

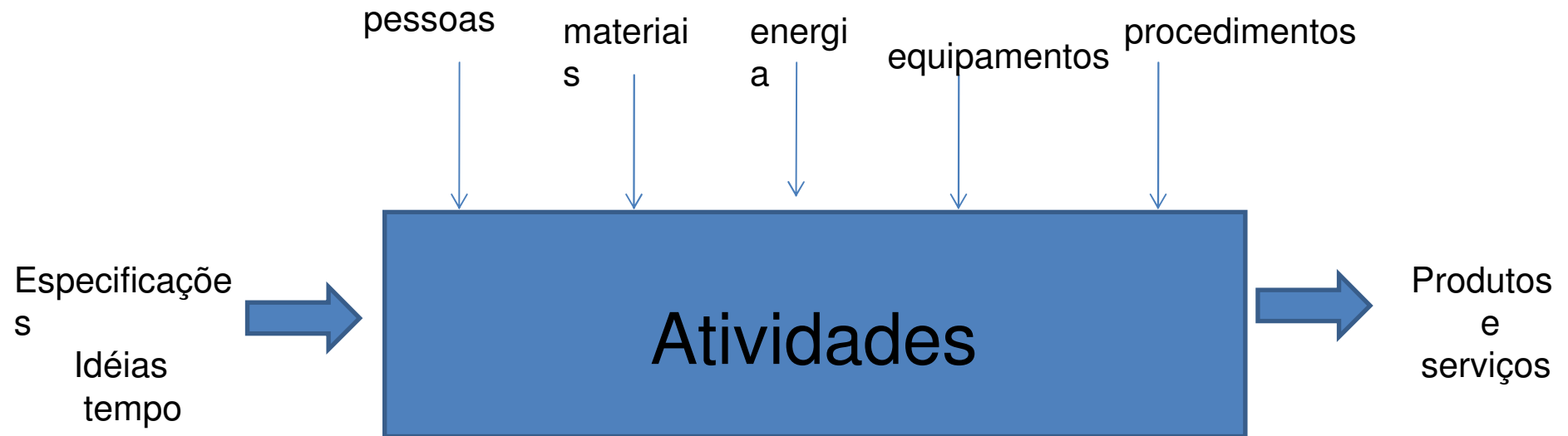
# Controle Estatístico de Processos para Desenvolvimento de Software

Fernando Mori

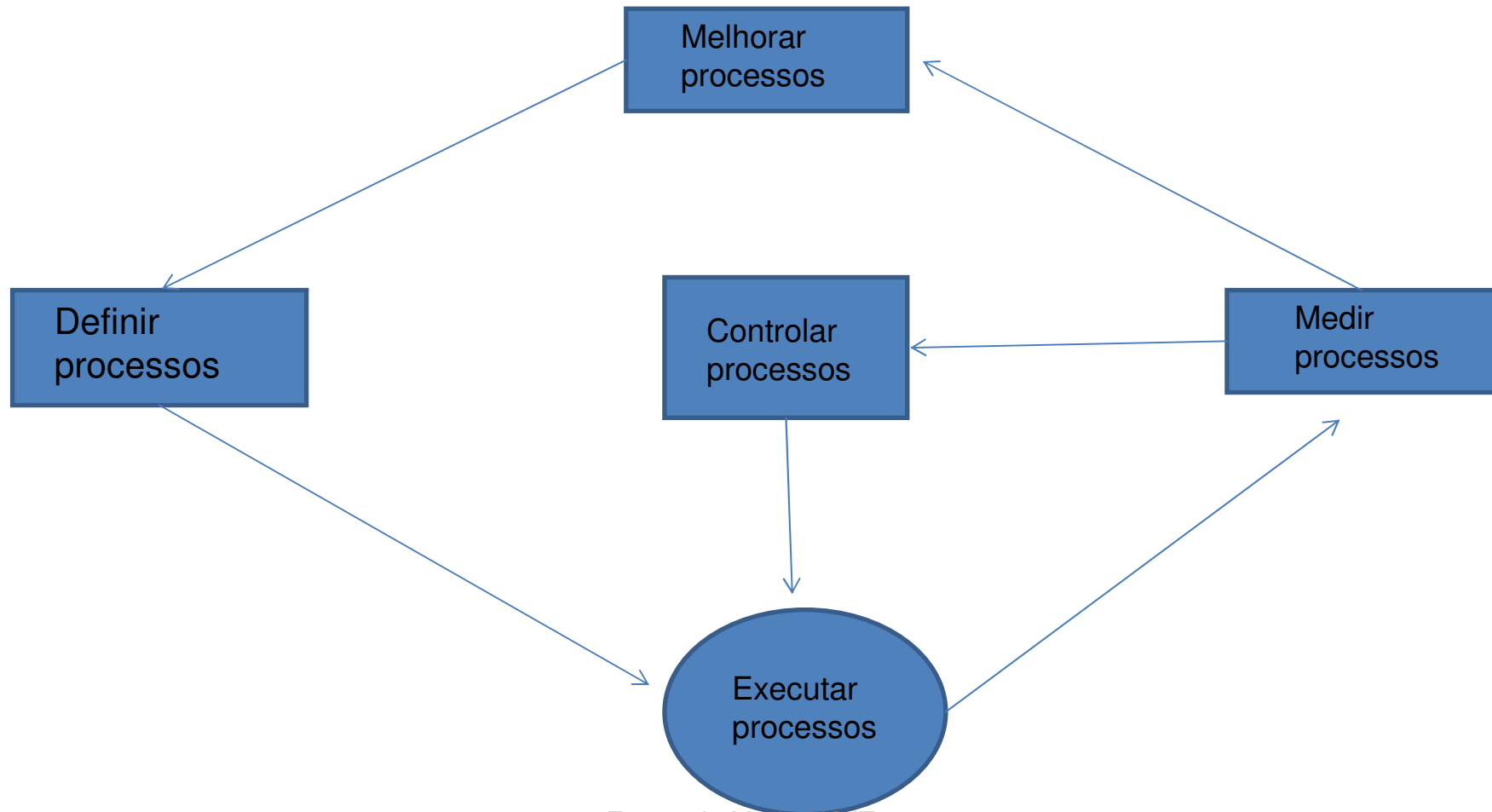
# Conteúdo da Apresentação

1. Controle Estatístico de Processos e Desenvolvimento de Software.
2. Fundamentação Estatística para os Gráficos de Controle.
3. Variabilidade de Processos.

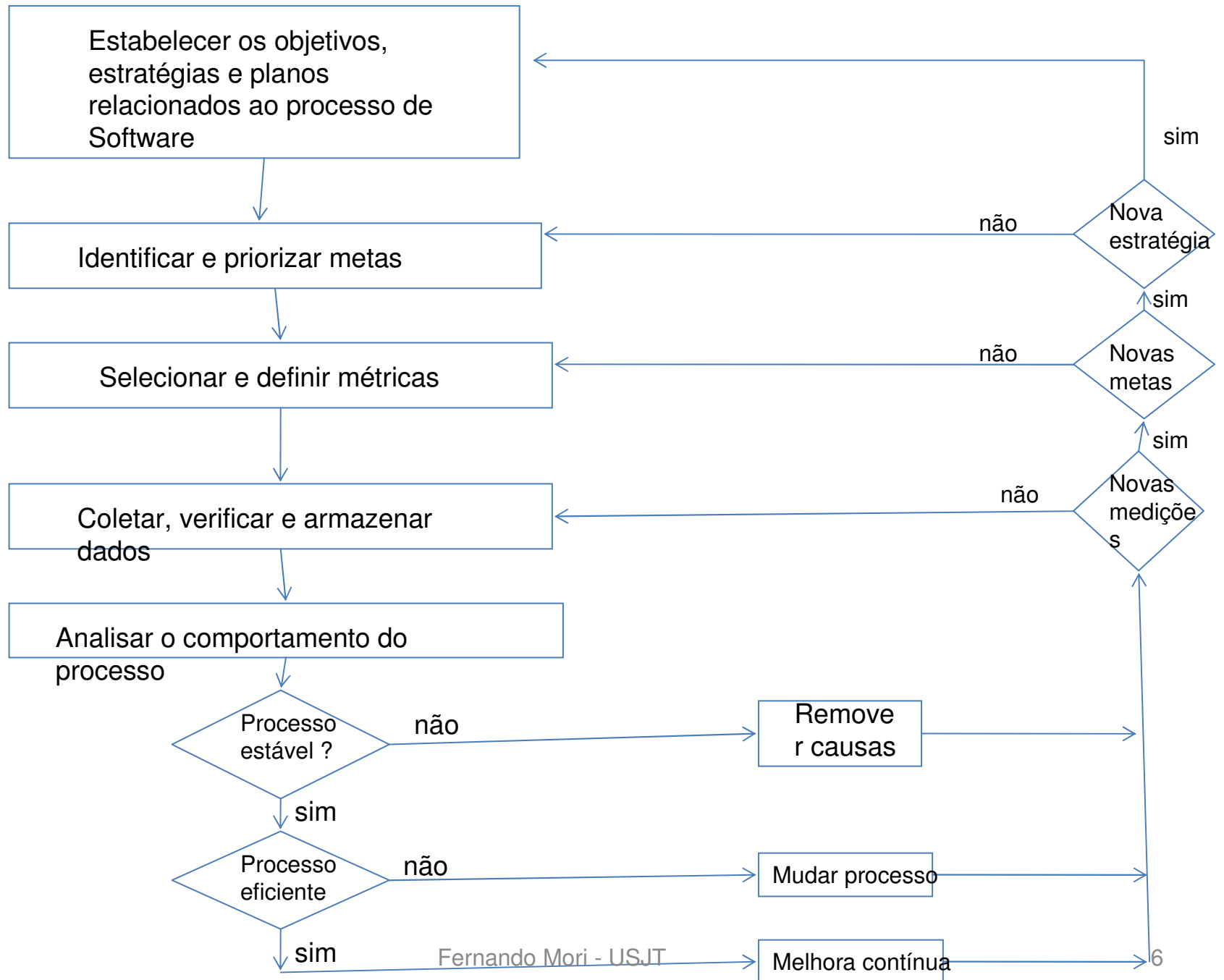
# Definição de Processo



# Responsabilidades na Gestão dos Processos



# Framework para a medição do comportamento do Processo



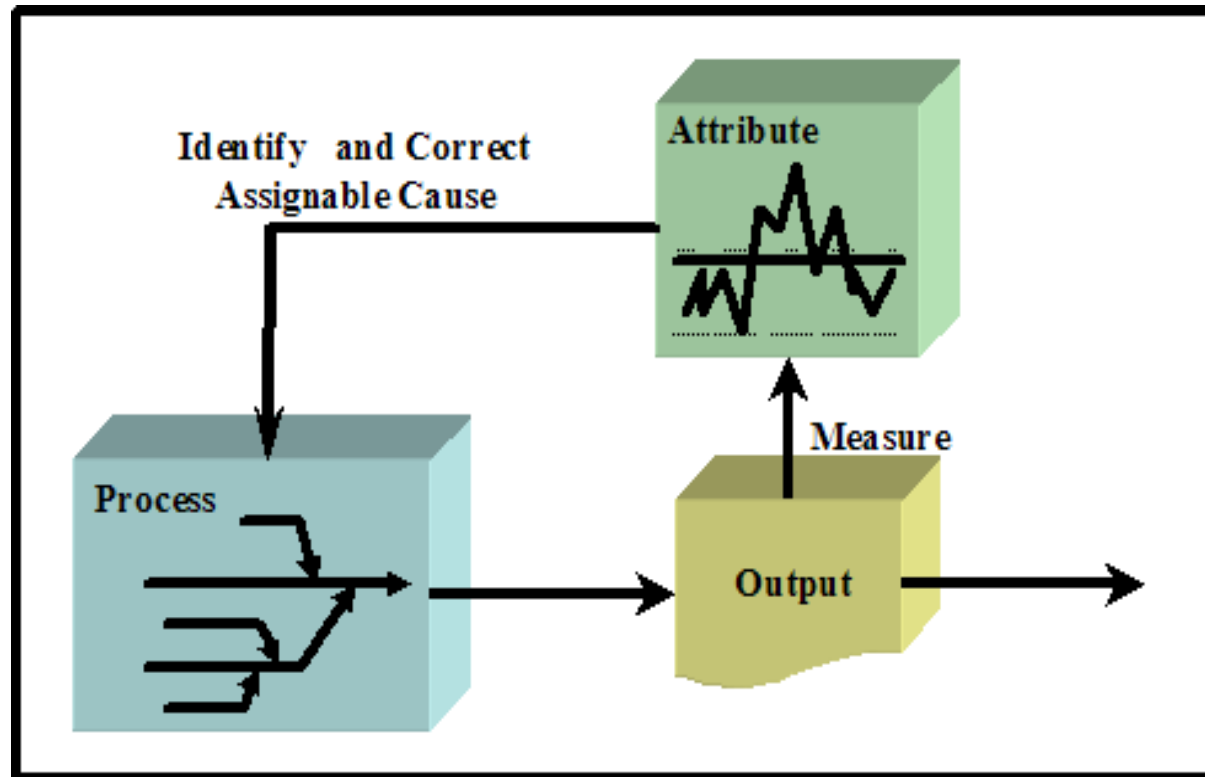
# Controle Estatístico de Processos

Controle Estatístico de Processos pode ser aplicado ao processo de desenvolvimento de Software.

Um processo tem uma ou mais saídas, e essas saídas tem atributos mensuráveis.

SPC é baseado na idéia de que esses atributos tem duas fontes de variação: uma natural e a outra que pode ser atribuída a causas que podem ser identificáveis.

# Controle Estatístico de Processos



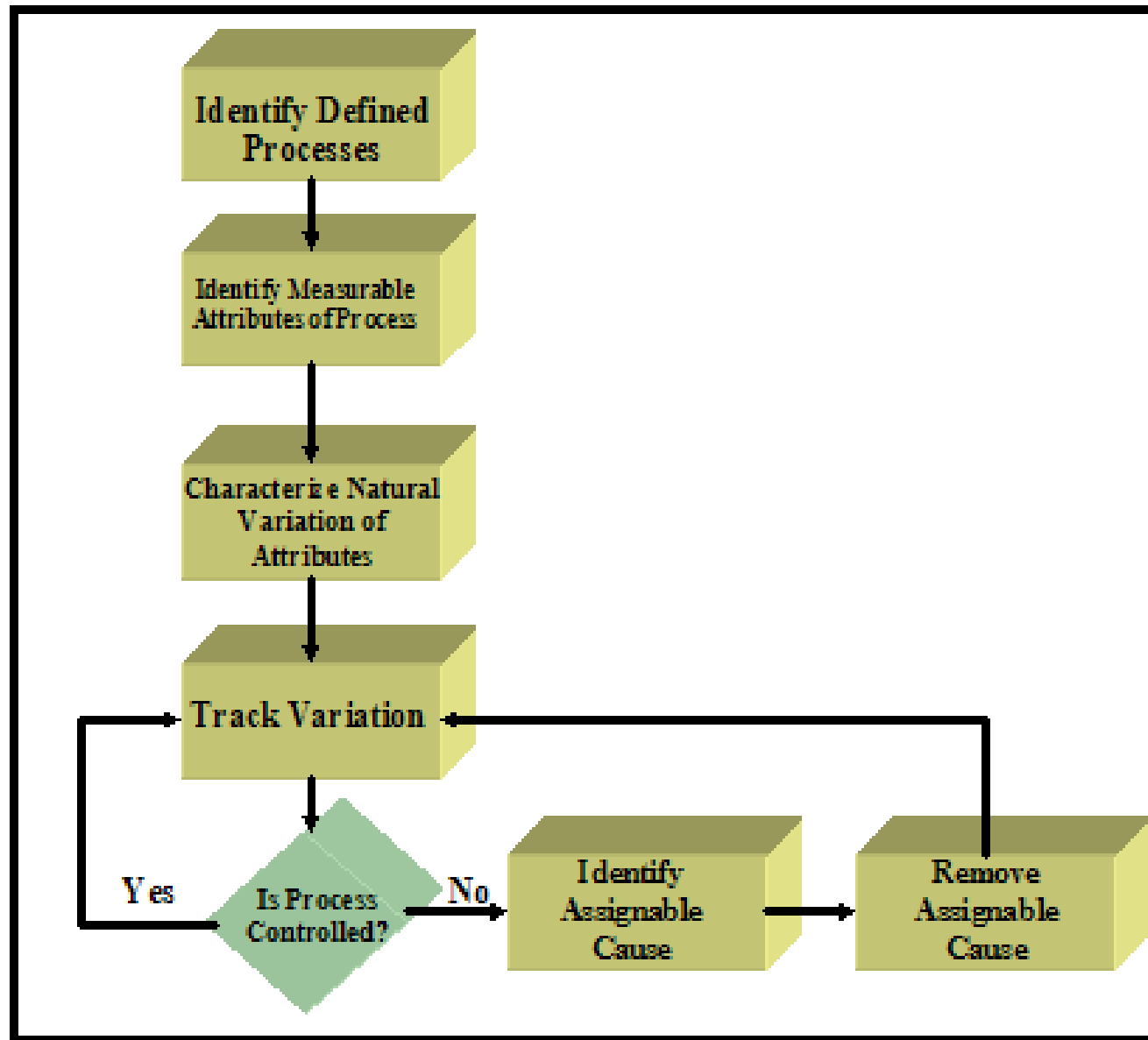
# Controle Estatístico de Processos

Se a variabilidade observada dos atributos de um processo estiver dentro do intervalo de variabilidade das causas naturais, dizemos que o processo está sob controle estatístico.

Os profissionais que usam o SPC rastreiam a variabilidade do processo a ser controlado. Quando essa variabilidade excede o intervalo a ser esperado das causas naturais, identificamos e corrigimos as causas responsáveis do processo em questão.

# Controle Estatístico de Processos

Os relatórios do SPC no desenvolvimento e manutenção de software tende a se concentrar em alguns poucos processos de software. Em geral SPC tem sido usado no controle de inspeções formais de software, testes, manutenção e em melhorias do processo de pessoal.



# Controle Estatístico de Processos

A tabela a seguir nos dá uma idéia do uso de SPC em organizações de nível 4 ou superior da métrica SEI CMM de maturidade dos processos mostra os tipos mais comuns usados na aplicação de SPC a software.

