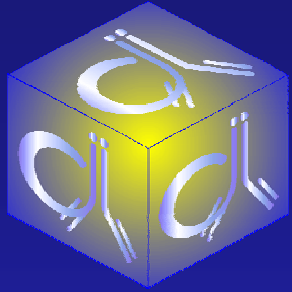


# **AS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

**SILVANO WENDEL**

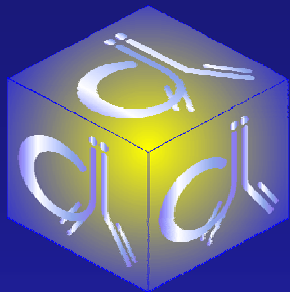
**BANCO DE SANGUE - HOSPITAL SÍRIO LIBANÊS**



# CONTROLE DE QUALIDADE TOTAL

## *CQT - OS COMPONENTES DE QUALIDADE TOTAL ENGLOBALAM*

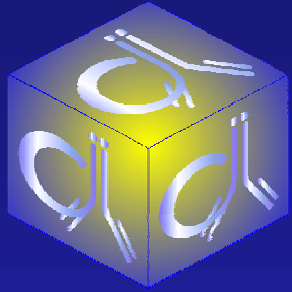
- *Qualidade*
- *Custo*
- *Entrega*
- *Moral*
- *Segurança*



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *HISTÓRICO*

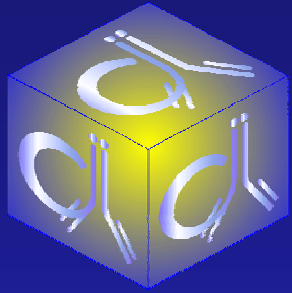
- 1924 - Walter A. Shewhart (Bell Telephone Labs) e o gráfico de controle em substituição à inspeção
- II Guerra - American War Standards Z1.1 - Z1.3
- 1935 - Pearson e British Standards BS600
- anos 50 - Juran e o princípio de Pareto
- 1953 - Ishikawa e seu diagrama de espinha de peixe



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *OBJETIVOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DA PRODUÇÃO (CEP)*

- **Inspeccionar** → **Aceitar ou rejeitar um componente**
- **Monitorar** → **Acompanhar o desempenho do processo**
- **Controlar** → **Diminuir perdas e retrabalho**



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

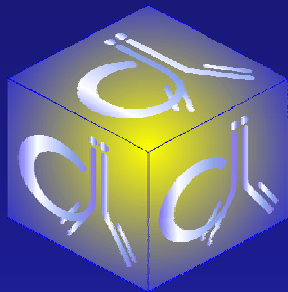
## *ESTATÍSTICA*

É a ciência que trata da coleta, do processamento e da disposição de dados.

Um processo sempre apresenta variabilidade, sendo o resultado de alterações nas condições sob as quais as observações são formadas, podendo refletir diferenças entre as matérias-primas, condições de equipamentos, métodos de trabalho, condições ambientais, e os funcionários envolvidos no processo a ser avaliado.

Outra causa da variabilidade é o sistema de medição empregado (mesma medida com dois valores diferentes!)

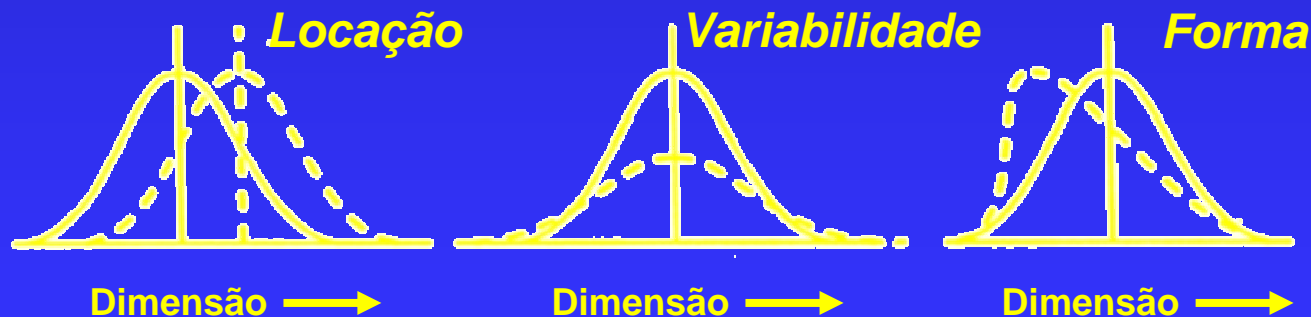
O defeito (ou não conformidade) ocorre devido à variabilidade! Logo, a diminuição da variabilidade de um processo implica, necessariamente, na diminuição de produtos defeituosos ou não uniformes!



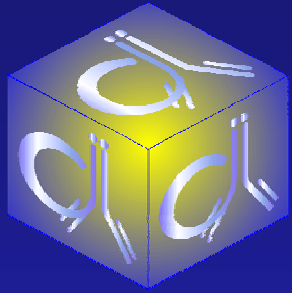
# Causas Comuns e Especiais de Variação



As distribuições podem diferir em:

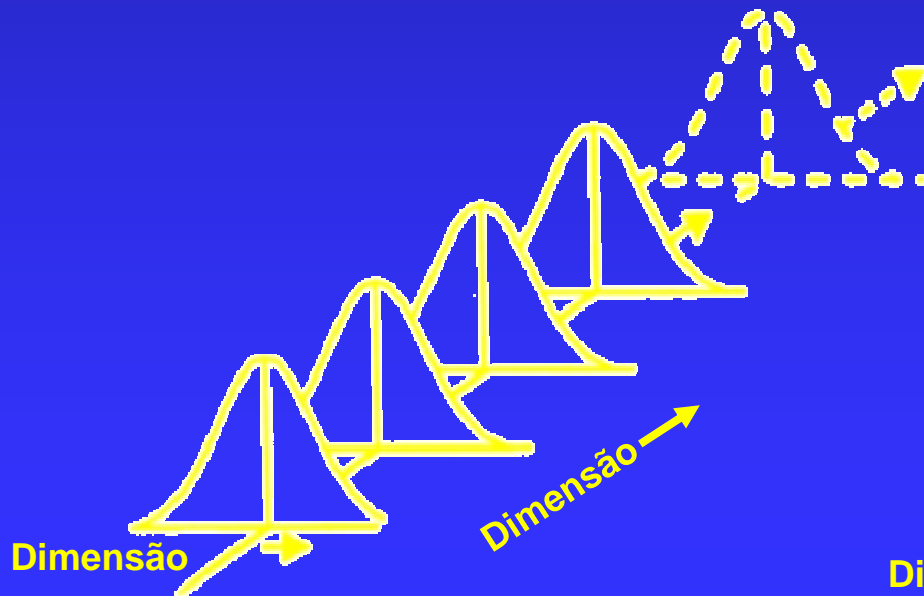


... ou em qualquer combinação dos três.

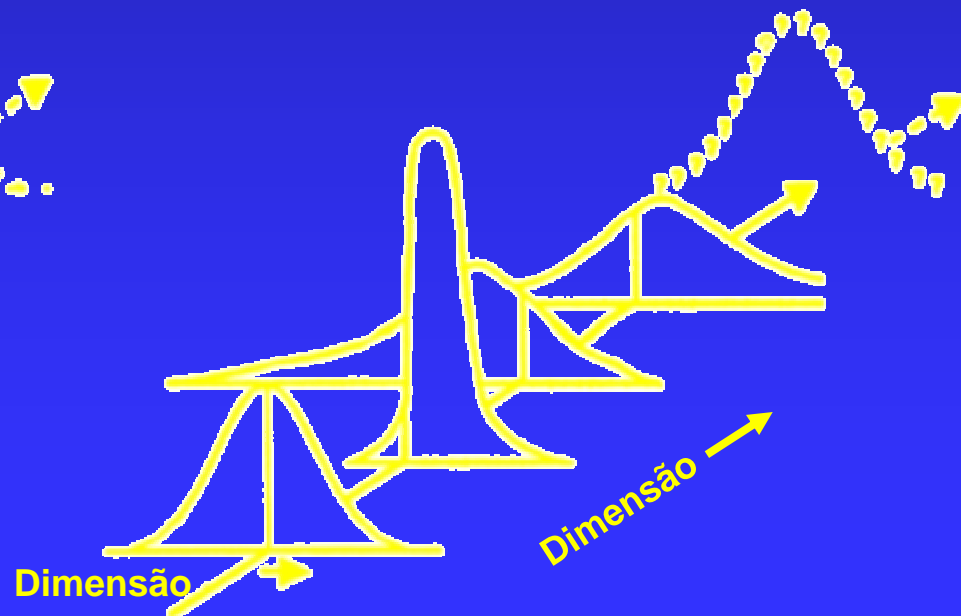


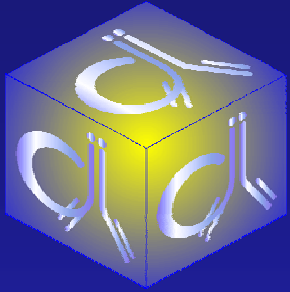
# Causas Comuns e Especiais de Variação

Se somente causas comuns de variação estão presentes, o produto do processo segue uma distribuição estável ao longo do tempo, sendo portanto previsível.



Se causas especiais de variação estão presentes, o produto do processo não segue uma distribuição estável ao longo do tempo, não sendo previsível.



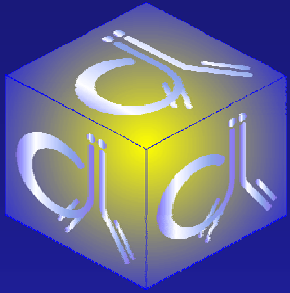


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

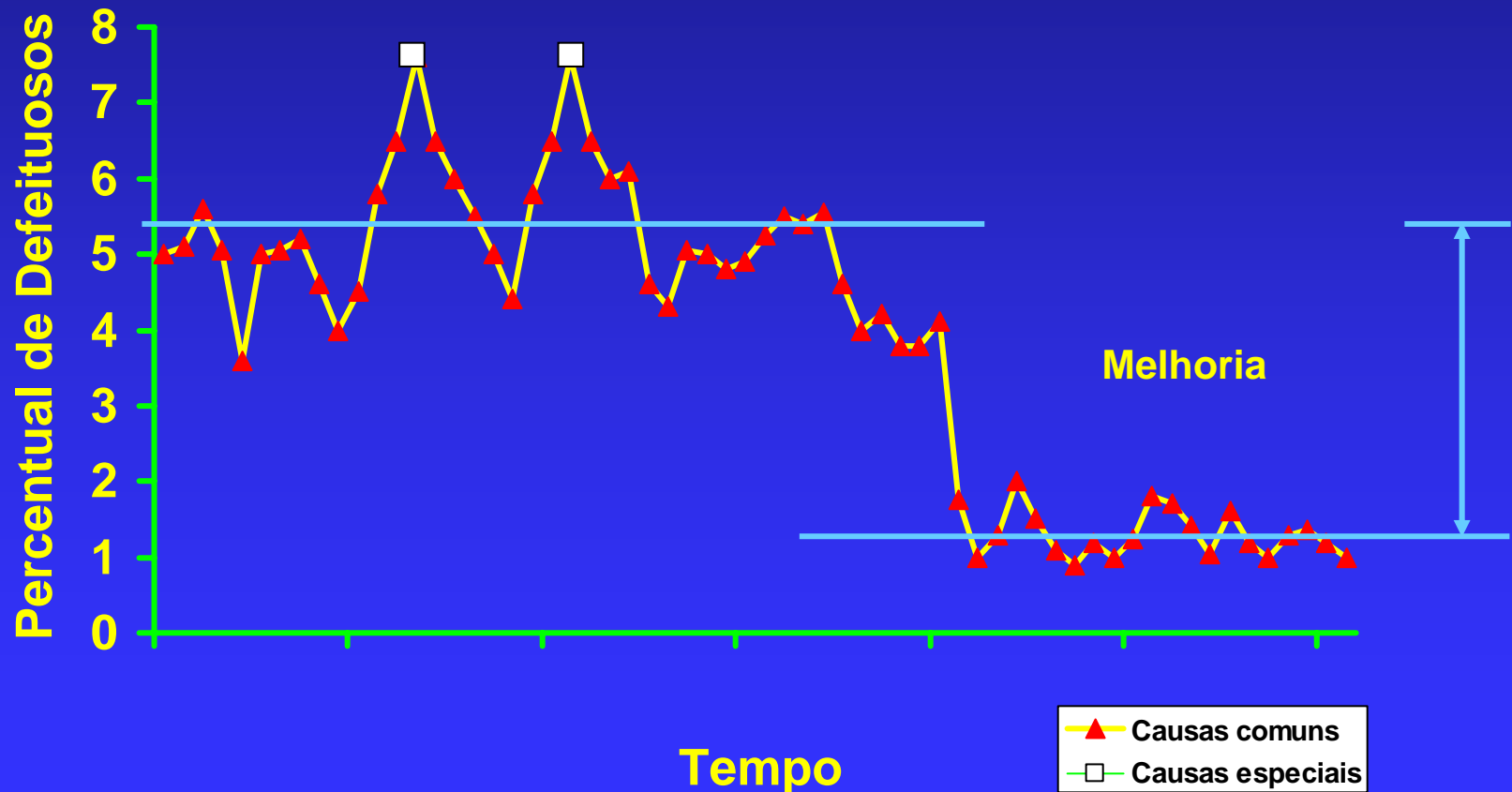
Existem dois tipos de causas para a variabilidade

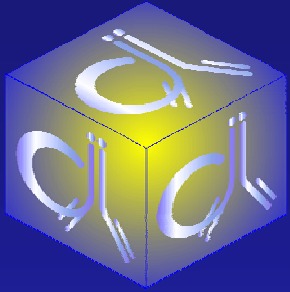
- Causas comuns ou aleatórias - é a variabilidade natural do processo, sendo inerente ao mesmo, presente mesmo que o processo esteja sendo executado de acordo com os padrões. Se tudo estiver em ordem, então diz-se que o processo está sob controle estatístico, com um comportamento estável e previsível.
- Causas especiais ou assinaláveis - Surgem esporadicamente, devido a uma situação particular, fazendo com que o processo se comporte de maneira diferente, ou se o processo estiver sob a atuação destas causas, ele estará fora do controle estatístico, logo, apresentando uma variabilidade bem maior. Devem ser identificados e eliminados para que o processo volte a ficar sob controle!





# Causas Comuns e Causas Especiais de Variação





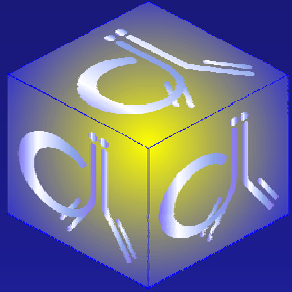
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## **COLETA DE DADOS**

Defina bem o que colher. Não colete dados sem relevância. Tente os objetivos bem definidos.

### Objetivo da coleta de dados

- **Desenvolvimento de novos produtos**
  - *Pesquisa de Mercado*
- **Inspeção**
  - *Aprovação ou rejeição de um produto final (conforme ou não conforme) ou de produtos vindos de fornecedores (matéria-prima ou insumos!)*
- **Controle e acompanhamento do processo produtivo**
  - *Avaliação se o processo está sob controle estatístico*
  - *Quantificação da variabilidade associada ao processo*
  - *Determinar se o processo é capaz ou não de atender às especificações*
- **Melhoria dos Processos Produtivos**
  - *Quando os valores obtidos não satisfazem as metas estabelecidas*
  - *Decisão de melhorar a diretriz atual do processo.*



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

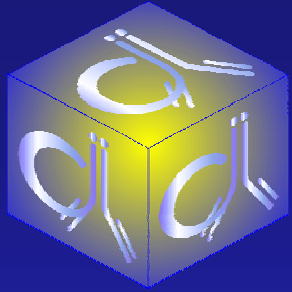
## *FOLHA DE VERIFICAÇÃO*

A ferramenta de qualidade utilizada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados, contribuindo para otimizar a análise posterior dos dados obtidos.

Deve ser, de preferência, um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados.

Os tipos mais comuns de folhas de verificação são:

- Distribuição de um item de controle no processo produtivo
- Classificação
- Localização de defeitos
- Identificação de causas de defeitos



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *FOLHA DE VERIFICAÇÃO - UTILIZAÇÕES*

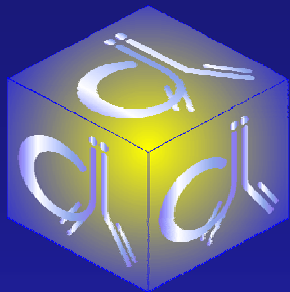
### **a) Levantar a proporção de itens não-conformes**

- **Número de itens inspecionado (n)**
- **Número de itens não-conformes (d)**
- **Proporção de itens não conformes (p)**

### **b) Inspeção de tributos ou atividades**

- **Problemas de qualidade (defeitos, reclamações, necessidade de reparos)**
- **Problemas de segurança (acidentes de trabalho, quebra equipamento)**

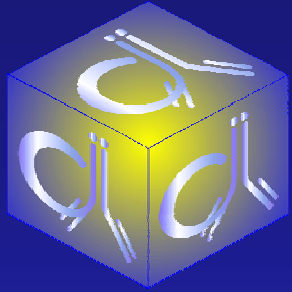




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## Inspeção de tributos ou atividades

|                  |          |                     |       |  |       |
|------------------|----------|---------------------|-------|--|-------|
| Bolsa            |          | Operação (processo) |       |  |       |
| Funcionário      | Lote     | Data                | Seção |  |       |
| Tipo de problema | Contagem |                     |       |  | Total |
| Rótulo           |          |                     |       |  |       |
| Volume           |          |                     |       |  |       |
| Agulha           |          |                     |       |  |       |
| Turbidez         |          |                     |       |  |       |
| Cor              |          |                     |       |  |       |
| Outro            |          |                     |       |  |       |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

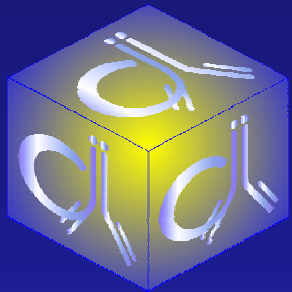
## ***FOLHA DE VERIFICAÇÃO - UTILIZAÇÕES*** ***(continuação)***

**c) Localização de defeitos (falhas) no produto final.**

As falhas devem apresentar um croqui do produto final para melhor localização do problema, apenas marcando-se onde está o problema.

**d) Para levantar as causas dos defeitos.**

Inicialmente, organize uma lista das prováveis causas de defeitos dos equipamentos, além de incluir o operador, o dia da semana, permitindo uma estratificação do problema, ajudando a explicar o problema, se este existir.

