

# ***Ferramentas Básicas da Qualidade***

## **AS SETE FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE**

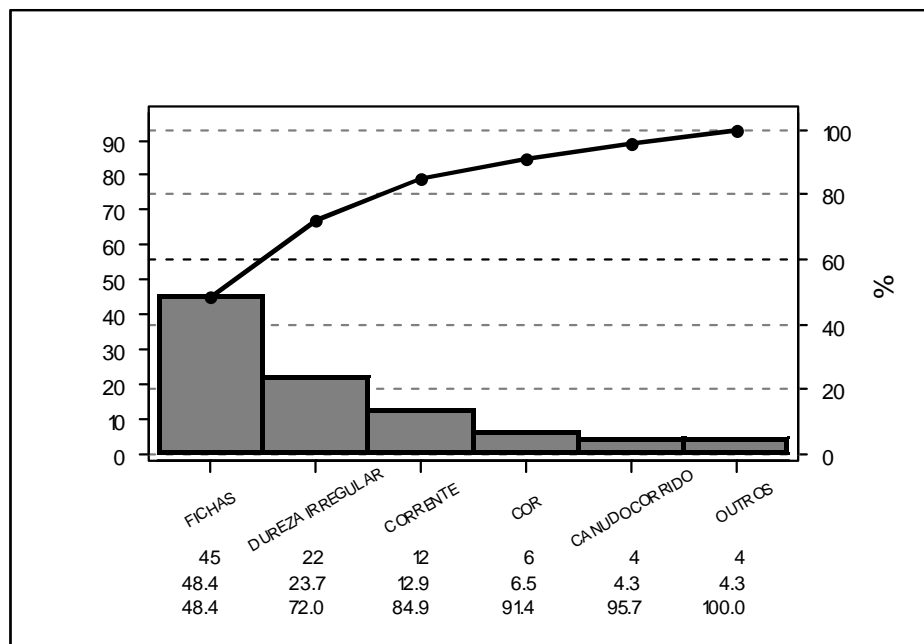
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Causa-e-Efeito
- Lista de Verificação
- Histograma
- Diagrama de Dispersão
- Gráfico Linear
- Gráfico (Carta) de Controle

Embora simples, todas estas ferramentas são poderosas na resolução de problemas de qualidade

## DIAGRAMA DE PARETO

É uma forma de descrição gráfica aonde procura-se identificar quais itens são responsáveis pela *maior parcela* dos problemas

“POUCOS VITAIS E MUITOS TRIVIAIS”



Construção do diagrama:

- Determinar como os dados serão classificados: por produto, por máquina, por turno, por operador, ....
- Construir uma tabela, colocando os dados em ordem decrescente
- Calcular a porcentagem de cada item sobre o total e o acumulado
- Traçar o diagrama e a linha de porcentagem acumulada

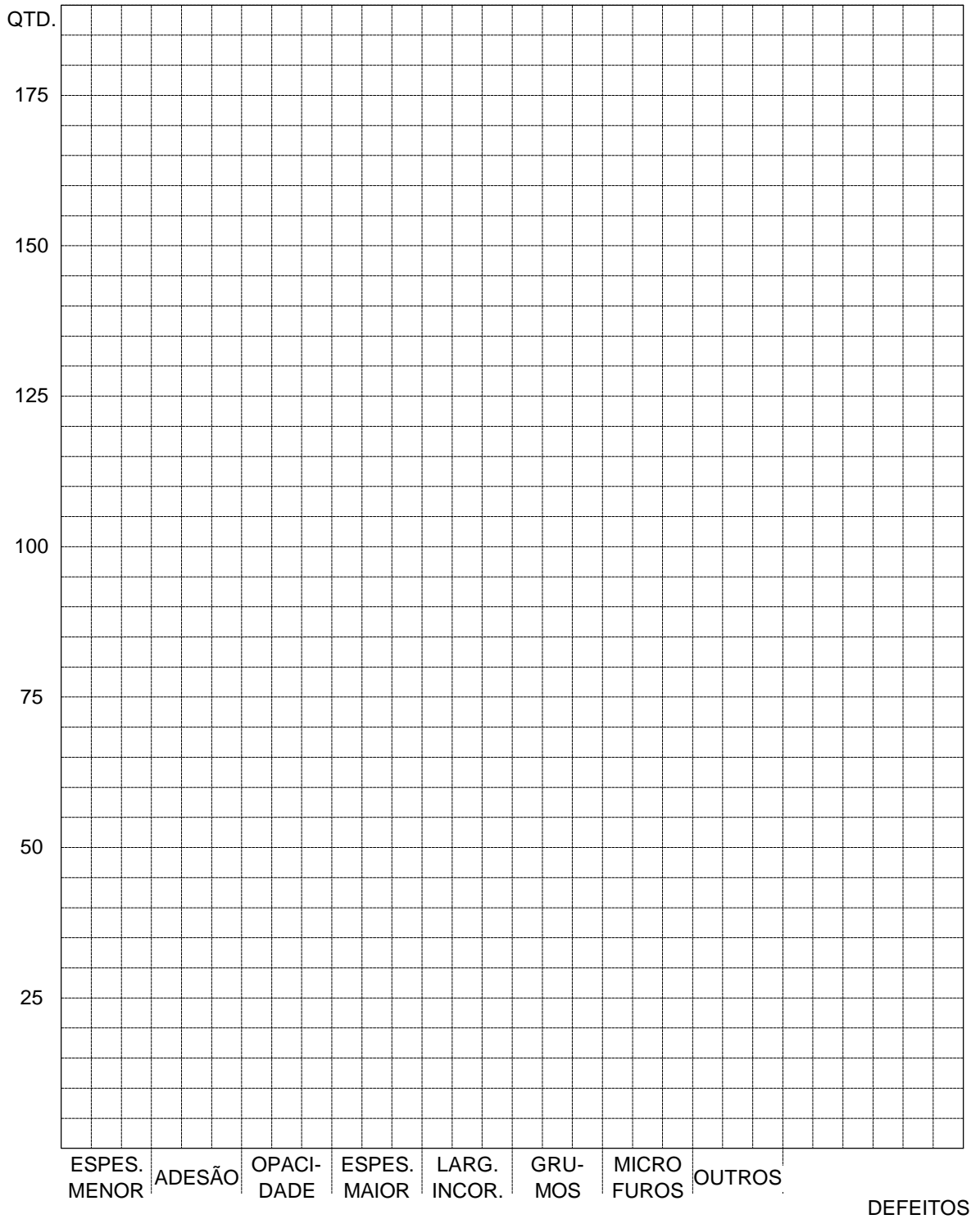
**EXERCÍCIO - DIAGRAMA DE PARETO**

Durante um período de seis meses, a produção de filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) foi acompanhada, anotando-se os defeitos encontrados:

DEFEITO	QUANTIDADE DE BOBINAS
Micro Furos	5
Opacidade	67
Espessura Maior	43
Espessura Menor	182
Largura Incorreta	30
Adesão entre Faces	130
Grumos	9
Outros	19

Com o auxílio da tabela abaixo e da próxima página, construa um Diagrama de Pareto

<i>DEFEITO</i>	<i>QUANTI-DADE</i>	<i>% DO TOTAL</i>	<i>% ACUMU-LADA</i>
Espessura Menor Adesão entre Faces Opacidade Espessura Maior Largura Incorreta Grumos Micro Furos Outros			
<b>TOTAL</b>	<b>485</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

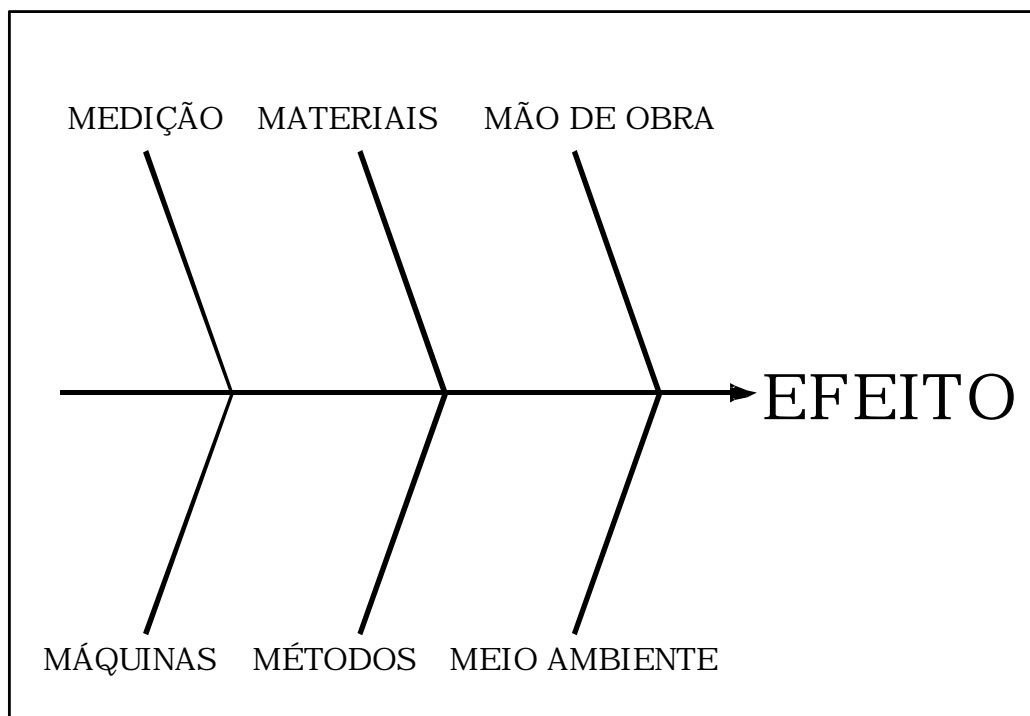


## **DIAGRAMA DE CAUSA-E-EFEITO (ISHIKAWA OU ESPINHA DE PEIXE)**

Permite que seja identificada uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas

As chamadas causas principais de problemas (6 M's):

- Mão de Obra (ou pessoas)
- Materiais (ou componentes)
- Máquinas (ou equipamentos)
- Métodos
- Meio Ambiente
- Medição



**EXERCÍCIO - DIAGRAMA DE CAUSA-E-EFEITO**

Construir um diagrama de causa-e-efeito para o seguinte problema: ***café com sabor ruim.***

## LISTA DE VERIFICAÇÃO

Permite uma coleta de dados organizada, facilitando a sua análise e interpretação.

VOLTAGEM	CONTAGEM
1,65	
1,64	X
1,63	
1,62	XXX
1,61	X
1,60	XXXXX
1,59	XXXXX XXX
1,58	XXXXX XXXXX XX
1,57	XXXXX XXXXX
1,56	XXXXX X
1,55	XX
1,54	X
1,53	
1,52	XX
1,51	X
1,50	

### Comentários:

- existe uma infinidade de tipos de lista de verificação
- o mais importante é que haja facilidade no seu preenchimento e que os dados sejam apontados de modo correto
- a forma de coleta de dados depende do objetivo do estudo



### EXERCÍCIO - LISTA DE VERIFICAÇÃO

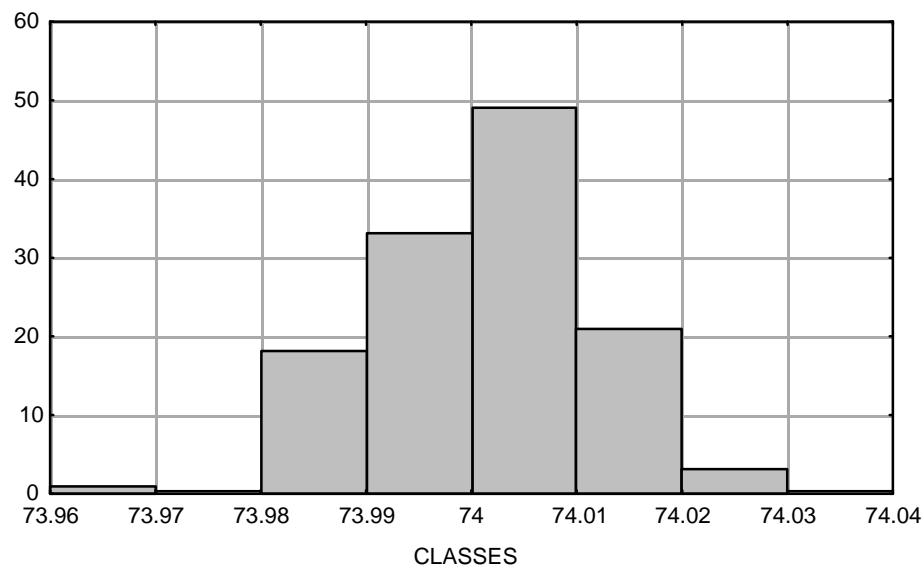
Elaborar uma lista de verificação para coleta de dados, com base nas informações abaixo:

- a) Na empresa existem três linhas de produção;
- b) Cada linha possui quatro máquinas similares que fabricam o mesmo tipo de produto;
- c) Trabalha-se em três turnos, sem revezamento, seis dias por semana (de segunda a sábado);
- d) Existem três categorias de defeitos:
  - Críticos
  - Maiores
  - Leves

A Lista de Verificação deve possibilitar identificação de que tipo de defeito ocorreu em que dia, em que turma, em que linha e em que máquina.