# Uso dos Gráficos de Controle

<b>Tipo do Gráfico de Controle</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>Xbar-mR</b>	<b>33.3%</b>
<b>u-Chart</b>	<b>23.3%</b>
<b>Xbar</b>	<b>13.3%</b>
<b>c-Chart</b>	<b>6.7%</b>
<b>z-Chart</b>	<b>6.7%</b>
<b>Not clearly stated</b>	<b>16.7%</b>

# Localização de UCL – LCL em gráficos de controle

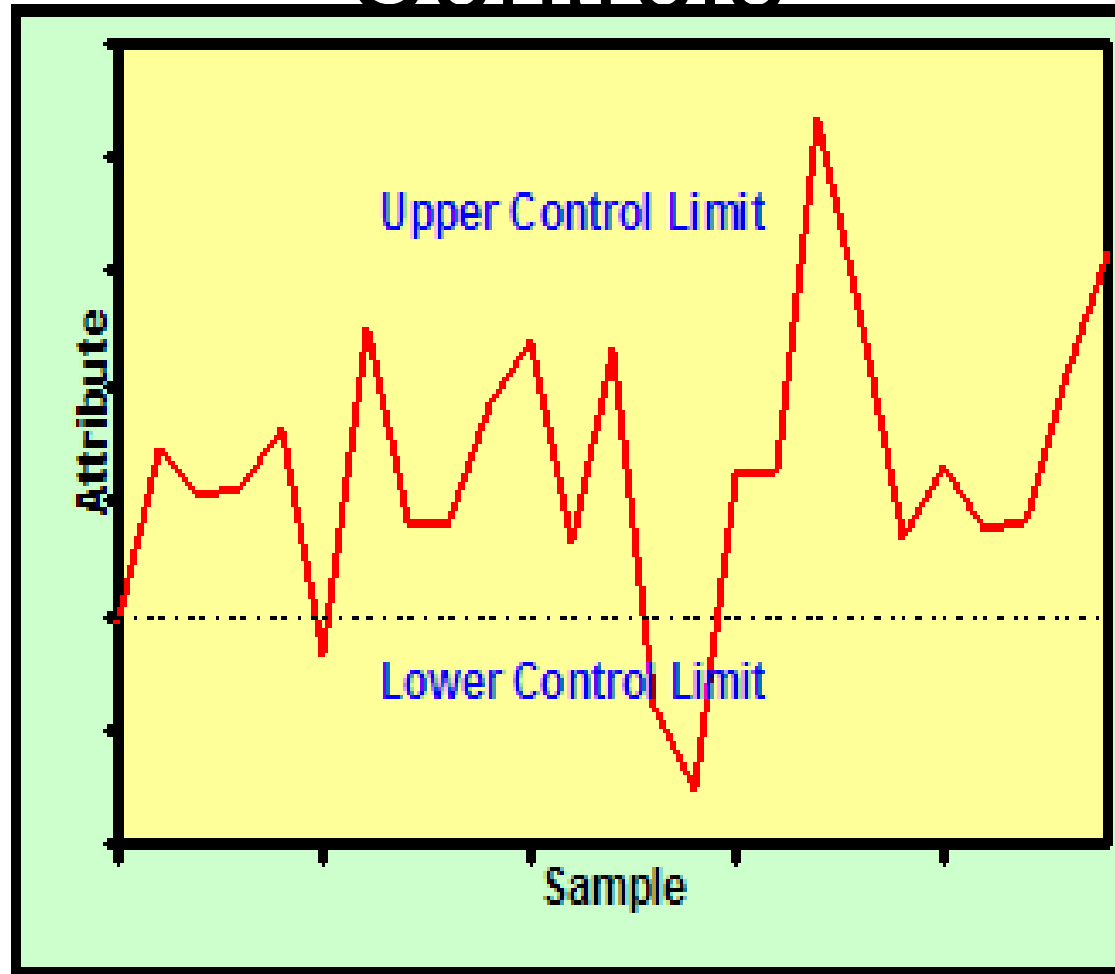
Localização	Porcentagem
Tres-sigma	16%
Dois-sigma	4%
Um-Sigma	8%
Combinação	16%
Nenhuma	24%

# Uso de outras técnicas estatísticas

<b>Técnicas Estatísticas</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>Run Charts</b>	<b>22.8%</b>
<b>Histograms</b>	<b>21.1%</b>
<b>Pareto Analysis</b>	<b>21.1%</b>
<b>Scatter Diagrams</b>	<b>10.5%</b>
<b>Regression Analysis</b>	<b>7.0%</b>
<b>Pie Charts</b>	<b>3.5%</b>
<b>Radar/Kiviat Charts</b>	<b>3.5%</b>
<b>Other</b>	<b>10.5%</b>

- Os gráficos de controle são uma tecnologia central para o SPC.
- Quando um processo de software excede os limites de controle, o retrabalho é executado no produto e o processo deve ser consertado.

# Exemplo de um Gráfico de Controle



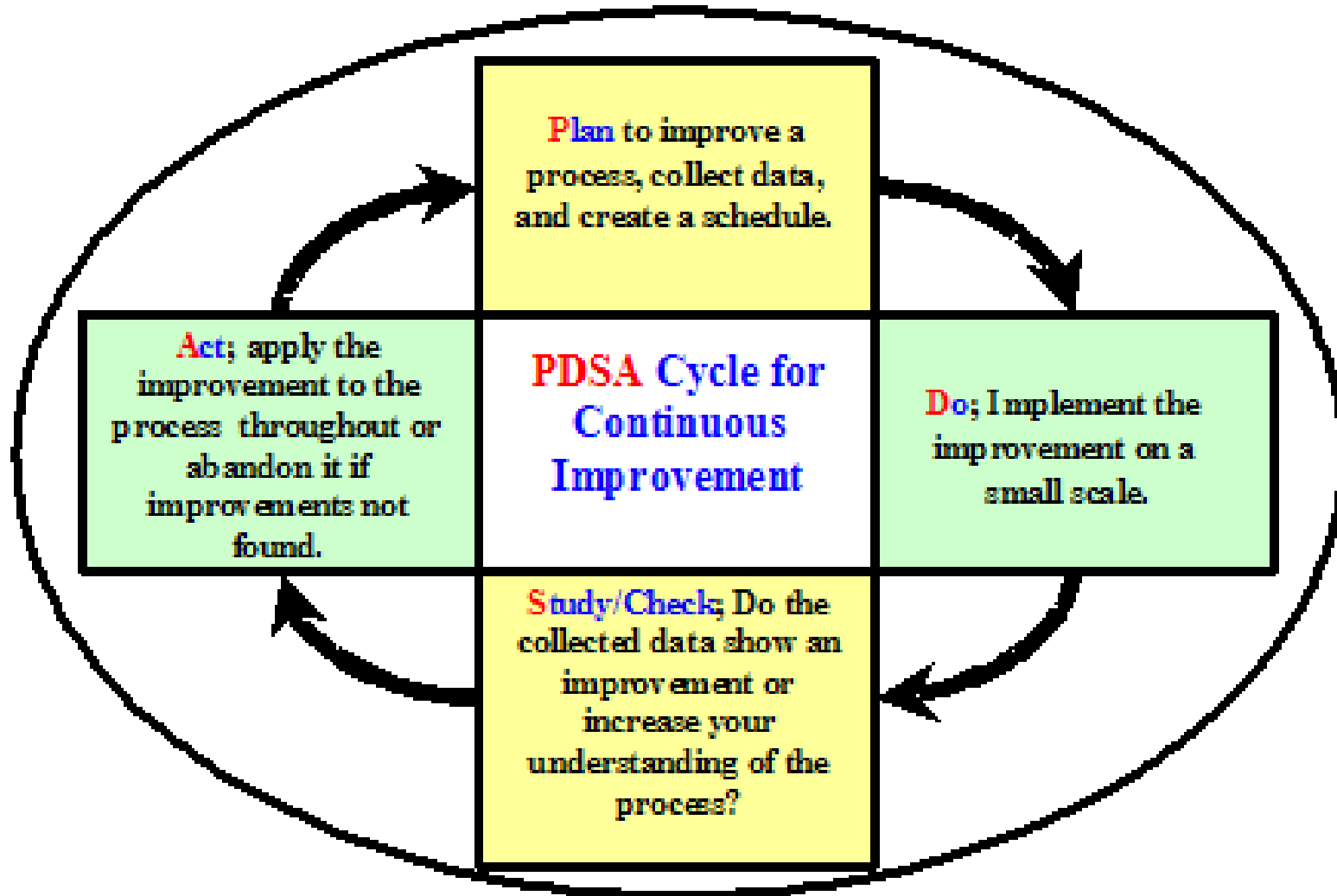
# Aplicações da Estatística em Engenharia de Software

<b>Fase</b>	<b>Uso da Estatística</b>
<b>Requisitos</b>	Especifica objetivos de performance que podem ser medidos estatisticamente, por exemplo, zero erros críticos com confiança de 90%.
<b>Design</b>	Uso de experimentos de design para realizar decisão empíricas de design.
<b>Codificação</b>	Gráficos de controle aplicados a inspeções.
<b>Testes</b>	Gráficos de controle também podem ser aplicados a fase de testes.

# As 7 Ferramentas da Qualidade

<b>Ferramenta</b>	<b>Exemplo de Uso</b>
<b>Documento de Controle</b>	Para contar o número de ocorrências de problemas.
<b>Histograma</b>	Para identificar tendências centrais e qualquer desvio para um lado ou outro.
<b>Gráfico de Pareto</b>	Para identificar os 20% dos módulos que dão os 80% dos problemas.
<b>Diagrama de Causa e Efeito</b>	Para identificar causas.
<b>Diagrama de Espalhamento</b>	Para identificar correlações e sugerir alguma causa.
<b>Gráficos de Controle</b>	Para identificar processos fora de controle.
<b>Gráfico</b>	Para mostra visual dos dados.

# Ciclo de Shewart



# Controle Estatístico de Processos

Os processos precisam exibir certas características para que possamos usar o SPC.

Critérios do Processo:

1. Bem definido.
2. Ter atributos com medidas observáveis.
3. Ser repetitivo.
4. Ser importante o suficiente para justificar o esforço de monitoração

# Implementação do SPC

- **Processo definido:** As medidas devem ser consistentes e por isso não podem ser obtidas de processos de software que não sejam documentados e seguidos por todos.
- **Escolha de Medidas Apropriadas:** As medidas não precisam ser exaustivas. Uma ou duas medidas que forneçam uma visão da performance de um processo ou atividade são adequados, especialmente se as medidas forem relacionadas com o processo.

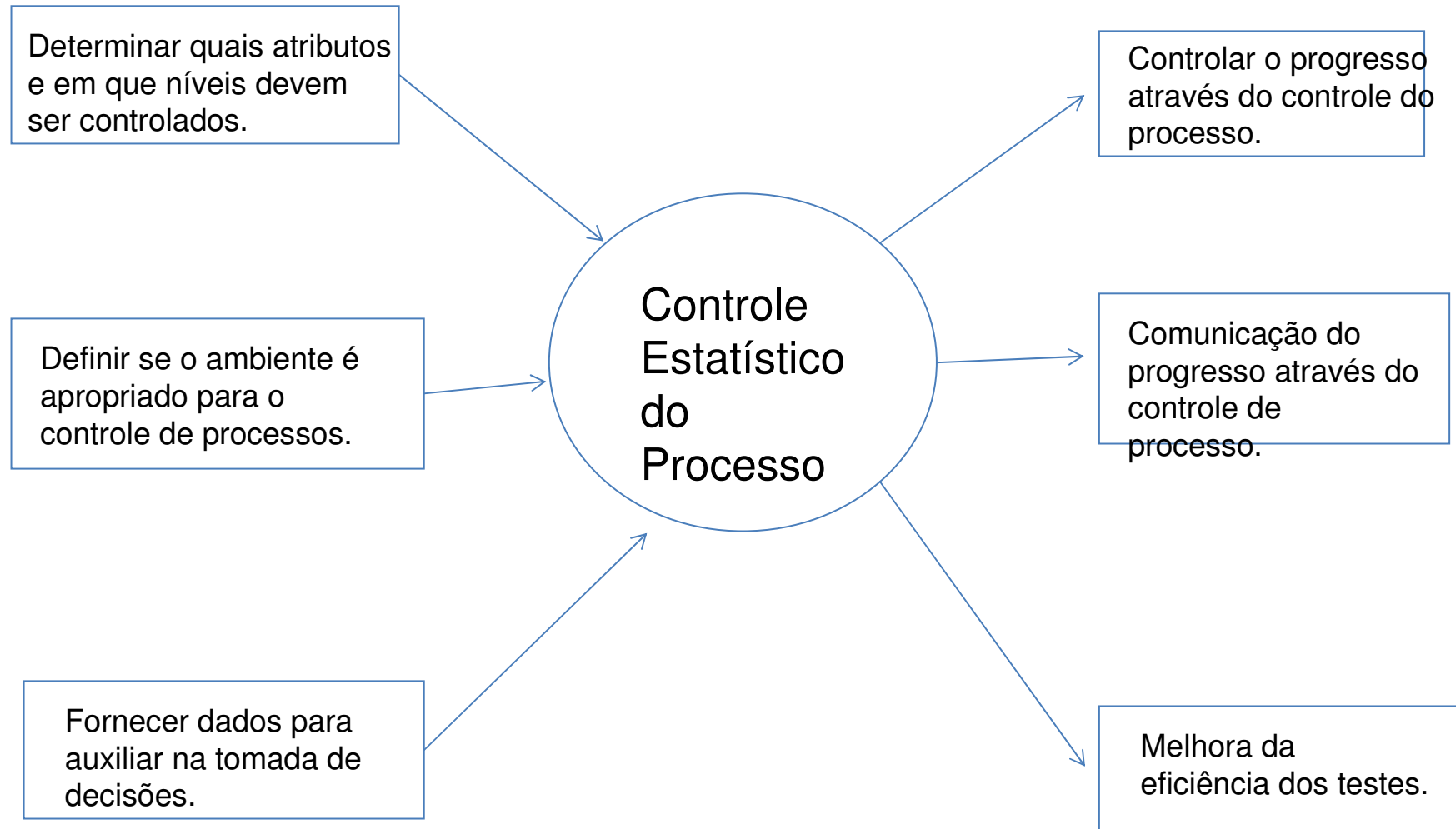
# Implementação do SPC

- **Foco em tendências de processos:** Os gráficos de controle devem ser usados para detectar tendências de processos e não eventos individuais que não estejam em conformidade.
- **Calcular os limites de controle corretamente:** O processo de cálculo dos limites de controle deve ser bem estabelecido.

# Implementação do SPC

- **Investigar e agir:** O SPC apenas aponta a existência de um problema. Sem investigação detalhada e criação de uma ação corretiva, SPC será um exercício inútil.
- **Fornecer treinamento:** Problemas na implementação do SPC pode ser substancialmente reduzidos com o treinamento das equipes.

# Relacionamento do SPC com outras práticas



# Relacionamento do SPC com outras práticas (entradas)

- **Determinar quais atributos e em que níveis devem ser controlados:** O SPC só pode ser efetivo se os processos mais críticos forem identificados e controlados por essa técnica. Práticas que ajudam a estabelecer metas claras e pontos de decisão baseados em métricas significativas e atributos são os maiores ganhos quando se usa o SPC.

# Relacionamento do SPC com outras práticas (entradas)

- **Definir se o ambiente é apropriado para o controle de processos:** Práticas tais como especificações baseadas em performance e especificações comerciais implicam na geração e coleta de dados. Tais dados podem servir como entrada para o SPC.
- **Fornecer dados para tomada de decisões:** O passo inicial na aplicação do SPC é descobrir processos controláveis e homogêneos. Dados passados podem ser usados para este propósito. Inspeções formais e testes geram métricas que podem ser coletadas. Essas métricas podem ser usadas como base para o SPC.

# Relacionamento do SPC com outras práticas (saídas)

- **Controlar o progresso através do controle do processo:** O SPC é usado não apenas para controlar processos, mas também para determinar se os requisitos quantitativos do processo de software estão sendo atingidos. Os resultados do SPC fornecem dados valiosos e informações que podem ser usadas para gerenciar processos em direção a satisfazer completamente os requisitos do projeto. Esta habilidade de gerenciar o progresso é obtida pelas medidas quantitativas do progresso que são inerentes ao SPC, principalmente na sua forma de identificar defeitos e sua correção obedecendo a objetivos específicos de qualidade.

# Relacionamento do SPC com outras práticas (saídas)

- **Comunicação de progresso através do controle do processo:** Decisões gerenciais podem ser baseadas no fato de os processos de desenvolvimento estarem ou não sob controle. O SPC apresenta gráficos que dão suporte a essas decisões. O número e os tipos de gráficos que são usados como parte do processo SPC fornece acesso visual a informações e ao progresso que está ocorrendo.
- **Melhora de eficiência e efetividade dos testes:** Ao controlar processos de desenvolvimento de software, o SPC fornece como resultado softwares mais confiáveis. Testes rigorosos que são guiados pelas especificações e suportados por modelos bem documentados e precisos serão muito mais eficientes sob o processo controlado pelo SPC.

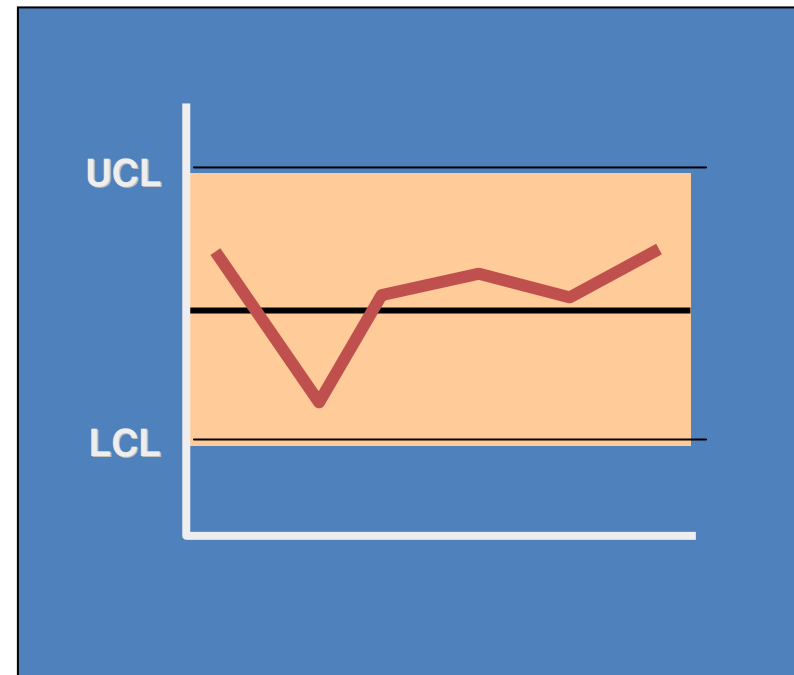
# Fundamentação Estatística para Gráficos de Controle

# Conteúdo

- Base do Controle Estatístico de Processos
- Gráficos de Controle
- Gráficos de Controle para Atributos
- Gráficos de Controle para variáveis
- Padrões de Gráficos de Controle
- SPC com Excel
- Capacidade do processo.

# Base do Controle Estatístico de Processos

- Controle Estatístico de Processos(SPC)
  - Monitoração do processo de produção para detectar e prevenir baixa qualidade
- Amostra
  - Subconjunto de itens usados na inspeção
- Gráficos de Controle
  - Processo está dentro do controle estatístico



# Variabilidade

- Aleatória
  - Sem causas específicas
  - Inerente ao processo
  - Só pode ser melhorada através de melhorias no processo como um todo.
- Não aleatória
  - Causas específicas
  - Devida a fatores identificáveis
  - Pode ser modificada através de uma ação gerencial.

# Metricas da Qualidade

- **Atributo**

- Característica de um produto que pode ser avaliada com uma resposta discreta
- bom – ruim; sim - não

- **Variável**

- Característica contínua de um produto e que pode ser medida
- peso - comprimento

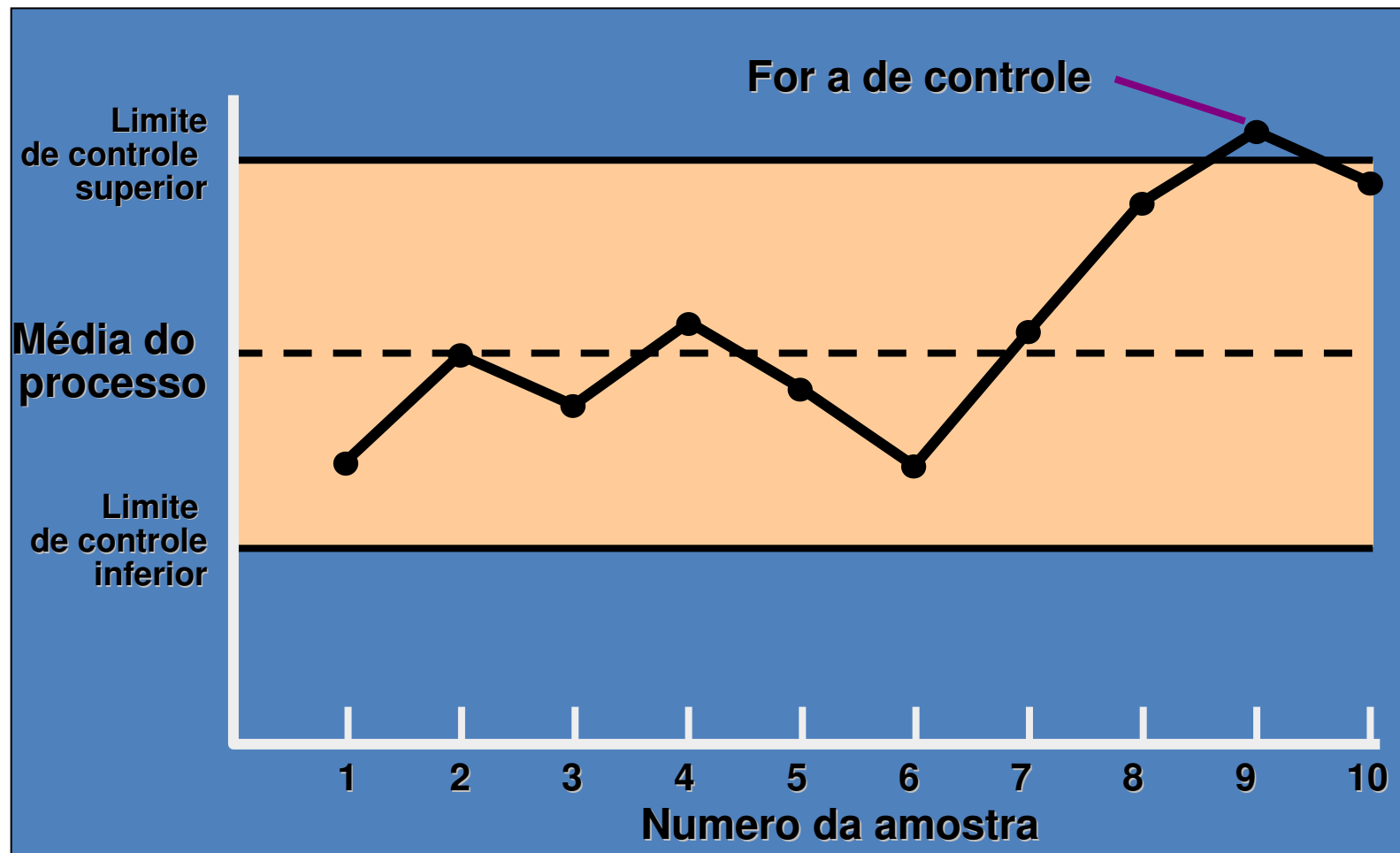
# Onde usar gráficos de Controle

- Processos que tem tendencia a sair do controle
- Processos particularmente caro se sair do controle

