

Engenharia da Qualidade I

Aula 4

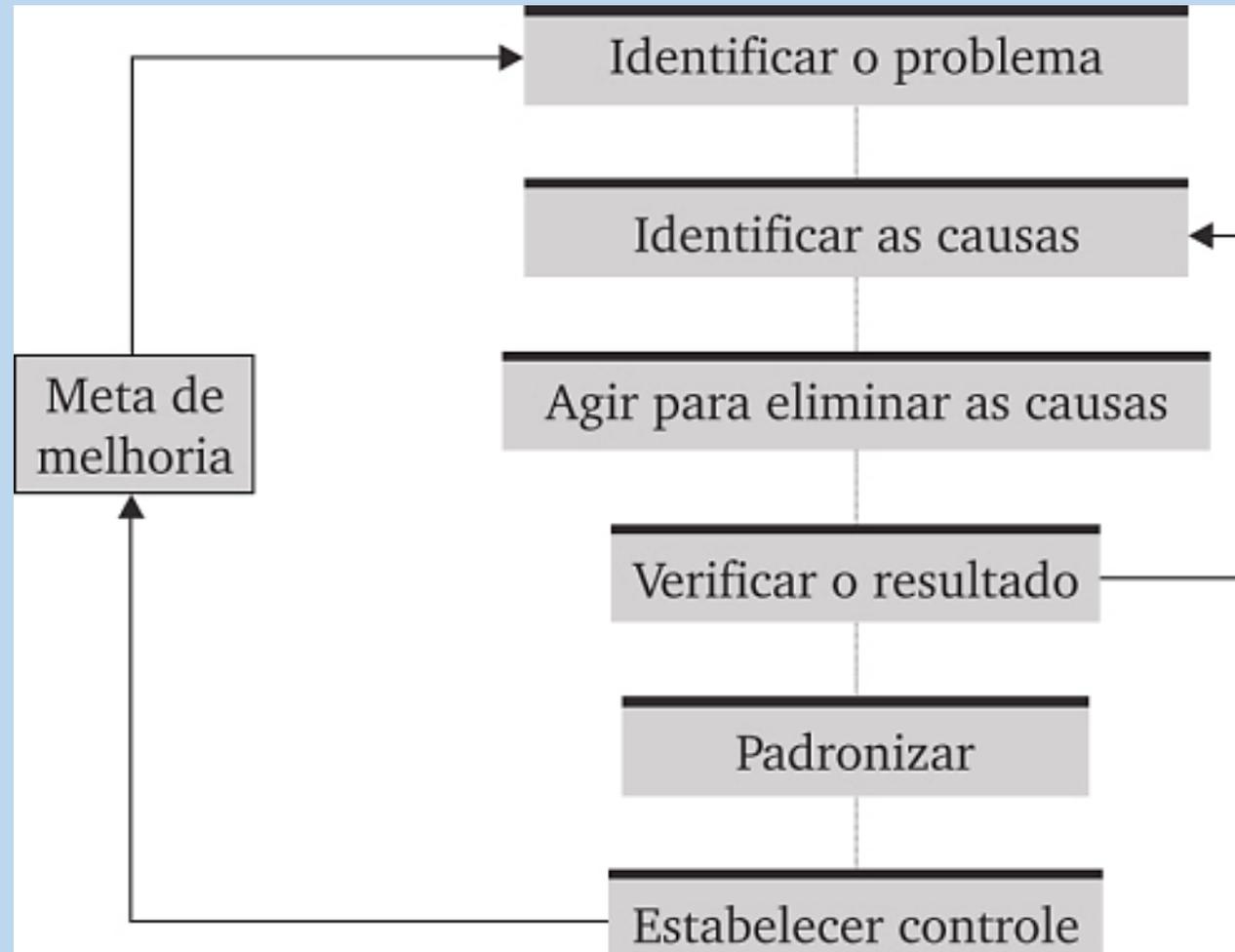
Ferramentas para o Controle e Melhoria da Qualidade

Prof. Geronimo Virginio Tagliaferro

O processo de melhoria contínua de produtos e processos envolve basicamente as seguintes etapas:

- ✓ Identificação dos problemas prioritários;
- ✓ Observação e coleta de dados;
- ✓ Análise e busca de causas-raízes;
- ✓ Planejamento e implementação das ações;
- ✓ Verificação dos resultados.

