algumas variáveis explicam ou modificam outras?
 - Algumas variáveis são **variáveis resposta** e outras são **variáveis explanatórias**?

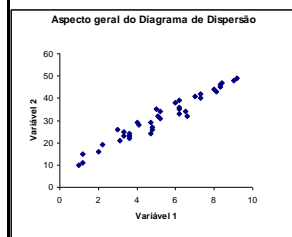
• **Variável resposta** = mede o resultado de um processo
• **Variável explanatória** = procura explicar os resultados observados

Conceitos Básicos

- Exemplo de variável resposta e variável explanatória:
 - O álcool tem vários efeitos sobre o corpo humano. Um destes efeitos é a queda da temperatura do corpo. Para estudar este efeito, os pesquisadores dão a ratos várias dosagens diferentes de álcool e medem a variação da temperatura do corpo de cada rato nos 15 minutos subsequentes.
 - A **quantidade de álcool** é a **variável explanatória**, e a **variação da temperatura** é a **variável resposta**

Adaptado de Moore, 1995

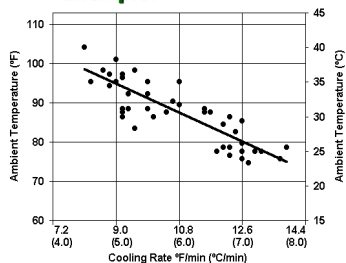
Diagrama de Dispersão



- Variáveis apresentadas podem ser:
 - Duas causas de um processo
 - Pressão e temperatura da caldeira
 - Uma causa e um efeito do processo
 - Peso do produto e tempo de recalque
 - Dois efeitos de um processo
 - Temperatura de saída e eficiência na esterilização

Diagrama de Dispersão

Exemplo:



Efeito da temperatura ambiente na taxa de resfriamento de latas de sardinha autoclavadas

Fonte: Nugent, 2002

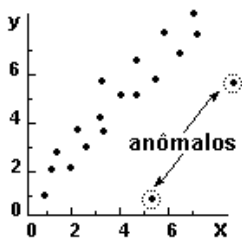
Interpretação do Diagrama de Dispersão

- O padrão evidenciado em um diagrama de dispersão nos fornece informações sobre o tipo de relacionamento existente entre as variáveis consideradas

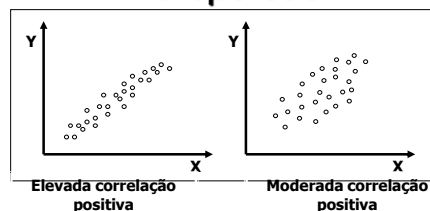
- O diagrama de dispersão verifica se duas variáveis estão relacionadas, porém não pode provar se existe uma relação de causa e efeito!

Interpretação do Diagrama de Dispersão

- Na análise:
 - verificar a presença de pontos discrepantes ou atípicos
 - Outras denominações
 - Outliers
 - pontos anômalos
 - pontos suspeitos.
- É uma observação individual que se afasta do padrão global do gráfico

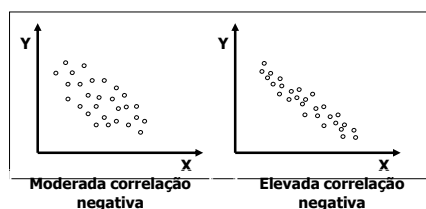


Padrões de Diagramas de Dispersão



- Aumento em Y é dependente de um aumento de X.
- Se X é controlado = boas chances de controlar Y.

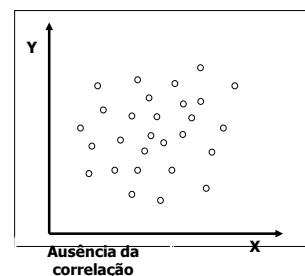
Padrões de Diagramas de Dispersão



- Um aumento em X causa decréscimo em Y.
- Se X é controlado = boas chances de controlar Y.