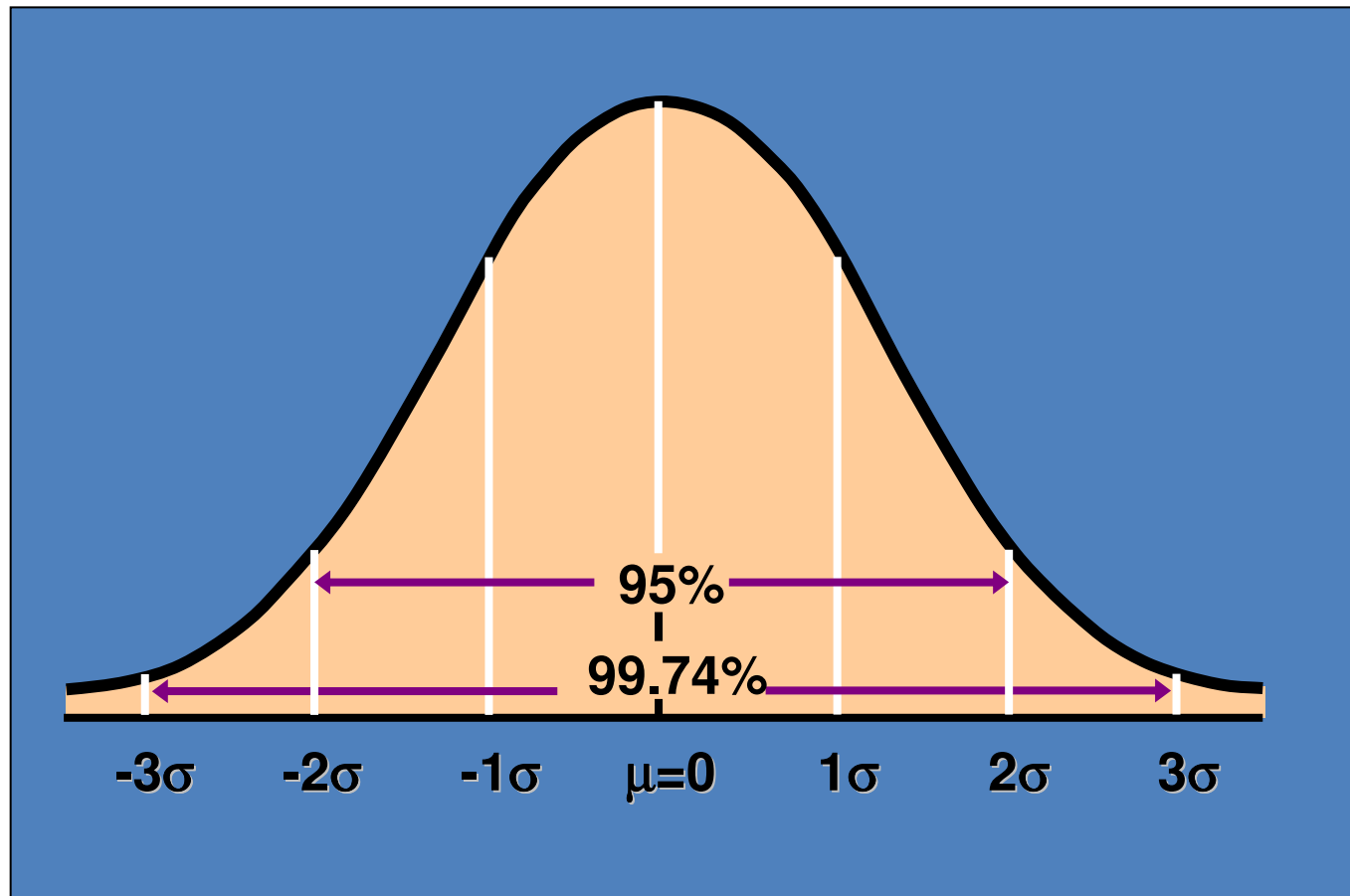
# Gráficos de Controle

- Um gráfico que estabelece limites de controle para um processo.
- Limites de Controle
  - Faixas superior e inferior de um gráfico de controle
- Tipos de Gráficos
  - Atributos
    - p-chart
    - c-chart
  - Variáveis
    - intervalo (R-chart)
    - média (x barra – chart)

# Gráfico de Controle de Processos



# Distribuição Normal



# Um processo está sob controle se..

1. ... nenhum ponto amostral estiver for a dos limites
2. ... a maioria dos pontos está perto da média do processo
3. ... aproximadamente um numero identico de pontos acima e abaixo da linha centrala
4. ... pontos parecem aleatóriamente distribuidos

# Gráficos de Controle para Atributos

- p-charts
  - Usa a porção defeituosa em uma amostra
- c-charts
  - Usa o numero de defeitos em um item

# p-Chart

$$\text{UCL} = p + z\sigma_p$$

$$\text{LCL} = p - z\sigma_p$$

**$z$**  = numero de desvios padrão da média do processo

**$p$**  = proporção amostral de itens defeituosos; uma estimativa da média do processo.

**$\sigma_p$**  = desvio padrão da proporção amostral

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

# Exemplo p-Chart

<b>amostra</b>	<b>NUMERO DE DEFEITOS</b>	<b>PROPORÇÃO</b>
<b>1</b>	<b>6</b>	<b>.06</b>
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>.00</b>
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>.04</b>
<b>:</b>	<b>:</b>	<b>:</b>
<b>:</b>	<b>:</b>	<b>:</b>
<b>20</b>	<b>18</b>	<b>.18</b>
	<b>200</b>	

**20 AMOSTRAS DE 100 PARES DE JEANS**

# p-Chart

$$\bar{p} = \frac{\text{total defeitos}}{\text{total observados na amostra}} = 200 / 20(100) = 0.10$$

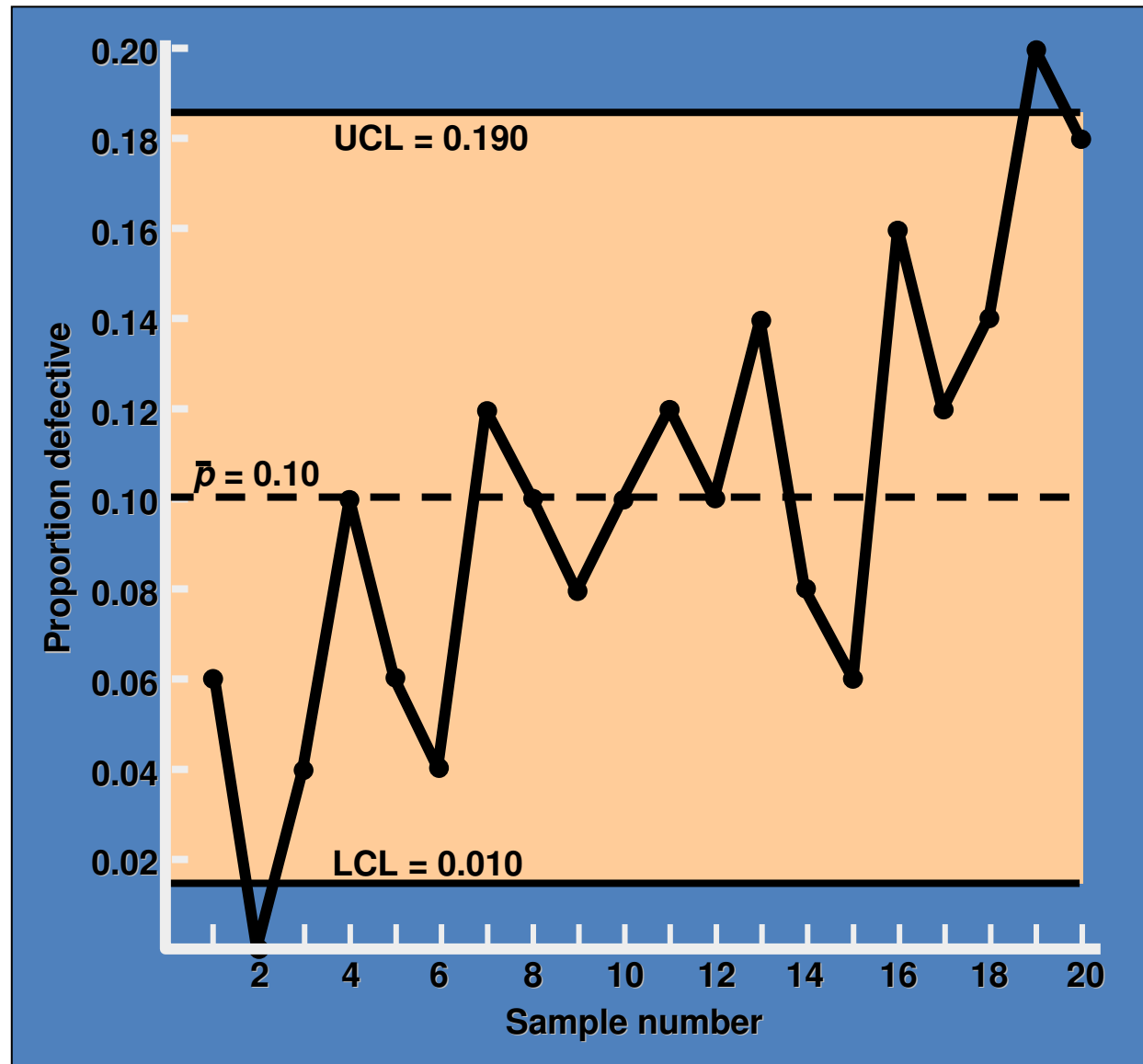
$$\text{UCL} = \bar{p} + z \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = 0.10 + 3 \sqrt{\frac{0.10(1 - 0.10)}{100}}$$

$$\text{UCL} = 0.190$$

$$\text{LCL} = \bar{p} - z \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = 0.10 - 3 \sqrt{\frac{0.10(1 - 0.10)}{100}}$$

$$\text{LCL} = 0.010$$

# p-Chart



# c-Chart

$$\text{UCL} = \bar{c} + z\sigma_c$$

$$\text{LCL} = \bar{c} - z\sigma_c$$

$$\sigma_c = \sqrt{\bar{c}}$$

onde

$c$  = numero de defeitos por amostra

# c-Chart

Numero de defeitos em 15 amostras

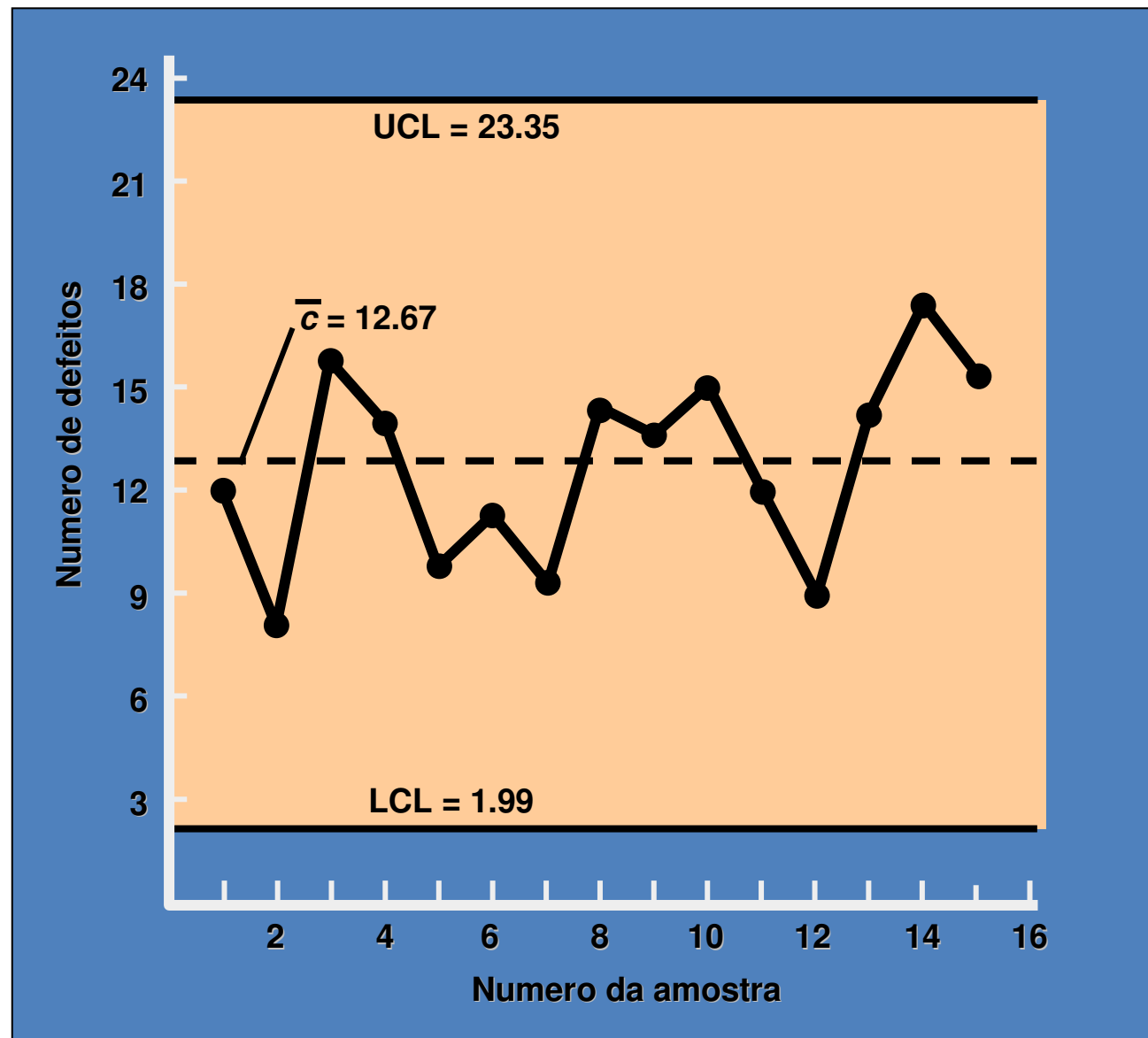
AMOSTRA	NUMERO DE DEFEITOS
1	12
2	8
3	16
⋮	⋮
⋮	⋮
15	15
	<hr/> 190

$$\bar{c} = \frac{190}{15} = 12.67$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{c} + z\sigma_c \\ &= 12.67 + 3\sqrt{12.67} \\ &= 23.35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{c} - z\sigma_c \\ &= 12.67 - 3\sqrt{12.67} \\ &= 1.99 \end{aligned}$$

# C-Chart



# Gráficos de Controle

- Gráfico da Média (  $\bar{x}$ -Chart )
  - Usa a média de uma amostra
- Gráficos de Intervalo( R-Chart )
  - Usa a dispersão em uma amostra

# x-bar Chart

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

$$\text{UCL} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \quad \text{LCL} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

onde

$\bar{\bar{x}}$  = média das medias amostrais

# x-bar Chart

AMOSTRA $k$	OBSERVAÇÕES					$\bar{x}$	$R$
	1	2	3	4	5		
1	5.02	5.01	4.94	4.99	4.96	4.98	0.08
2	5.01	5.03	5.07	4.95	4.96	5.00	0.12
3	4.99	5.00	4.93	4.92	4.99	4.97	0.08
4	5.03	4.91	5.01	4.98	4.89	4.96	0.14
5	4.95	4.92	5.03	5.05	5.01	4.99	0.13
6	4.97	5.06	5.06	4.96	5.03	5.01	0.10
7	5.05	5.01	5.10	4.96	4.99	5.02	0.14
8	5.09	5.10	5.00	4.99	5.08	5.05	0.11
9	5.14	5.10	4.99	5.08	5.09	5.08	0.15
10	5.01	4.98	5.08	5.07	4.99	5.03	0.10
						<u>50.09</u>	<u>1.15</u>

Example 15.4

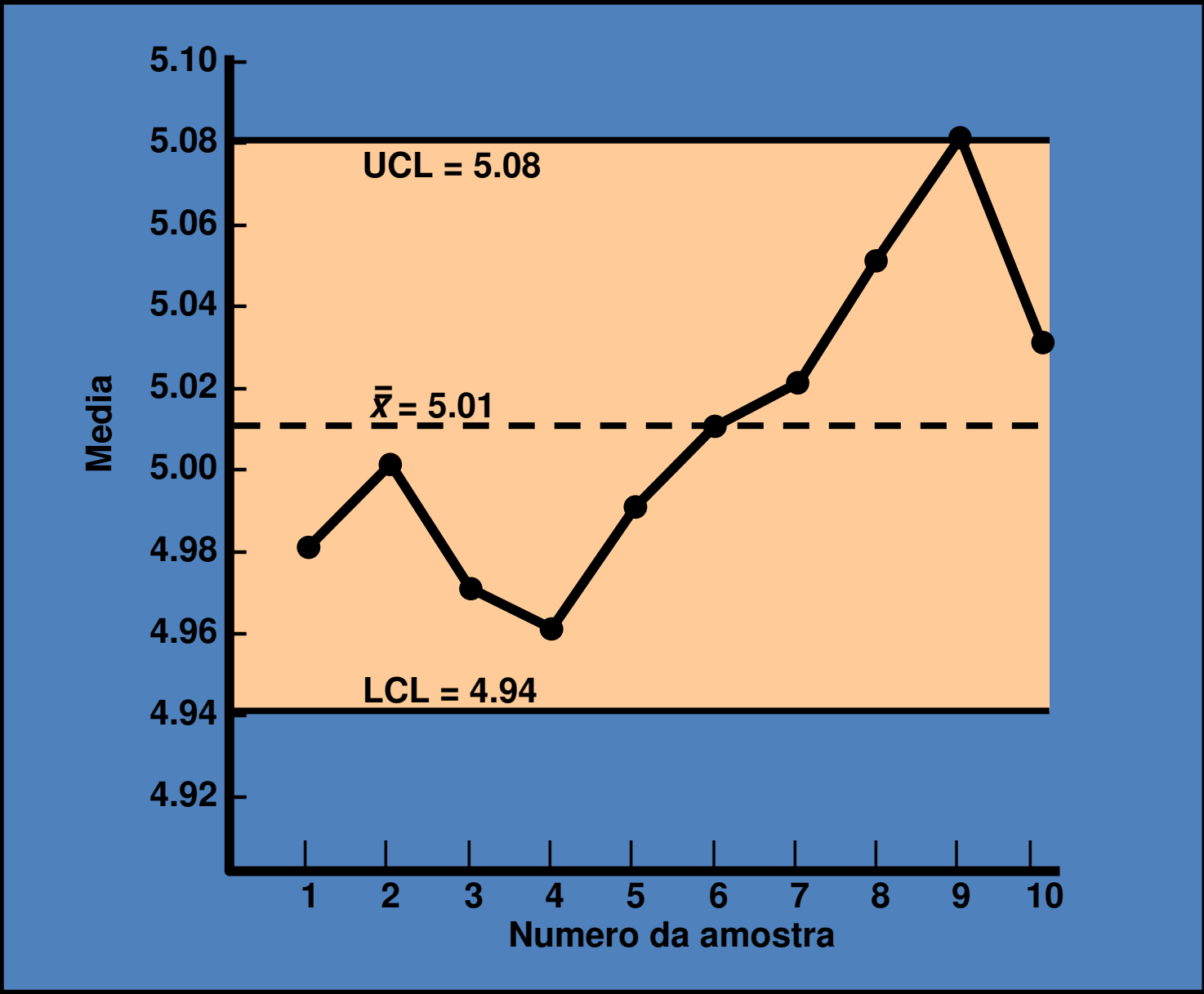
# x- bar Chart

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{50.09}{10} = 5.01 \text{ cm}$$