## HISTOGRAMA

É uma forma de descrição gráfica de dados quantitativos, agrupados em classes de freqüência



Construção:

- Obter uma amostra de 50 a 100 dados ( $50 < n < 100$ )
- Determinar o maior e o menor valor ( $x_{\max}$  e  $x_{\min}$ )
- Calcular a amplitude total dos dados  $R = x_{\max} - x_{\min}$
- Determinar o número de classes  $k = \sqrt{n}$
- Calcular a amplitude das classes  $h = R/k$
- Determinar os limites das classes
- Construir uma tabela de freqüências
- Traçar o diagrama

**EXERCÍCIO - HISTOGRAMA**

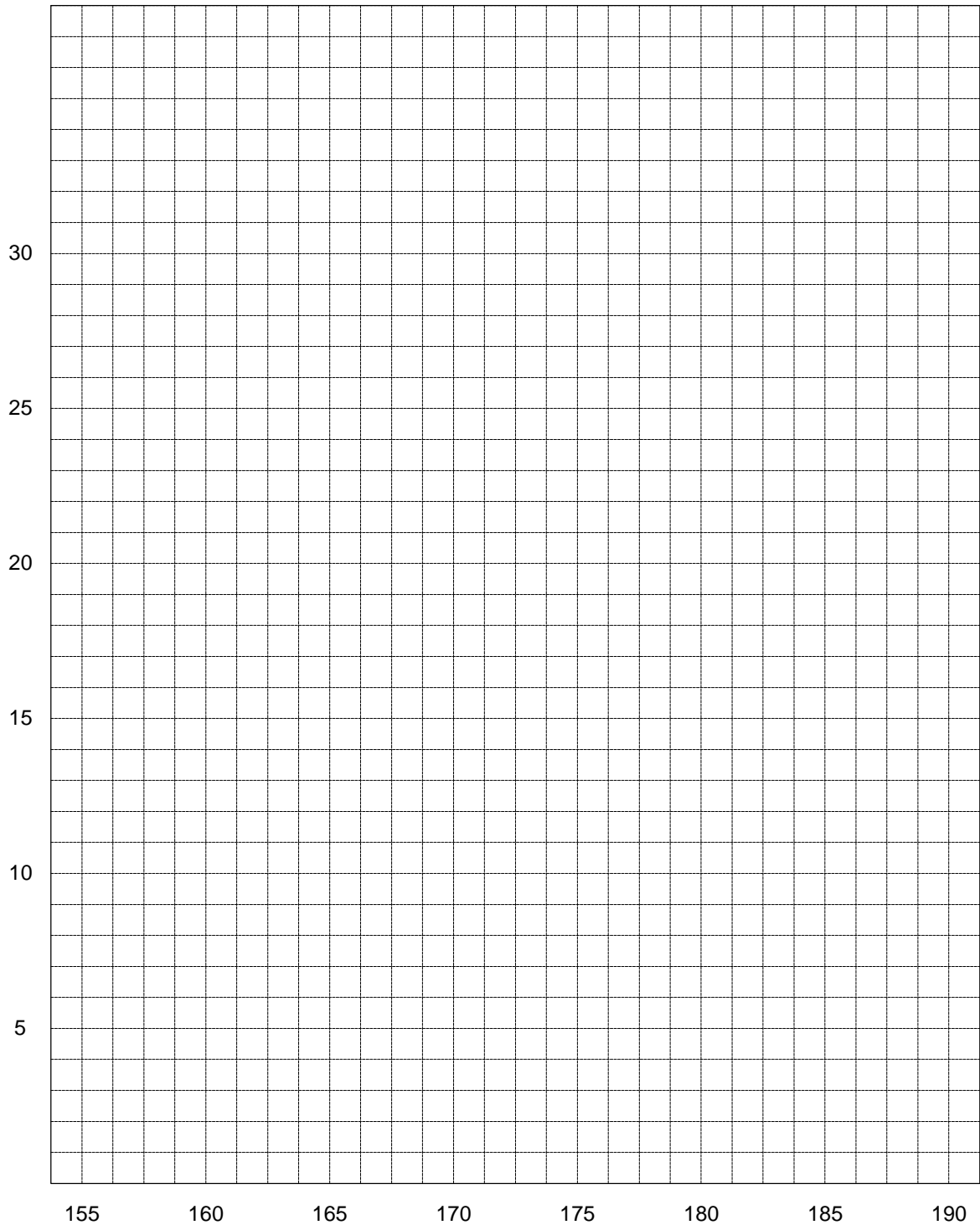
Construir um histograma para as viscosidades (Cps) abaixo, obtidas de 50 lotes de um certo produto químico.

184	182	169	167	181	170	162	167	160	166
176	156	172	187	172	184	172	170	177	172
163	187	184	166	168	176	159	180	189	170
179	169	169	181	180	164	177	180	175	182
165	173	173	167	171	176	172	164	184	172

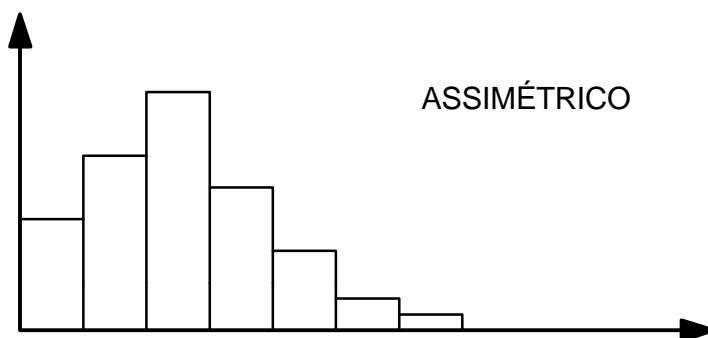
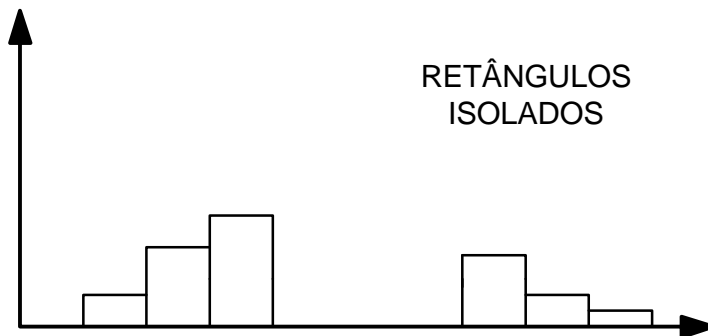
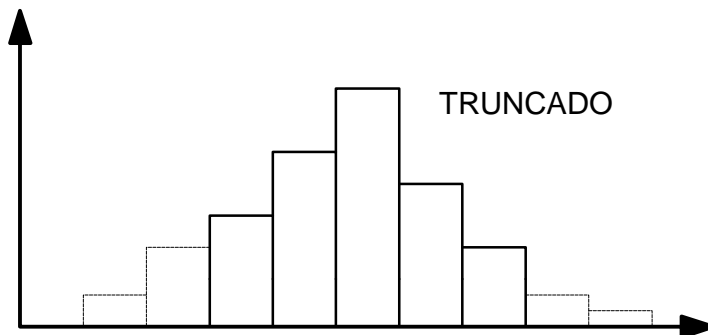
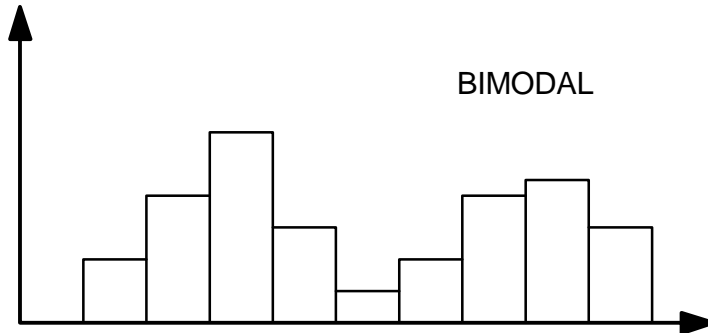
- a) Tamanho da Amostra:  $n =$
- b) Valores de  $x_{\max}$  e  $x_{\min} =$
- c) Amplitude Total:  $R = x_{\max} - x_{\min} =$
- d) Número de Classes:  $k = \sqrt{n} =$
- e) Amplitude de cada Classe:  $h =$