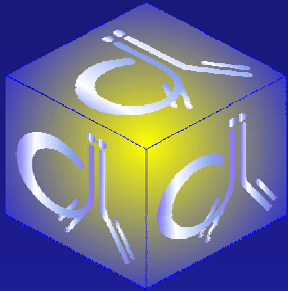


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## Folha de Verificação de Defeitos em Bolsas

|          |        |       |    |
|----------|--------|-------|----|
| Segmento |        |       |    |
|          |        | Cima  |    |
| LE       | Frente | Atrás | LD |
|          |        | Baixo |    |





# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA CAUSA DE DEFEITO

Produto: \_\_\_\_\_

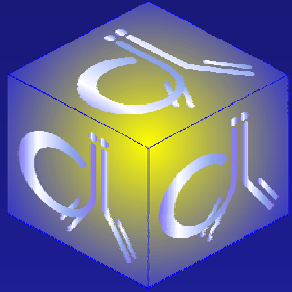
Total Inspeccionado: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

| Agitador | Funcionário | Segunda Feira |      | Terça Feira |       | Quarta Feira |       | Quinta Feira |           | Sexta Feira |           |
|----------|-------------|---------------|------|-------------|-------|--------------|-------|--------------|-----------|-------------|-----------|
|          |             | M             | T    | M           | T     | M            | T     | M            | T         | M           | T         |
| 1        | A           | oo            |      | oo          | ooo   | o            | oo    | ooo          | o         | oo          | o         |
|          |             | * * *         | *    | * * *       | * *   | *            | *     | * * *        | *         | *           | *         |
|          |             | xxxx          | xxxx | xxx         | xxxxx | xxxxx        | xxx   | xxx          | xxxxxxxxx | xxxxxxx     | xxxxxxxxx |
|          | □ □         | □             | □ □  | □ □ □       | □ □   | □ □          | □     | □ □ □        | □ □       | □           |           |
|          |             | ●             |      |             | ●     |              |       |              |           | ●           |           |
|          |             | o             | o    | o           | o     | oo           | o     | o            | o         | o           | o         |
| 2        | C           | *             | *    | *           | * *   | *            | *     | *            | *         | * *         |           |
|          |             | xx            | xxx  | xxxxx       | xx    | xxx          | xxxxx | xxxxx        | xxxxx     | xxxxx       | xxxxx     |
|          |             |               | □ □  | □           | □     | □            |       |              | □         | □           | □         |
|          |             |               | o    | o           | oo    |              |       | ●            |           |             |           |
|          |             | oo            |      | o           | o     |              | o     |              | oo        | o           | o         |
|          |             | *             | * *  | *           | *     | * *          |       | * *          |           | * *         | *         |
|          | xxx         | x             | xxx  | xx          | xxxxx | xxxxx        | xxx   | xxxxx        | xxxxx     | xxxxx       |           |
|          | □           | □             | □ □  |             | □     | □            | □ □   |              |           | □           |           |
|          | ●           |               |      |             |       |              |       | ●            |           |             |           |

- o Volume > 100 ml
- \* Volume < 50 ml
- x N° de leucócitos >
- N° de Hemácias >
- Segmento com Selagem Inapropriada



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

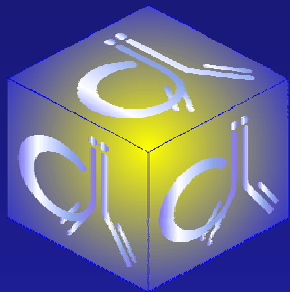
## *FOLHA DE VERIFICAÇÃO - UTILIZAÇÕES* *(continuação)*

e) Para o estudo de uma variável (Ex.: contagem de células, peso, volume)

Isto permite avaliar a distribuição das frequências de um determinado parâmetro

f) Para monitorar um processo

Para o controle diário de amostras que, de certa forma, representem o processo rotineiro.

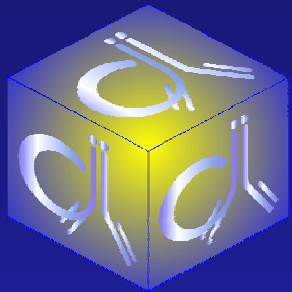


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

|             |            |                     |       |
|-------------|------------|---------------------|-------|
| Componente  |            | Operação (processo) |       |
| Funcionário | Centrífuga | Data                | Seção |

| Volume ( ml ) | CONTAGEM |   |   |   |   |   | TOTAL |
|---------------|----------|---|---|---|---|---|-------|
|               | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |       |
| menos de 300  |          |   |   |   |   |   |       |
| 350           |          |   |   |   |   |   |       |
| 400           |          |   |   |   |   |   |       |
| 450           |          |   |   |   |   |   |       |
| 500           |          |   |   |   |   |   |       |
| 550           |          |   |   |   |   |   |       |
| 600           |          |   |   |   |   |   |       |
| 650 ou mais   |          |   |   |   |   |   |       |





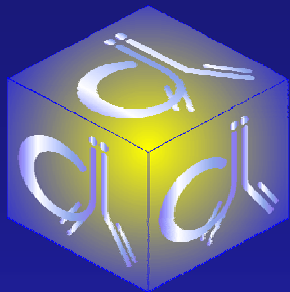
# Ferramentas estatísticas de qualidade

## FOLHA DE VERIFICAÇÃO

*DISTRIBUIÇÃO DE UM ITEM DE CONTROLE NO PROCESSO PRODUTIVO*

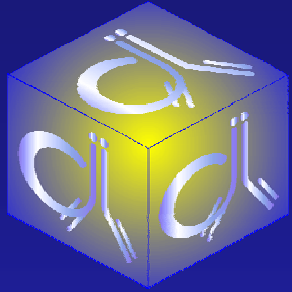
Geralmente são elaborados histogramas com esta folha de verificação. Para se evitar duplicação, se a folha já for previamente definida, o trabalho será facilitado.

**Observação:** Se a folha de verificação envolver várias providências, use cores diferentes denotando a origem



# Folha de Verificação para a Distribuição das Medidas

|     | DESVIO | MARCAS |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   | FREQUÊNCIA |    |   |   |    |
|-----|--------|--------|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|------------|----|---|---|----|
|     |        | 5      |   |   |   | 10 |   |   |   | 15 |   |   |   | 20 |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | -10    |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | -9     |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
| LIE | -8     |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | -7     |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | -6     |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | -5     | ■      |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   | 1  |
|     | -4     | ■      | ■ |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   | 2  |
|     | -3     | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   | 5  |
|     | -2     | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 11 |
|     | -1     | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 16 |
| 500 | 0      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 19 |
|     | 1      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 14 |
|     | 2      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 10 |
|     | 3      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 6  |
|     | 4      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 3  |
|     | 5      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 2  |
|     | 6      | ■      | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■          | ■  | ■ | ■ | 1  |
|     | 7      |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
| LSE | 8      |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | 9      |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     | 10     |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |            |    |   |   |    |
|     |        |        |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   | TOTAL      | 90 |   |   |    |



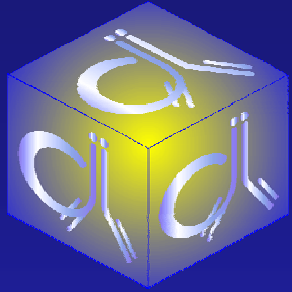
# Ferramentas estatísticas de qualidade

## FOLHA DE VERIFICAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO

**Problema :** aumento do número de plaquetas rejeitadas pelo  $\text{pH} < 6,0$  no 3º dia de estocagem.

**Problemas encontrados:**

- a) Volume  $> 100 \text{ mL}$  e Volume  $< 50 \text{ mL}$
- b) No. de leucócitos  $> 1 \times 10^7$
- c) No. de hemácias  $> 1 \times 10^8$
- d) Segmento com selagem inapropriada



# Ferramentas estatísticas de qualidade

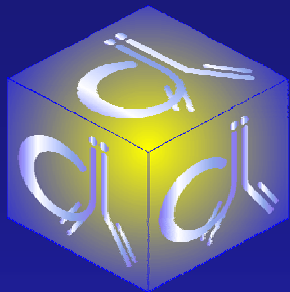
## *FOLHA DE VERIFICAÇÃO DE IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS DE DEFEITOS*

Semelhante à anterior, mas que permite uma estratificação mais ampla dos fatores que constituem o processo considerado.

**Defeitos :**

- Volume
- Segmento bem selado
- Identificação.

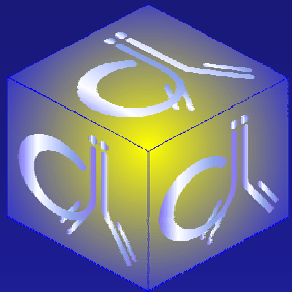




# Ferramentas estatísticas de qualidade

## FOLHA DE VERIFICAÇÃO DE IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS DE DEFEITOS

| Componente |             | Operação (processo) |                |                |                |                |
|------------|-------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Data       |             | Seção               |                |                |                |                |
|            |             | Dia                 |                |                |                |                |
| Centrífuga | Funcionário | 2 <sup>a</sup>      | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> |
|            | A           |                     |                |                |                |                |
| 1          | B           |                     |                |                |                |                |
|            | C           |                     |                |                |                |                |
|            | A           |                     |                |                |                |                |
| 2          | B           |                     |                |                |                |                |
|            | C           |                     |                |                |                |                |



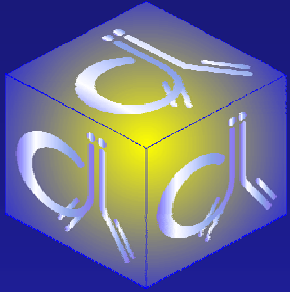
# Ferramentas estatísticas de qualidade

## *ESTRATIFICAÇÃO - RATIONALE*

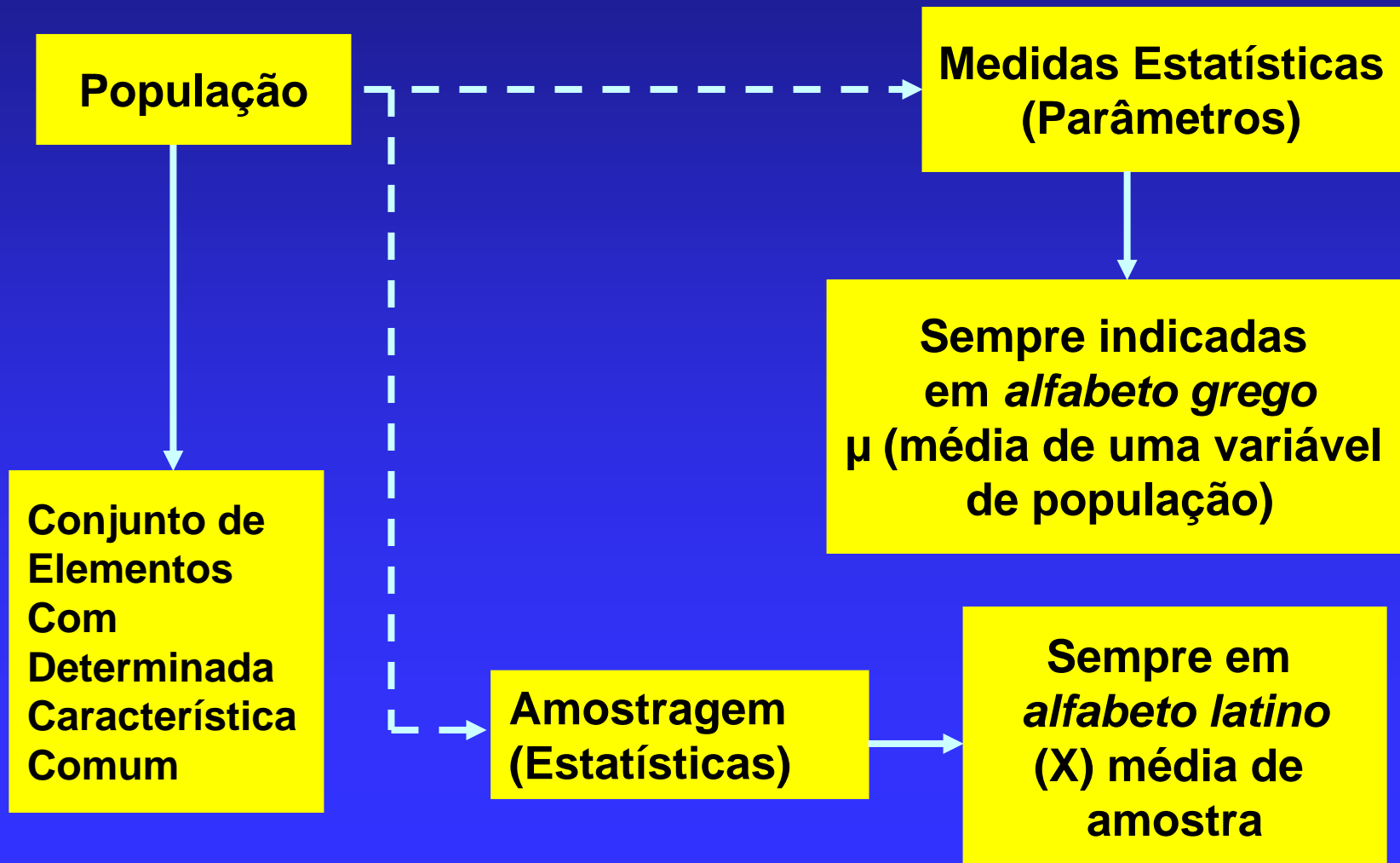
Máquinas, funcionários, matérias-primas e métodos de processamento são fontes de variação. Logo, os produtos e serviços originados por estes processos podem apresentar reais diferenças entre si.

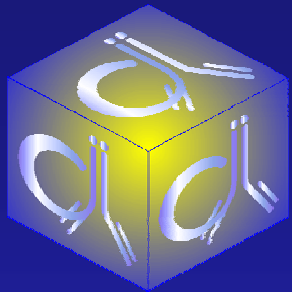
## *ESTRATIFICAÇÃO*

O processo de dividir o todo heterogêneo em subgrupos homogêneos.



# ESTRATIFICAÇÃO



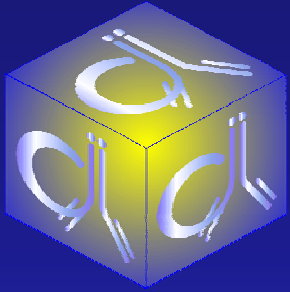


# ESTRATIFICAÇÃO

**OBS.:** Medidas obtidas em amostragens são estimativas dos parâmetros

$\bar{X}$  → Média da amostra

$\mu$  → Média da população.



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS - DADOS

## a) Discretos

Quando se pode contar o número de ocorrências de um determinado interesse (atributo), ou seja, quando se pode contar o número de itens do produto que apresenta o atributo de interesse.

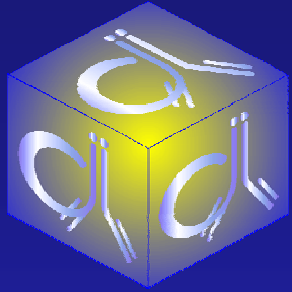
Números inteiros e não em frações (podem, no final serem medidos em porcentagem - %)

Ex.: N<sup>o</sup> de bolsas com hemólise

N<sup>o</sup> de erros na produção de um produto hemoterápico

N<sup>o</sup> de erros no atendimento ao doador

N<sup>o</sup> de não conformidades em relação ao POP

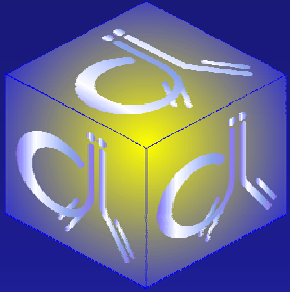


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS - DADOS

## b) Dados contínuos ou de medida

Medidos em escala contínua. Ex.: cm, mm, mm<sup>3</sup>, temperatura, tempo de entrega de um componente, etc....

**A TÉCNICA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA A SER  
EMPREGADA DEPENDE DO TIPO DE DADO QUE FOI  
COLETADO!**



# ESTRATIFICAÇÃO

**TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM - 2 Metodologias**

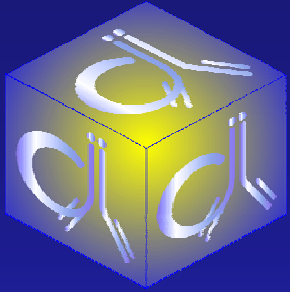
a) Amostra casual ou aleatória

Elementos retirados ao acaso da população com a mesma probabilidade de serem parte da amostra

b) Amostra sistemática

Elementos retirados da população segundo um sistema pré-definido (Ex.: uma amostra a cada 5 produzidas).

Para se evitar tendenciosidade, aconselha-se sortear o primeiro elemento que irá constituir a amostragem



# ESTRATIFICAÇÃO

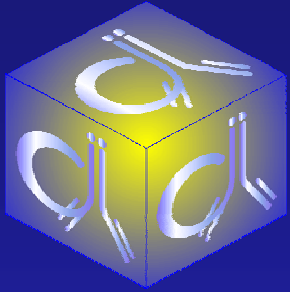
## **TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM - 2 Metodologias (cont...)**

### **c) Amostra estratificada**

**População heterogênea (subgrupos), denominados estratos (Ex.: 2 fornecedores, funcionários distintos, dias diferentes de produção, locais de coleta distintos.**

**A amostra estratificada deve conter elementos de todos os estratos e depois reunir as informações numa só amostra.**



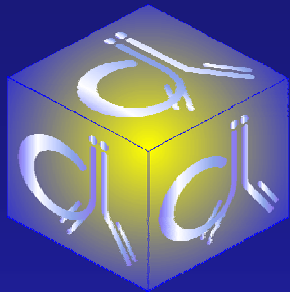


# ESTRATIFICAÇÃO

## ***OS PRINCIPAIS PONTOS A SEREM ESTRATIFICADOS***

- Tempo
- Local
- Tipo
- Sintoma
- Indivíduo

**OBS.:** A estratificação é uma importante ferramenta, mas precisa ser usada antes do início da coleta dos dados (*atente a este detalhe quando for fazer a folha de verificação!*)



# Ferramentas estatísticas de qualidade

## **ESTRATIFICAÇÃO**

**Problema:** No. de bolsas de concentrado de glóbulos devolvidos por não apresentarem o volume correto.

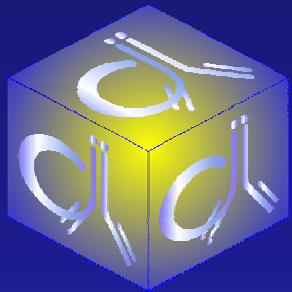
**PDCA** P - Identificação → O problema acima.

**Observação** Criação de um gráfico seqüencial que demonstrava a existência de 3 pontos fora dos limites.

LS = 600 mL

LI = 350 mL

**Constatação de que o problema realmente existe!**

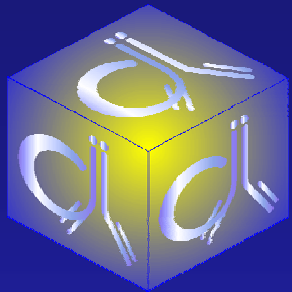


# Ferramentas estatísticas de qualidade

## ***ESTRATIFICAÇÃO (cont...)***

**Observação**      Unidades colhidas por 3 funcionários diferentes em 3 agitadores diferentes.

**NOTA**              Para haver estratificação, é importante haver rastreabilidade!



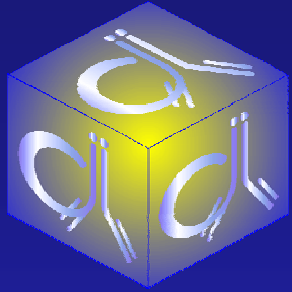
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *DIAGRAMA DE PARETO*

***PERDAS - UM GRANDE PROBLEMA PARA A QUALIDADE***

A maioria das perdas são explicadas por poucas causas

***(Poucas são vitais, a maioria é trivial!)***



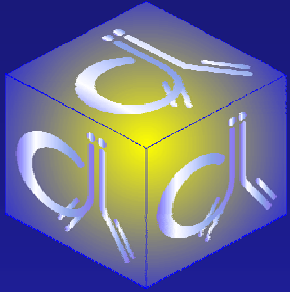
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *Vilfredo Pareto*

Pela distribuição da renda, verificou que poucas pessoas detinham a maior parte da renda, enquanto que muitas representavam uma pequena porção da mesma (Itália - 1897)

## *J. M. Juran*

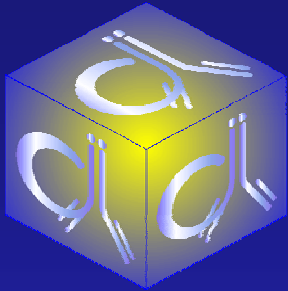
As perdas na indústria se assemelhavam ao princípio de Pareto