$$=$$
$$\text{UCL} = \bar{\bar{x}} + A_2 R = \underline{5.01} + (0.58)(0.115) = 5.08$$

$$=$$
$$\text{LCL} = \bar{\bar{x}} - A_2 R = \underline{5.01} - (0.58)(0.115) = 4.94$$

x- bar  
Chart



# R- Chart

$$\text{UCL} = D_4 \bar{R} \quad \text{LCL} = D_3 \bar{R}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k}$$

onde

$\bar{R}$  = intervalo de cada amostra  
 $k$  = numero de amostras

# R-Chart

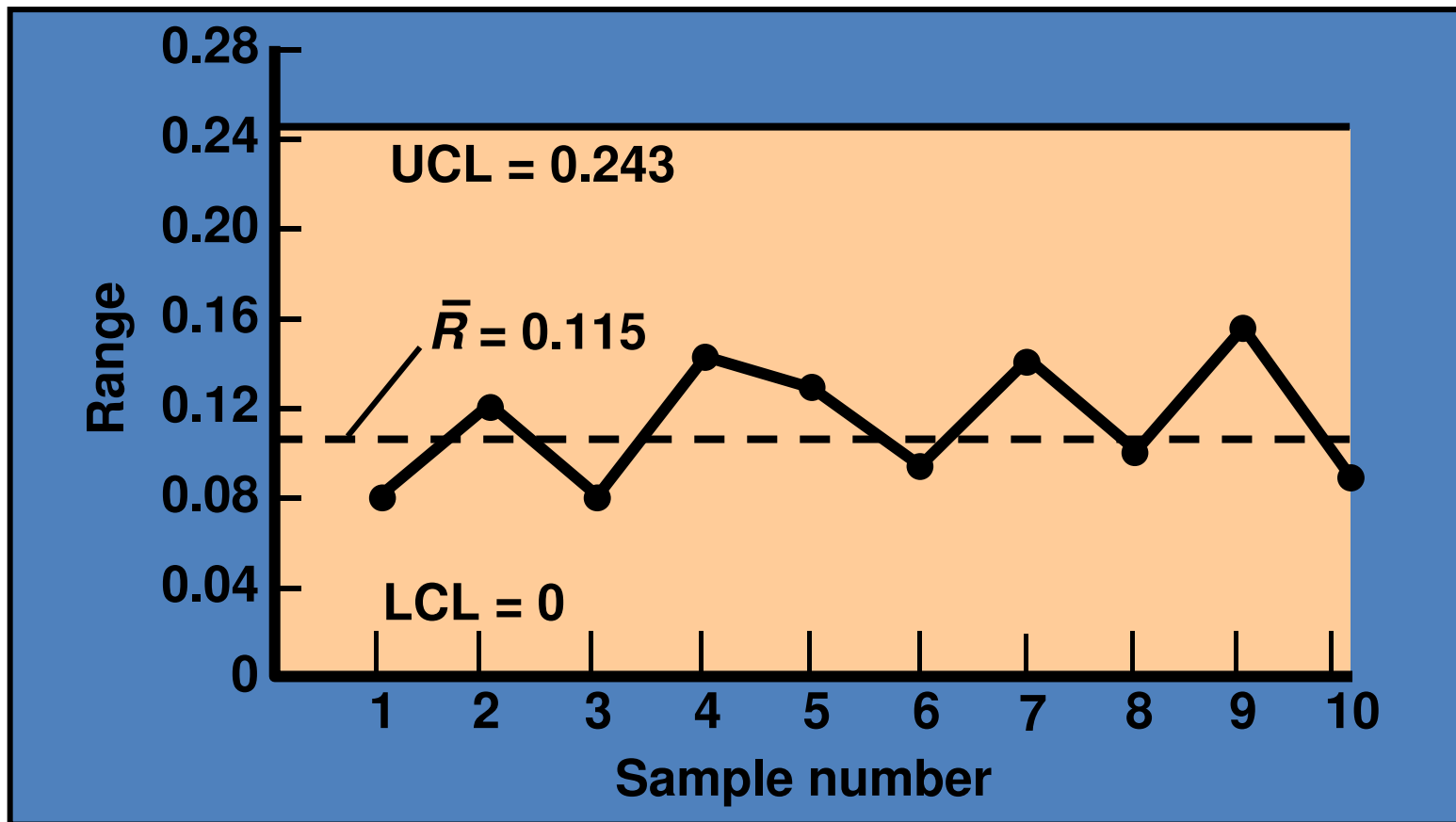
AMOSTRA $k$	OBSERVAÇÕES					$\bar{x}$	$R$
	1	2	3	4	5		
1	5.02	5.01	4.94	4.99	4.96	4.98	0.08
2	5.01	5.03	5.07	4.95	4.96	5.00	0.12
3	4.99	5.00	4.93	4.92	4.99	4.97	0.08
4	5.03	4.91	5.01	4.98	4.89	4.96	0.14
5	4.95	4.92	5.03	5.05	5.01	4.99	0.13
6	4.97	5.06	5.06	4.96	5.03	5.01	0.10
7	5.05	5.01	5.10	4.96	4.99	5.02	0.14
8	5.09	5.10	5.00	4.99	5.08	5.05	0.11
9	5.14	5.10	4.99	5.08	5.09	5.08	0.15
10	5.01	4.98	5.08	5.07	4.99	5.03	0.10
						<u>50.09</u>	<u>1.15</u>

# R-Chart

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{1.15}{10} = 0.115$$
$$UCL = D_4 \bar{R} = 2.11(0.115) = 0.243$$
$$LCL = D_3 \bar{R} = 0(0.115) = 0$$

Obtenha valores para  $D_3$  e  $D_4$

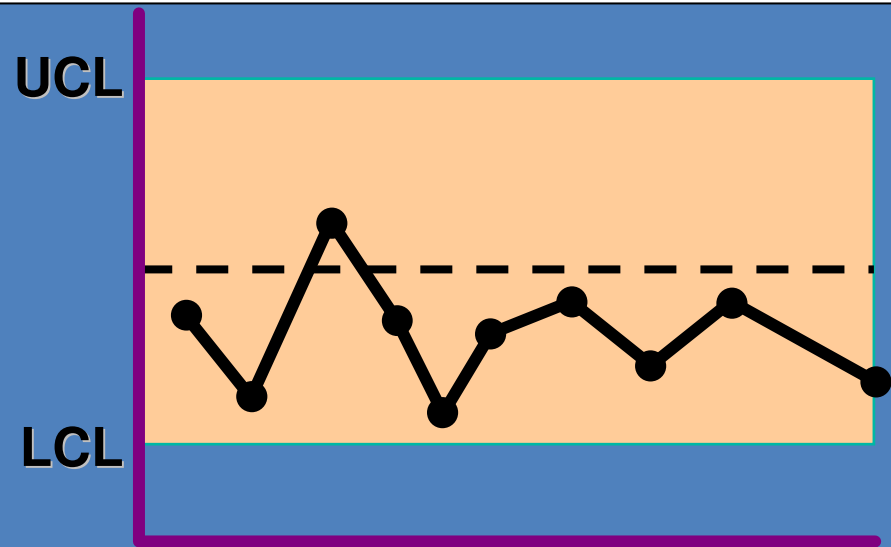
# R-Chart



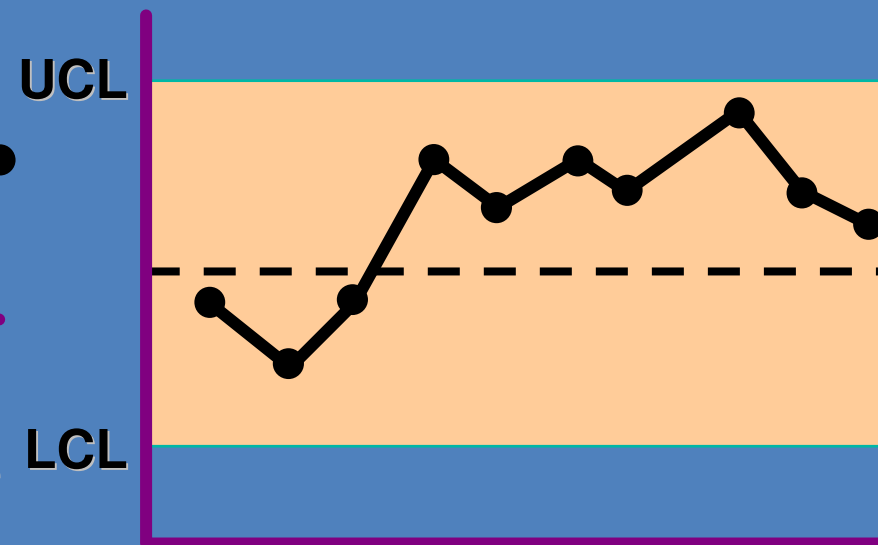
# Usando juntos x-bar e R-chart

- A média do processo e a variabilidade do processo devem estar sob controle.
- É possível que as amostras tenham faixas bem estreitas, mas suas medias estão fora dos limites de controle.
- É possível ter medias amostrais dentro dos limites de controle, mas as larguras das faixas devem ser grandes.

# Gráficos de Controle

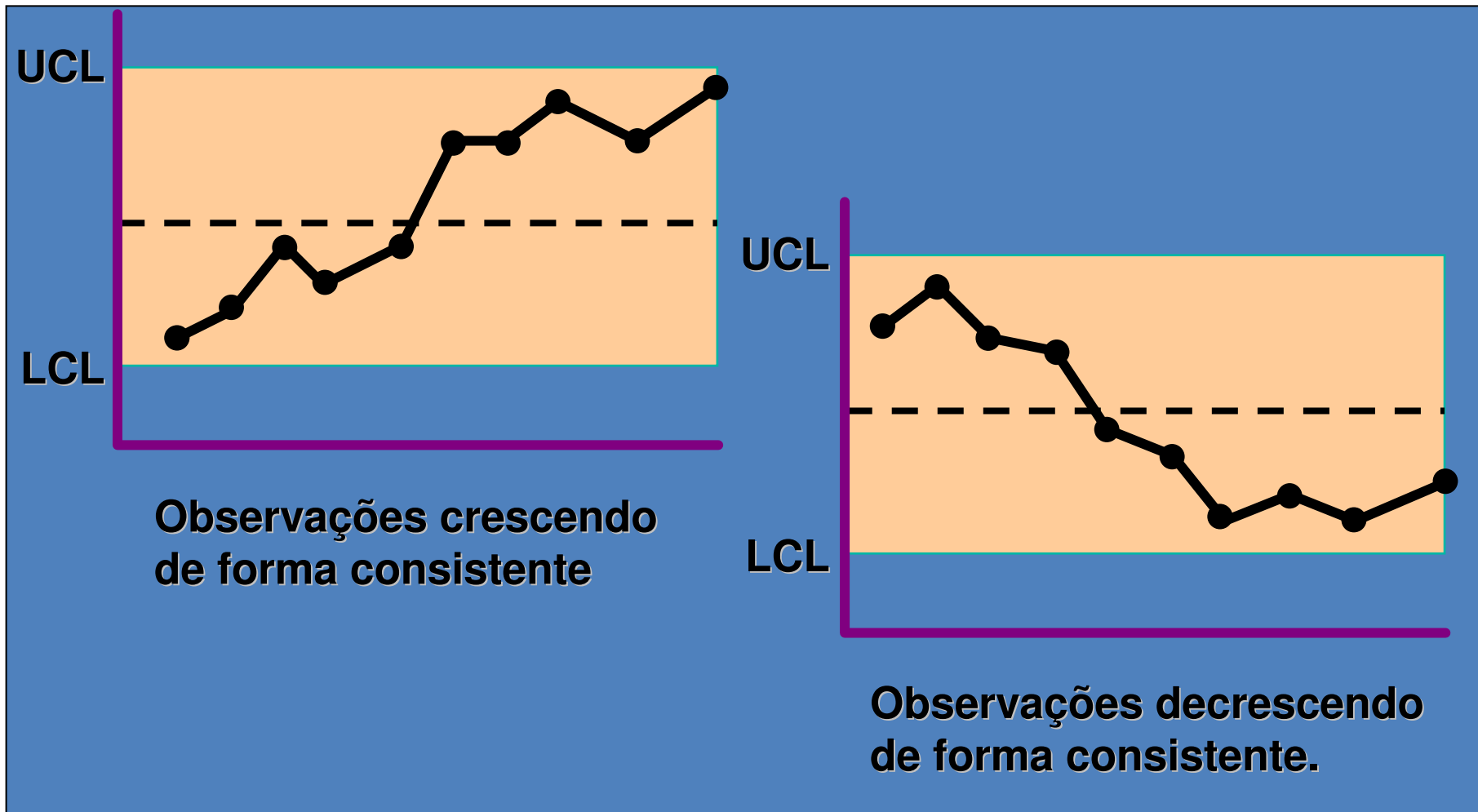


**Observações da amostra  
estão de forma consistente  
abaixo da linha central.**

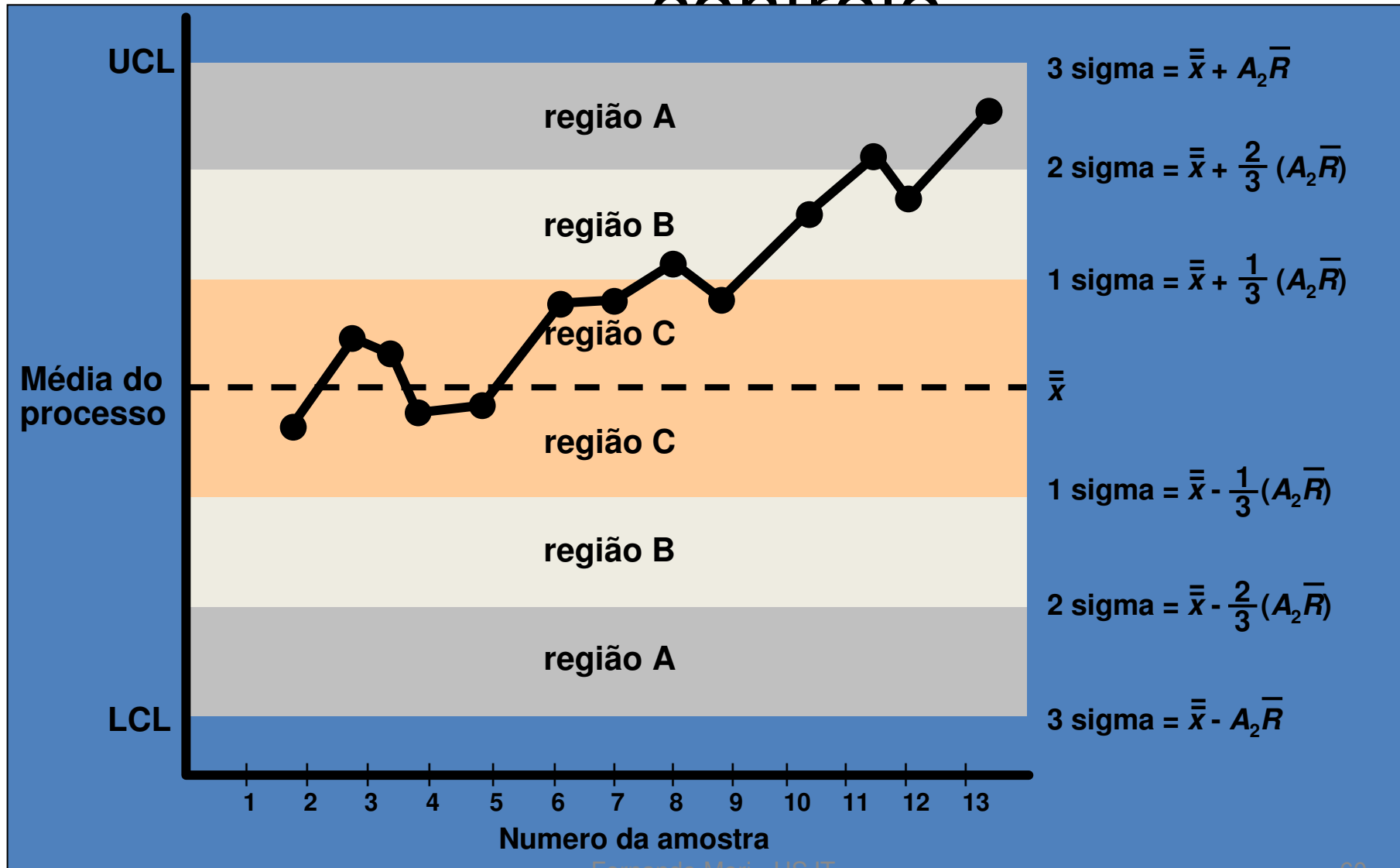


**Observações estão  
consistentemente acima  
da linha central.**

# Gráficos de Controle



# Testes para os limites de controle



# Processos fora de controle

- 8 pontos consecutivos em um dos lados da linha central.
- 8 pontos consecutivos acima ou abaixo de uma das regiões.
- 14 pontos alternados acima e abaixo.
- 3 pontos consecutivos na região A mas que ainda estão na região de controle.
- 5 pontos consecutivos na região A ou B.

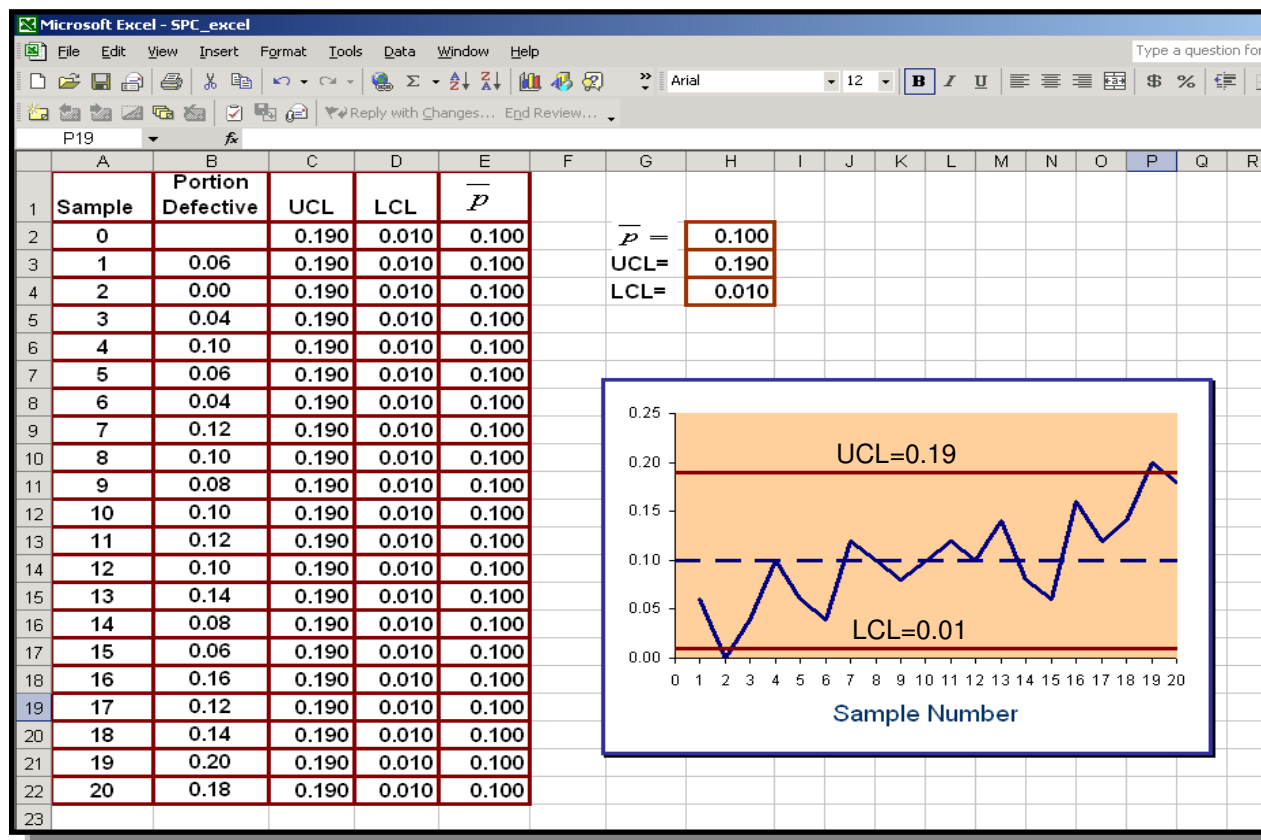
# Realizando um teste

<b>SAMPLE</b>	<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>ABOVE/BELOW</b>	<b>UP/DOWN</b>	<b>ZONE</b>
<b>1</b>	<b>4.98</b>	<b>B</b>	<b>—</b>	<b>B</b>
<b>2</b>	<b>5.00</b>	<b>B</b>	<b>U</b>	<b>C</b>
<b>3</b>	<b>4.95</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>A</b>
<b>4</b>	<b>4.96</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>A</b>
<b>5</b>	<b>4.99</b>	<b>B</b>	<b>U</b>	<b>C</b>
<b>6</b>	<b>5.01</b>	<b>—</b>	<b>U</b>	<b>C</b>
<b>7</b>	<b>5.02</b>	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>C</b>
<b>8</b>	<b>5.05</b>	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>B</b>
<b>9</b>	<b>5.08</b>	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>A</b>
<b>10</b>	<b>5.03</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>B</b>