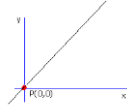
Padrões de Diagramas de Dispersão

- Não existe relação aparente entre as variáveis.
- Verificar escala, variáveis utilizadas, faixa dos dados, tamanho da amostra, etc.

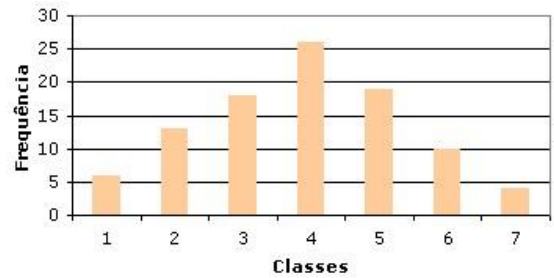


ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

- A correlação r estará sempre entre -1 e 1
- Valor absoluto de $r > 1$ = recalcule = erro de cálculo!
- r muito próximo de 1 ou r muito próximo de -1 = forte correlação entre x e y !
- $|r|$ muito próximo de 0 = fraca correlação
- $|r| = 1$ = dados sobre uma reta!



6 . HISTOGRAMA



HISTOGRAMA

- GRÁFICO QUE RESUME A VARIAÇÃO DOS DADOS.

Natureza
ilustrativa



- Possibilita visualizar padrões que dificilmente seriam vistos em uma simples tabela de dados.

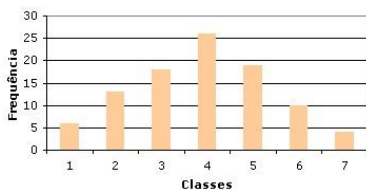
Interpretação simples

- Quanto maior a barra:
 - maior a frequência
 - mais importante



HISTÓRICO

- O desenvolvimento do histograma é creditado a A. M. Guerry, 1833, que rearranjou o gráfico de barras para descrever dados quantitativos na análise de dados criminais, tal como a idade do criminoso.

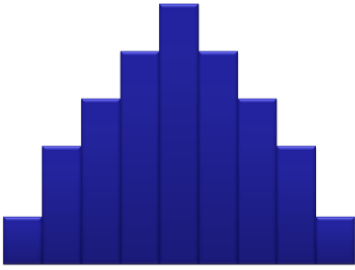


Tipos de Histogramas

Histograma Simétrico

Contorno em forma de sino

DESEJÁVEL



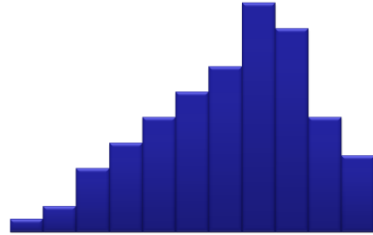
Histograma assimétrico à esquerda

Assimetria negativa

LIMITE SUPERIOR É CONTROLADO

QUANDO?

NÃO PODEM OCORRER VALORES ACIMA DE CERTO LIMITE



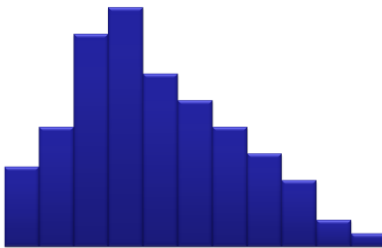
Histograma assimétrico à direita

Assimetria positiva

LIMITE INFERIOR É CONTROLADO

QUANDO?

NÃO PODEM OCORRER VALORES ABAIXO DE CERTO LIMITE

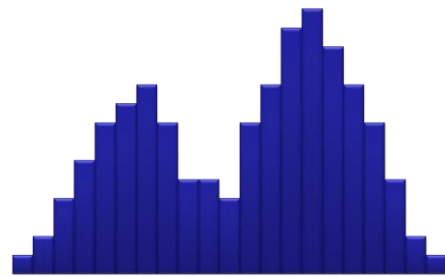


Histograma com dois picos (multimodal)

DUAS DISTRIBUIÇÕES COM MÉDIAS DIFERENTES ESTÃO MISTURADAS

QUANDO?