Etapas em controle de processos.



Para auxiliar o desenvolvimento dessas ações, foram criadas várias ferramentas, classificadas como ***As Sete Ferramentas da Qualidade***, que compreendem:

1. estratificação;
2. folha de verificação;
3. gráfico de Pareto;
4. diagrama de causa e efeito;
5. histograma;
6. diagrama de dispersão;
7. gráfico de controle.

As Sete Ferramentas Gerenciais:

1. diagrama de relações;
2. diagrama de afinidades;
3. diagrama em árvore;
4. matriz de priorização;
5. matriz de relações;
6. diagrama de processo decisório (Process Decision Program Chart);
7. diagrama de atividades (diagrama de flechas).

Além dessas, outras ferramentas da qualidade bastante difundidas são:

- 5S (Seiton – arrumação, Seiri – organização, Shitsuke – disciplina, Seiketsu – padronização e Seiso – limpeza);
- mapeamento de processos;
- 5W1H (O quê, Por quê, Onde, Quando, Quem, Como).

Principais finalidades das ferramentas da qualidade. Classificação genérica

Finalidade	Ferramenta
Identificação e priorização de problemas	Amostragem e estratificação
	Folha de verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle
	Mapeamento de processo
	Matriz de priorização
Identificação de dados	Estratificação
	Diagrama espinha de peixe
	Diagrama de afinidades
	Diagrama de relações
	Relatório das três gerações (passado, presente, futuro)
Elaboração e implementação de soluções	Diagrama árvore
	Diagrama de processo decisório
	5W1H
	5S
Verificação de resultados	Amostragem e estratificação
	Folha de verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle

1 - Estratificação

A estratificação **consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em características distintivas ou de estratificação.** As principais causas de variação que atuam nos processos produtivos constituem possíveis fatores de estratificação de um conjunto de dados: equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais são fatores naturais para a estratificação dos dados.

Com a estratificação dos dados, objetiva-se identificar como a variação de cada um desses fatores interfere no resultado do processo ou problema que se deseja investigar.

Alguns ex. bastante utilizados são:

- condição climática: os efeitos dos problemas (ou resultados indesejáveis) são diferentes de manhã, à tarde, à noite?
- turno de produção: os efeitos são diferentes quando consideramos diferentes turnos de produção ?
- local: os efeitos são diferentes nas diferentes linhas de produção da indústria ou nas diferentes regiões do país onde o produto é comercializado?
- matéria-prima: são obtidos diferentes resultados dependendo do fornecedor da matéria-prima utilizada?
- operador: diferentes operadores estão associados a resultados distintos?

A estratificação é um recurso bastante útil na fase de análise e observação de dados