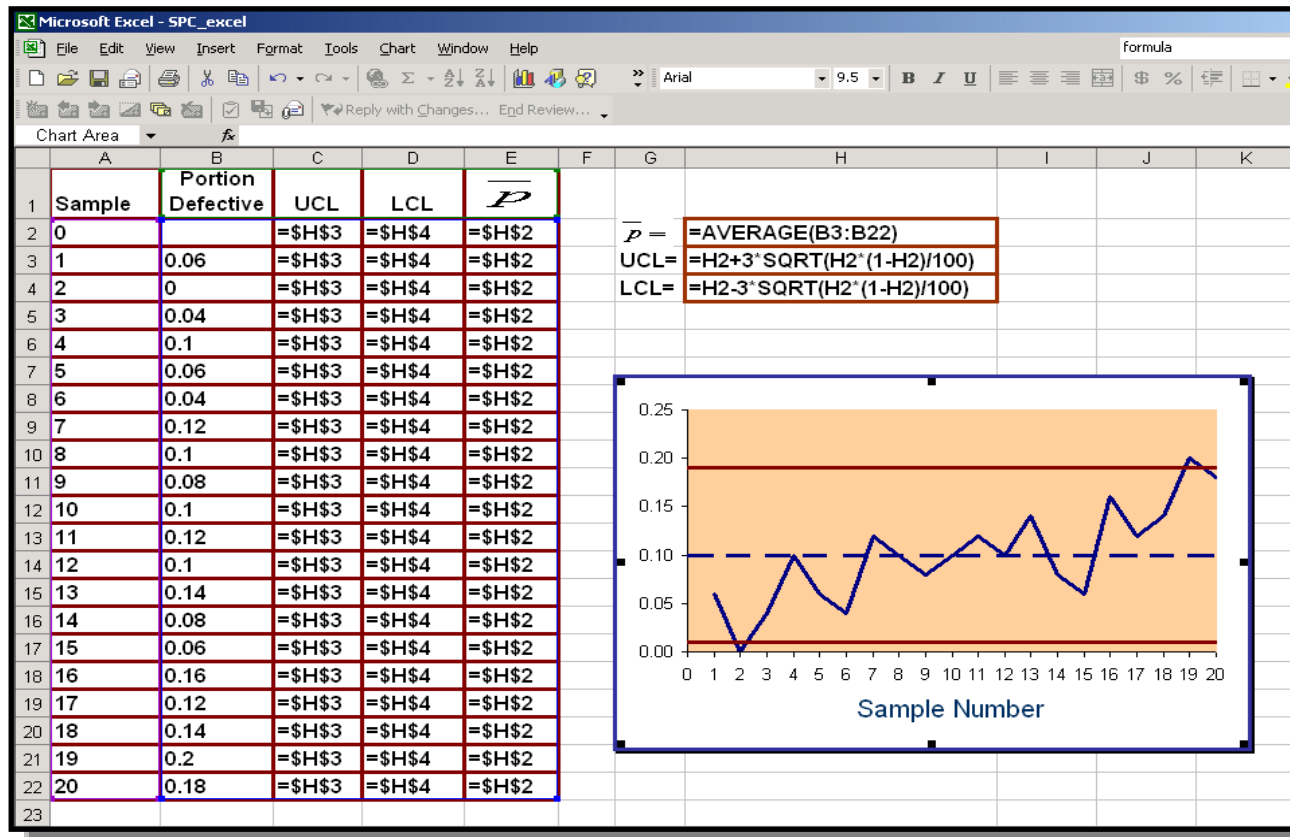
# Tamanho da Amostra

- **Gráficos de controle de atributos necessitam de amostras maiores**
  - **50 a 100 elementos em uma amostra**
- **Gráficos de Controle de Variáveis necessitam de amostras menores.**
  - **2 a 10 elementos em uma amostra**

# SPC com Excel



# SPC com Excel: Formulas

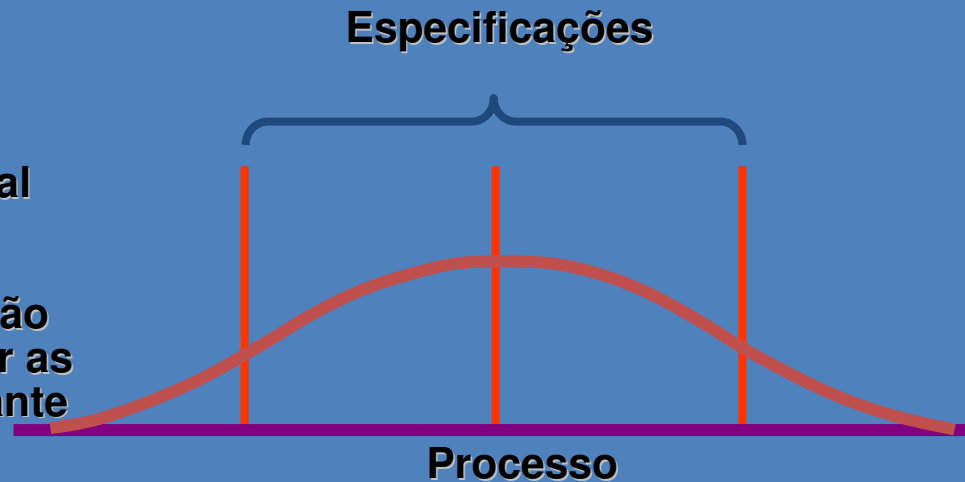


# Capacidade do Processo

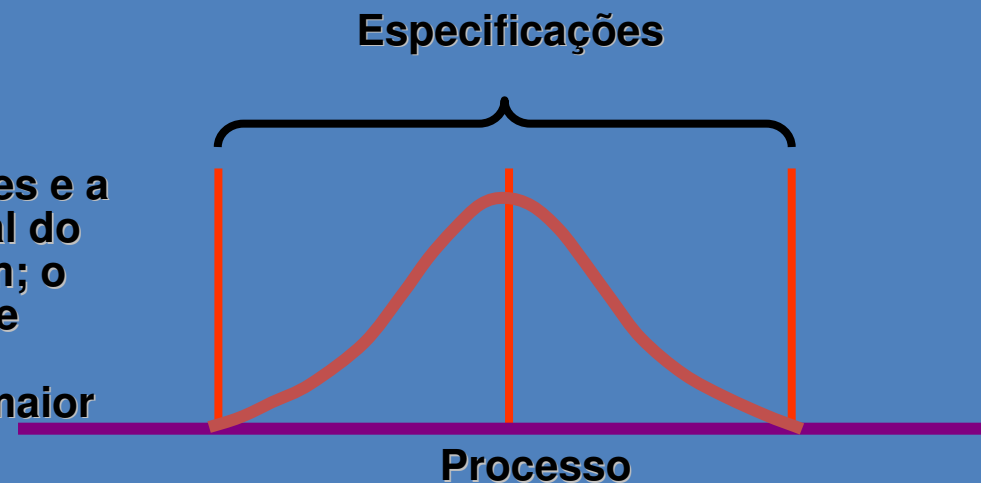
- Tolerancias
  - Especificações de design que refletem requisitos do produto
- Capacidade do Processo
  - Intervalo de variabilidade natural de um processo que foi medido com gráficos de controle.

# Capacidade do Processo

(a) A variação natural excede as especificações de design ; processo não é capaz de obedecer as especificações durante todo o tempo.



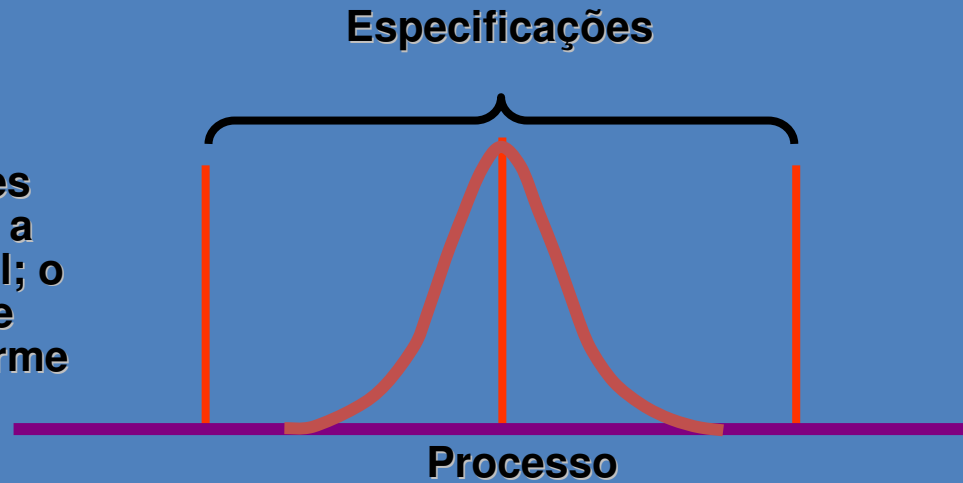
(b) As especificações e a variabilidade natural do processo coincidem; o processo é capaz de obedecer as especificações na maior parte do tempo.



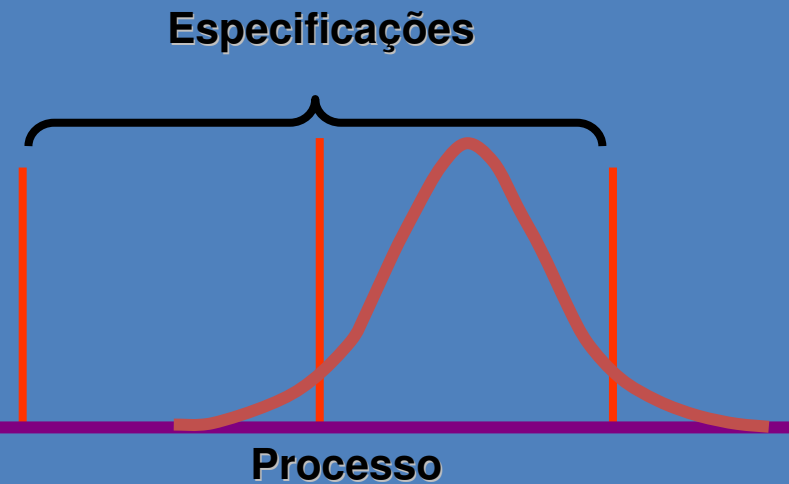
# Capacidade do Processo

(cont)

(c) As especificações são maiores do que a variabilidade natural; o processo é capaz de sempre estar conforme as especificações.



(d) As especificações são maiores do que a variação natural, mas o processo está fora da média; o processo é capaz mas algumas especificações podem não ser obedecidas.



# Medida da Capacidade do Processo

## Razão da Capacidade

$$C_p = \frac{\text{intervalo de Tolerancias}}{\text{intervalo do Processo}}$$
$$= \frac{\text{limite superior de especific.} - \text{limite inferior de especific.}}{6\sigma}$$

# Exemplo de Cálculo $C_p$

Especificação de peso líquido = 9.0 oz  $\pm$  0.5 oz

Média do processo = 8.80 oz

Desvio padrão do processo = 0.12 oz

$$C_p = \frac{\text{limite superior} - \text{limite inferior}}{6\sigma}$$
$$= \frac{9.5 - 8.5}{6(0.12)} = 1.39$$

# Medida da Capacidade do Processo

## *Indíce da Capacidade do Processo*

$$C_{pk} = \min \left[ \frac{\bar{x} - \text{limite inferior}}{3\sigma}, \frac{\text{limite superior} - x}{3\sigma} \right]$$

# Calculando $C_{pk}$

Peso Líquido = 9.0 oz  $\pm$  0.5 oz

Média do Processo = 8.80 oz

Desvio padrão do Processo = 0.12 oz

$$C_{pk} = \text{mínimo} \left[ \frac{\bar{x} - \text{limite inferior}}{3\sigma}, \frac{\text{limite superior} - \bar{x}}{3\sigma} \right]$$
$$= \text{mínimo} \left[ \frac{8.80 - 8.50}{3(0.12)}, \frac{9.50 - 8.80}{3(0.12)} \right] = 0.83$$

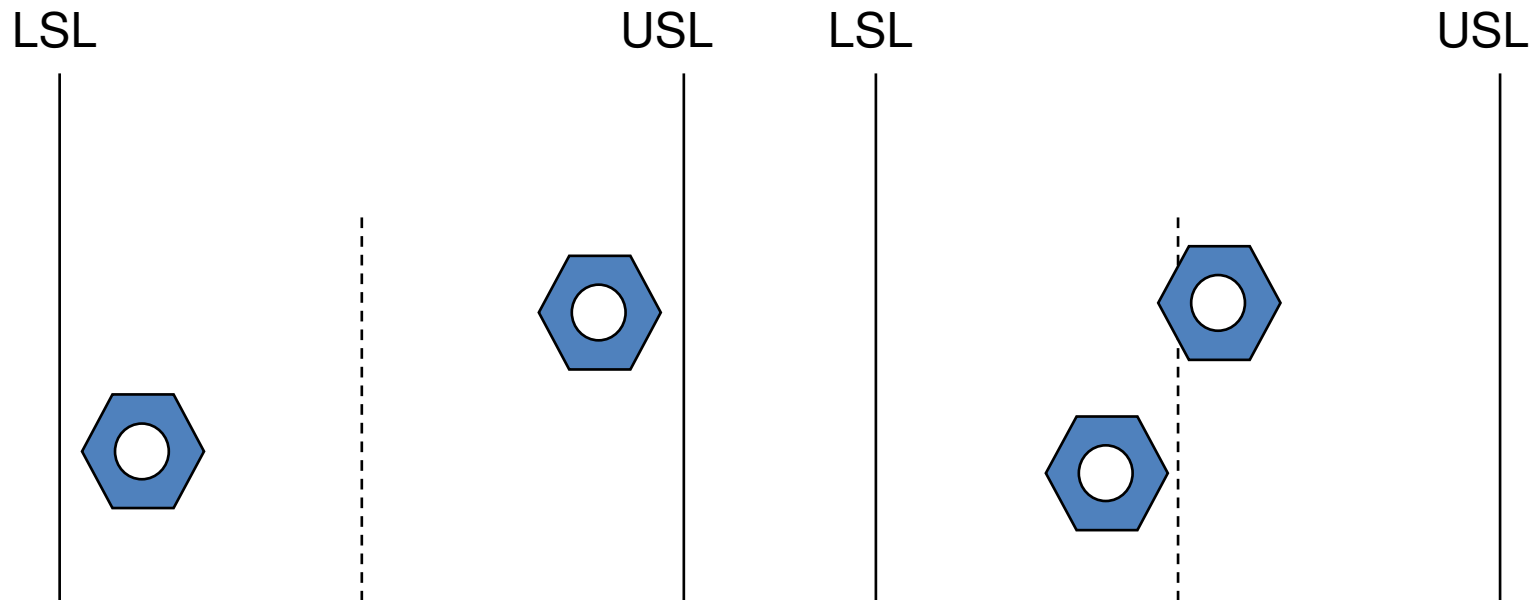
Apendice:

Determinação dos limites de controle para  $\bar{x}$ -bar e  $R$ -Charts

Tamanho da amostra $n$	FATOR PARA $\bar{x}$ -CHART $A_2$	FATORES PARA $R$ -CHART $D_3$ $D_4$	
2	1.88	0.00	3.27
3	1.02	0.00	2.57
4	0.73	0.00	2.28
5	0.58	0.00	2.11
6	0.48	0.00	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.44	0.18	1.82
10	0.11	0.22	1.78
11	0.99	0.26	1.74
12	0.77	0.28	1.72
13	0.55	0.31	1.69
14	0.44	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.11	0.36	1.64
17	0.00	0.38	1.62
18	0.99	0.39	1.61
19	0.99	0.40	1.61
20	0.88	0.41	1.59

# Variabilidade e Qualidade de Processos

# O que é Variação?



Ambos os processos estão dentro das especificações. Qual o melhor?

# Examinando a Variação

## Definição

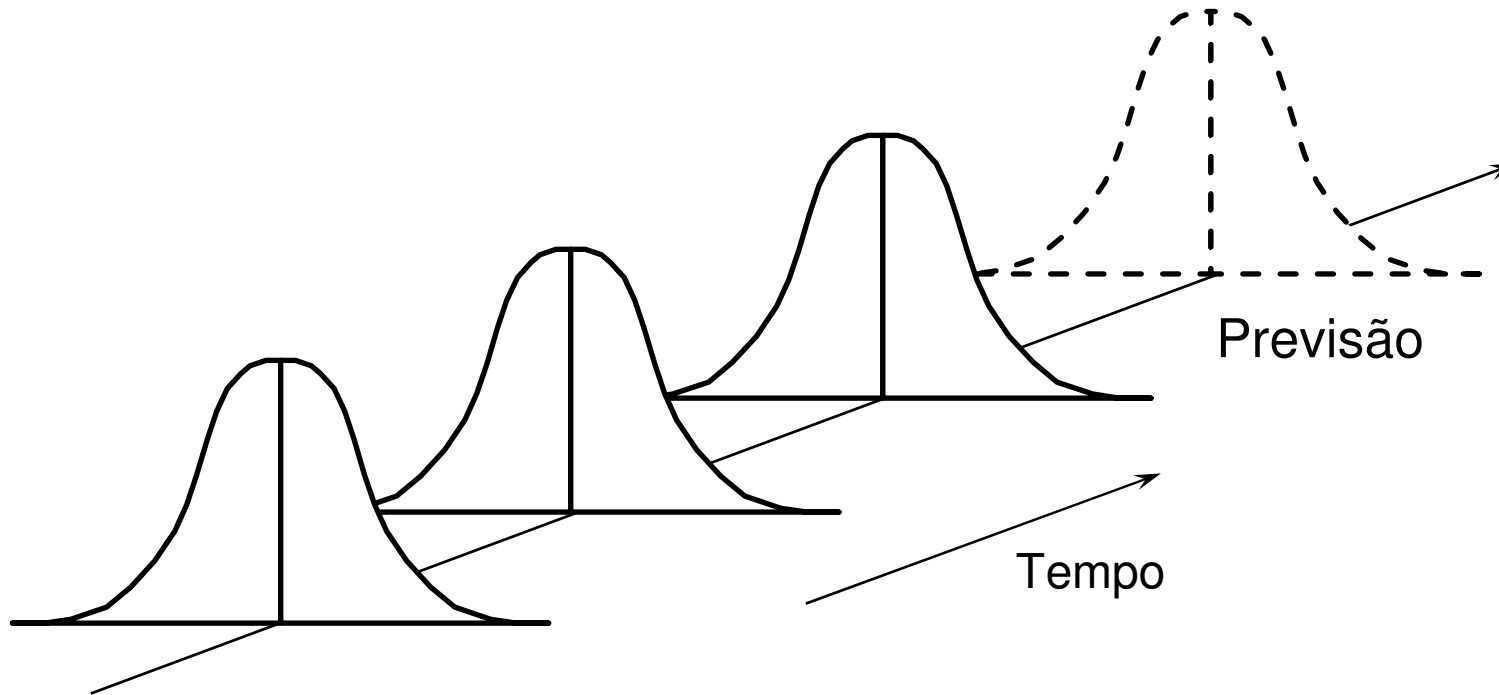
Um processo estável tem a distribuição normal durante todo o tempo.

Um processo estável é dito sob Controle

*Um processo estável ainda tem variação*

# Examinando Variação

## Processo Estável



Distribuição normal durante todo o tempo

# Examinando Variação

## Causas Comuns

A causa da variação em um processo estável é chamada de Causa Comum.

Uma causa comum é um causa natural de variação no sistema.