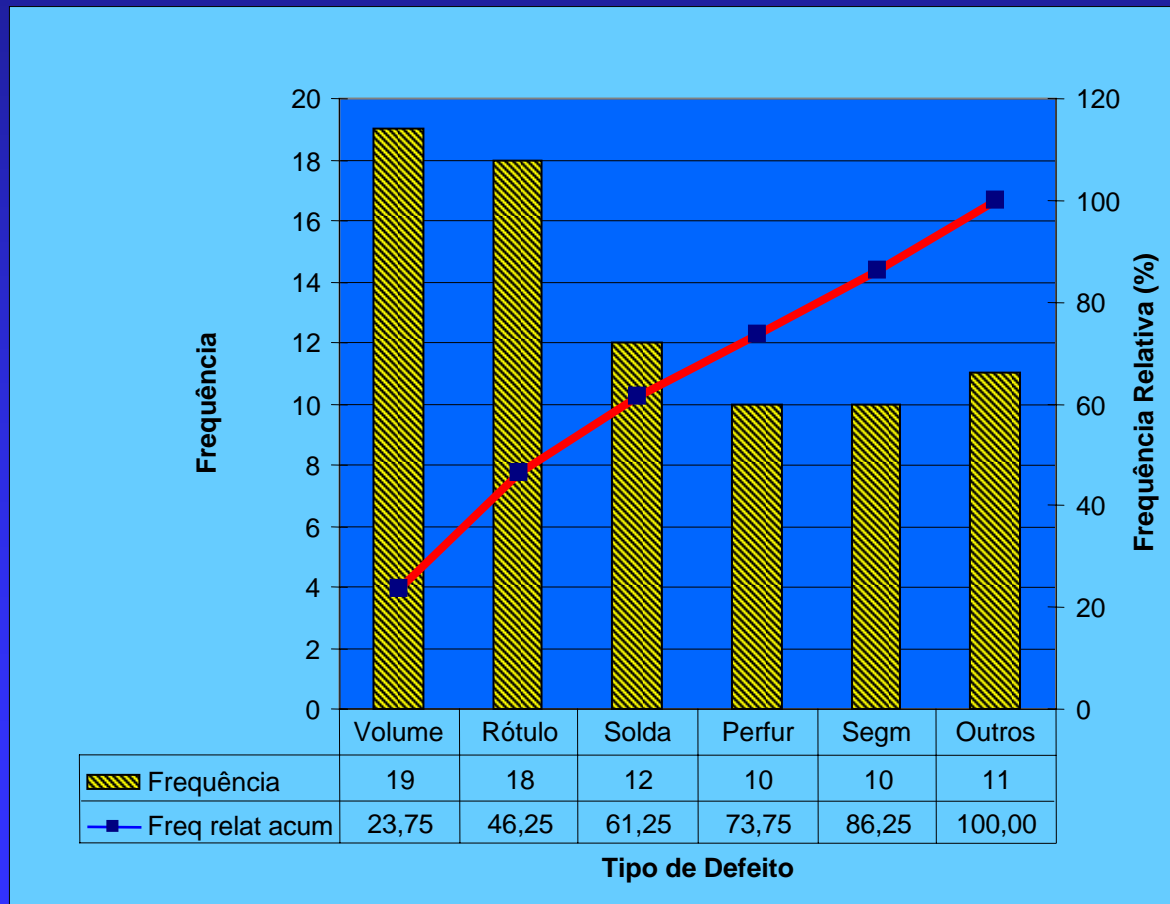
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

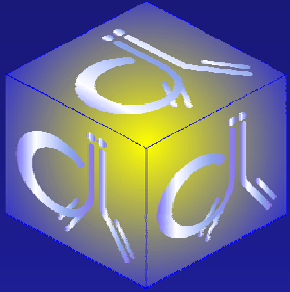
## *COMO FAZER O DIAGRAMA DE PARETO*

- **Determinar o tipo de perda ou problema**
- **Especifique o aspecto de interesse da perda ou problema**
- **Folha de verificação de classificação (ou categorias)**
- **Organize os dados em ordem decrescente**
- **Calcule as frequências, frequência relativa, frequência acumulada e frequência relativa acumulada.**



# Gráfico de Pareto





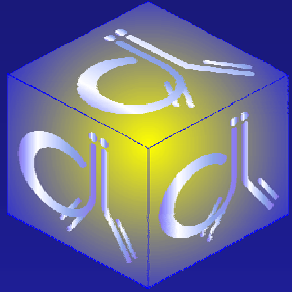
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## TIPOS DE DIAGRAMA DE PARETO

- Para efeitos: avaliação do principal problema enfrentado pela empresa, podendo avaliar, por exemplo, as 5 dimensões de Q.T: qualidade, custo, entregas, moral e segurança.
- Para causas: avaliação de equipamentos, insumos, informação do processo ou medidas, condições ambientais, pessoas, métodos ou procedimentos.
- Para custo: nem sempre a quantificação do número de ocorrências do problema é o mais importante mas sim o custo do seu problema.

**OBS.:** Lembrar que às vezes, o problema pode ter freqüência distinta de acordo com o funcionário, turno ou time envolvido. Outras vezes, ele pode ser comum a toda a estrutura.

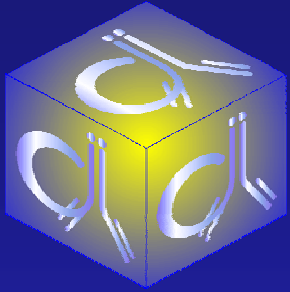




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *TIPOS DE DIAGRAMA DE PARETO (cont.)*

- Ao longo do tempo: Permite analisar se há variação semanal, mensal, sazonal, indicando que o processo não está sob controle.
  
- Antes e depois de medidas corretivas.



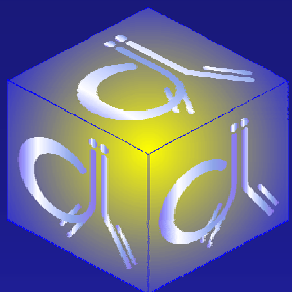
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *MAIORES UTILIZAÇÕES DO DIAGRAMA DE PARETO*

- Produção de itens com defeitos ou falhas, reparo ou retrabalho
- Despesas extraordinárias
- Acidentes de trabalho, quebra de equipamento, furtos
- Falta de estoque, demora de entrega, erros na entrega de produtos.

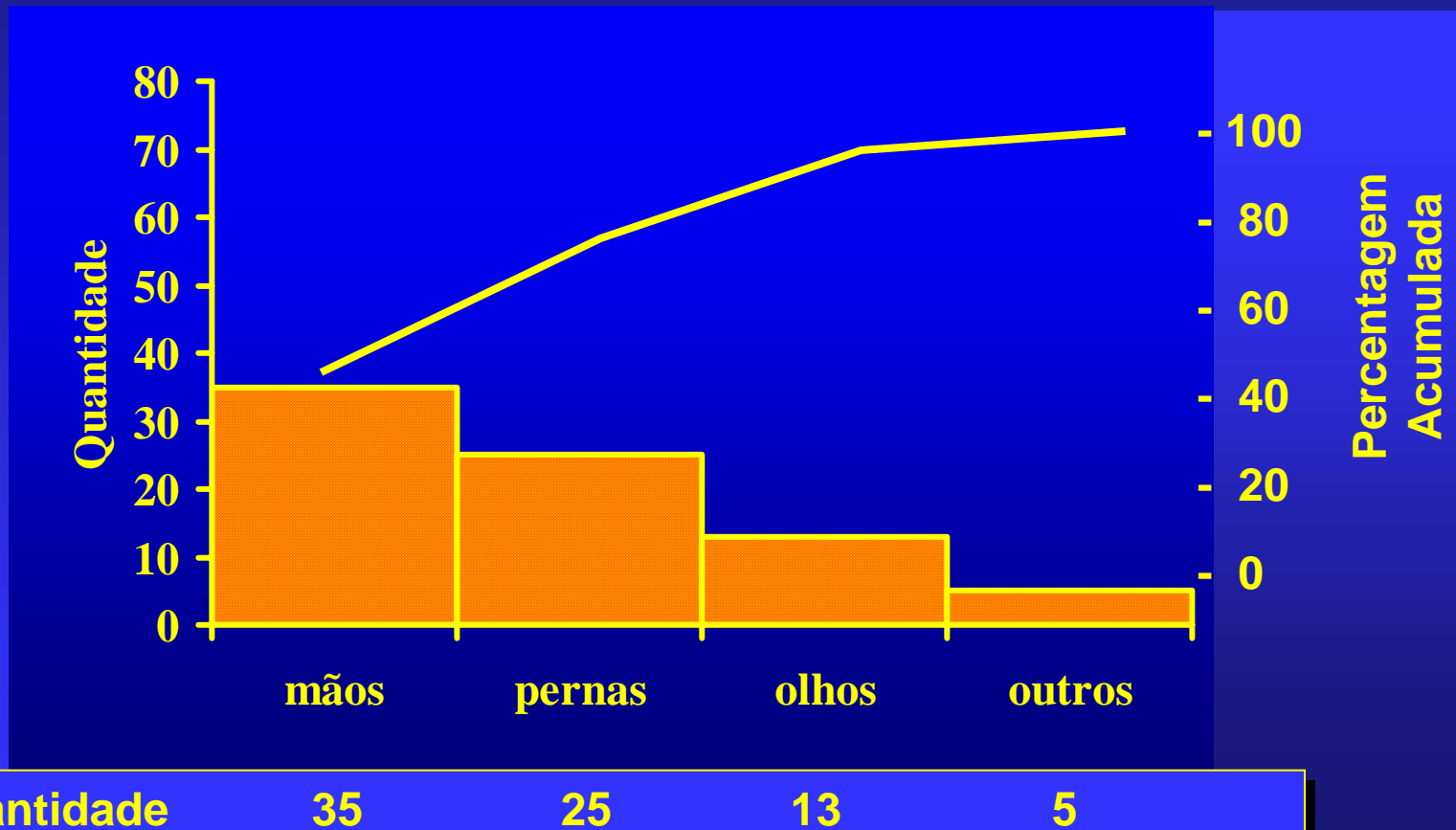
### *Observação:*

- Verifique e teste diversas classificações (ex.: lote, funcionário, equipamento, etc.)
- Meça o problema em várias escalas (quantidade, custo, importância do item no processo!)

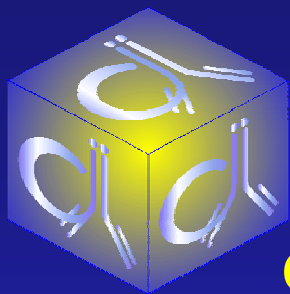


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## Tipos de Acidentes de Trabalho

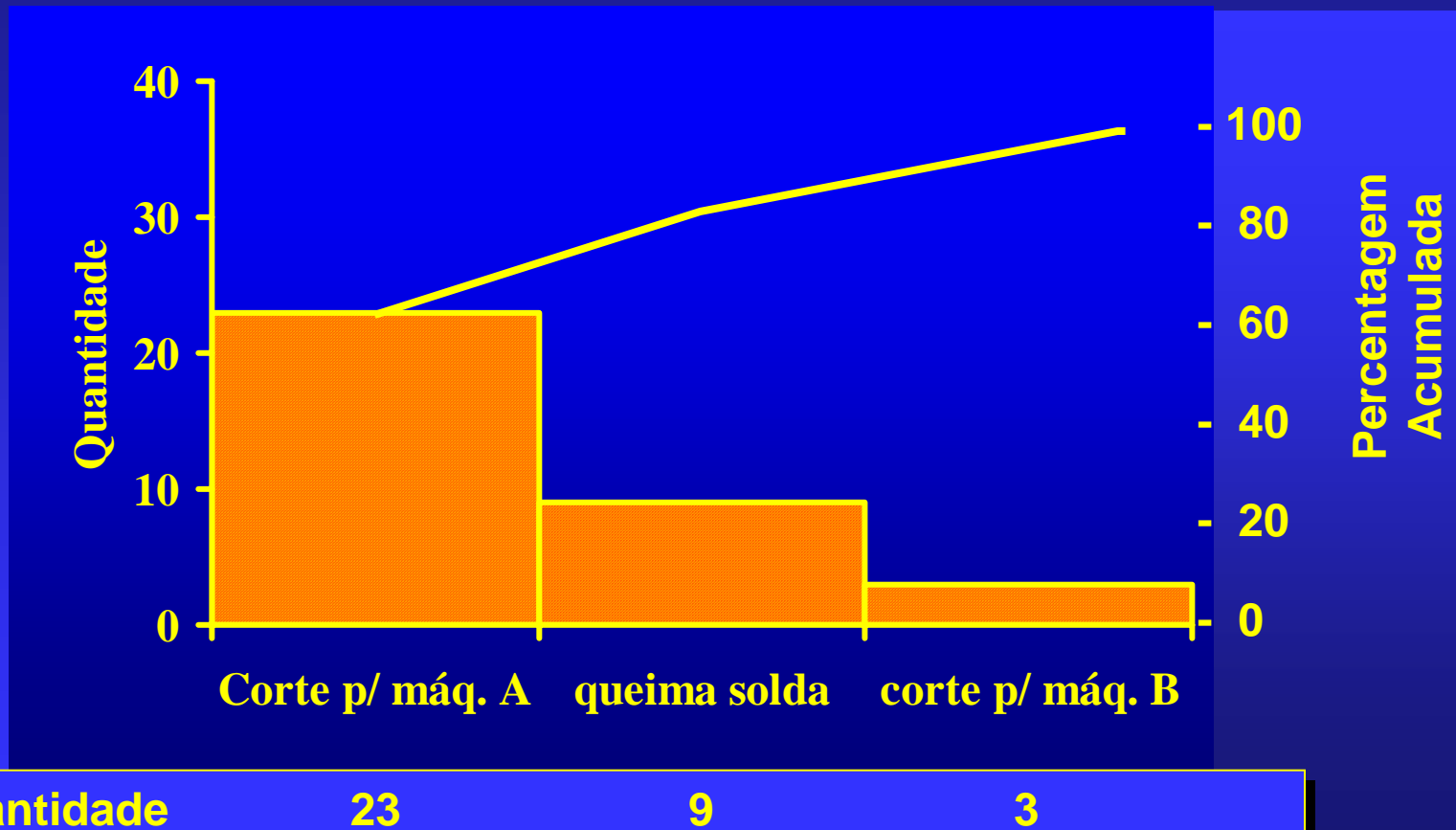


|                |      |      |      |       |
|----------------|------|------|------|-------|
| Quantidade     | 35   | 25   | 13   | 5     |
| Percentagem    | 44,9 | 32,1 | 16,7 | 6,4   |
| Percent. Acum. | 44,9 | 76,9 | 93,6 | 100,0 |

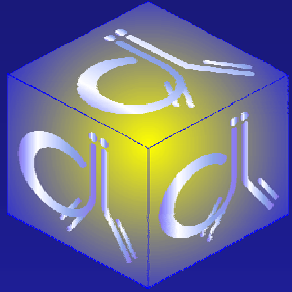


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## Causas para os Acidentes com as Mãos



|                |      |      |       |
|----------------|------|------|-------|
| Quantidade     | 23   | 9    | 3     |
| Percentagem    | 65,7 | 25,7 | 8,6   |
| Percent. Acum. | 65,7 | 91,4 | 100,0 |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## DIAGRAMA DE PARETO

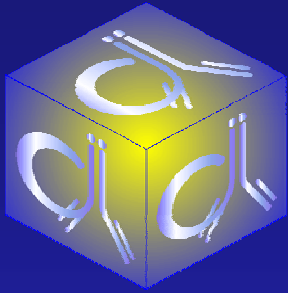
Num primeiro momento para a solução dos problemas, concentre-se nas poucas causas vitais, e deixe de lado os muitos triviais

O uso do Gráfico de Pareto permite a avaliação seriada de melhora após a ação corretiva:

Melhora Total (%) =  $\frac{\text{Total problemas antes} - \text{Total problemas depois}}{\text{Total problemas antes}} \times 100$

---

Total problemas antes



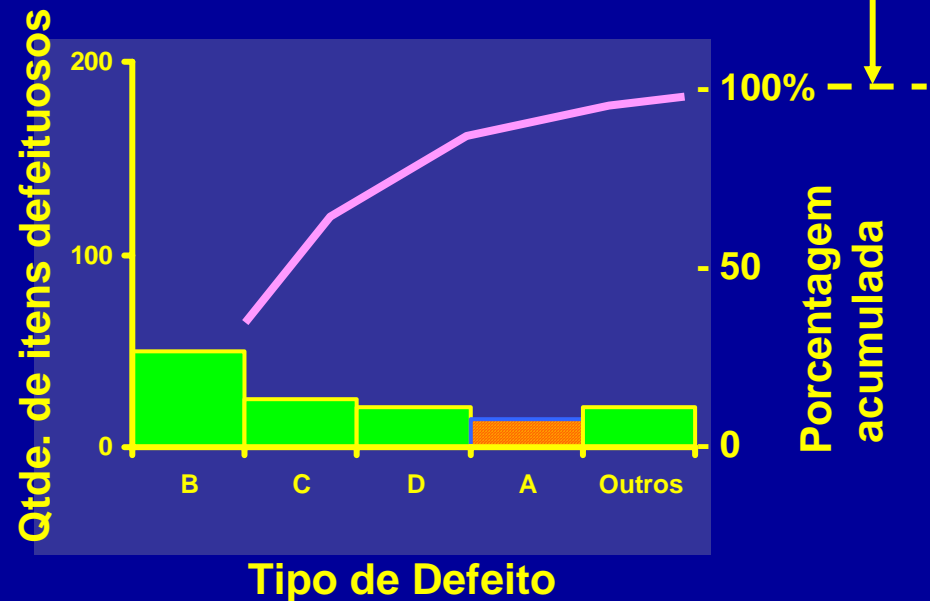
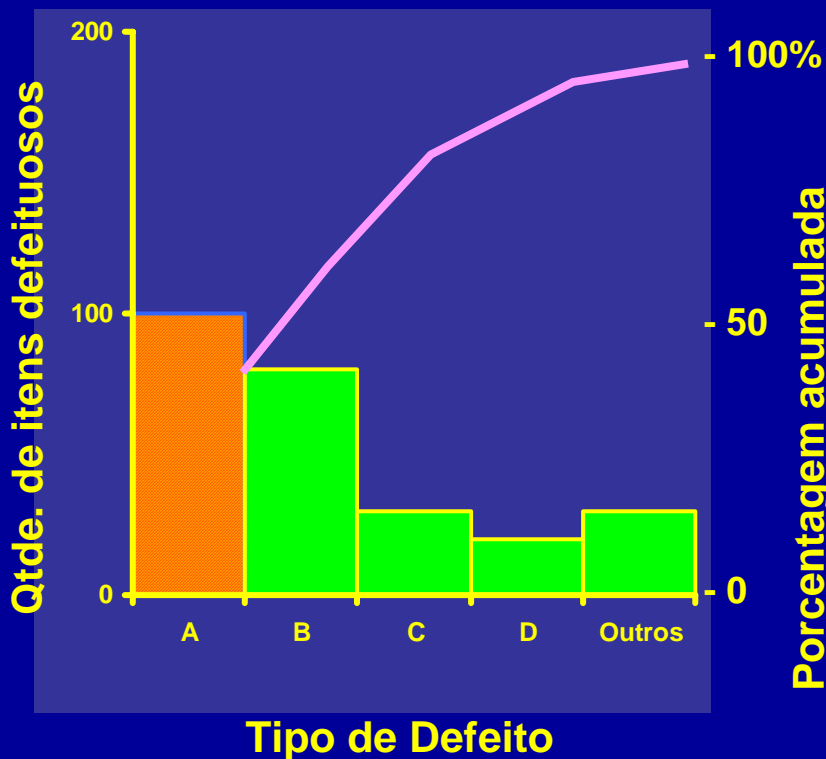
# Gráficos de Pareto

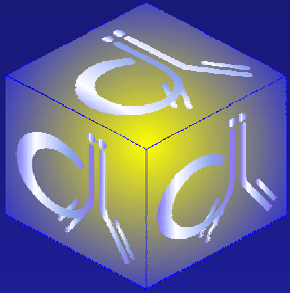
## Comparações “Antes” e “Depois”

**ANTES DA EXECUÇÃO  
DA MELHORIA**

**DEPOIS DA EXECUÇÃO  
DA MELHORIA**

Efeito Total das  
execuções das  
melhorias





# Estratificação de Gráficos de Pareto

## FUNCIONÁRIO 1



(a)

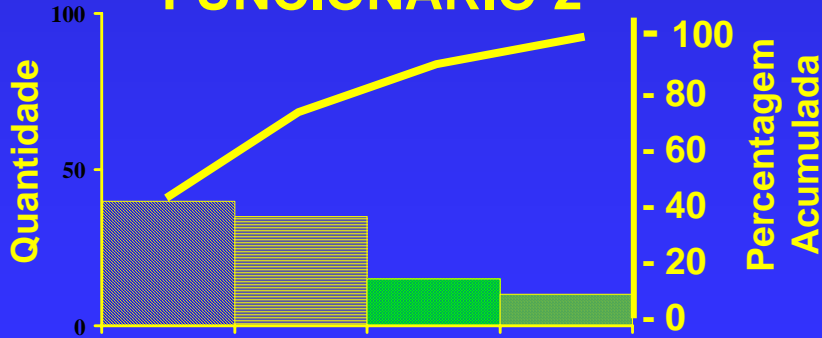
## FUNCIONÁRIO 1



(b)

| Quantidade     | 40   | 35   | 15   | 10    |
|----------------|------|------|------|-------|
| Percentagem    | 40,0 | 35,0 | 15,0 | 10,0  |
| Percent. Acum. | 40,0 | 75,0 | 90,0 | 100,0 |