LIMITES DAS CLASSES	CONTAGEM
155 a 159	
160 a 164	
165 a 169	
170 a 174	
175 a 179	
180 a 184	
185 a 189	
TOTAL	

**HISTOGRAMA**

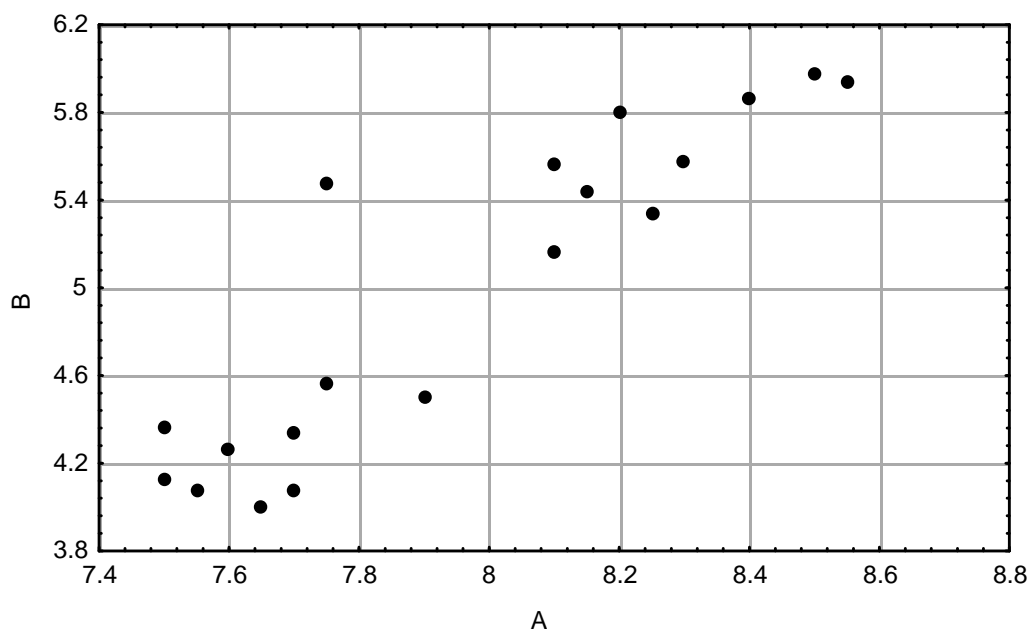


### INTERPRETAÇÃO DE HISTOGRAMAS



## DIAGRAMA DE DISPERSÃO

Visa identificar se existe uma tendência de variação conjunta (correlação) entre duas ou mais variáveis

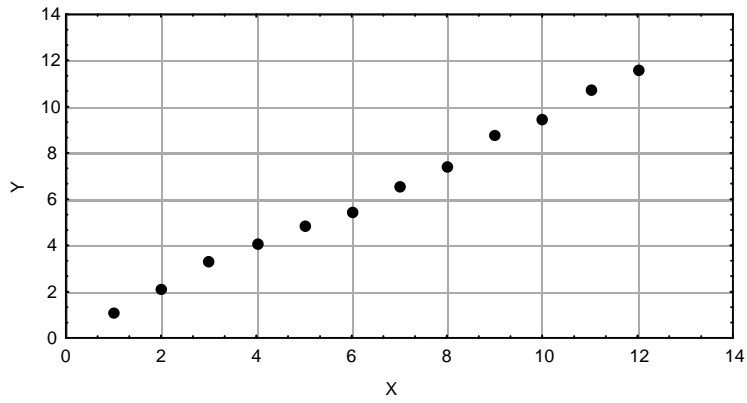


Construção:

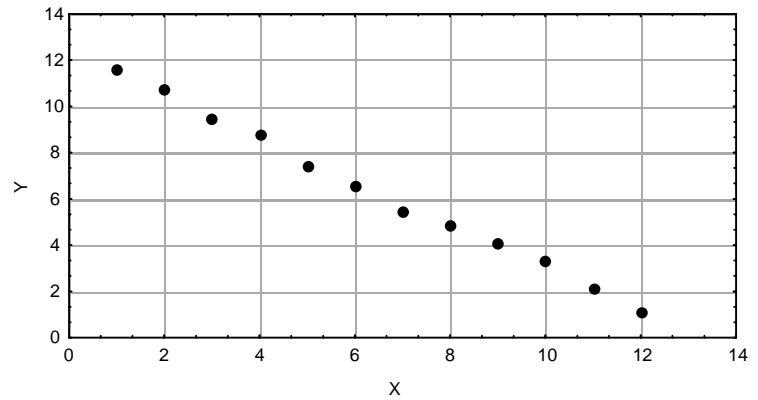
- Coletar uma amostra de 50 a 100 dados
- Traçar um gráfico cartesiano
- Marcar no gráfico os pares de valores (x e y)
- Analisar o diagrama, verificando a existência de correlação