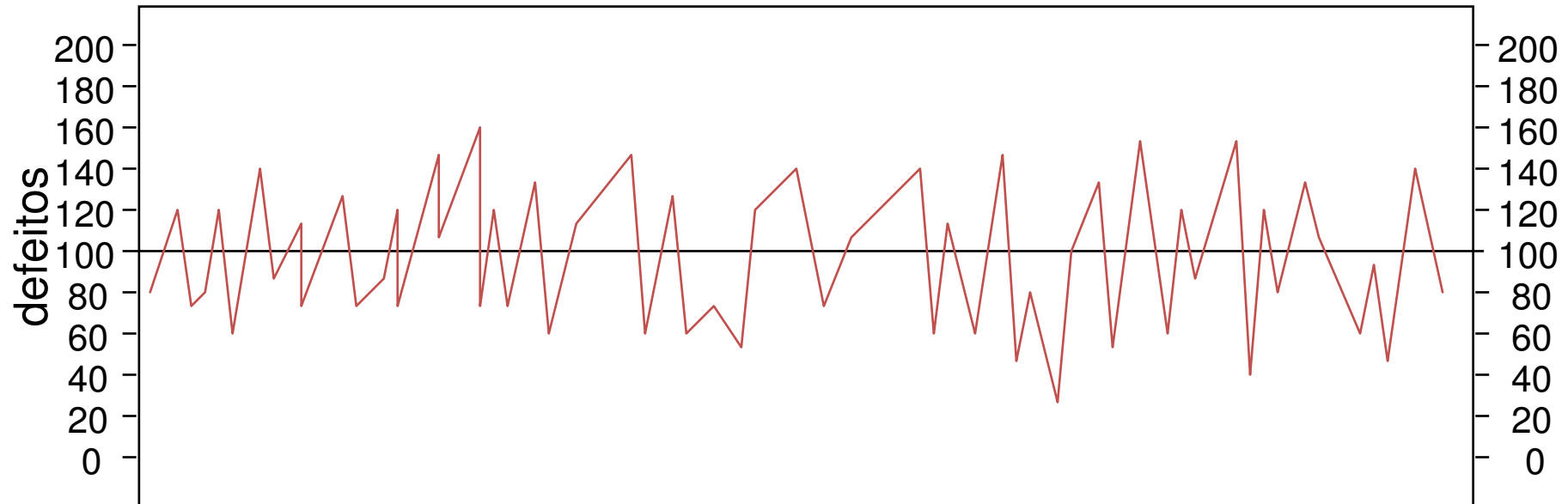
# Examinando Variação

## Causas Comuns

- 3 Erros na digitação
- 3 Variação humana nos processos de revisão
- 3 Pequenas variações nas codificações dos módulos

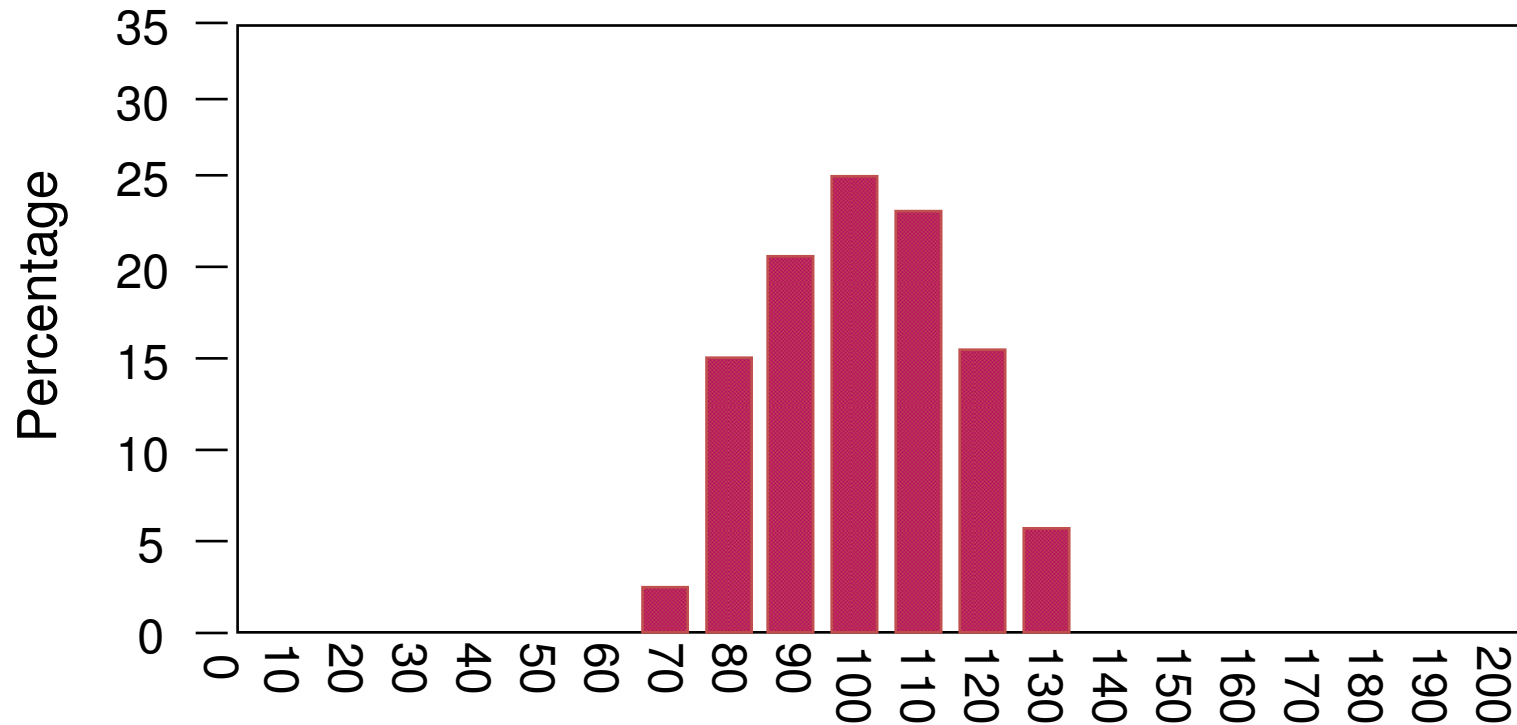
# Examinando variação

Ferramentas para examinar a estabilidade



**Gráfico de Tendência**: Um gráfico que mostra o comportamento do processo no tempo.

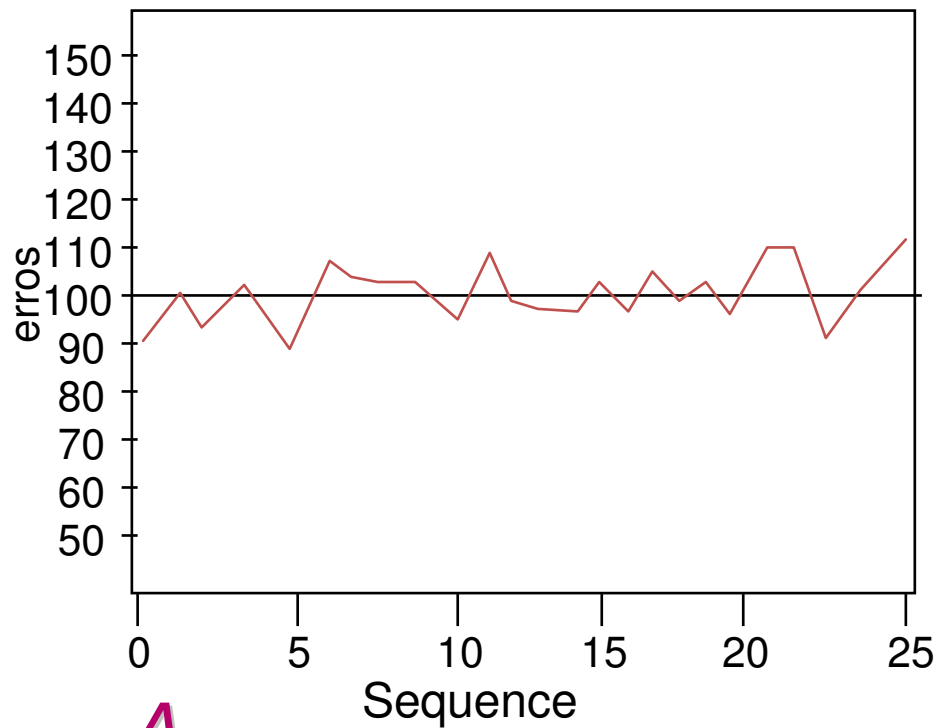
# Examinando Variação



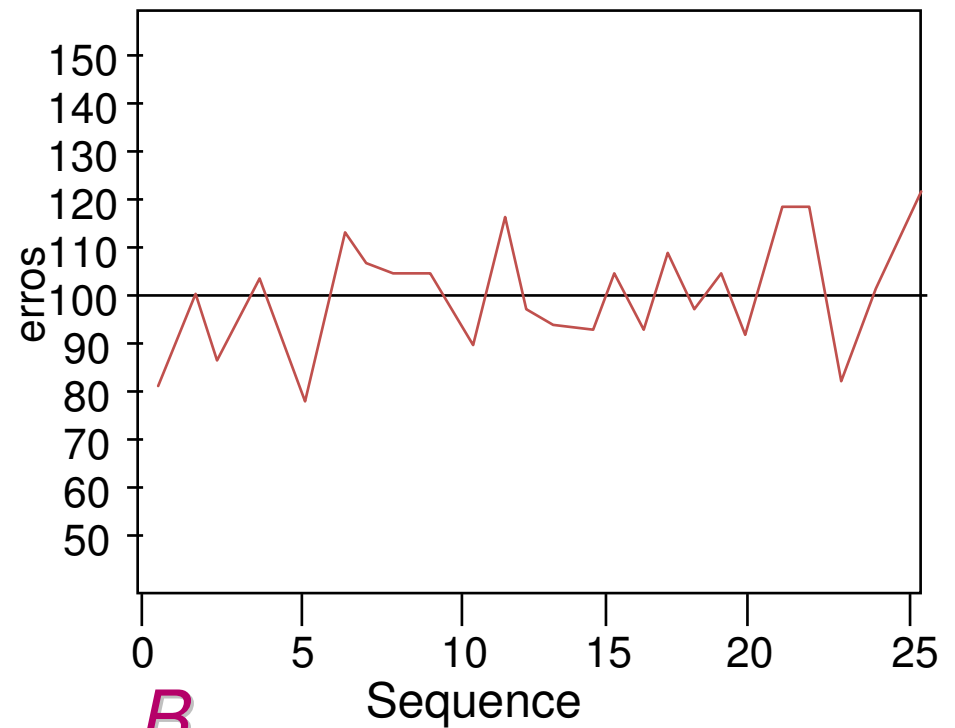
**Histograma**. Um gráfico de barras mostrando a distribuição do processo.

# Examinando Variação

## Comparando processos estáveis



**A**

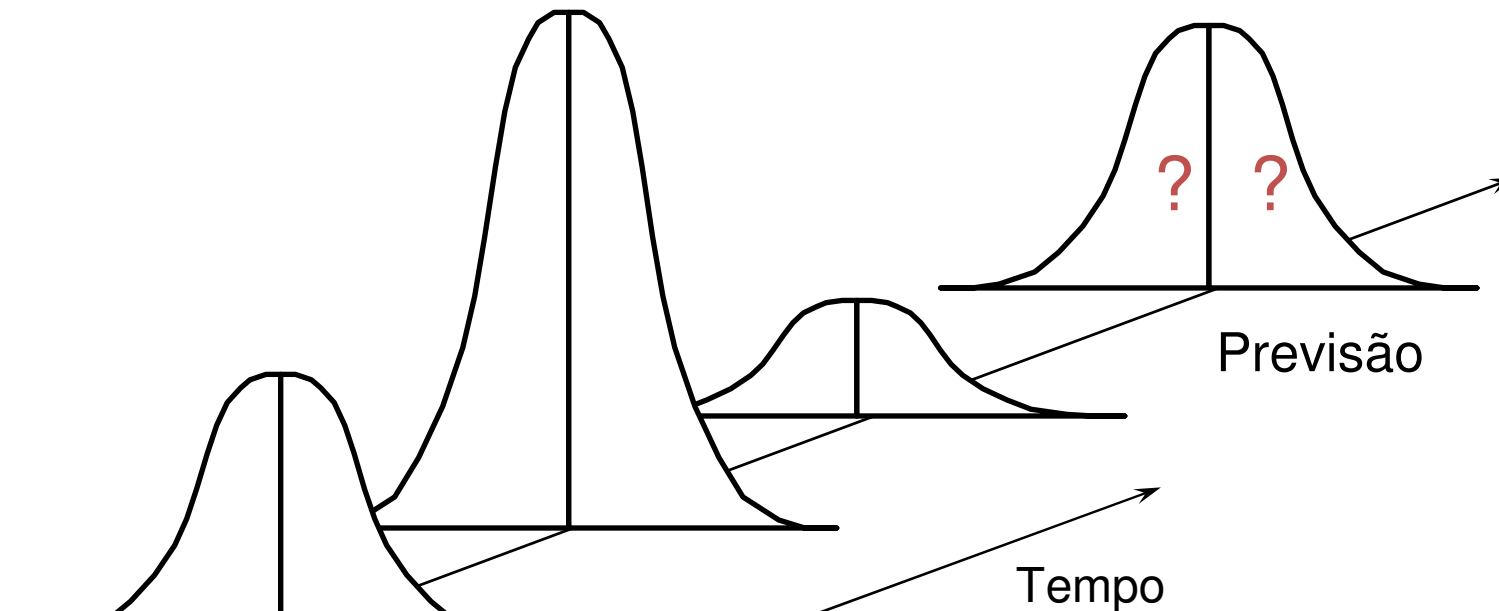


**B**

Qual processo tem melhor qualidade?

# Examinando Variação

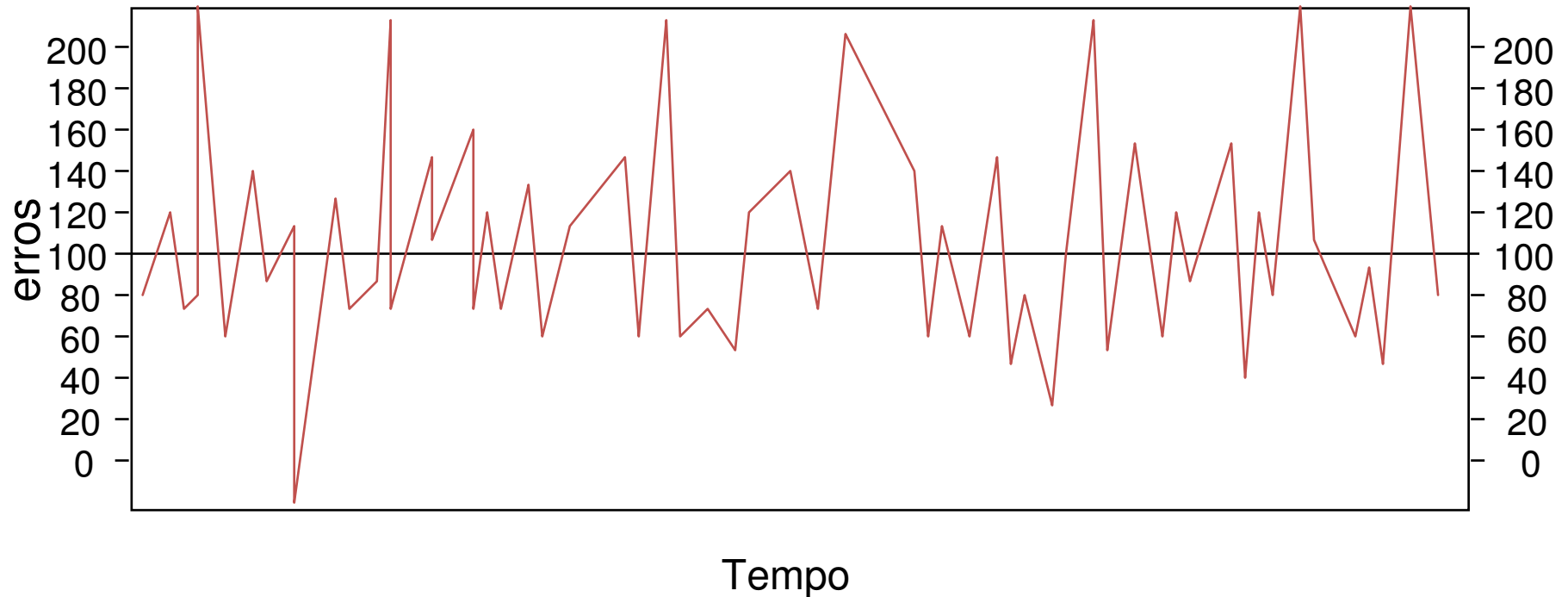
## Processo Instável



Qualquer processo que não seja estável é chamado de processo instável ou fora de controle.