## FUNCIONÁRIO 2



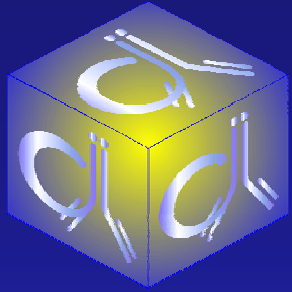
(a)

## FUNCIONÁRIO 2



(b)

| Quantidade     | 39   | 37   | 13   | 11    |
|----------------|------|------|------|-------|
| Percentagem    | 39,0 | 37,0 | 13,0 | 11,0  |
| Percent. Acum. | 39,0 | 76,0 | 89,0 | 100,0 |

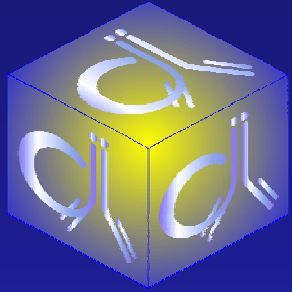


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *CUIDADOS COM O DIAGRAMA DE PARETO*

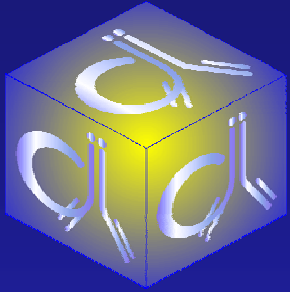
- *Não construa apenas o diagrama para os efeitos, mas também para as causas dos problemas, a fim de que as mesmas possam ser visualizadas e priorizadas.*
- *Use sempre o bom senso: nem sempre o mais freqüente é o mais importante*
- *Se o problema for de solução simples (mesmo trivial), elimine-o de imediato !*





# DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

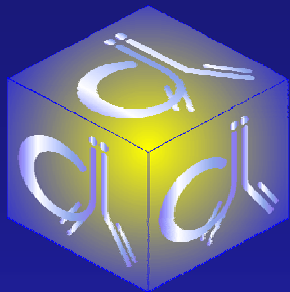
*A criação do diagrama não é de fácil execução,  
e o sucesso dessa ferramenta depende de  
como ela foi usada. Também chamado de  
diagrama espinha de peixe ou de Ishikawa (1953)*



# DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

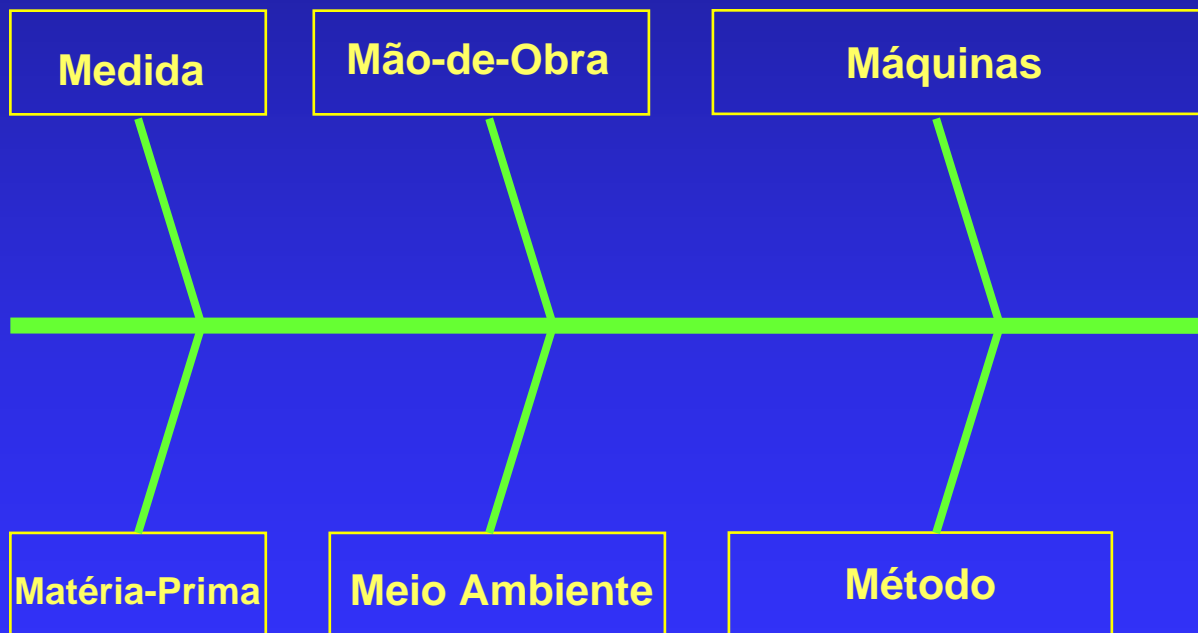
## COMO FAZER O DIAGRAMA

- a) identifique o problema que se quer investigar
- b) Escreva as causas primárias do problema, geralmente um grupo de 4: *máquinas, material, método, mão-de-obra* (4 M). Mais recentemente, incorporaram-se o *meio-ambiente e medidas* (6 M).
- c) Identifique as causas secundárias associadas a cada causa primária.
- d) Identifique as causas terciárias associadas às causas secundárias



# Itens de verificação e itens de controle de um processo

## CAUSAS



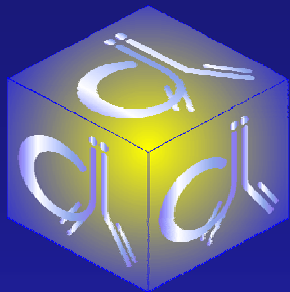
ITENS DE VERIFICAÇÃO

PROCESSO

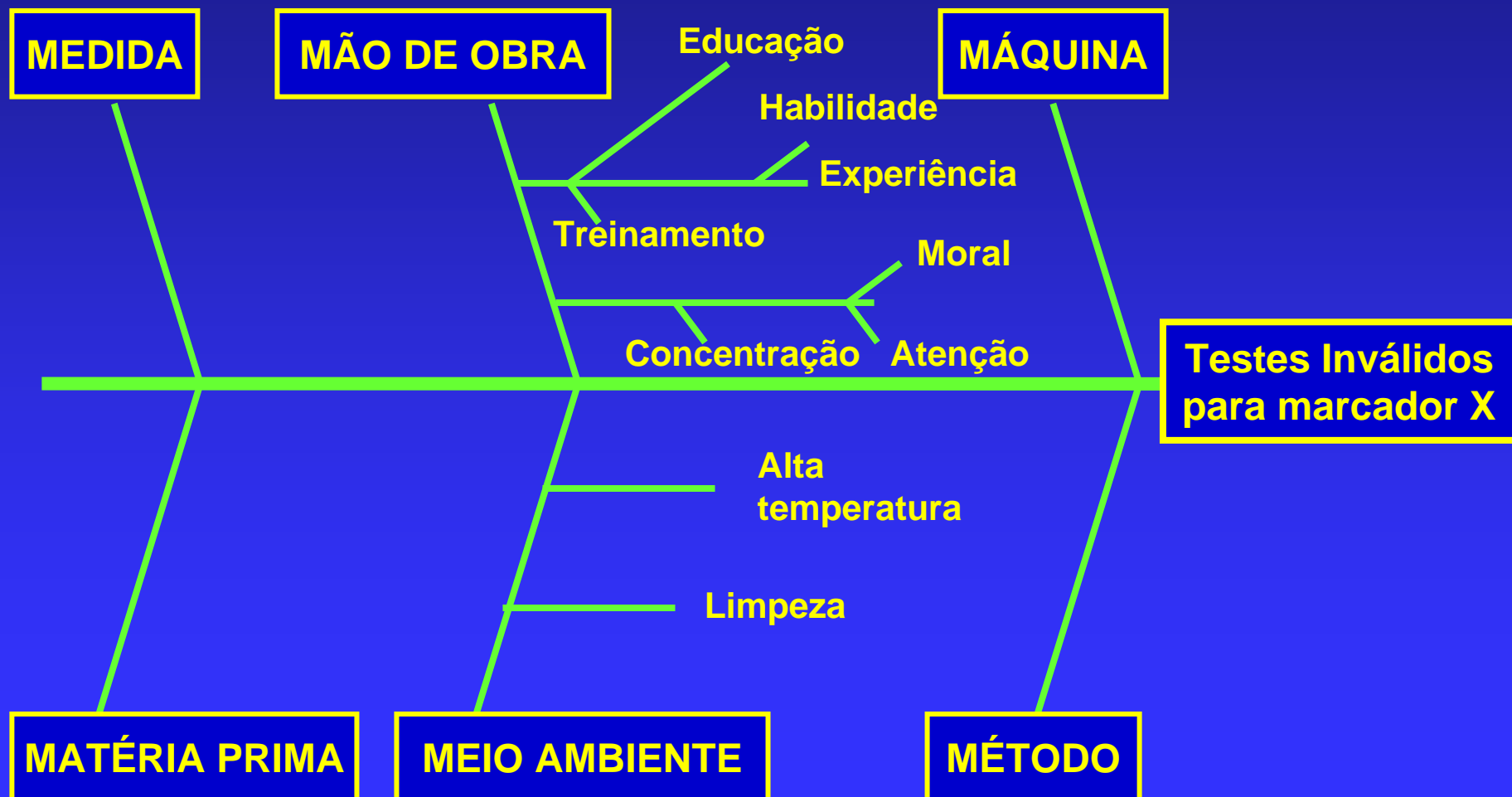
## EFEITO

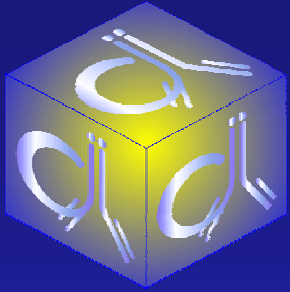
RESULTADO

PRODUTO



# Diagrama de Causa e Efeito

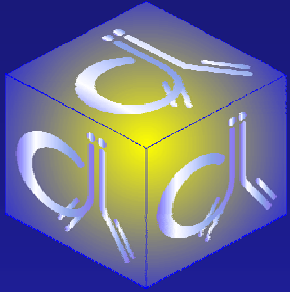




# DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

**OBS.: A identificação do problema deve ser específica**

- Todas as pessoas envolvidas no processo devem participar da identificação do problema (Operação Brainstorming)
- Resuma as sugestões em poucas palavras
- Concentre-se nas causas possíveis de saneamento.
- A combinação com o Gráfico de Pareto é muito útil!
- Causas e efeitos devem ser mensuráveis!
- Não identifica entre as possíveis causas, qual é aquela fundamental do problema considerado (usar Pareto)
- Elabore tantos diagramas quanto forem os problemas (ex.: peso e concentração de células)



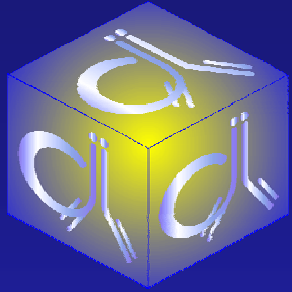
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *DIAGRAMA DE DISPERSÃO*

É a ferramenta utilizada para se estudar a relação entre duas variáveis do processo de produção.

Como fazer o diagrama de dispersão?

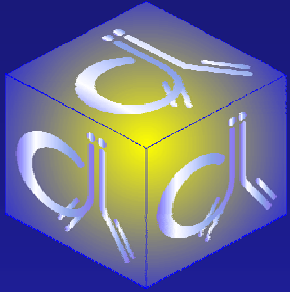
- Coletar pelo menos 30 pares de dados das variáveis X e Y.
- Num sistema de eixos cartesianos, representar uma variável em cada eixo
- Faça um ponto para representar cada par de valores X e Y



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *DIAGRAMA DE DISPERSÃO*

- 1) Coeficiente de correlação (  $r$  ) - é uma medida do grau de correlação entre as duas variáveis estudadas
- 2) Positiva ou Negativa (  $r$  próximo a  $\pm 1$  )  
Fraca  $r =$  próxima a 0,5  
Nula  $r =$  próxima a 0,0
- 3) **Cuidados:** Nem sempre uma correlação entre duas variáveis significa relação de causa e efeito, podendo haver uma terceira variável não estudada que seja o principal agente de correlação.



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## DIAGRAMA DE DISPERSÃO

Valores Discrepantes - Na análise estatística, se um valor estiver muito longe do conjunto principal, deve ser descartado de análise, pois, geralmente, significa erros de medidas ou mudanças nas condições de operações.

Análise de regressão - A relação entre as variáveis condiciona uma reta, cuja equação é dada por:

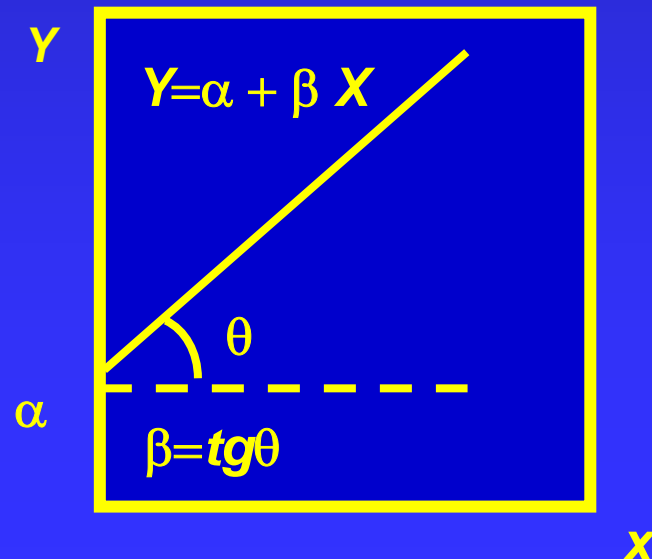
$$Y = \alpha + \beta X$$

Y = variável dependente

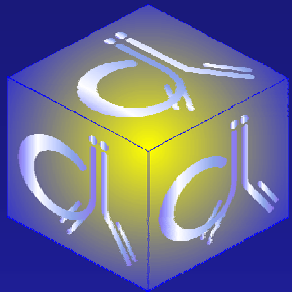
X = variável explanatória

$\alpha$  = coeficiente linear

$\beta$  = tangente de  $\theta$





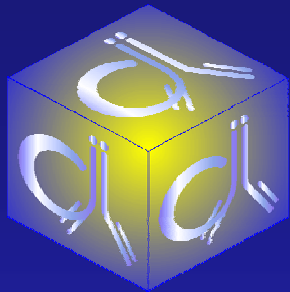


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *DIAGRAMA DE DISPERSÃO*

### *Cuidados importantes :*

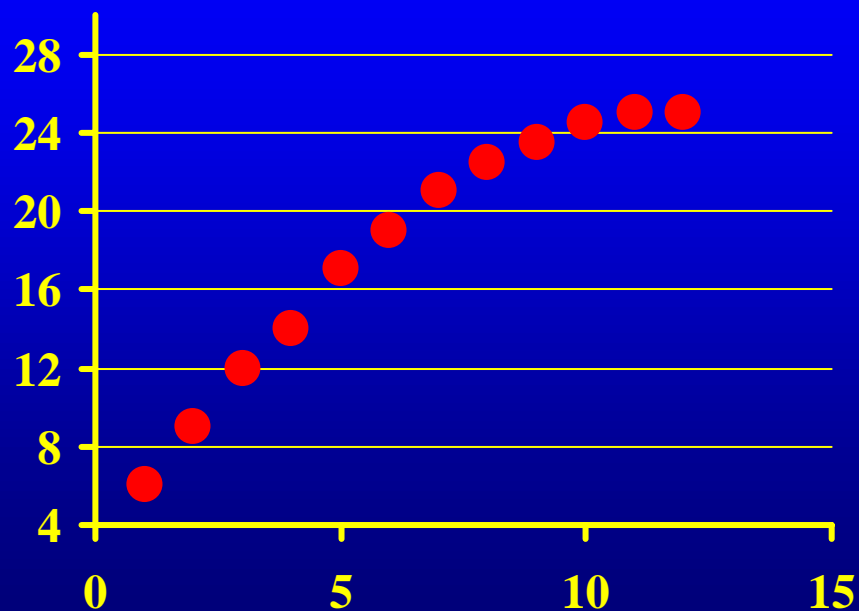
- a) Fazer primeiro o diagrama de dispersão antes de calcular a reta de regressão, evitando-se conclusões erradas se a relação for não-linear
  
- b) Observar a existência de valores discrepantes - Se existirem, *eliminar !*

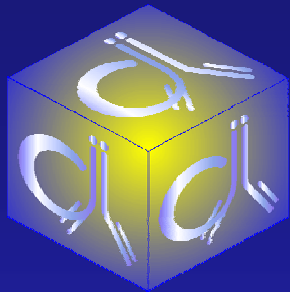


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

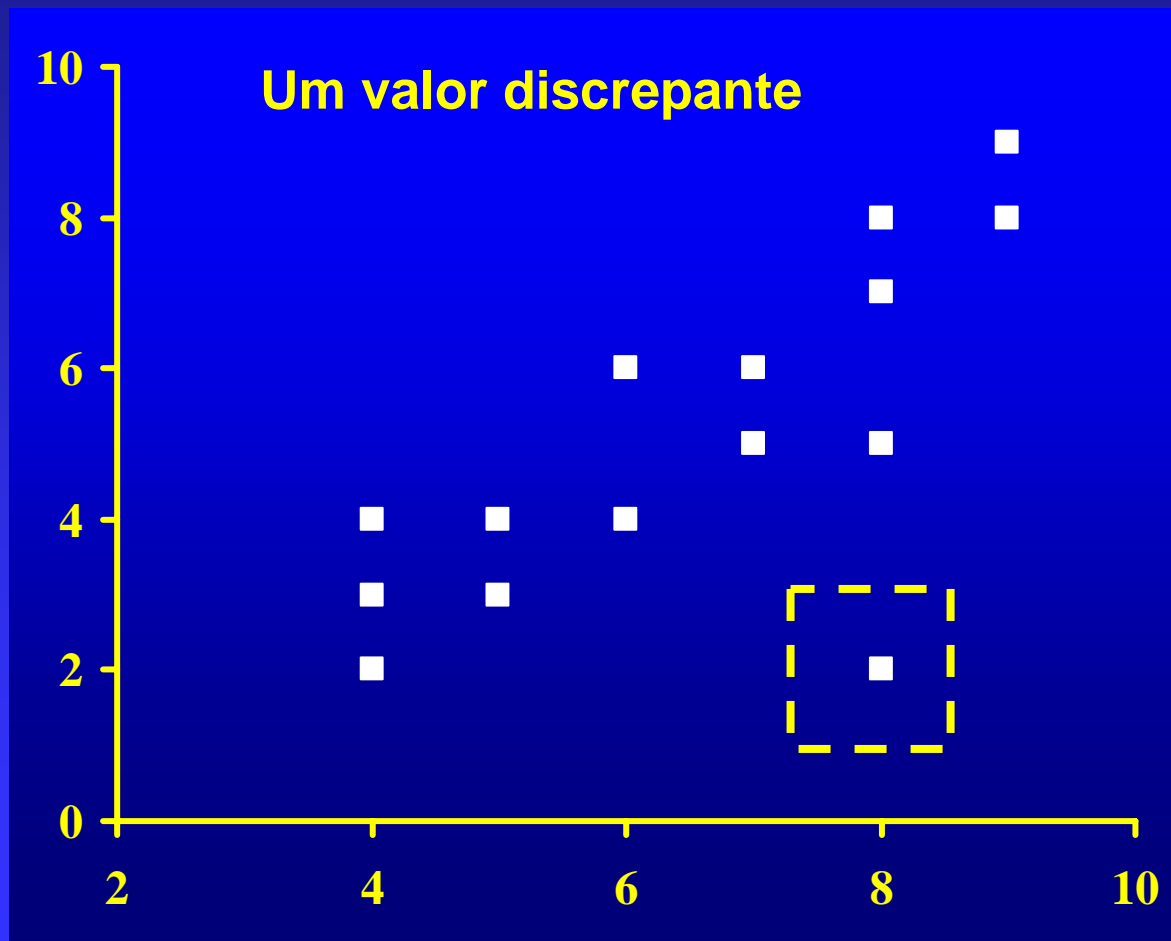
Uma relação não-linear

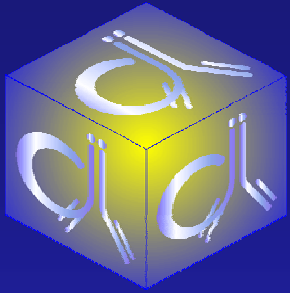
(  $r = 0,970$  )