2 - Folha de verificação

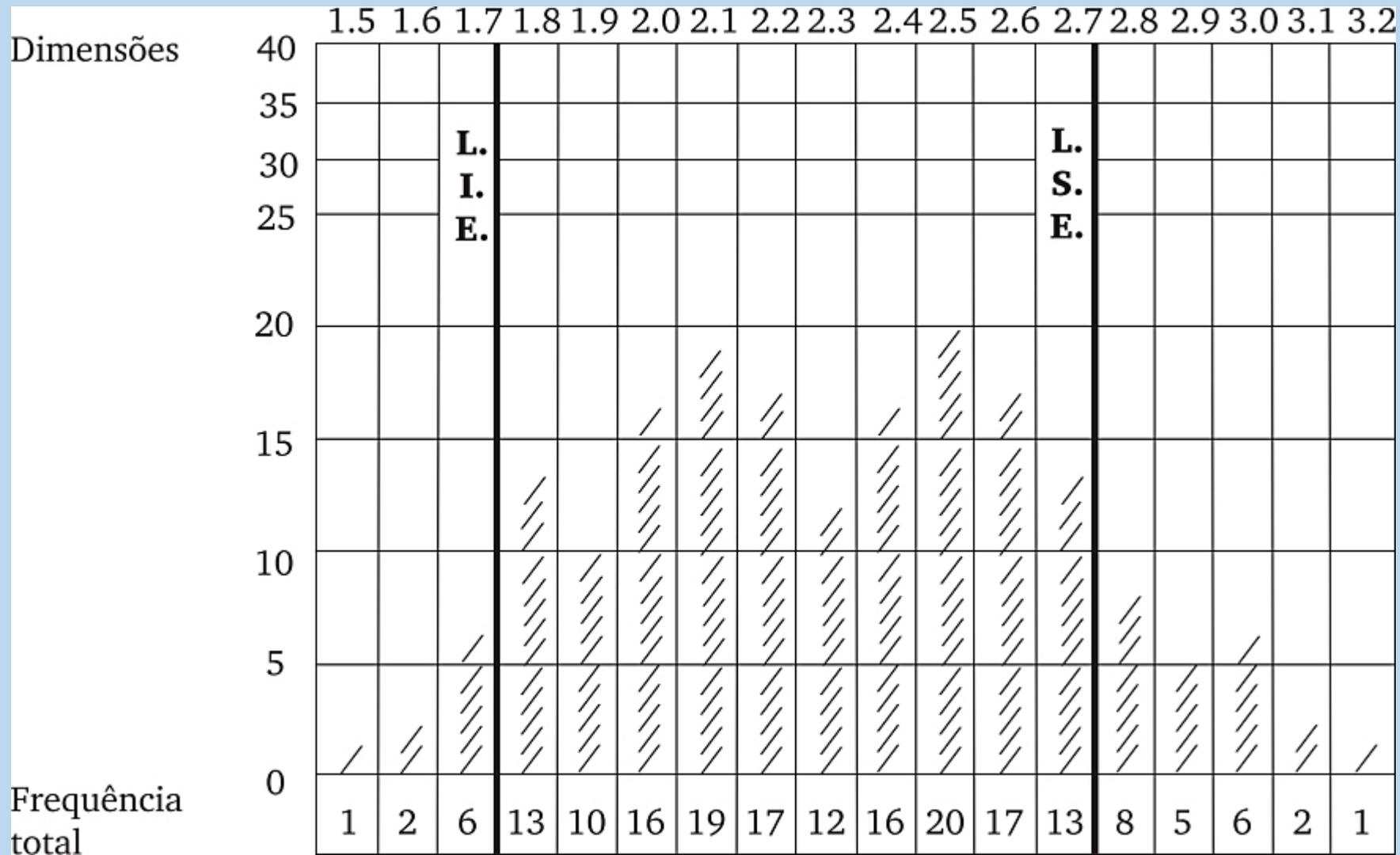
- ✓ A folha de verificação é usada para planejar a coleta de dados a partir de necessidades de análise de dados futuras.
- ✓ A coleta de dados é simplificada e organizada, eliminando-se a necessidade de rearranjo posterior dos dados.
- ✓ A folha de verificação consiste num formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos. Diferentes tipos de folha de verificação podem ser desenvolvidos

Peça(prodoto)		Operação (processo)				
Data		Seção				
		Dia				
Máqui- nas	Opera- dor	2a	3a	4a	5a	6a
	A					
1	B					
	C					
	A					
2	B					
	C					

Figura 21: Exemplo de folha de verificação utilizada para investigar as causas dos defeitos.

Os dois tipos mais empregados são:

- verificação para a distribuição de um item de controle de processo, com definição dos limites LIE – Limite Inferior da Especificação e LSE – Limite Superior da Especificação



Folha de verificação de um item de controle de um processo.