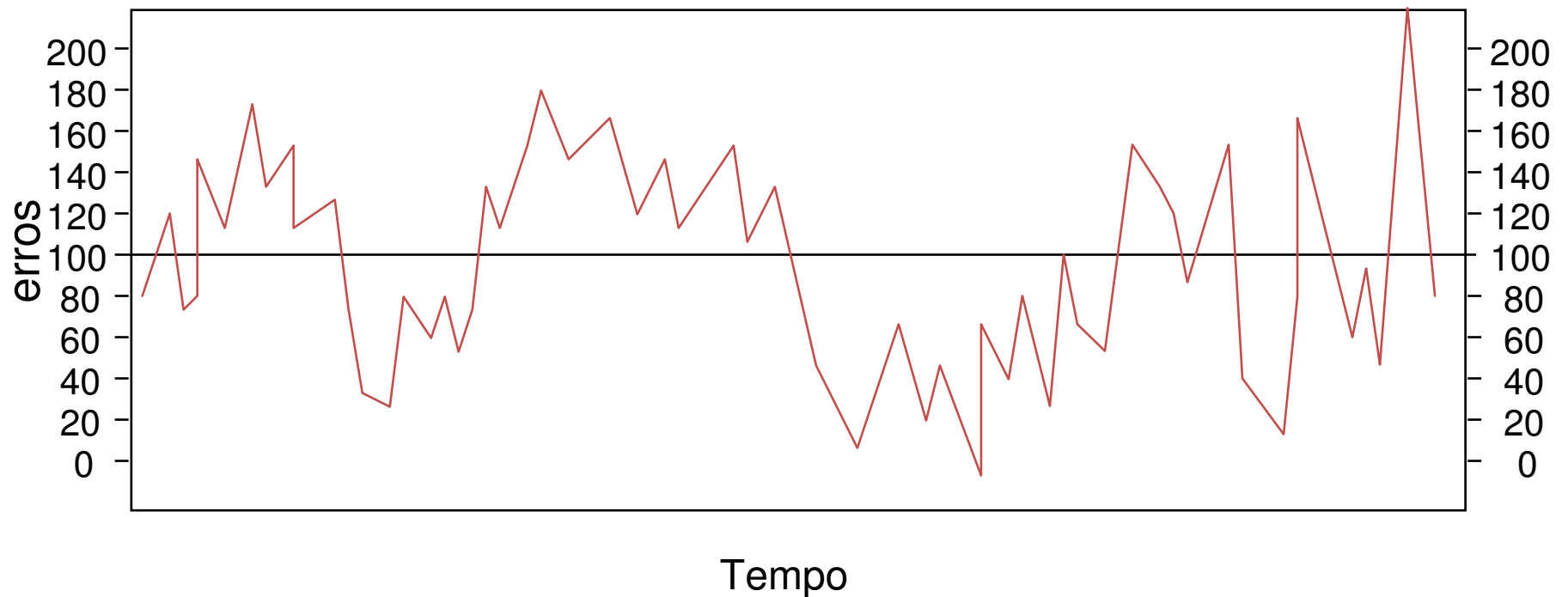
# Examinando Variação

## Tipos de Instabilidade: Excursões



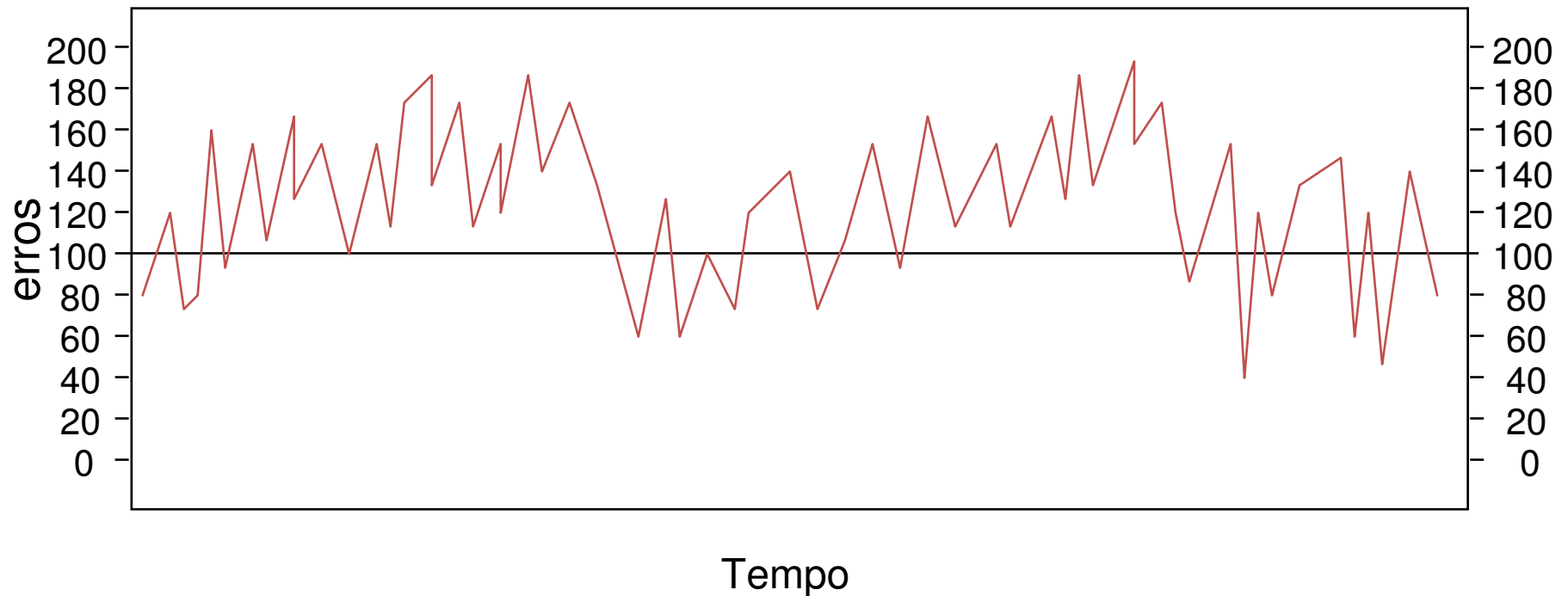
# Examinando Variação

## Tipos de Instabilidade: Saltos



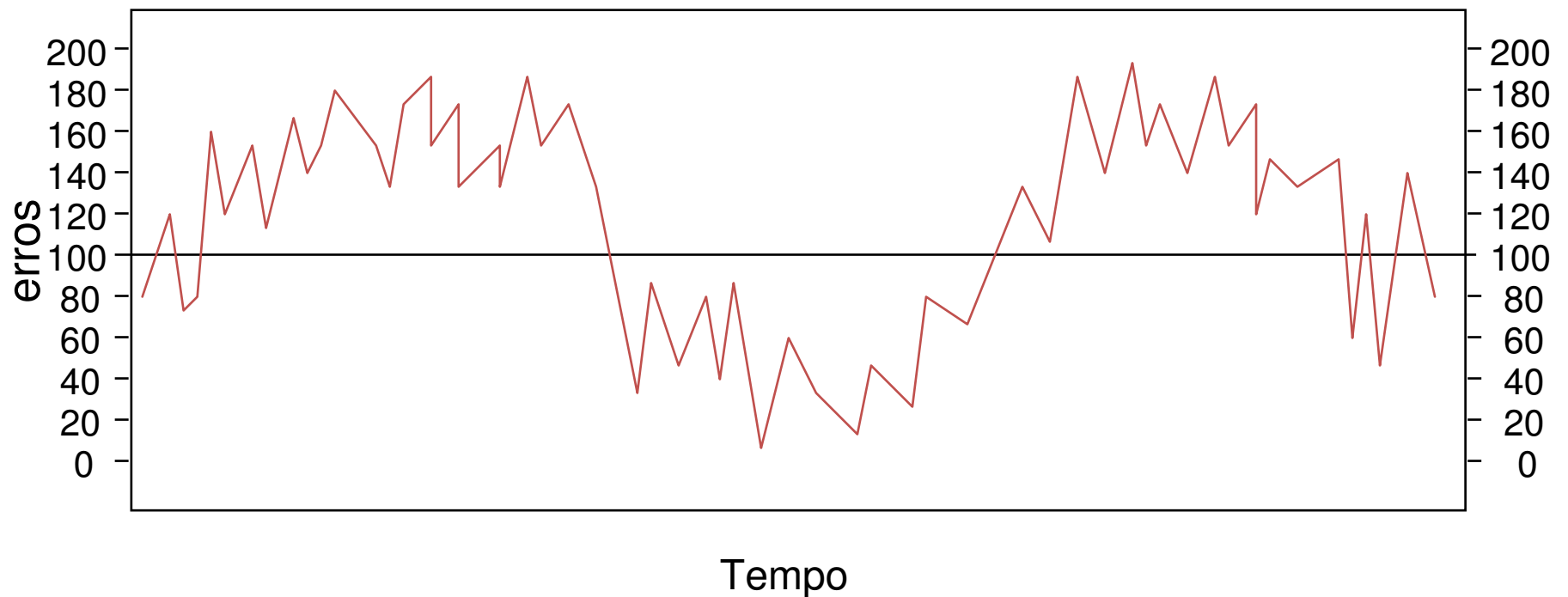
# Examinando Variação

## Tipos de Instabilidade:



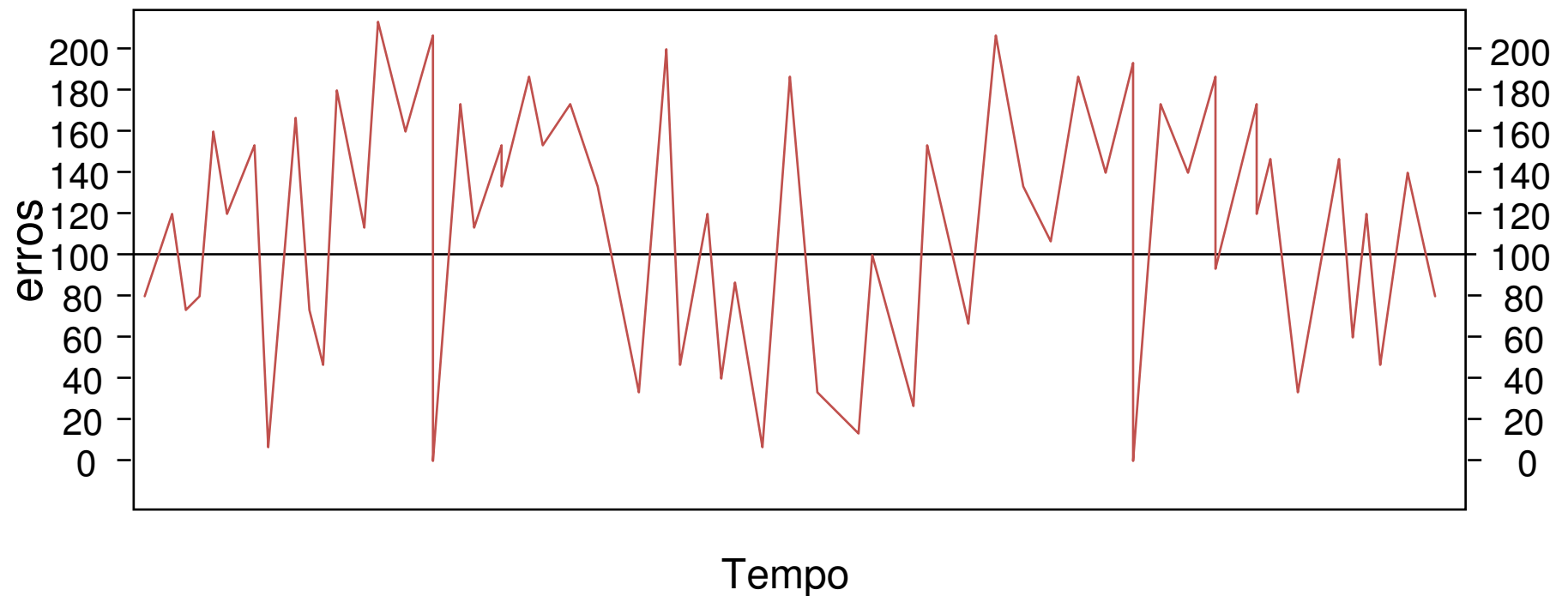
# Examinando Variação

## Tipos de Instabilidade: Ciclos



# Examinando Variação

## Tipos de Instabilidade: Caos



# Examinando Variação

## Causas especiais

Qualquer coisa que cause variação e que não é parte do processo estável é chamado de causa especial, causa identificável ou causa não natural.

# Reduzindo a Variação

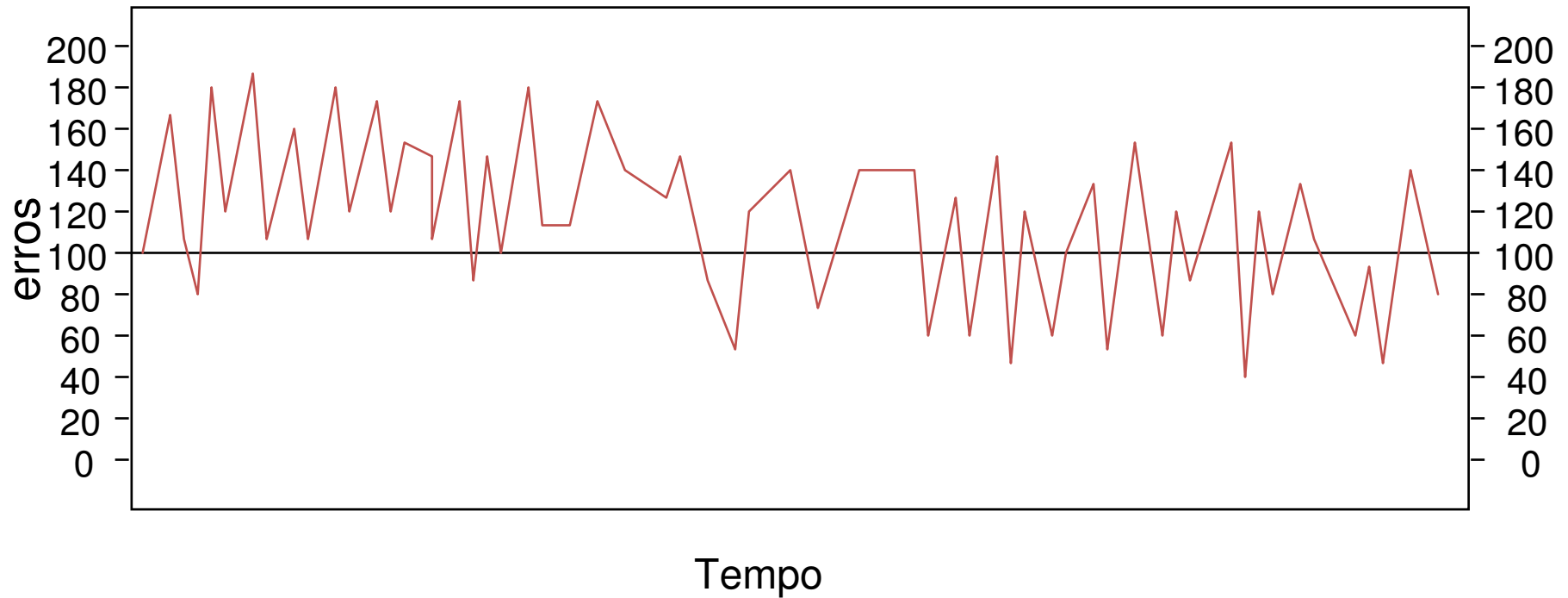
## Melhorando um Processo Estável

Dois estratégias para melhorar um processo estável

- 3 Centrando em um objetivo
- 3 Reduzindo a variação devido as causas comuns

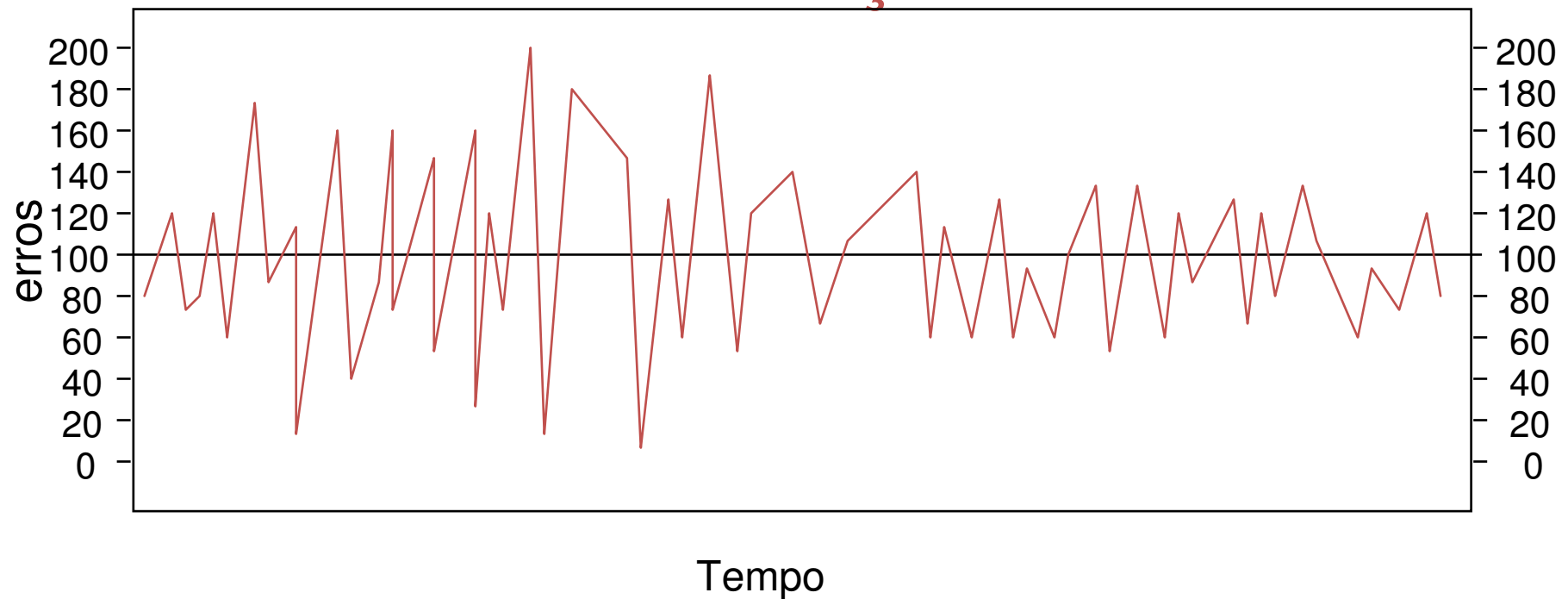
# Reduzindo a Variação

Centrando em um objetivo



# Reduzindo a Variação

Reduzindo as causas comuns de variação



# Reduzindo a Variação

## Reduzindo a variação em um Processo Estável

### *Faça Mudanças Permanentes*

Mudanças devem ser baseadas numa abordagem científica

- 3 Resolução estruturada de problemas
- 3 Experimentos planejados

# Reduzindo a Variação

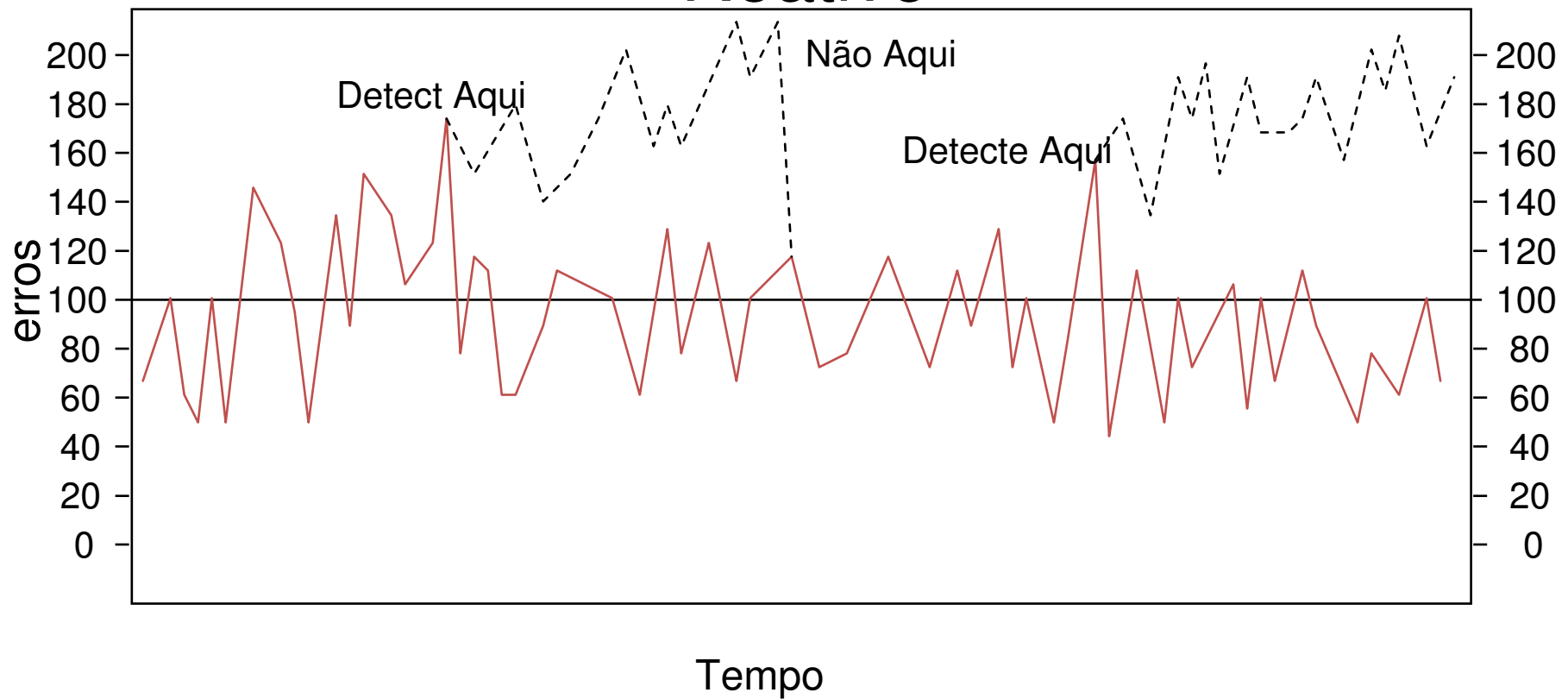
Reduzindo a variação em um processo instável

- 3 Não ignorar as causas especiais.**
- 3 Detectar rapidamente as causas especiais de variação.**
- 3 Parar a produção até que o processo esteja funcionando corretamente.**
- 3 Identificar e eliminar as causas especiais.**

# Reduzindo a Variação

Melhorando um processo Instável

Reativo

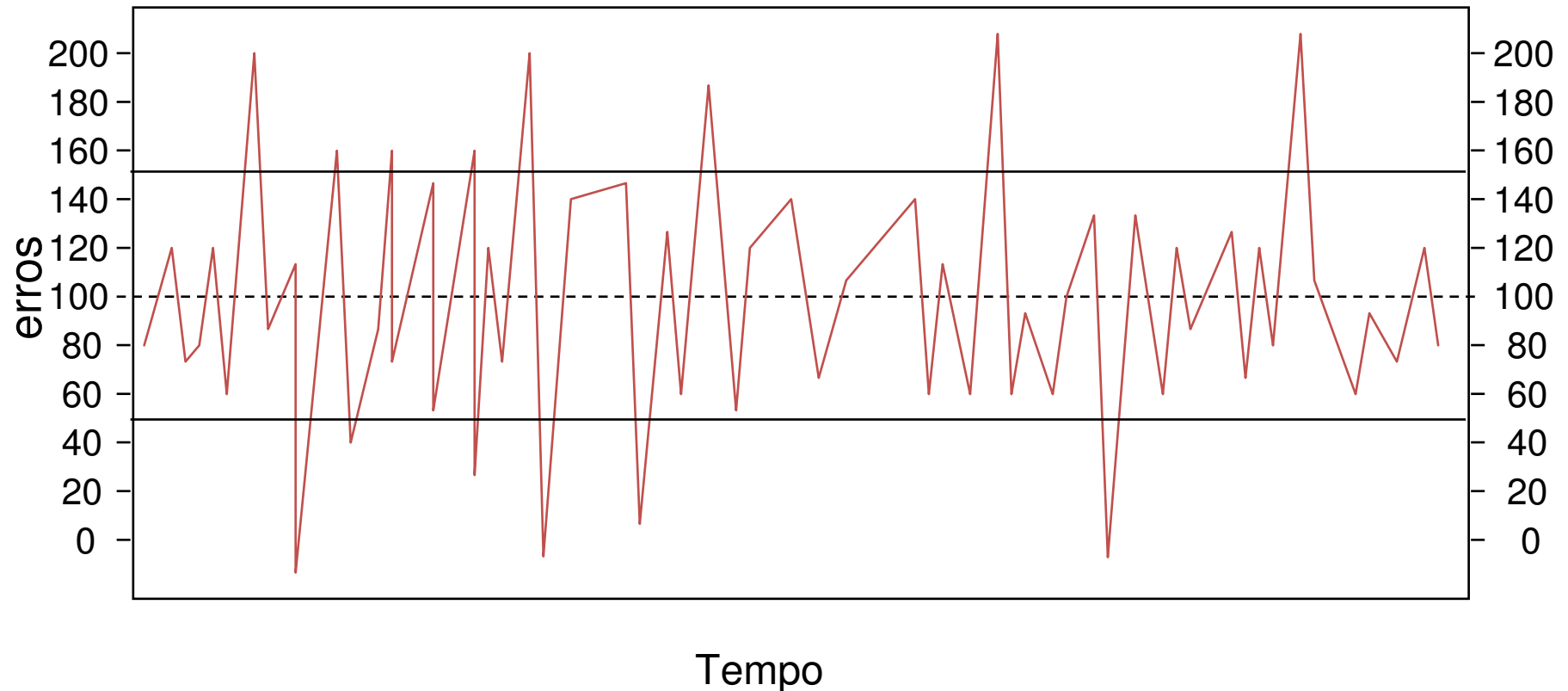


# Detectando Variação

Como podemos decidir se a variação é o resultado de uma causa comum ou uma causa especial?