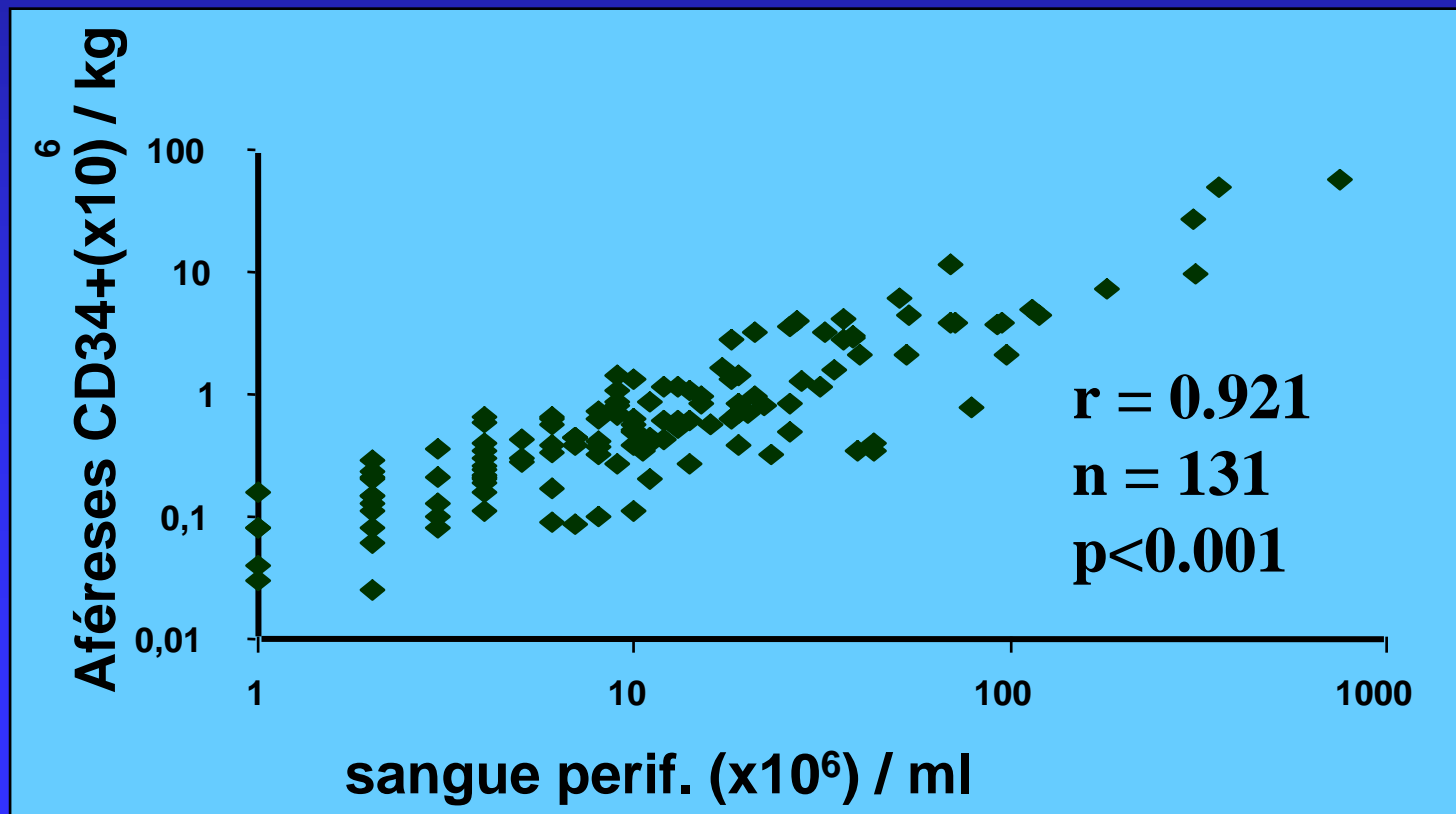
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

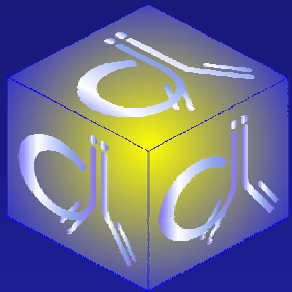




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

Correlação entre células CD34+ em sangue periférico e aféreses

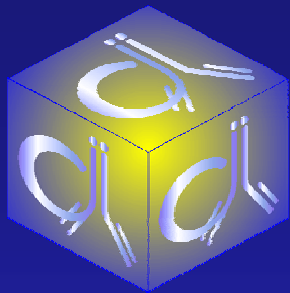




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

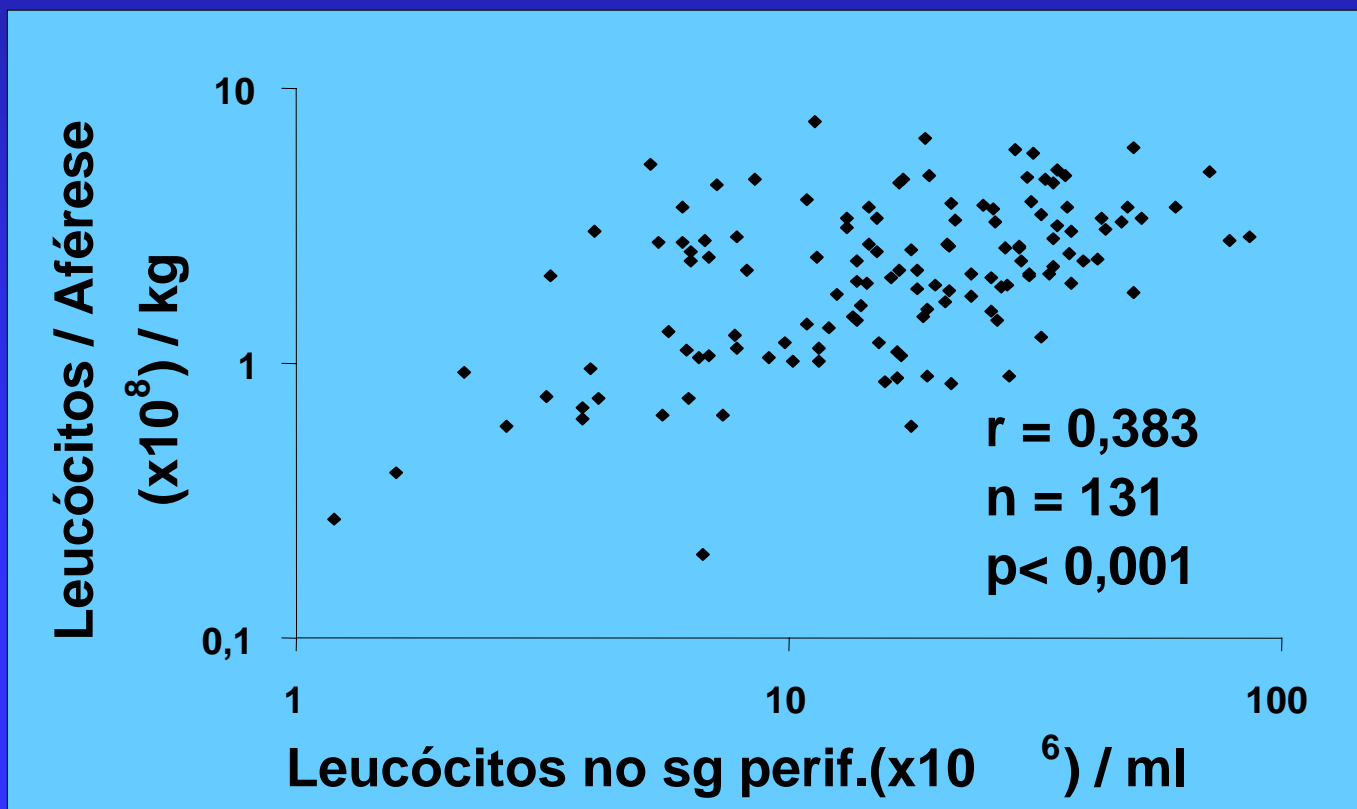
Correlações encontradas por patologia:

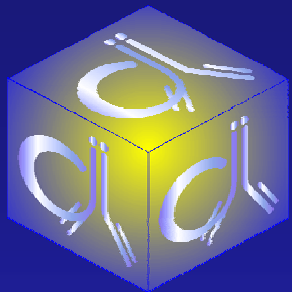
| • Patologias     | n  | Correlação | P     |
|------------------|----|------------|-------|
| • MM             | 42 | 0.562      | 0.001 |
| • LNH            | 22 | 0.877      | 0.001 |
| • Mama           | 15 | 0.888      | 0.001 |
| • LMA            | 19 | 0.855      | 0.001 |
| • Outras hemato  | 26 | 0.929      | 0.001 |
| • Outros sólidos | 5  | 0.826      | 0.058 |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

Correlação entre leucócitos no sangue periférico e aférese.





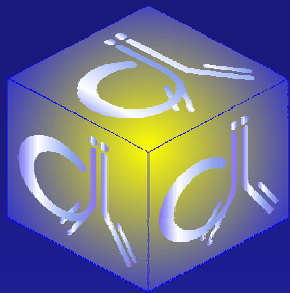
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

Correlações entre leucócitos no sangue periférico e:

MNC nas aféreses

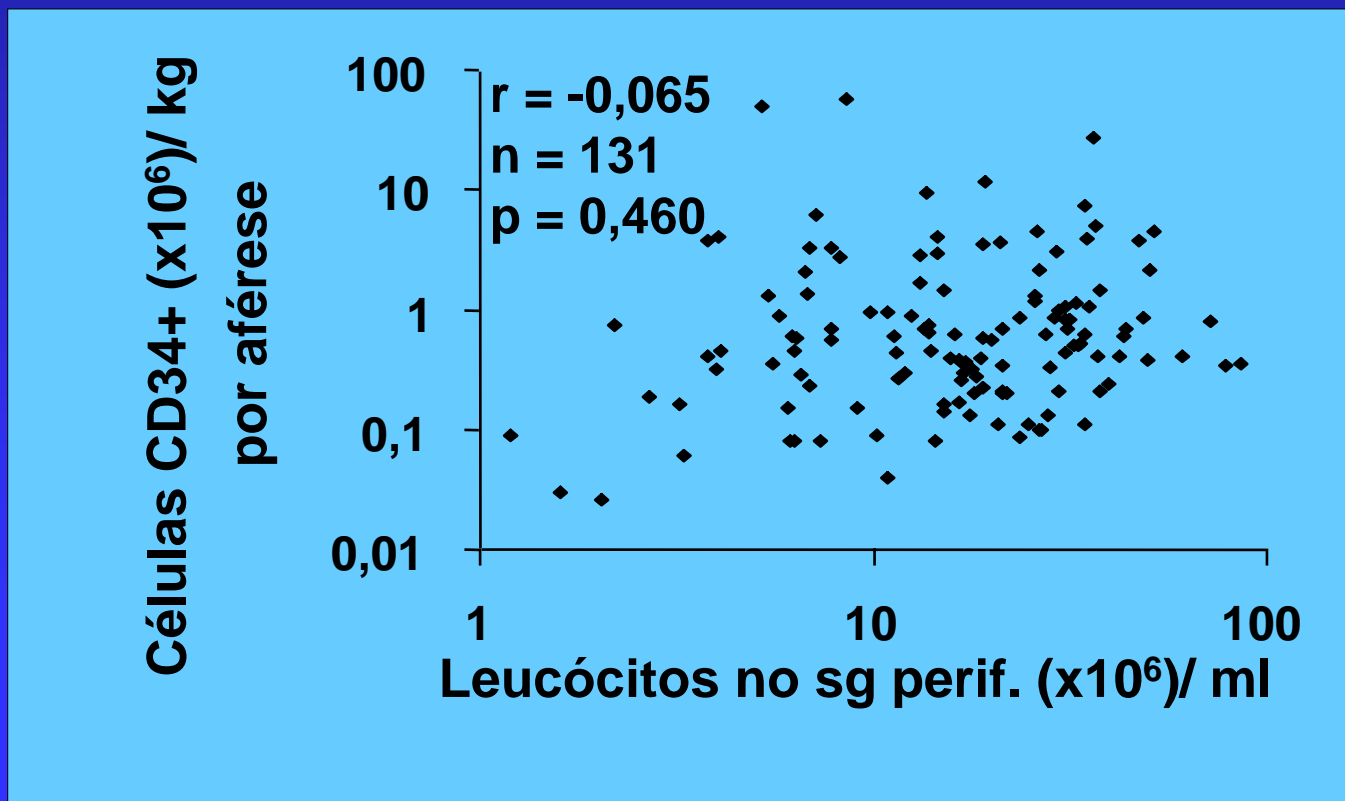
CD34+ nas aféreses

| Patologias        | r     | p      | r      | p      |
|-------------------|-------|--------|--------|--------|
| • MM (n = 42)     | 0,078 | 0,695  | -0,061 | 0,759  |
| • LNH (n = 22)    | 0,475 | 0,063  | -0,090 | 0,740  |
| • Mama (n = 15)   | 0,919 | 0,001* | 0,776  | 0,001* |
| • LMA (n = 19)    | 0,048 | 0,827  | -0,072 | 0,743  |
| • Todos (n = 131) | 0,383 | 0,001* | -0,065 | 0,460  |

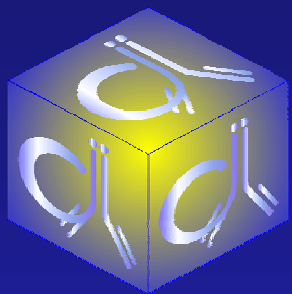


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

Correlação entre leucócitos no sangue periférico e CD34+ nas aférese:



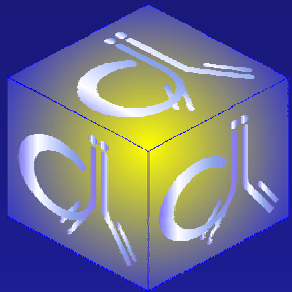




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

**Cálculo dos valores esperados nas aférese baseados no periférico:**

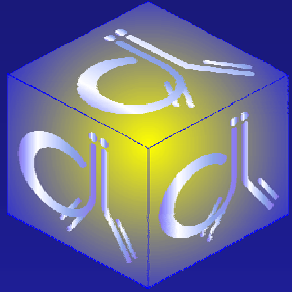
| <b>Sg perif.<br/>CD34+<br/>(x10<sup>6</sup>)/l</b> | <b>aférese:<br/>CD34+<br/>(x10<sup>6</sup>)/Kg</b> | <b>95%<br/>Intervalo<br/>Confidência</b> |
|--|--|--|
| <b>10</b>  | <b>0.5</b>   | <b>0.47 – 0.60</b>                       |
| <b>20</b>  | <b>1.0</b>   | <b>0.86 – 1.13</b>                       |
| <b>30</b>  | <b>1.4</b>   | <b>1.20 – 1.66</b>                       |
| <b>40</b>  | <b>1.8</b>   | <b>1.52 – 2.19</b>                       |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *HISTOGRAMAS*

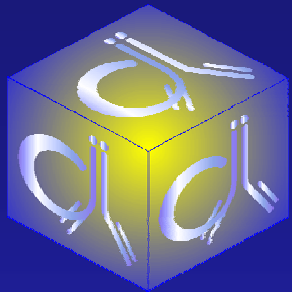
Se o processo estiver sob controle estatístico (estável), apesar dos valores individuais variarem, seguirão um padrão, que é conhecido como distribuição, representando o padrão de variação de todos os resultados gerados por um processo sob controle.



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *HISTOGRAMAS*

O histograma dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma de distribuição de um conjunto de dados, e também a percepção da localização do valor central e da dispersão dos dados em torno deste valor central.



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## COMO FAZER O HISTOGRAMA

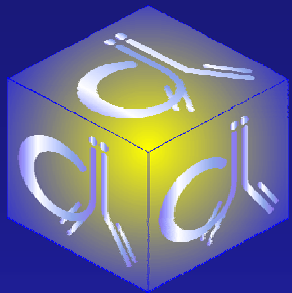
a) Faça uma folha de verificação com a distribuição das frequências do problema.

b) Trace um eixo horizontal

c) Marque os intervalos  $\rightarrow K = \sqrt{n}$ , ou então:

| Amostra (n) | Intervalos (K) |
|-------------|----------------|
| < 50        | 5 - 7          |
| 50 - 100    | 6 - 10         |
| 100 - 250   | 7 - 12         |
| > 250       | 10 - 20        |

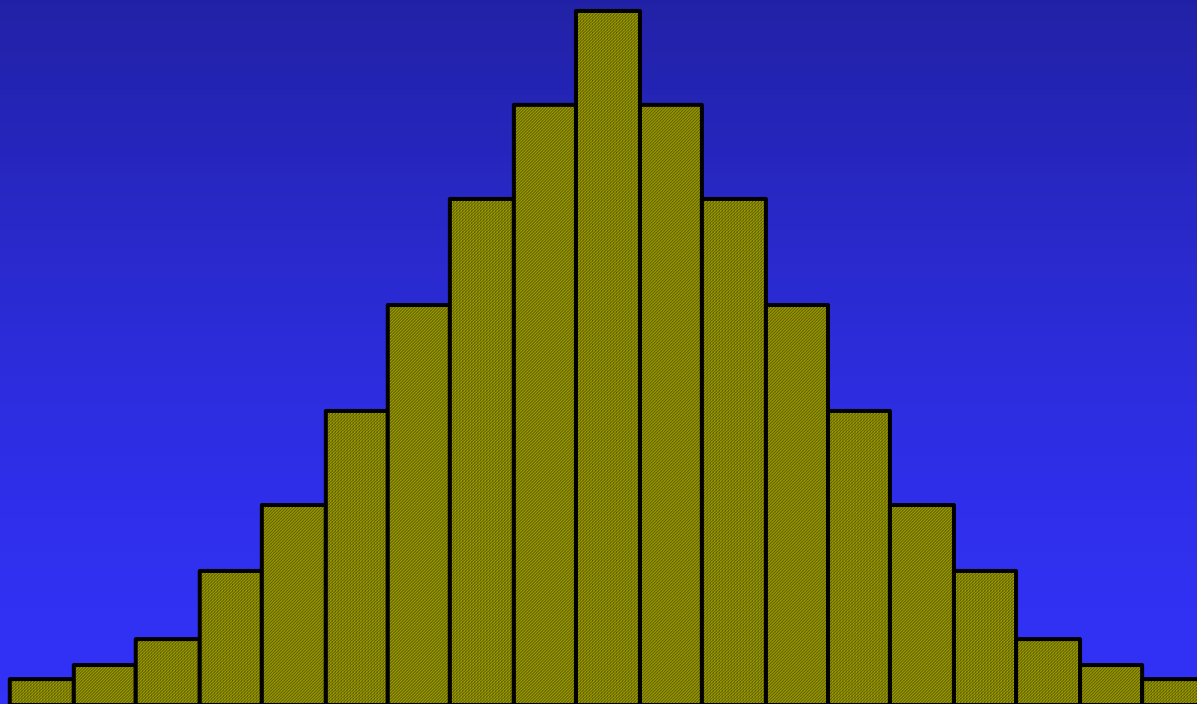
d) Trace um eixo vertical para as frequências

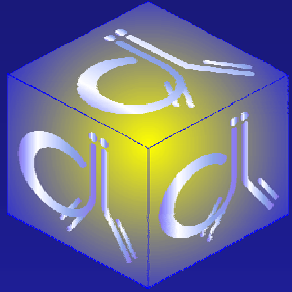


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

FREQÜÊNCIA





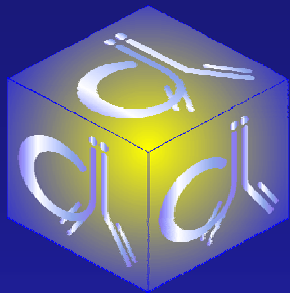
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *HISTOGRAMAS - LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO*