➤ verificação para classificação de defeitos

Folha de verificação para a classificação de defeitos

Tipo	Rejeitados	Subtotal
Marcas	/// /// /// /// /// //	27
Trincas	/// /// /// ///	18
Incompleto	/// /// /// /// /// /// /// /// /// //	47
Distorção	////	4
Outros	/// //	7
	Total Geral	103
Total rejeitados	/// /// /// /// /// /// /// /// /// /// /// /// /// /// /	71

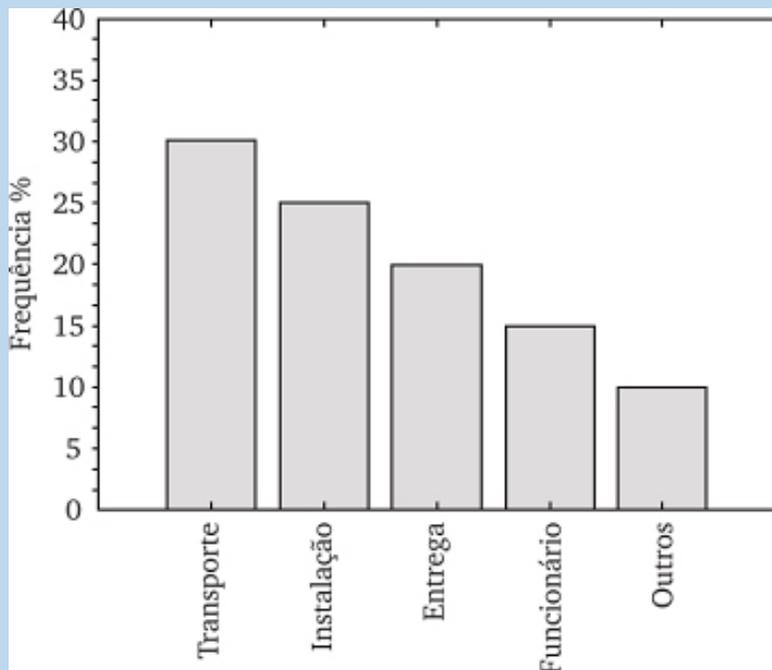
3 - Diagrama de Pareto

- ✓ O Princípio de Pareto foi adaptado aos problemas da qualidade por Juran, a partir da teoria desenvolvida pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto (1843-1923)
- ✓ O Princípio de Pareto estabelece que a maior parte das perdas decorrentes dos problemas relacionados à qualidade é advinda de alguns poucos mas vitais problemas.
- ✓ Princípio de Pareto afirma que se forem identificados, por exemplo, **50 problemas** relacionados à qualidade (percentual de itens defeituosos, retrabalho, refugo, número de reclamações de clientes, gastos com reparos de produtos dentro do prazo de garantia, ocorrências de acidentes de trabalho, atrasos na entrega de produtos etc.).
- ✓ A solução de **apenas oito ou dez desses problemas** já poderá representar uma redução de **80 ou 90% das perdas que a empresa** vem sofrendo devido à ocorrência de todos os problemas existentes

