

# As 7 Ferramentas do CEQ

Prof. Walmes Zeviani

# As 7 Ferramentas do Controle Estatístico da Qualidade

- ▶ Histogramas e Ramos-e-folhas
- ▶ Folha de Verificação
- ▶ Gráfico de Pareto
- ▶ Diagrama de Causa-e-efeito
- ▶ Diagrama de Concentração de Defeitos
- ▶ Diagrama de Dispersão
- ▶ Gráficos de Controle

# Folha de Verificação

- ▶ Registro de defeitos
- ▶ Resumo por período
- ▶ Orientado no tempo: tendências e padrões
- ▶ Deve conter
  - ▶ Data
  - ▶ Operador e envolvidos
  - ▶ Identificações
  - ▶ Condições de contorno
- ▶ Constante adaptação

## Exemplos de Folha de Verificação

# Gráfico de Pareto

- ▶ Distribuição de frequências dos tipos de defeito
- ▶ A frequência diminui da esquerda para a direita
- ▶ Algumas adaptações consideram os custos e danos
- ▶ Frequência acumulada em outro eixo
- ▶ Aplicação em contextos não industriais

## Exemplos de Gráfico de Pareto

# Diagrama de Causa-e-efeito

- ▶ Representa as causas, os meios e suas magnitudes
- ▶ Útil para ação de eliminar causas
- ▶ Requer sessões de *brainstorm*

## Exemplos de Diagrama de Causa-e-efeito

# Diagrama de Concentração de Defeitos

- ▶ Figura da unidade produzida com todas as vistas relevantes
- ▶ Pode se usar cores ou símbolos diferentes para sinalização
- ▶ Posição sistemática ou padrões de defeitos ajuda na busca da causa

## Exemplo de Diagramas de Concentração de Defeitos

# Diagrama de Dispersão

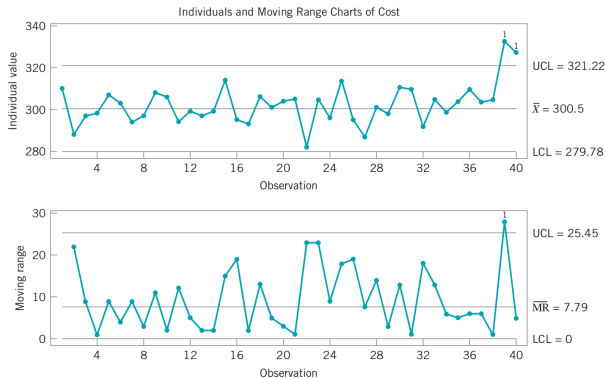
- ▶ Relação entre pares de variáveis
- ▶ Correlação  $\neq$  causalidade
- ▶ Útil para ideias de otimização do processo

# Gráfico de Controle para medidas individuais

- ▶ Quando
  - ▶ Inspeção automática, sistema informatizado
  - ▶ Taxa de produção é lenta
  - ▶ Medidas consecutivas tem variabilidade muito pequena
- ▶ X-chart: valores individuais
  - ▶  $LC = \bar{X}$
  - ▶  $LIC = \bar{X} - 3 \frac{\bar{MR}}{d_2}$
  - ▶  $LSC = \bar{X} + 3 \frac{\bar{MR}}{d_2}$
  - ▶  $MR = |x_i - x_{i-1}|$
- ▶ MR-chart: amplitude móvel
  - ▶  $LC = \bar{MR}$
  - ▶  $LIC = \bar{MR} - 3d_3 \frac{\bar{MR}}{d_2} = D_3 \bar{MR}$
  - ▶  $LSC = \bar{MR} + 3d_3 \frac{\bar{MR}}{d_2} = D_4 \bar{MR}$
  - ▶  $D_3 = 0$  se amplitude é com  $n = 2$



# Um exemplo



- Interpretação igual ao  $\bar{X}$  e R-chart
- CUIDADO: amplitudes móveis não são independentes