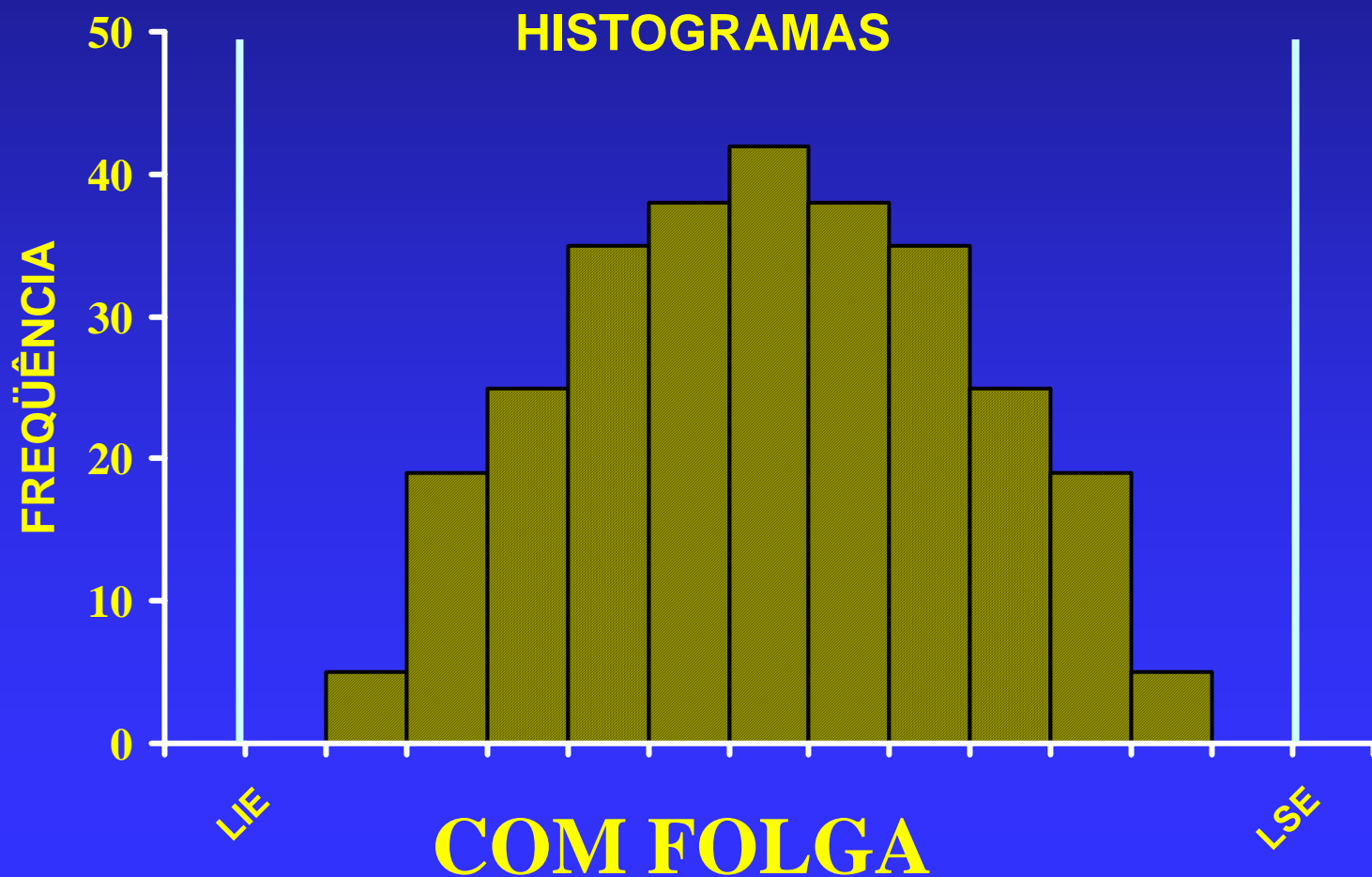
Para melhor visualização do controle do processo, os limites impostos devem ser colocados no histograma (LI e LS)

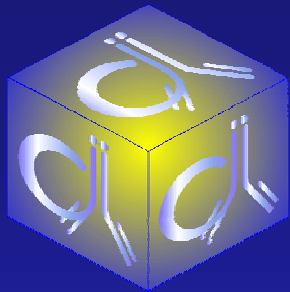
Estes, podem mostrar 3 possibilidades.

- a) Com folga : limites estão distantes do começo e fim
- b) Sem folga: limites justos ao começo e fim
- c) Com perdas: limites recaem dentro do histograma (processo deve ser repadronizado!)

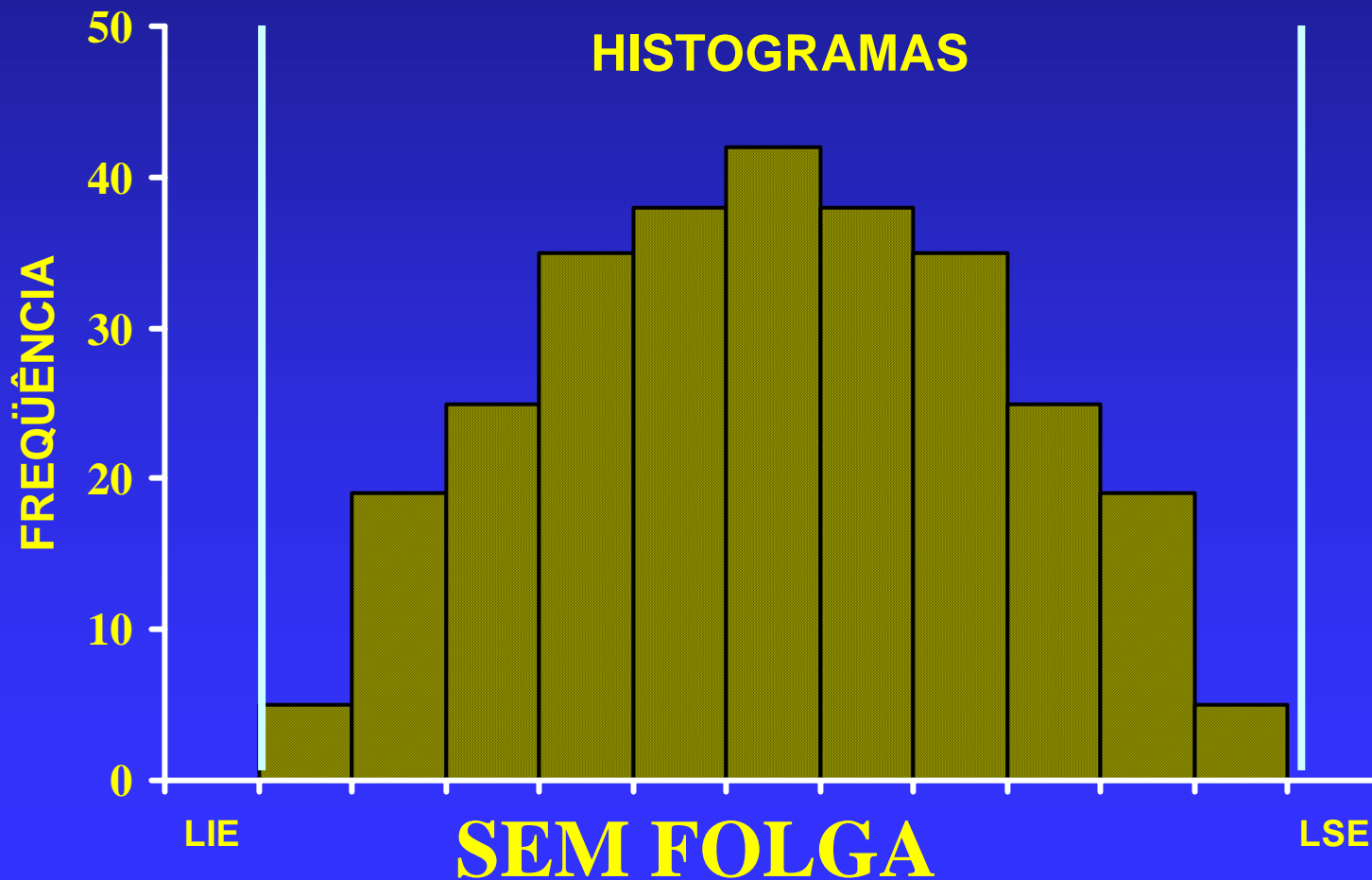


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

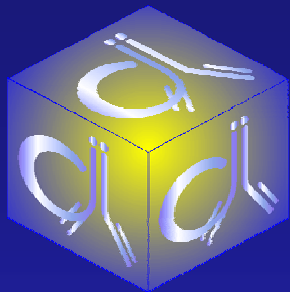




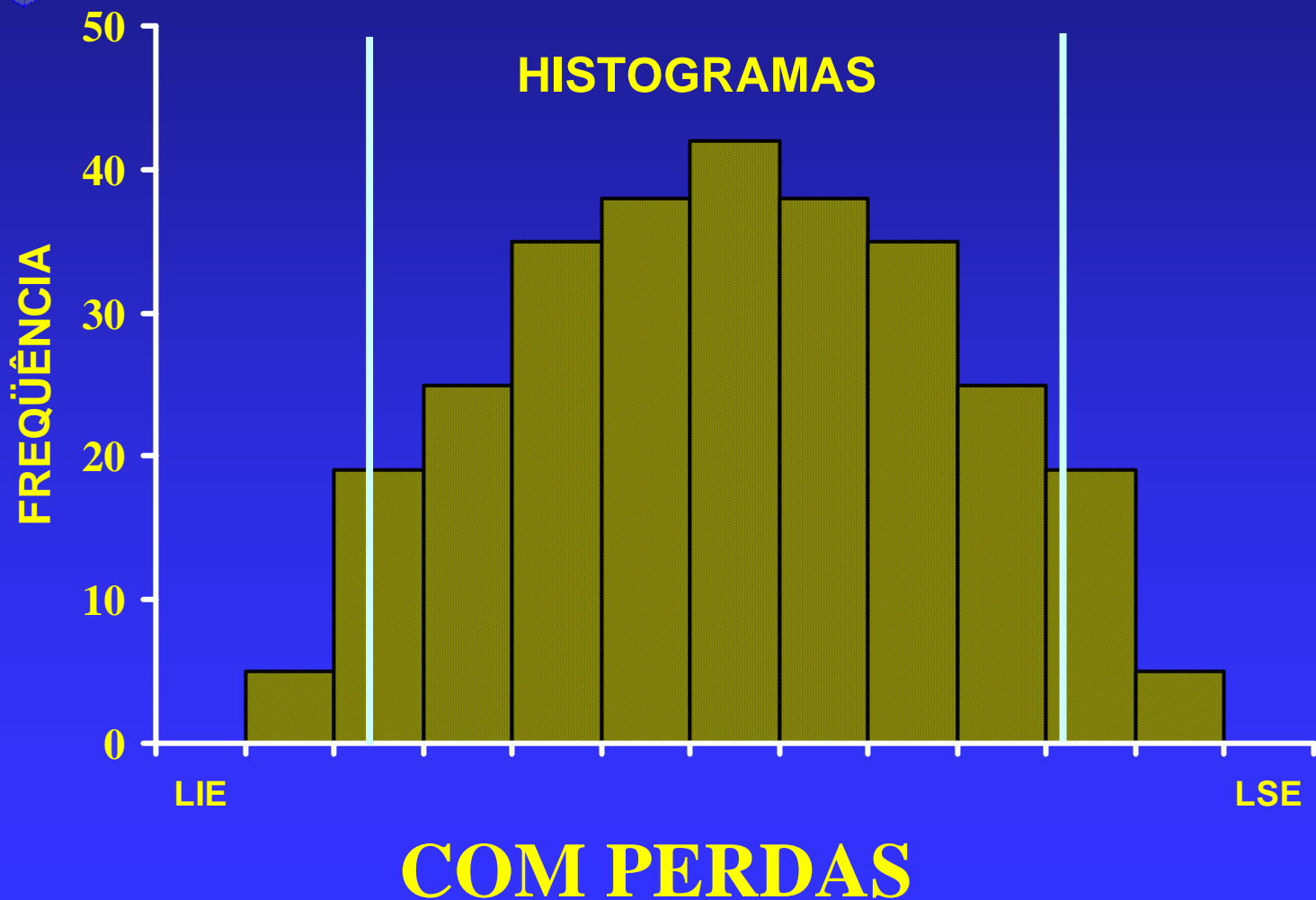
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

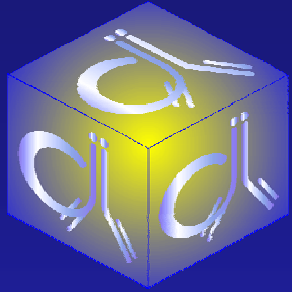






# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

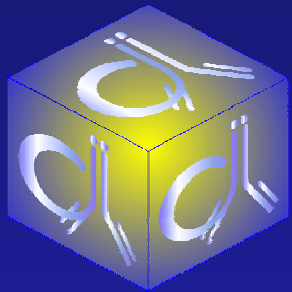




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

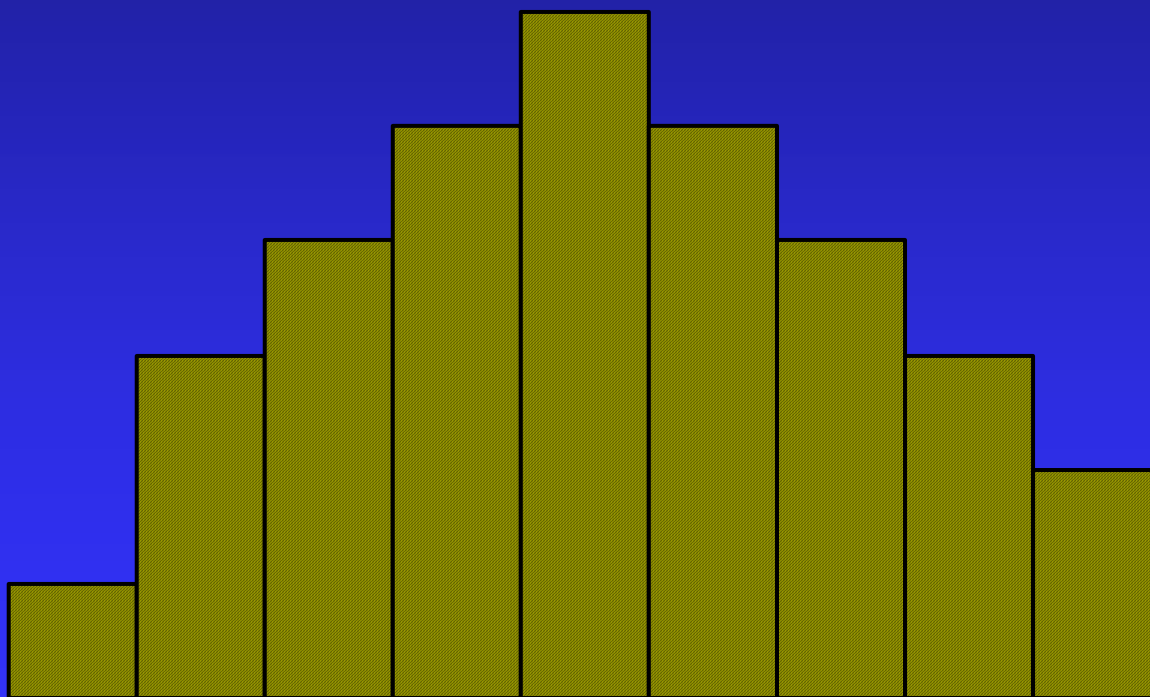
## *AVALIAÇÃO DE UM HISTOGRAMA PERFEITO OU IDEAL*

- a) Forma
- b) Dispersão ou variabilidade pequena
- c) Centralização, que deve estar na média

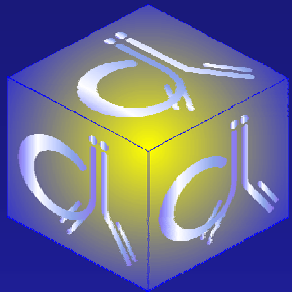


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

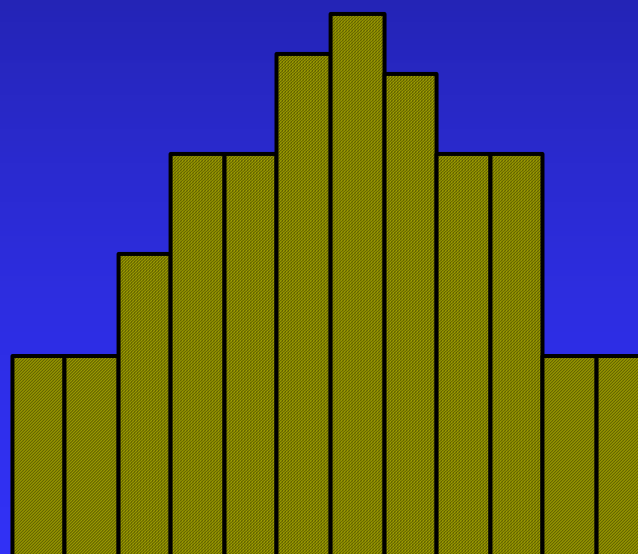
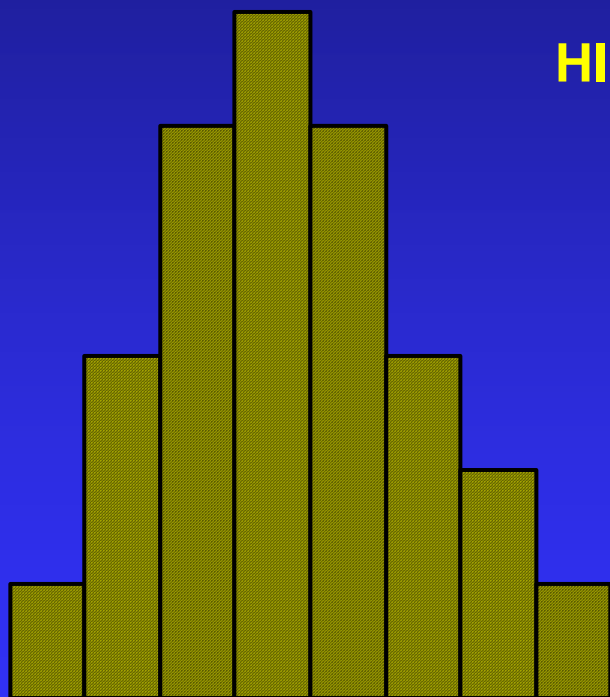