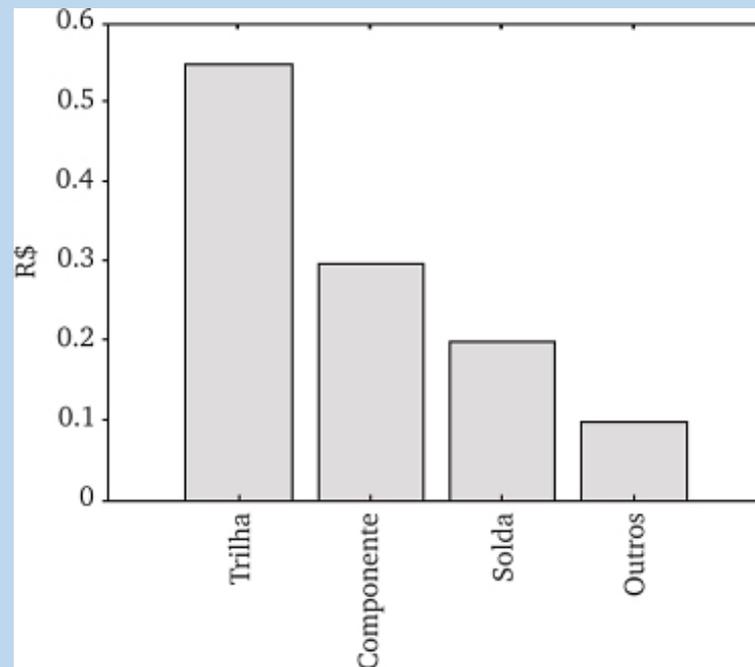
O Princípio de Pareto afirma também que, entre todas as causas de um problema, algumas poucas são as grandes responsáveis pelos efeitos indesejáveis desse problema.

O Princípio de Pareto é demonstrado através de um **gráfico de barras verticais** (Gráfico de Pareto) que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a ordem de importância de problemas, causas e temas em geral. Exemplos.

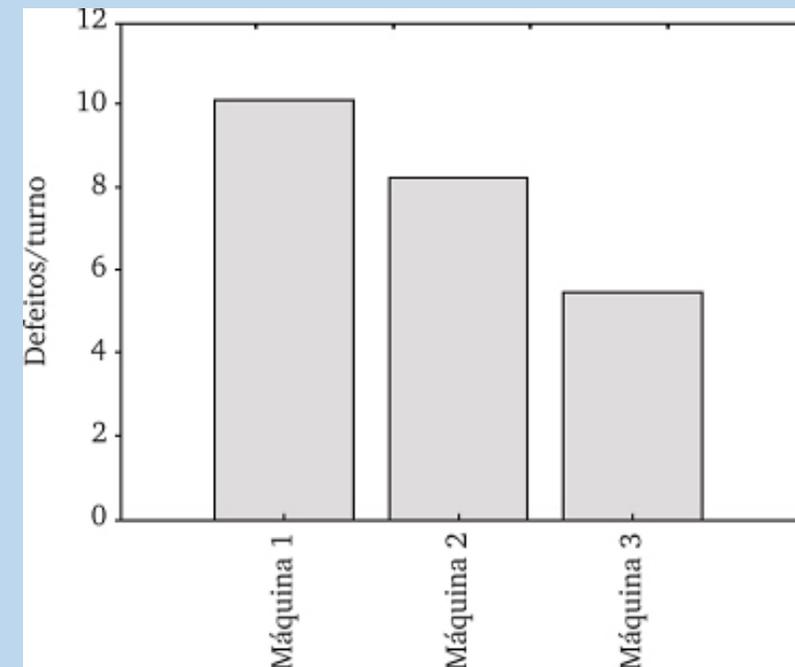
Incidência de diferentes tipos de defeitos ou problemas