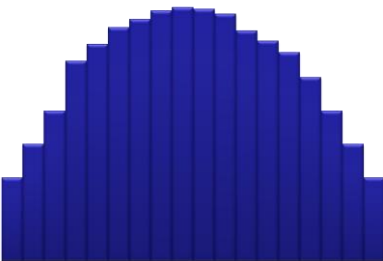
Ex. dois turnos de trabalho



Histograma achatado ou formando um "plateau"

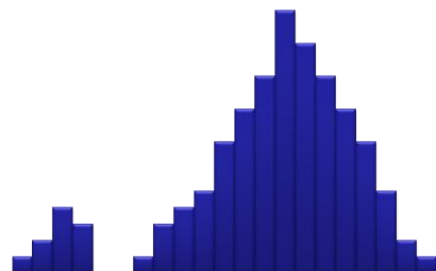
QUANDO?

VÁRIAS DISTRIBUIÇÕES COM MÉDIAS DIFERENTES ESTÃO MISTURADAS

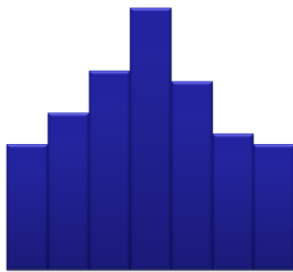


Histograma com "ilhas isoladas"

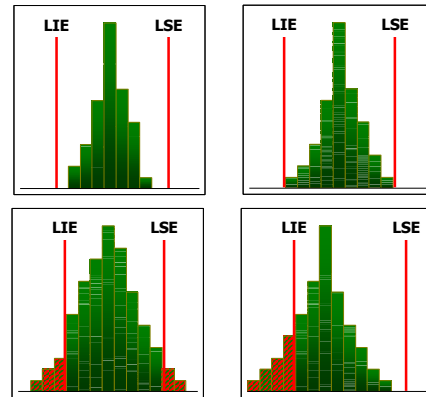
(outro exemplo)



Histograma despenhadeiro (outro exemplo)



Histogramas e Limites de Especificação



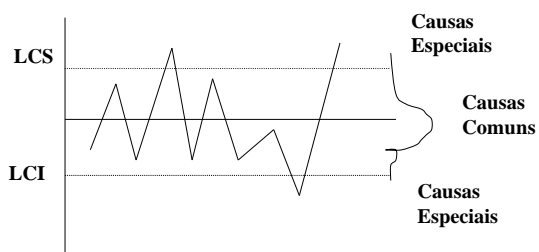
Carta de Controle

- GRÁFICO DE CONTROLE ou CARTAS DE CONTROLE:
 - Orienta a estabilidade do processo.
 - Pente fino; só para controles estáveis.

CARTAS DE CONTROLE

- Comumente utilizadas para o acompanhamento durante o processo;
- Determina uma faixa estatisticamente determinadas:
 - linha superior (LSC - limite superior de controle)
 - linha inferior (LIC - limite inferior de controle)
 - linha média do processo

USO DAS CARTAS DE CONTROLE



RESUMO DA UTILIDADE DAS FERRAMENTAS DE QT

RESUMO DAS UTILIDADES

FERRAMENTAS	O QUE É	PARA QUE UTILIZAR
FOLHA DE VERIFICAÇÃO	Planilha para a coleta de dados	Para facilitar a coleta de dados pertinentes a um problema
DIAGRAMA DE PARETO	Diagrama de barra que ordena as ocorrências do maior para o menor	Priorizar os poucos mas vitais
DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	Estrutura do método que expressa, de modo simples e fácil, a série de causa de um efeito (problema)	Ampliar a quantidade de causas potenciais a serem analisadas
DIGRAMA DE DISPERSÃO	Gráfico cartesiano que representa a relação entre duas variáveis	Verificar a correlação entre duas variáveis
HISTOGRAMA	Diagrama de barra que representa a distribuição da ferramenta de uma população	Verificar o comportamento de um processo em relação à especificação
FLUXOGRAMA	São fluxos que permite a visão global do processo por onde passa o produto	Estabelecer os limites e conhecer as atividades
GRÁFICO DE CONTROLE	Gráfico com limite de controle que permite o monitoramento dos processos	Verificar se o processo está sob controle
5W1H	É um documento de forma organizada para identificar as ações e a responsabilidade de cada um.	Para planejar as diversas ações que será desenvolvida no decorrer do trabalho.

RELAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS

FERRAMENTA	Folha de Verificação	Diagrama de Pareto	Diagrama de causa e efeito	Diagrama de Dispersão	Gráfico de controle	Histograma	Fluxograma	Brain Storming	5W1H
Folha de Verificação		X	X	X		X		X	X
Diagrama de Pareto	X		X			X		X	
Diagrama de causa e efeito	X	X			X	X		X	
Gráfico de controle	X		X			X			
Diagrama de dispersão	X		X						
5W1H	X							X	

REFERÊNCIAS

- VIEIRA, S. Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999. 198p.
- MEIRELES, M. Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente. São Paulo: Arte & Ciência, 2001. 144. p
- KUME, HITOSHI. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. São Paulo: Editora Gente. 1993. 245p.
- RIBEIRO JUNIOR, J. I.; FARIA, R. O.; SANTOS, N. T. Ferramentas estatísticas básicas da qualidade: guia prático do SAS. Viçosa: UFV, 2006. 157p.

CONSTRUÇÃO DO HISTOGRAMA



Construção do Histograma

- Colete n dados referentes à variável cuja distribuição será analisada
 - É aconselhável que n seja maior do que 50 para que possa ser obtido um padrão representativo da distribuição
- Determine o número de intervalos de classe (k)
 - Raiz quadrada do número de observações (tamanho da amostra)
 - Não existe uma única regra universal para a determinação de k . Sugere-se o uso da tabela abaixo:

Tamanho da amostra (n)	Número de intervalos (k)
< 50	5 - 7
50 - 100	6 - 10
100 - 250	7 - 12
> 250	10 - 20

Construção do Histograma

- Identifique o menor valor (Min) e o maior valor (Max) da amostra
- Calcule a amplitude total dos dados (R)

$$R = \text{Max} - \text{Min}$$

- Calcule o comprimento de cada intervalo

$$h = \frac{R}{k}$$

- h é denominado amplitude da classe
- Arredonde o valor de h de forma que seja obtido um número conveniente. Este número deve ser um múltiplo inteiro da unidade de medida dos dados da amostra

Construção do Histograma

- Calcule os limites de cada intervalo

$$LI_1 = \text{Min} - \frac{h}{2}$$

$$LS_1 = LI_1 + h$$

Limites da 1ª classe

$$LI_2 = LS_1$$

$$LS_2 = LI_2 + h$$

Limites da 2ª classe

$$LS_i = LI_i + h$$

$$LI_i = LS_{i-1}$$

Limites da i-ésima classe

Construção do Histograma

- Continue estes cálculos até que seja obtido um intervalo que contenha o maior valor da amostra (Max) entre os seus limites. Observe que, seguindo este procedimento, o número final de intervalos será igual a $K + 1$
- Construa uma tabela de distribuição de frequência, constituída pelas seguintes colunas:
 - Número da ordem de cada intervalo (i)
 - Limites de cada intervalo
 - Os intervalos são fechados à esquerda e abertos à direita: as observações iguais ao limite superior do intervalo $i - 1$, o qual é igual ao limite inferior do intervalo i , pertence ao intervalo i
 - NOTAÇÃO:

Construção do Histograma

- Ponto médio x_i do i-ésimo intervalo

$$x_i = \frac{(LI_i + LS_i)}{2}$$

- Tabulação: contagem dos dados pertencente a cada intervalo
- Frequência (fi) do i-ésimo intervalo
 - Fi é o número de observações do i-ésimo intervalo
 - Observe que a soma de todos os valores de fi deve ser igual ao tamanho da amostra (n)
- Frequência relativa (fi/n) do i-ésimo intervalo