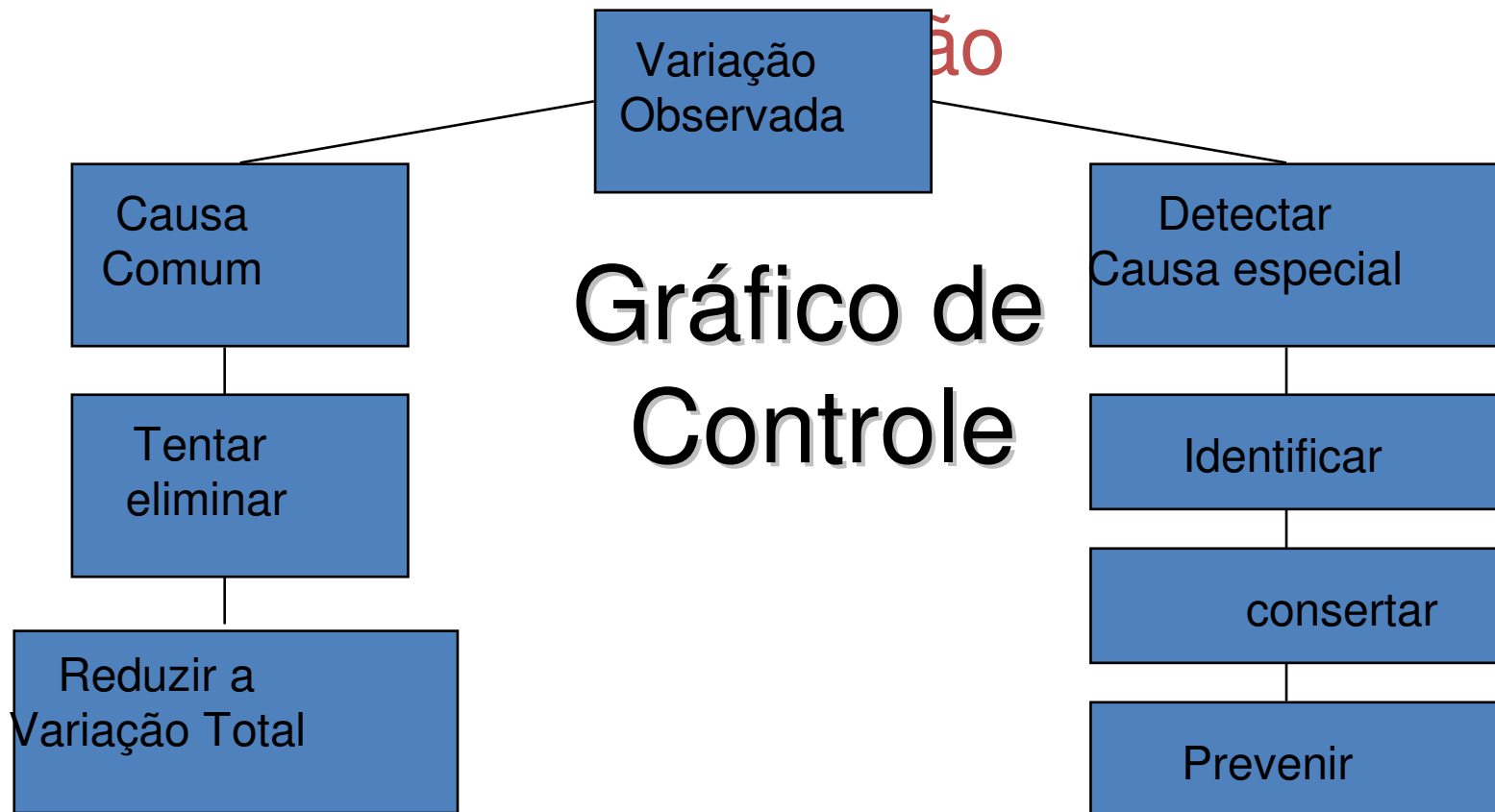
# Detectando Variação

## Ferramenta: Gráfico de Controle



# Detectando Variação

Gráfico de Controle para detectar a

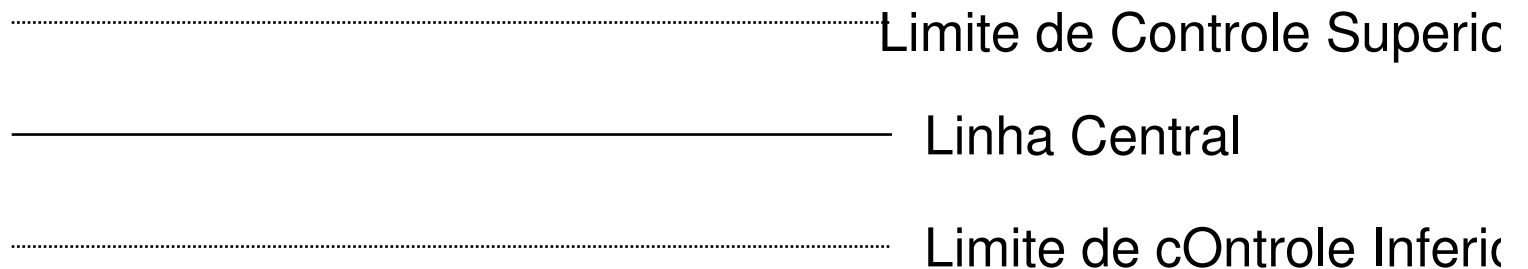


# Detectando Variação

## Gráfico de Controle para Detectar a variação

### Gráfico de Controle

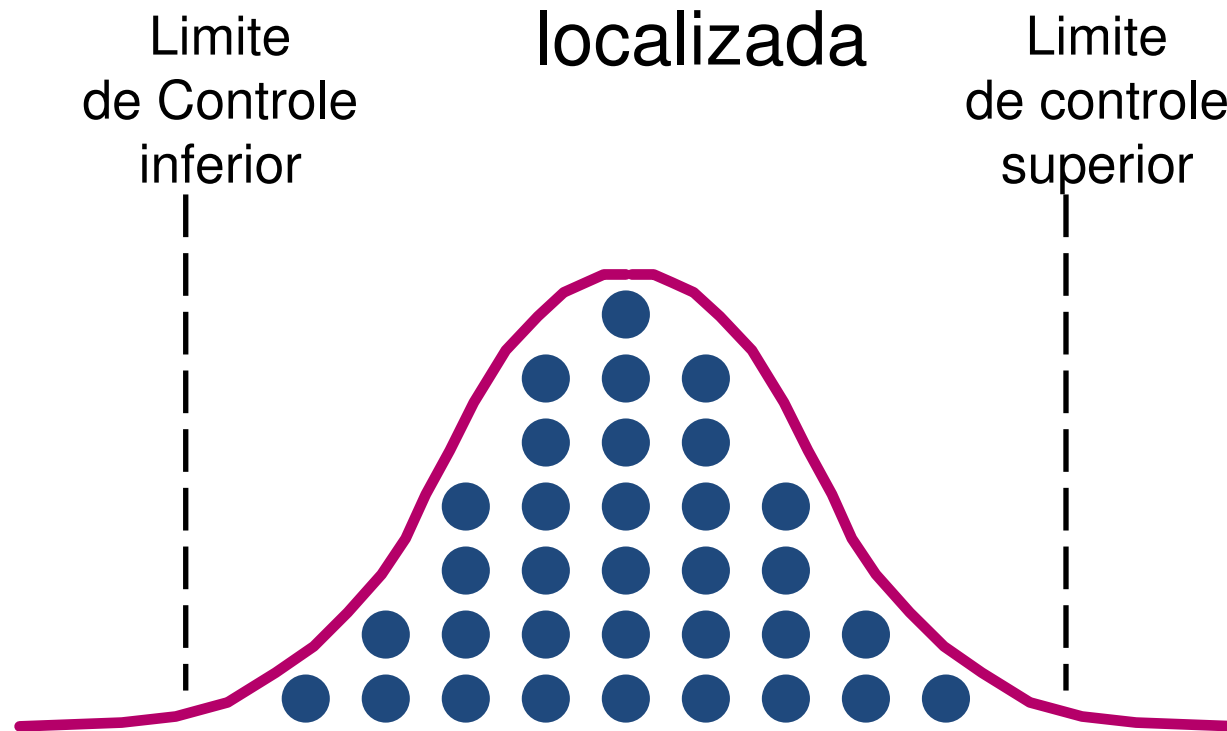
Gráfico de tendencia + Linha Central + Limites de Controle



# Detectando Variação

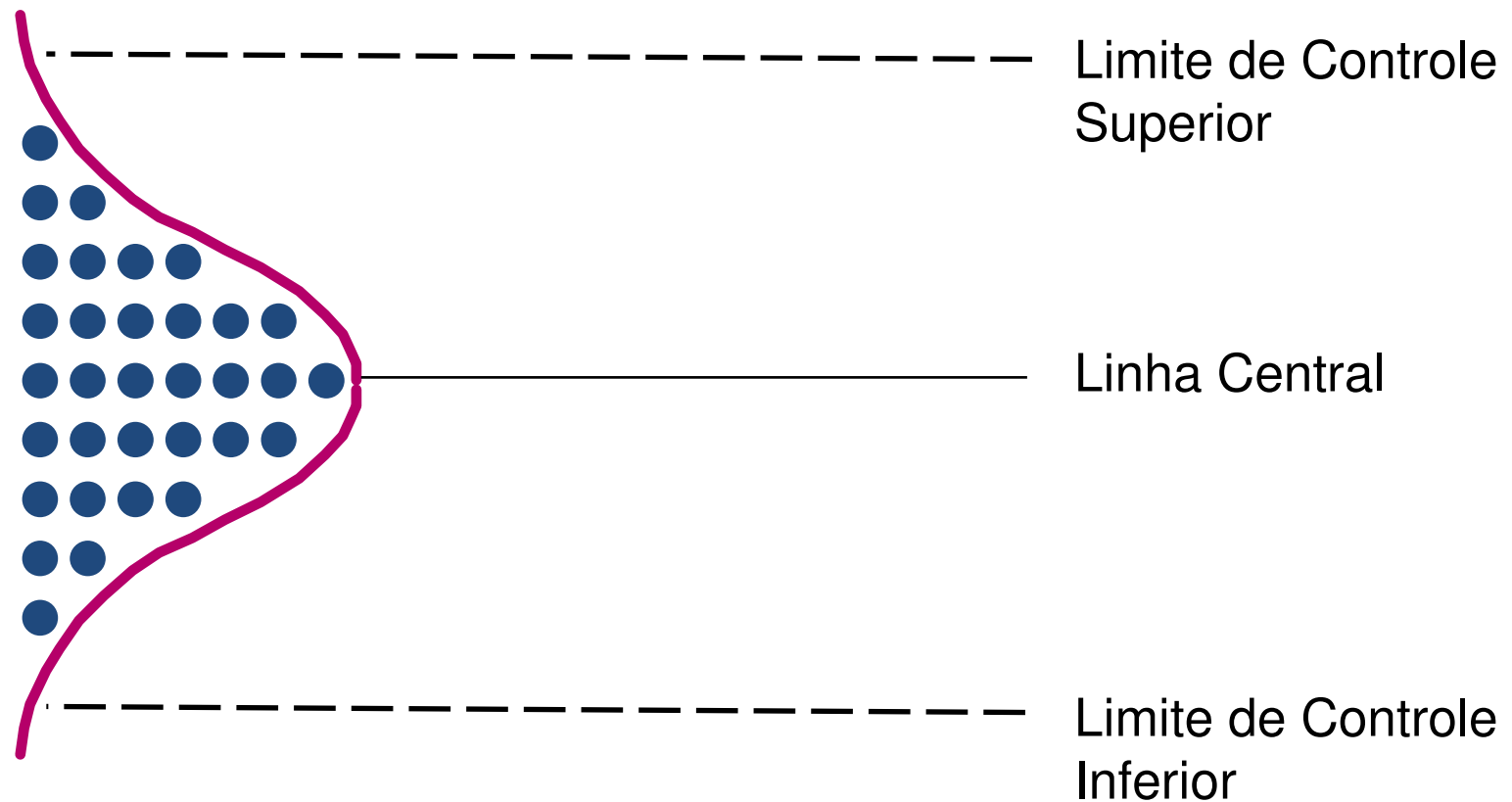
## Limits de Controle

Limites de Controle nos dizem onde uma medida em um processo estável deve estar



# Detectando Variação

## Criando um Gráfico de Controle



# Detectando Variação

## Criando um Gráfico de Controle

Qual é a Linha Central?

Média do Processo, baseada em dados  
históricos

*ou*

Objetivo do Processo

# Detectando Variação

## Criando Gráficos de Controle

### Selecionando a linha central

#### Medidas:

A linha central deve ser o objetivo do processo, a menos que sejamos incapazes de controlar o processo em direção a esse objetivo.

#### Defeitos:

Desde que o objetivo é defeitos zero, a linha central é a média do processo.

# Gráficos de Controle e seus usos para Interpretar o comportamento do Processo

**Gráfico de Controle:** Média ou x-bar charts

**Função:** Mostrar a média da performance dos atributos do processo sendo medido. A estrutura deste gráfico muda com a mudança do centro da distribuição. Mudanças no processo tendem a afetar a performance de uma mesma maneira. Pode ser afetado por causas identificáveis que aparecem em R-charts.

**Interpretação:** Exemplos de mudanças no sistema: grande aumento nos requisitos, repentino aumento ou diminuição de pessoal, decréscimo na produção, aumento no número de defeitos.

# Gráficos de Controle e seus usos para Interpretar o comportamento do Processo

- **Gráfico de Controle:** R chart.
- **Função:** Medir a variação ou spread da performance do processo. São sensíveis a variação intermitentes ou sistemáticas que afete somente uma parte do produto ou processo no tempo.
- **Interpretação:** Inconsistências de qualquer tipo na performance do processo. Exemplos: módulos maiores levam a maiores defeitos por unidade, engenheiros sem experiência que resultam em produtos inconsistentes, mudança na complexidade do software de uma unidade para outra o que leva a inconsistências nos esforços de design e inspeções.

# Gráficos de Controle e seus usos para Interpretar o comportamento do Processo

- **Gráfico de Controle:** Gráfico de atributos
- **Função:** Baseado em modelos teóricos para calcula os limites em torno da média do processo e portanto são mais limitados na sua capacidade de fornecer informação sobre o processo que mostra não estar sob controle.
- **Interpretação:** Semelhante ao gráfico da média. Reflete variações devido a causas do sistema. Exemplo: mudanças no material, pessoal, e sistemas de suporte incluindo ferramentas ou processos.

# Gráficos de Controle e seus usos para Interpretar o comportamento do Processo

- **Gráfico de Controle:** Gráficos Individuais.
- **Função:** Mostrar a média e a variação de medidas em um único ponto das variáveis d processo tomadas no tempo. Mostrar a relação entre a voz do processo e a voz dos clientes e são freqüentemente a base para calcular a capacidade do processo.
- **Interpretação:** Útil para dados periódicos tomados no tempo. Não tão sensíveis quanto os gráficos x-bar e R chart na detecção de causas identificáveis da variação do processo, mas é capaz de detectar certas estruturas e tendências mais rapidamente. Exemplos: tendências gerais, grandes flutuações, ciclos.

# 10 Passos para Implementação do SPC

1. Obtenha familiaridade com as técnicas estatísticas do SPC.
2. Obtenha uma ferramenta que execute cálculos do SPC e que gere gráficos de controle.
3. Identifique problemas críticos do processo.
4. Identifique atributos de performance do processo.
5. Selecione e defina métricas.
6. Coletar dados.
7. Organize os dados e assegure que os princípios que formam a base do SPC tenham sido satisfeitos.
8. Faça o gráfico dos dados.
9. Examine os gráficos para identificar instabilidade do processo, e causas identificáveis.
10. Execute análises adicionais conforme a situação.

# Conclusões

- SPC pode melhorar os processos?
- SPC pode ser eficiente no controle do processo?
- Compensa usar o SPC no meu processo?

# Bibliografia

- A. Bertolino, E. Marchetti, R. Mirandola, G. Lombardi, and E. Peciola, □ Experience of Applying Statistical Control Techniques to the Function Test Phase of a Large Telecommunications System, □ *IEE Proceedings □ Software*, V. 149, N. 4, August 2002, pp. 93-101
- D. Card, □ Statistical Process Control for Software? □ *IEEE Software*, V. 11, No. 3, May 1994, pp. 95-97
- R. H. Cobb and H. D. Mills, □ Engineering Software under Statistical Quality Control □, *IEEE Software*, V. 7, No. 6, November 1990, pp. 44-54
- S. R. Dalal, J. R. Horgan, J. R. Kettenring, □ Reliable Software and Communication: Software Quality, Reliability, and Safety □, *Proceedings of the 15th International Conference on Software Engineering*, 17-21 May 1993
- A. De Lucia, A. Pannella, E. Pompella, S. Stefanucci, □ Empirical Analysis of Massive Maintenance Processes, □ *Proceedings of the Sixth European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR □ 02)*, 2002
- W. S. Demmy, □ Statistical Process Control in Software Quality Assurance □, *Proceedings of the IEEE National Aerospace and Electronics Conference (NAECON 1989)*, 22-26 May 1989, pp. 1585-1590
- W. A. Florac and A. D. Carleton, *Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement*. Addison-Wesley, 1999
- W. Florac, A. D. Carleton, and J. R. Barnard, □ Statistical Process Control: Analyzing a Space Shuttle Onboard Software Process □, *IEEE Software*, V. 17, no. 4, July/August 2000, pp. 97-106

# Bibliografia

- J. S. Gardiner and D. C. Montgomery, □Using Statistical Control Charts for Software Quality Control,□ *Quality and Reliability Engineering International*, V. 3, 1987, pp. 40-43
- W. Hayes, □Using a Personal Software Process to Improve Performance,□ *Proceedings of the Fifth International Software Metrics Symposium*, 20-21 November 1998
- A. L. Jacob and S. K. Pillai, □Statistical Process Control to Improve Coding and Code Review,□ *IEEE Software*, V. 20, No. 3, May/June 2003, pp. 50-55
- P. Jalote and A. Saxena, □Optimum Control Limits for Employing Statistical Process Control in Software Process□, *IEEE Transactions on Software Engineering*, V. 28, N. 12, December 2002, pp. 1126-1134
- Panel on Statistical Methods in Software Engineering of the National Research Council, *Statistical Software Engineering*, National Academy Press, 1996
- M. C. Paulk et. al., *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*, Addison-Wesley, 1995.
- S. J. Prowell, C. J. Trammell, R. C. Linger, and J. H. Poore, *Cleanroom Software Engineering: Technology and Process*. Addison-Wesley, 1999
- R. Radice, □Statistical Process Control in Level 4 and 5 Organizations Worldwide□, *Proceedings of the 12th Annual Software Technology Conference*, 2000. (<http://www.stt.com/>)

**FIM**