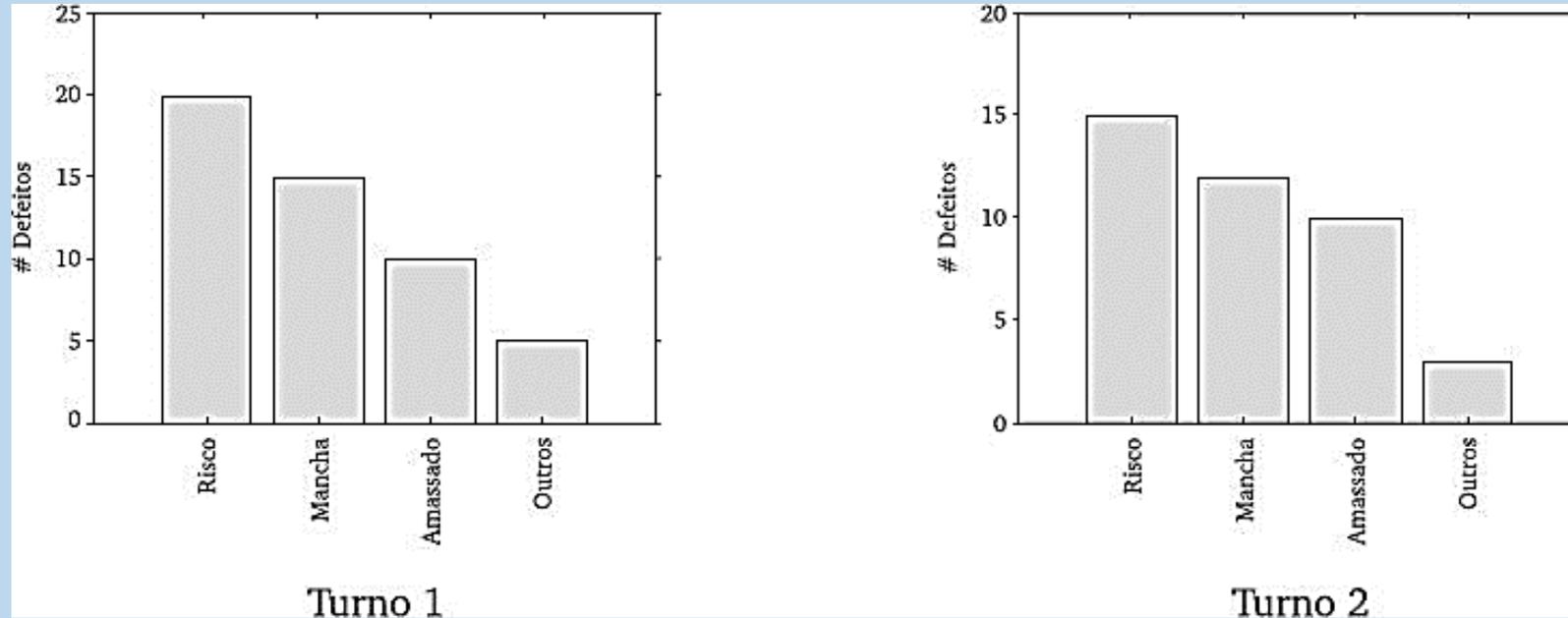
Custo de retrabalho de diferentes tipos de defeitos



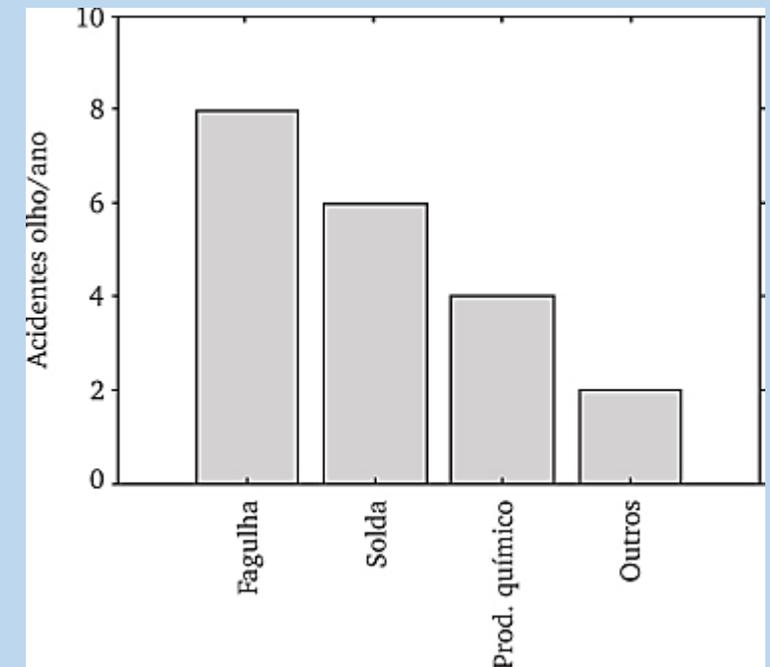
Incidência de um tipo de defeito ou problema em lotes de peças resultantes de máquinas similares