**Simétrico ou em Forma de Sino**

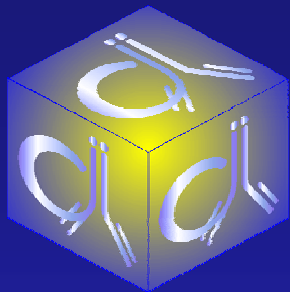


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

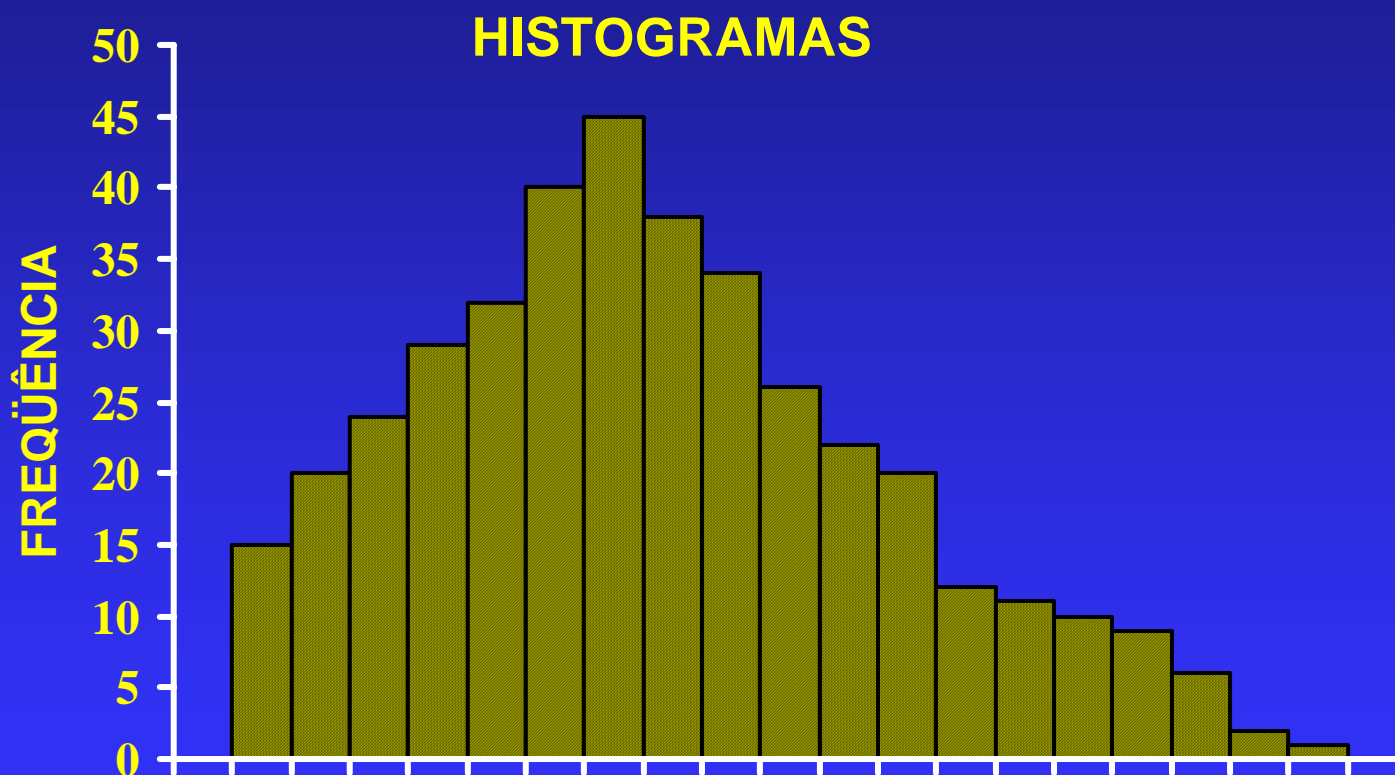
## HISTOGRAMAS



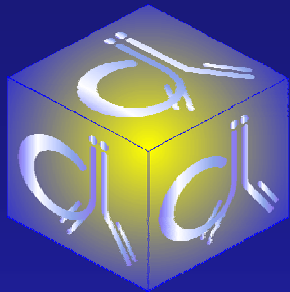
**COM DISPERSÕES DIFERENTES**



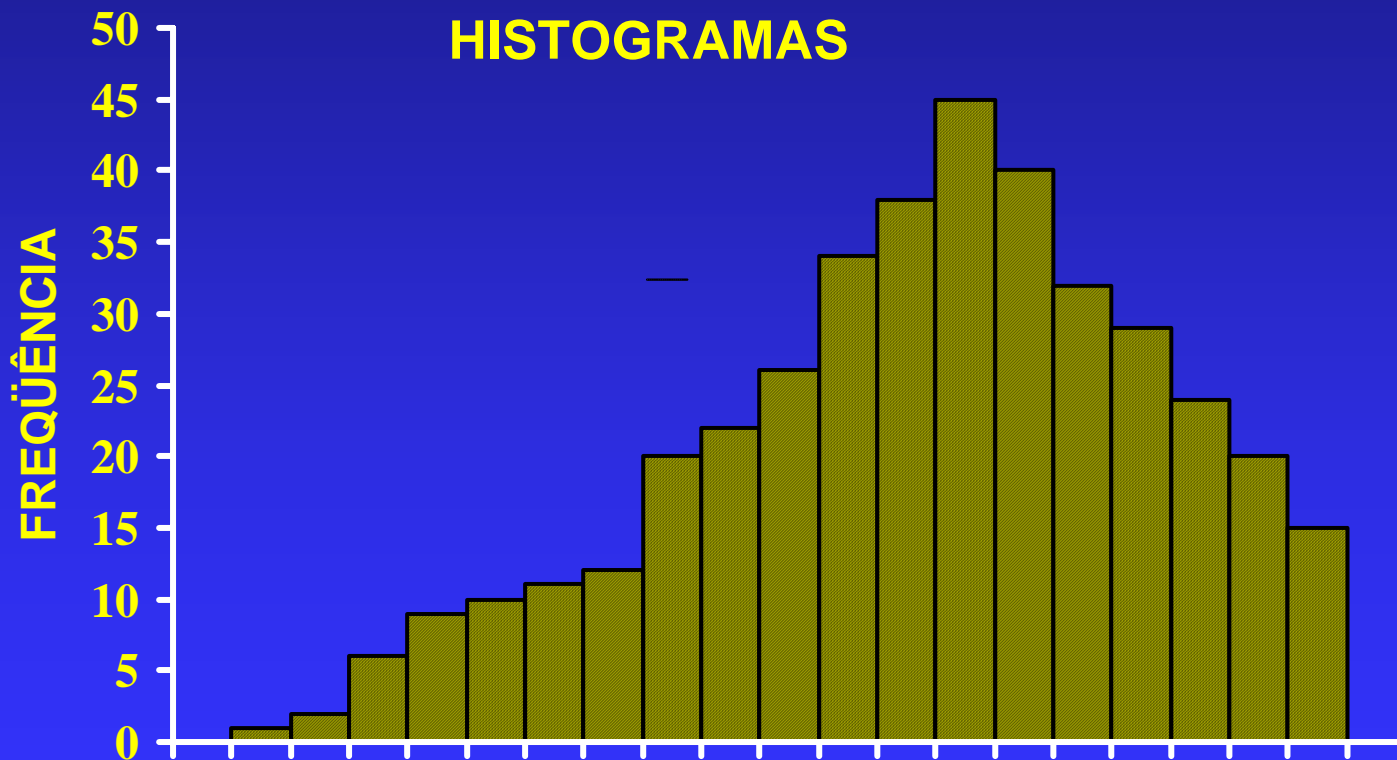
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE



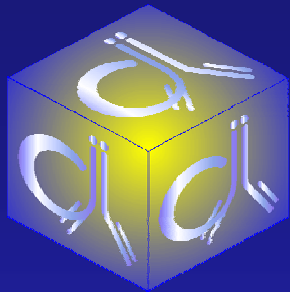
**com assimetria positiva**



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

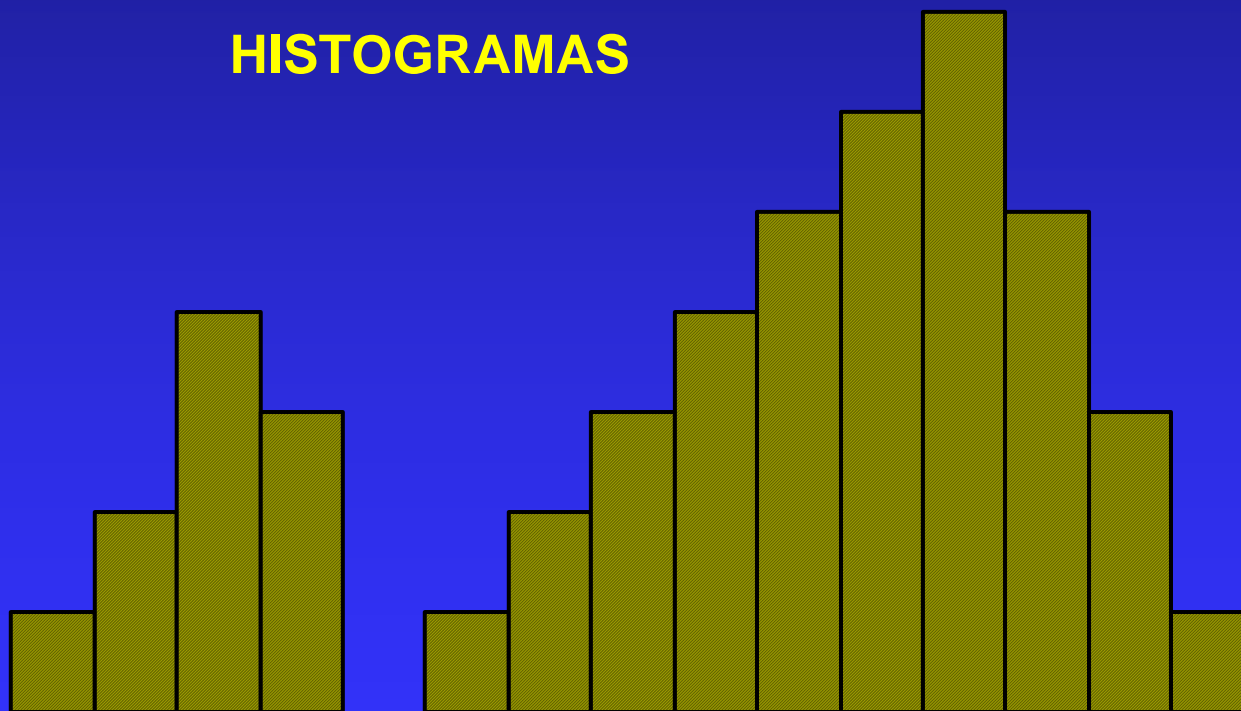


**com assimetria negativa**

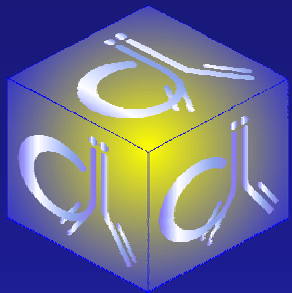


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

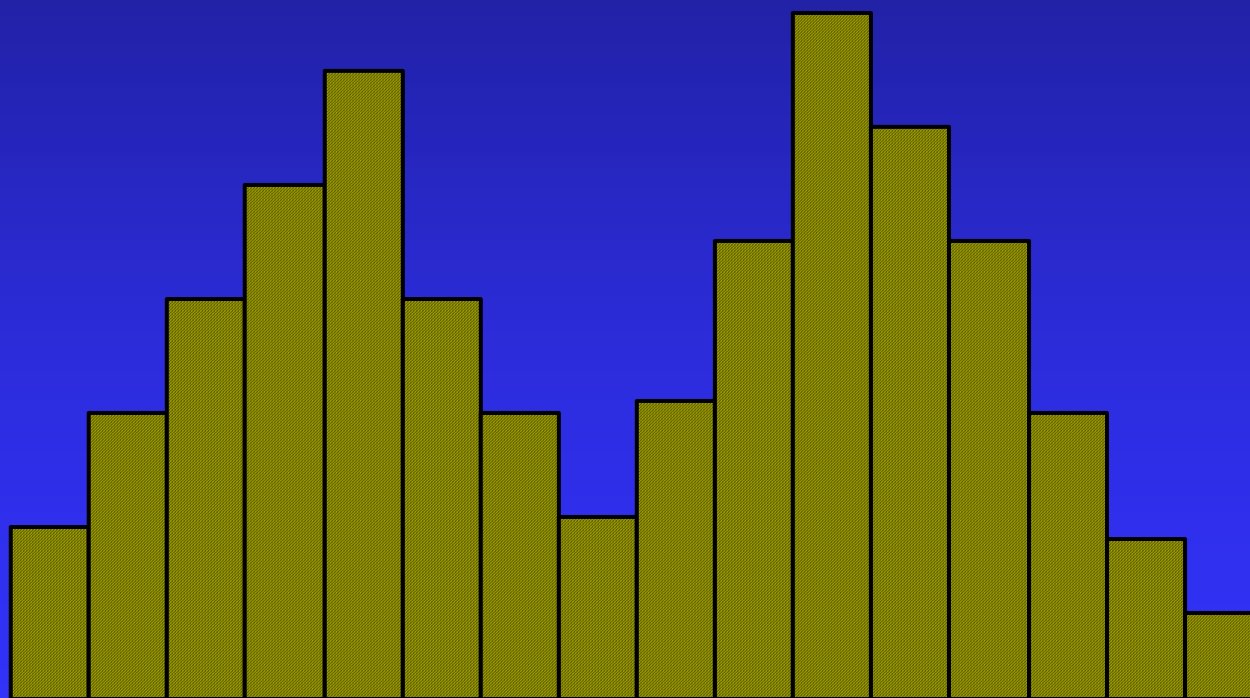


**Com Ilhas Isoladas - 2 populações ou erros**



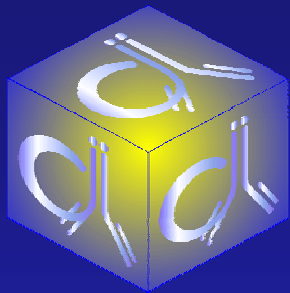
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

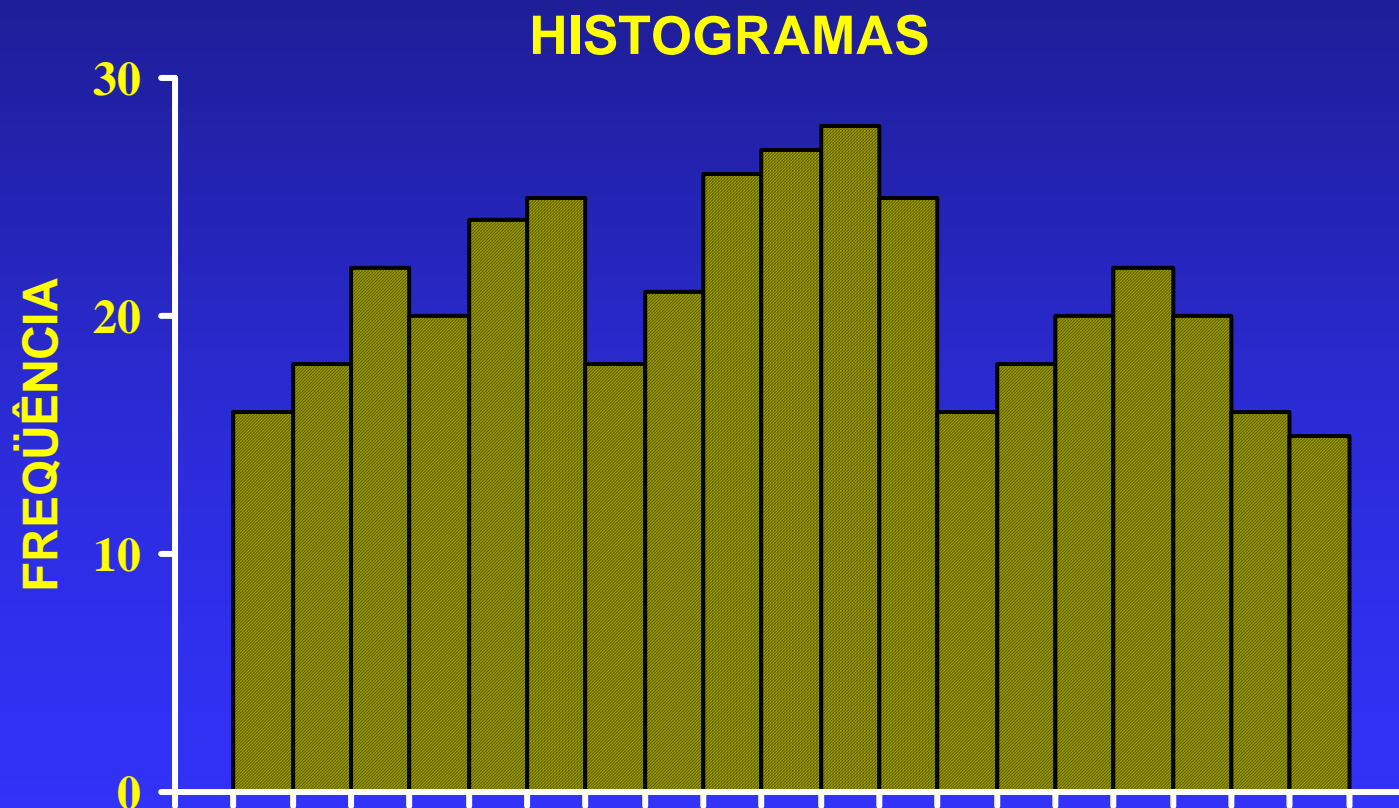


**Bimodal (Dois “Picos”)**

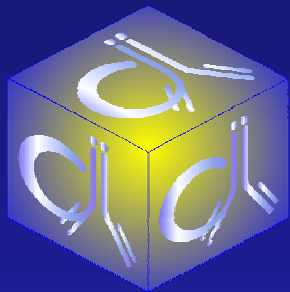




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE



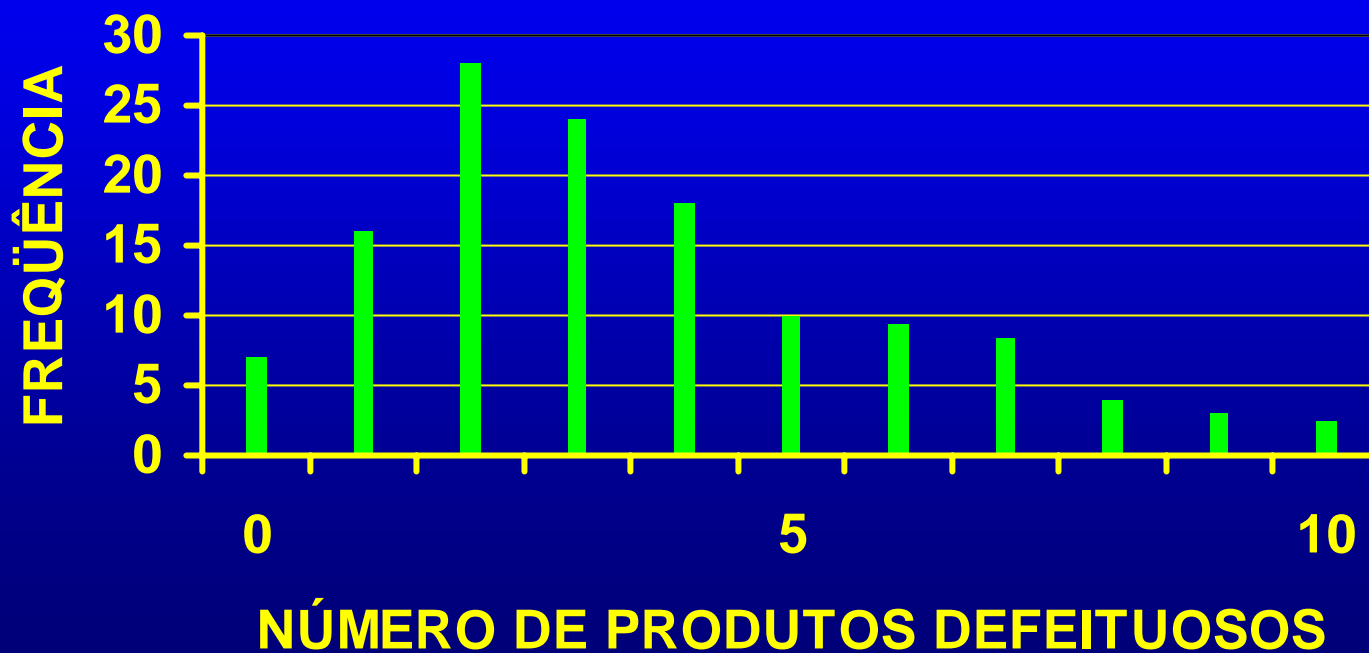
Com plateau - 2 distribuições com médias parecidas

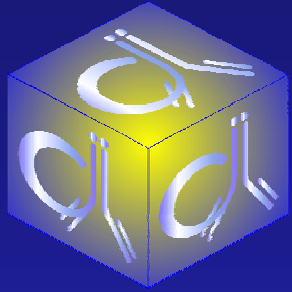


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

Histograma para variáveis discretas

## DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS





# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

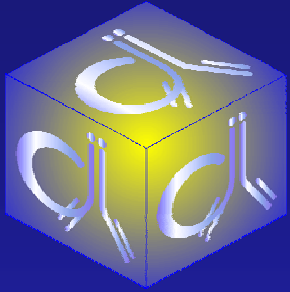
## HISTOGRAMAS

A avaliação de um histograma leva ao estudo da distribuição e conseqüente avaliação de algumas medidas de dispersão:

a) *Amplitude ( R )* - é a diferença entre o maior e o menor valor de amostragem. É de fácil cálculo e interpretação, mas não muda com a dispersão.

b) *Médias* - o centro de uma amostragem ou população

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| $\bar{X}$ |  | Amostragem |
| $\mu$     |  | População  |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

- c) Variância - Soma dos quadrados das diferenças entre os dados individuais e a média, dividida pelo número de eventos

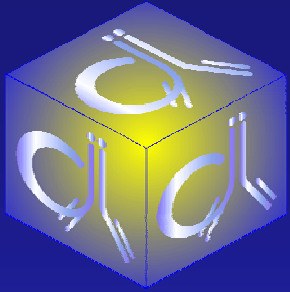
$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$$

Todavia, o ideal é que esse valor seja multiplicado pelo fator de correção

$$\left( \frac{n}{n-1} \right)$$

Logo, a variância seria a soma dos quadrados pelo número de dados menos 1 (grau de liberdade), sendo então reescrita como:

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1} \text{ ou } s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

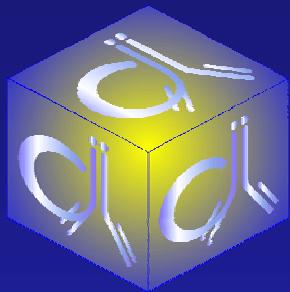
- d) Desvio Padrão - Como a variância tem a desvantagem de apresentar a unidade de medida igual ao quadrado da unidade da medida de dados (ex.: metros e metros quadrados), a raiz quadrada de variância passou a ser denominada como desvio padrão (s).