## TIPOS DE CORRELAÇÃO

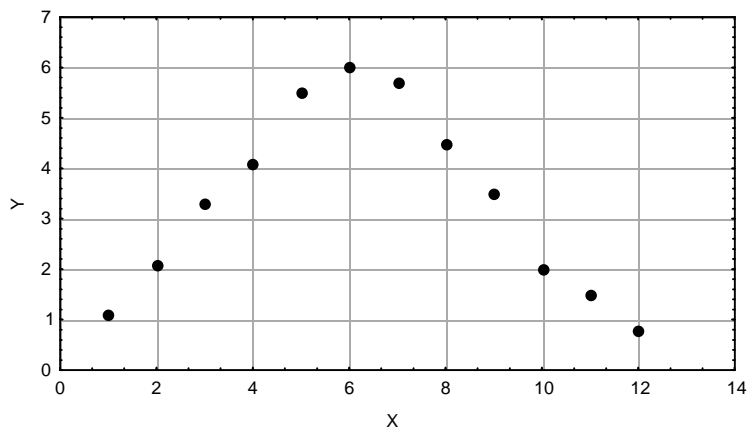
CORRELAÇÃO LINEAR POSITIVA  
(QUANDO X AUMENTA => Y TAMBÉM AUMENTA)



CORRELAÇÃO LINEAR NEGATIVA  
(QUANDO X AUMENTA => Y DIMINUI)



CORRELAÇÃO NÃO LINEAR



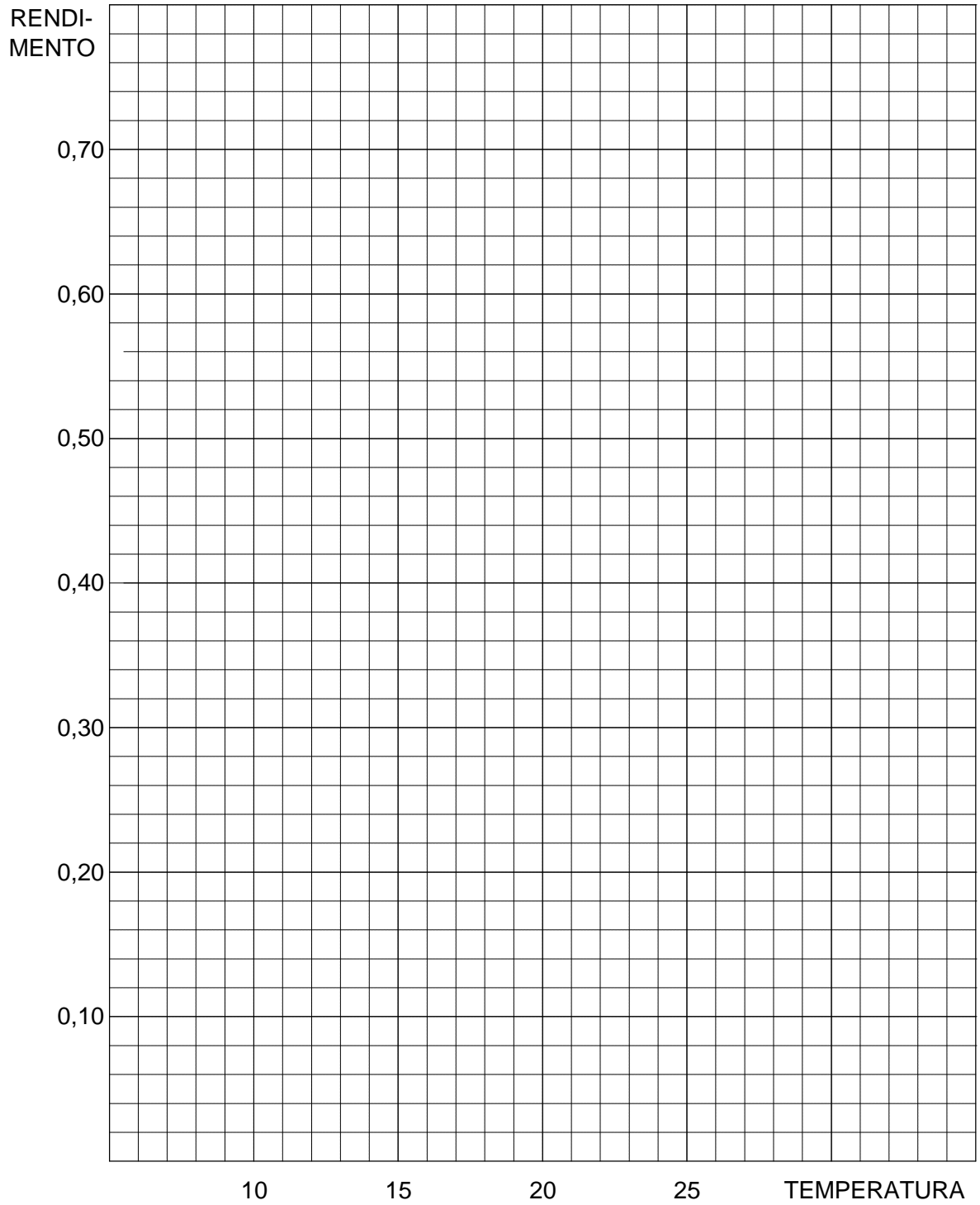
**EXERCÍCIO - DIAGRAMA DE DISPERSÃO**

Construir um diagrama de dispersão para os valores abaixo (temperatura e rendimento):

TEMPERATURA	RENDIMENTO
17	0,20
19	0,25
19	0,30
20	0,35
22	0,40
22	0,60
23	0,50
23	0,60
25	0,55
25	0,65

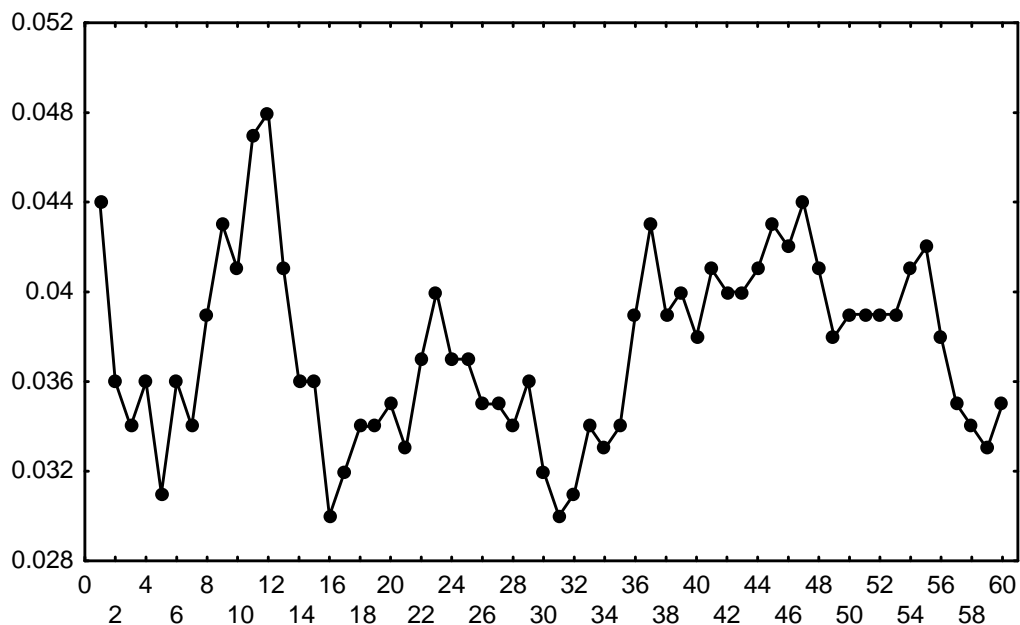
Existe correlação entre temperatura e rendimento ?