Incidência de um tipo de defeito ou problema em lotes de peças resultantes de diferentes turnos de produção



Causas para a ocorrência de um problema



Como os recursos são limitados, eles devem ser aplicados onde os benefícios advindos da eliminação de problemas seja de maior impacto. Nesse sentido, o Diagrama de Pareto é uma ferramenta importante para a **priorização das ações**.

Etapas para a construção de um Gráfico de Pareto

1. selecione os tipos de problemas ou causas que se deseje comparar, e. g., frequência de ocorrência de diferentes tipos de defeitos resultantes de um processo, ou causas para ocorrência de um problema. Essa seleção é feita através de dados coletados ou através de discussão em grupo (brainstorming);
2. selecione a unidade de comparação, por exemplo, número de ocorrências, custo etc.;
3. defina o período de tempo sobre o qual dados serão coletados, e. g., oito horas, cinco dias ou quatro semanas;
4. colete os dados no local, e. g., defeito A ocorreu 55 vezes; defeito B, 75 vezes; defeito C, 30 vezes etc.;
5. liste as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal na ordem de frequência de ocorrência, custo etc. decrescente;
6. acima de cada categoria, desenhe um retângulo cuja altura represente a frequência ou custo para aquela categoria;
7. do topo do mais alto retângulo, uma linha pode ser adicionada para representar a frequência cumulativa das categorias.

1) A Tabela abaixo apresenta a espessura de uma camada de metal sobre 100 placas de silício resultante de um processo de depósito de vapor químico (DVQ) em uma indústria de semicondutores. Construa um histograma para esses dados.

438	450	487	451	452	441	444	461	432	471
413	450	430	437	465	444	471	453	431	458
444	450	446	444	466	458	471	452	455	445
468	459	450	453	473	454	458	438	447	463
445	466	456	434	471	437	459	445	454	423
472	470	433	454	464	443	449	435	435	451
474	457	455	448	478	465	462	454	425	440
454	441	459	435	446	435	460	428	449	442
455	450	423	432	459	444	445	454	449	441
449	445	455	441	464	457	437	434	452	439

2) Registro de defeitos encontrados em embalagens de barras de chocolate
Faça o gráfico de Pareto em frequência, frequência acumulada e porcentagem e porcentagem acumulada

Descrição do defeito	Frequência
Embalagem mal selada	322
Embalagem rasgada	21
Embalagem com pequenos furos	145
Data de validade em falta	67
Embalagem com as cores esborratadas	10
Embalagem com a barra partida	53
Outros	10

Os dados apresentados na Tabela abaixo são leituras resultantes de um processo químico em dias consecutivos (ler de cima para baixo, da esquerda para a direita). Construa um histograma para esses dados. Faça comentários sobre a forma desse histograma

94,1	87,3	94,1	92,4	84,6	85,4
93,2	84,1	92,1	90,6	83,6	86,6
90,6	90,1	96,4	89,01	85,4	91,7
91,4	95,2	88,2	88,8	89,7	87,5
88,2	86,1	86,4	86,4	87,6	84,2
86,1	94,3	85,0	85,1	85,1	85,1
95,1	93,2	84,9	84,0	89,6	90,5
90,0	86,7	87,3	93,7	90,0	95,6
92,4	83,0	89,6	87,7	90,1	88,3
87,3	95,3	90,3	90,6	94,3	84,1
86,6	94,1	93,1	89,4	97,3	83,7
91,2	97,8	94,6	88,6	96,8	82,9
86,1	93,1	96,3	84,1	94,4	87,3
90,4	86,4	94,7	82,6	96,1	86,4
89,1	87,6	91,1	83,1	98,0	84,5