Construção do Histograma

- Desenhe o histograma
 - Construa uma escala no eixo horizontal para representar os limites dos intervalos
 - Construa uma escala no eixo vertical para representar as frequências dos intervalos
 - Desenhe um retângulo em cada intervalo, com base igual ao comprimento (h) e altura igual a frequência (fi) do intervalo
- Registre outras informações importantes que devam constar no gráfico:
 - Título
 - Período de coleta de dados
 - Tamanho da amostra

Exemplo 1

Foram realizadas 98 observações ao longo de uma semana sobre o tempo de parada de uma máquina, seja por manutenção, troca de molde ou demoras. Os resultados obtidos são fornecidos em minutos

Tempos de parada de máquina → ao longo de uma semana (min)

13	56	35	48	19	57	24	29	13	18	34	30	31	46
60	53	27	41	36	30	31	45	12	33	41	27	35	16
39	24	9	21	12	25	63	38	53	27	20	6	82	23
72	25	48	21	24	31	25	18	35	17	14	27	52	19
46	33	5	21	35	38	24	46	29	25	23	39	41	21
17	86	28	58	24	37	16	25	43	51	42	25	20	44
57	63	37	31	72	35	25	62	51	28	26	49	18	52

Exemplo 1

Tempos de parada de máquina → ao longo de uma semana (min)

5	6	9	12	12	13	13	14	16	16	17	17	18	18
18	19	19	20	20	21	21	21	21	23	23	24	24	24
24	24	25	25	25	25	25	25	25	26	27	27	27	27
28	28	29	29	30	30	31	31	31	31	33	33	34	35
35	35	35	35	36	37	37	38	38	39	39	41	41	41
42	43	44	45	46	46	46	48	48	49	51	51	52	52
53	53	56	57	57	58	60	62	63	63	72	72	82	86

Dados em ordem crescente

Número de intervalos de classe $k = \text{raiz quadrada do número de amostras (98)}$ → $9,89 \approx 10$

Amplitude → $86 - 5 = 81$

Exemplo 1

Calcular o intervalo de cada classe

$$h = \frac{R}{k} \rightarrow 9$$

Calcular limites de cada intervalo de classe

LI1	1
LS1	10
LI2	10
LS2	19
LI3	19
LS3	28
LI4	28
LS4	37
LI5	37
LS5	46
LI6	46
LS6	55
LI7	55
LS7	64
LI8	64
LS8	73
LI9	73
LS9	82
LI10	82
LS10	91

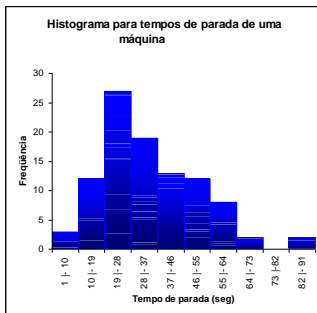
Construir a tabela de distribuição de frequência

Exemplo 1

Tabela de distribuição de frequência para número de paradas de uma máquina

Intervalo	Limites dos intervalos	Ponto médio	Tabulação	Frequência	Frequência relativa
1	1 - 10	5,5		3	0,03
2	10 - 19	14,5		12	0,12
3	19 - 28	23,5		27	0,28
4	28 - 37	32,5		19	0,19
5	37 - 46	41,5		13	0,13
6	46 - 55	50,5		12	0,12
7	55 - 64	59,5		8	0,08
8	64 - 73	68,5		2	0,02
9	73 - 82	77,5		0	0,00
10	82 - 91	86,5		2	0,02
Total				98	1,00

Exemplo 1



Analisando o histograma, qual é o tempo médio de parada da máquina?

O que devemos fazer para saber quais as causas de parada de máquina?