## GRÁFICO LINEAR

Permite que seja avaliada a evolução de um conjunto de dados ao longo do tempo (série temporal)



Construção:

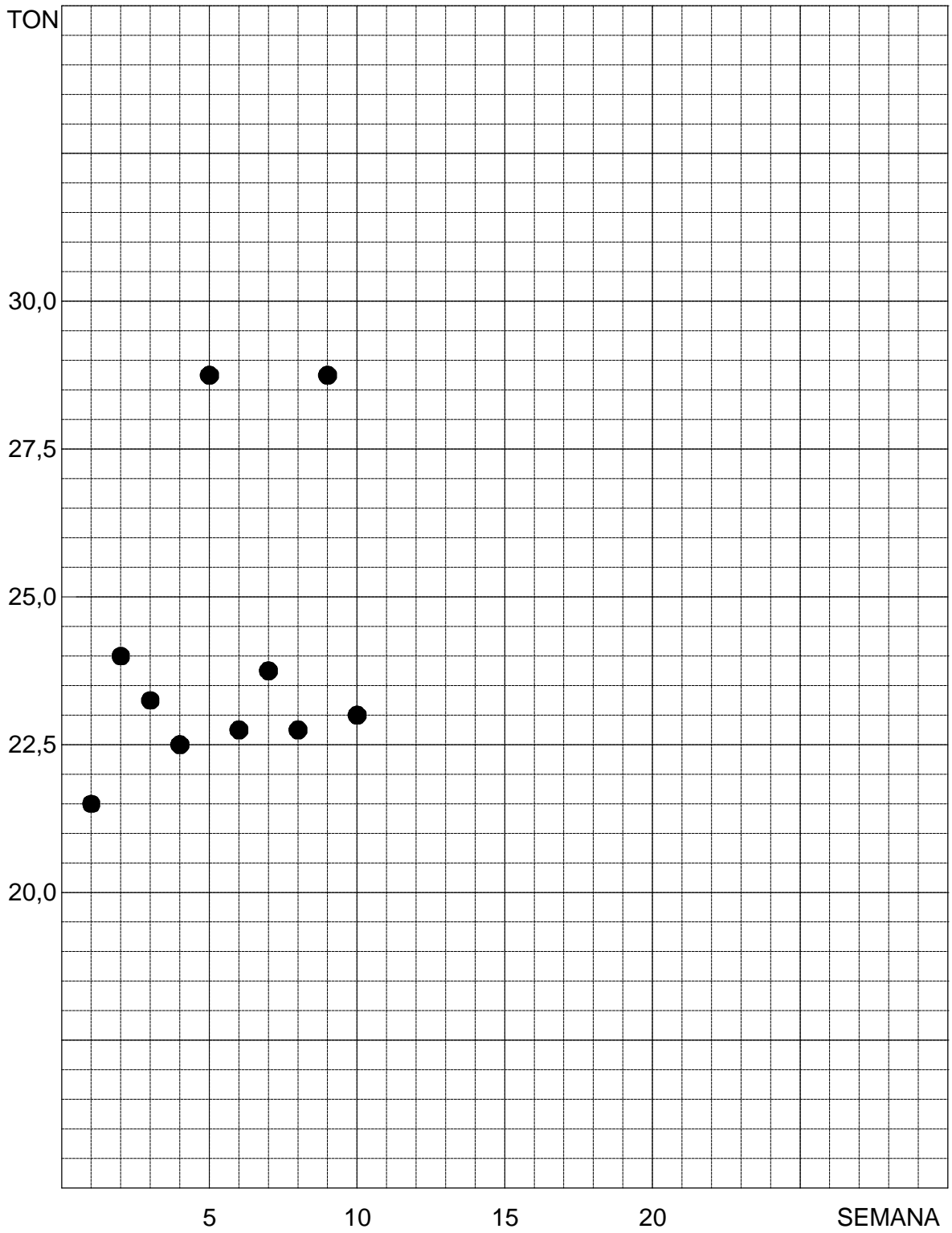
- Construir um gráfico cartesiano
- Marcar no eixo horizontal (x) o tempo (anos, meses, ...)
- Marcar no eixo vertical (y) os valores da variável
- Unir os pontos marcados com segmentos de reta
- Avaliar a presença de tendências, ciclos, etc.

## EXERCÍCIO - GRÁFICO LINEAR

Os seguintes dados referem-se a produção semanal de uma planta química, em toneladas:

SEMANA	TON	SEMANA	TON
1	21,6	12	23,3
2	23,9	13	28,6
3	23,3	14	22,8
4	22,6	15	23,9
5	28,8	16	23,2
6	22,7	17	23,7
7	23,8	18	28,5
8	22,8	19	23,2
9	28,7	20	23,5
10	22,9	21	23,1
11	24,2	22	27,7

Há algo estranho com estes dados ?

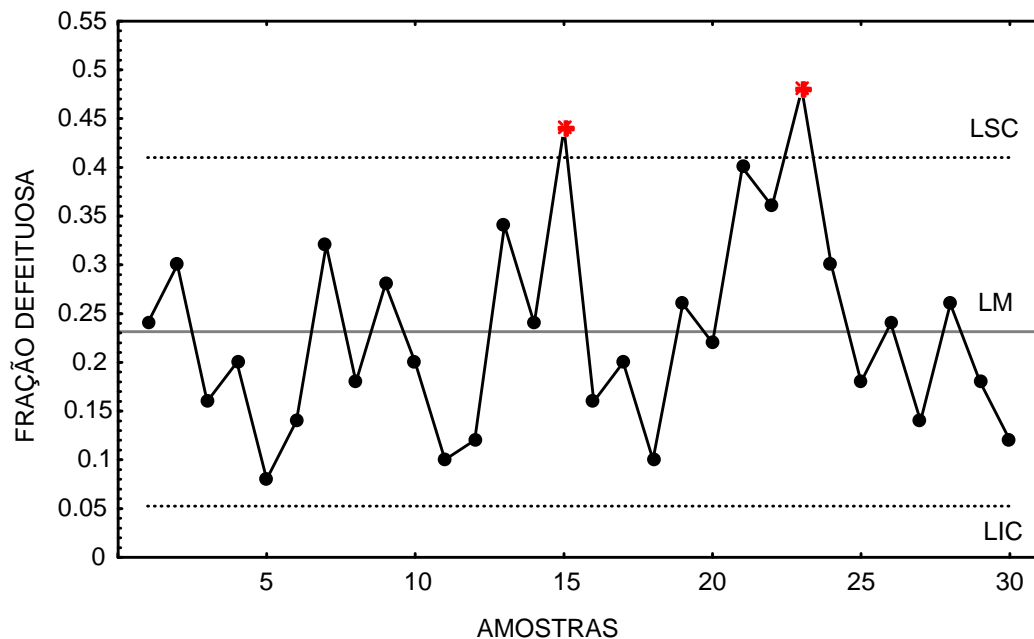


## GRÁFICO DE CONTROLE

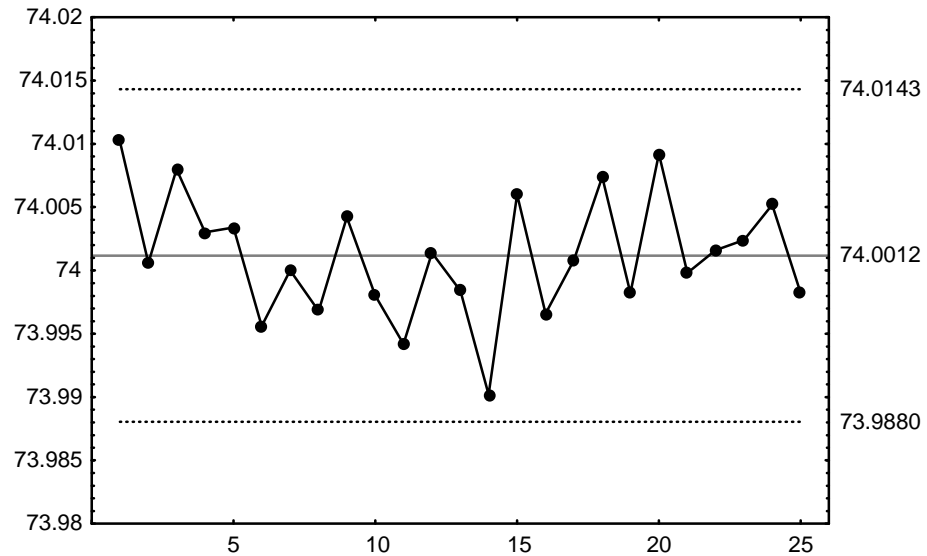
Permite avaliar se o comportamento de um processo, em termos de variação, é (ou não) previsível

Elementos de um gráfico de controle:

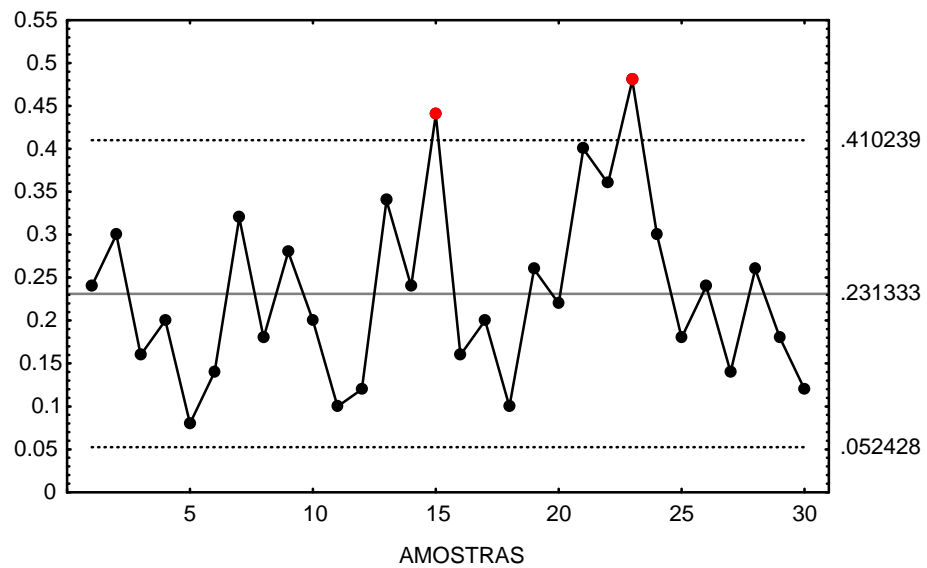
- um gráfico cartesiano, onde o eixo horizontal representa o tempo e, o vertical, o valor da característica
- um conjunto de valores (pontos) unidos por segmentos de reta
- três linhas horizontais: limite inferior de controle, limite superior de controle e linha média



PROCESSO PREVISÍVEL (OU ESTÁVEL OU SOB CONTROLE)



PROCESSO IMPREVISÍVEL (OU INSTÁVEL OU FORA DE CONTROLE)



## ORA BOLAS !

Nosso cliente deu-nos uma missão muito especial: produzir lotes com 100 bolinhas coloridas.

### ***ESPECIFICAÇÃO***

Bolinhas de qualquer cor, com exceção de verde.

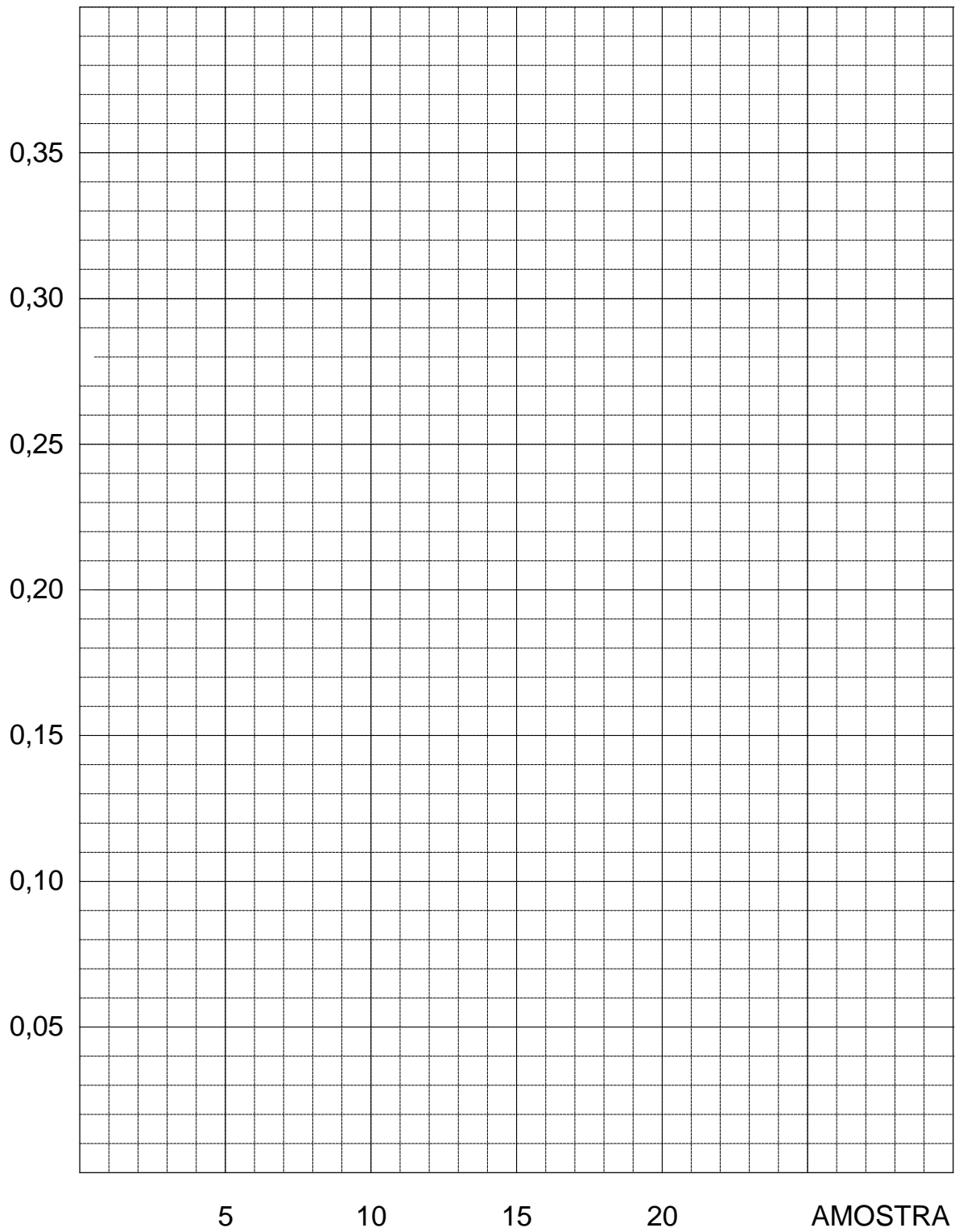
Na fabricação dos lotes será empregada a caixa de bolinhas.

Para ajudar na avaliação, vamos anotar os dados numa tabela:

<i>OPERADOR</i>	<i>QUANTIDADE</i>	<i>p</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

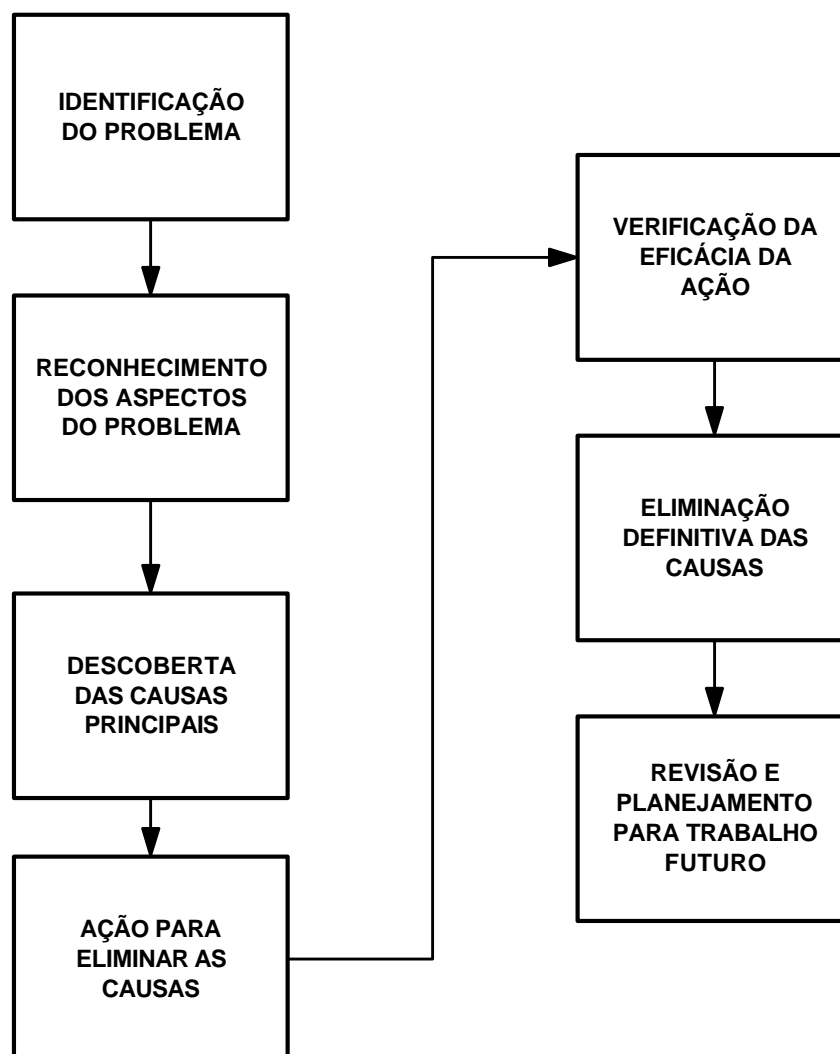


GRÁFICO p



## METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Não existe uma “receita” para a resolução de um problema. Entretanto, quando o mesmo é atacado de uma forma sistemática, as chances de resolvê-lo são maiores.



**1. Identificação do problema**

- mostrar importância do problema
- avaliar histórico do problema
- mostrar resultados indesejáveis
- fixar tema e meta
- designar responsável (líder e membros)
- estabelecer cronograma
- montar orçamento

**2. Reconhecimento dos aspectos do problema**

- caracterização através de:
  - tempo
  - local
  - tipo
  - efeito
- comparações para identificar diferenças
- análise no local do problema
- coleta de dados

**3. Descoberta das causas principais**

- estabelecer hipóteses
- testar hipóteses

**4. Ação para eliminar as causas**

- ação de contenção X ação corretiva
- verificar eventuais efeitos colaterais
- obter diferentes propostas de ação
- selecionar a melhor alternativa

**5. Verificação da eficácia da ação**

- comparação antes X depois
- converter resultados em \$
- comparar resultados com meta
- enumerar outros efeitos (bons ou ruins)

**6. Eliminação definitiva das causas**

- 5 W's e 1 H: quem, quando, onde, o quê, como e porquê
- padronização e normalização
- educação e treinamento
- definição de responsabilidade

**7. Revisão e planejamento para trabalho futuro**

- indicar outros problemas descobertos
  - planejar como resolvê-los
- aprender com a experiência adquirida

**BIBLIOGRAFIA**

ISHIKAWA, K. *Guide to quality control*. Tokyo, Asian Productivity Organization, 1982.

KUME, I. *Métodos estatísticos para a melhoria da qualidade*. São Paulo, Editora Gente, 1995.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to statistical quality control*. New York, Wiley, 1996.