O desvio padrão aumenta à medida que aumenta a dispersão dos dados, sendo uma boa medida de dispersão.

$$s = \sqrt{s^2}$$

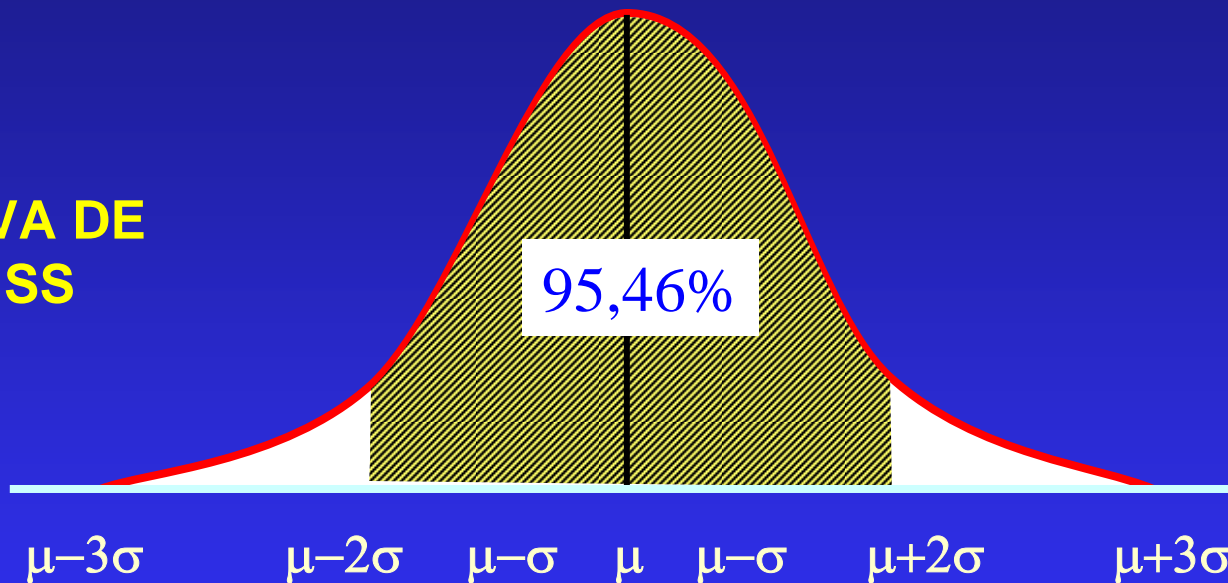
- e) Erro Padrão da média - é a medida de dispersão das médias de todas as amostras possíveis num estudo (na prática, são desconhecidas) em torno da média de população (na prática, também é desconhecida)

Dada pela fórmula:  $S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$

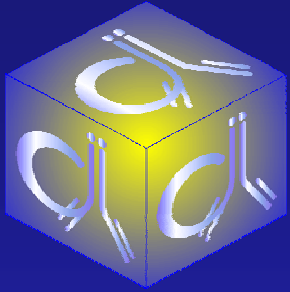


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## A CURVA DE GAUSS



| INTERVALO           | PROBABILIDADE |         |
|---------------------|---------------|---------|
|                     | INTERNA       | EXTERNA |
| $(\mu \pm 1\sigma)$ | 68,26%        | 31,74%  |
| $(\mu \pm 2\sigma)$ | 95,46%        | 4,54%   |
| $(\mu \pm 3\sigma)$ | 99,73%        | 0,27%   |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## HISTOGRAMAS

f) Coefficiente de variação : Expressa a variabilidade em termos relativos, comparando o desvio padrão com a média.

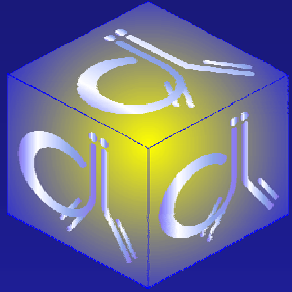
$$CV = \frac{S}{X}$$

Ex.:  $S = 4,03$

$$CV = \frac{4,03}{81,50} = 0,049 \text{ ou } 4,9\%$$

$X = 81,50$

g) Mediana - É a média aritmética simples de 2 valores centrais (ordenados crescentemente) se  $n$  for par, ou então, o valor central (com dados ordenados crescentemente) se  $n$  for ímpar.

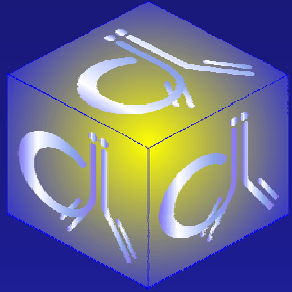


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE*

O Gráfico de Controle é o gráfico que forma uma representação de qualquer medida ao longo do tempo, permitindo a identificação de causas especiais de variação, se as mesmas estiverem ocorrendo durante o processo





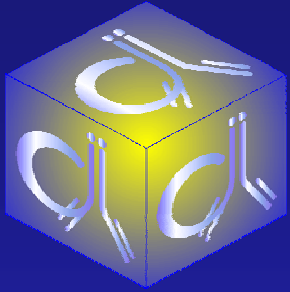
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE*

Sua principal função é medir a variação natural inerente a todos os processos.

Processos estáveis → Exibem apenas causas comuns de variação

Processos instáveis → Exibem variações de causas especiais



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

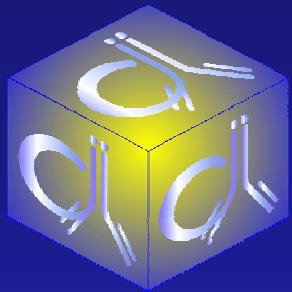
## *GRÁFICO DE CONTROLE*

Ferramenta estatística que apresenta três linhas básicas para o controle:

- Limite Superior (LS)
- Linha Central ou Média (LC)
- Limite Inferior (LI)

Utilização geralmente para:

- **Compreensão do processo - O estudo do que acontece atualmente!**
- **Monitorização do processo ao longo do tempo**
- **Melhorias no processo após aplicação do ciclo PDCA**
- **Verificação do processo após a introdução de melhorias**



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE*

Existem 7 Gráficos de Controle, separados em 2 categorias gerais:

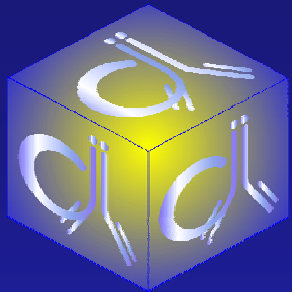
**Dados Variáveis Contínuos  
(Atributos)**

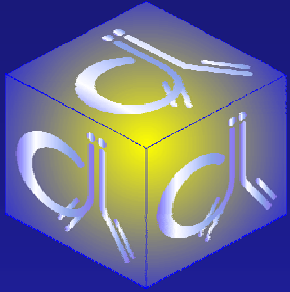
- $\bar{X}$  e  $R$
- $\bar{X}$  e  $s$
- Amplitudes individuais e móveis (para eventos raros)

**Dados Discretos**

c  
u  
p  
np

# Diagrama de Decisão para os Gráficos de Controle

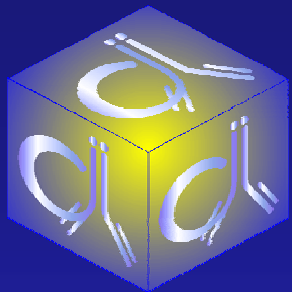




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

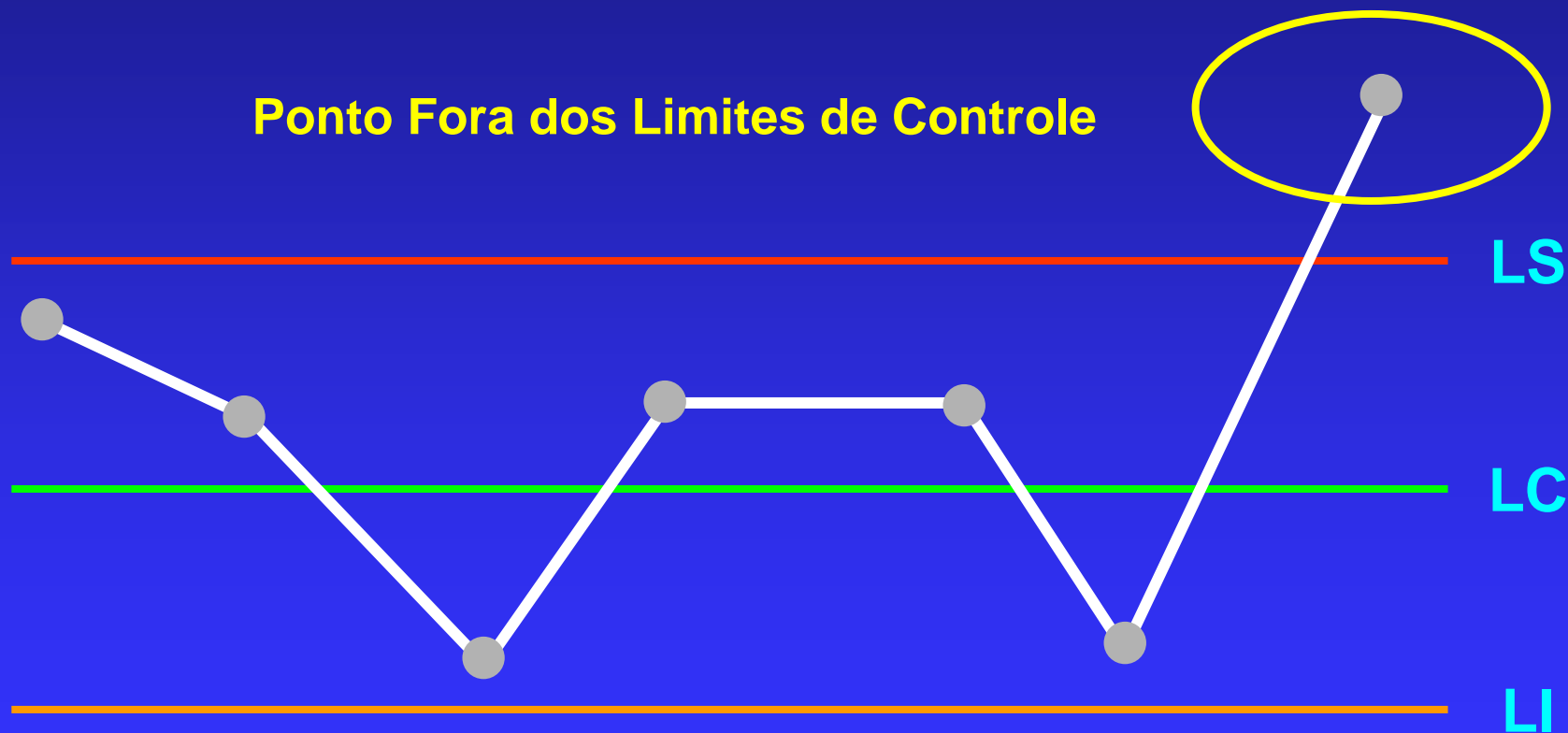
## GRÁFICO DE CONTROLE - INTERPRETAÇÃO

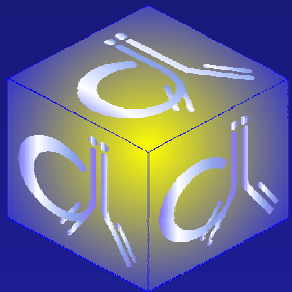
- a) Pontos fora dos limites de controle - Se o processo estiver sob controle, um ponto fora dos limites não deve ocorrer por acaso, ou seja, existe uma causa especial que influenciou o processo.
- b) “Corrida” - Quando 7 ou mais pontos consecutivos recaem sobre o mesmo lado da linha central.
- c) Tendência - Existência de 7 ou mais pontos consecutivos em direção ascendente ou descendente.
- d) Aproximação de Linha Central - Existência de 4 em 5 pontos consecutivos que recaem muito próximos à Linha Central, indicando:
  - *manipulação de dados ou relatórios errados*
  - *diminuição da variabilidade por medidas de melhoria ( hora de recalcular o seu gráfico de controle!)*
- e) Cíclico - Elevação e decréscimo em repetição. Algo sistemático está afetando o sistema!



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

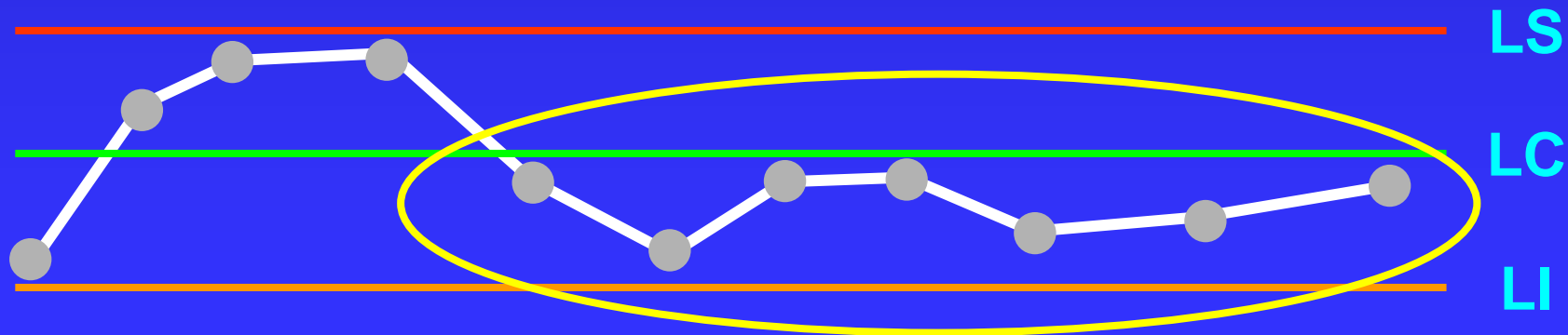
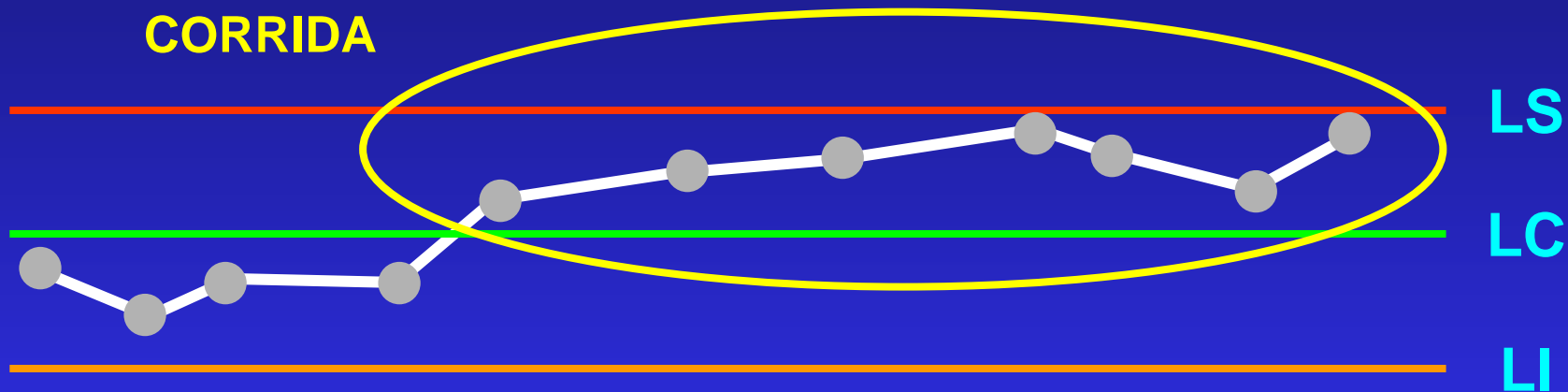
Ponto Fora dos Limites de Controle

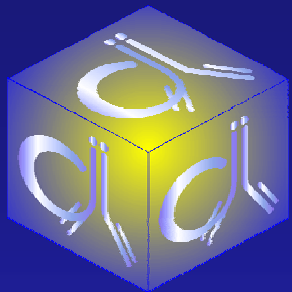




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

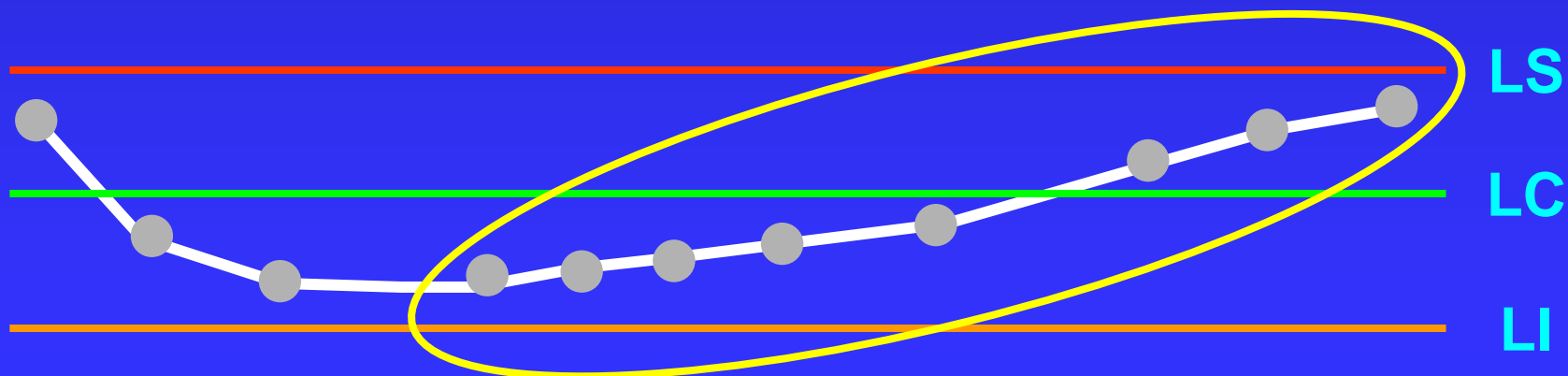
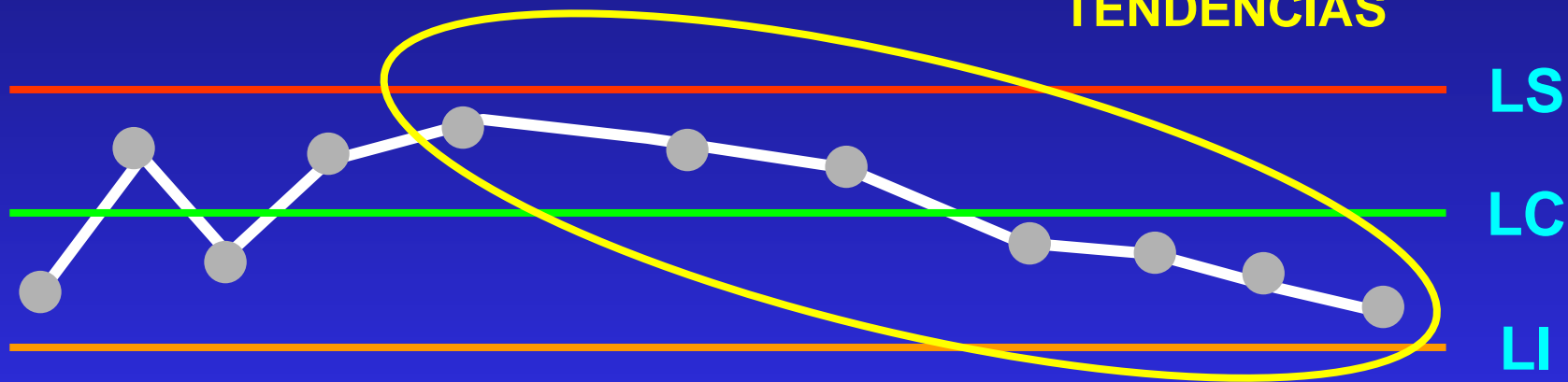
**CORRIDA**



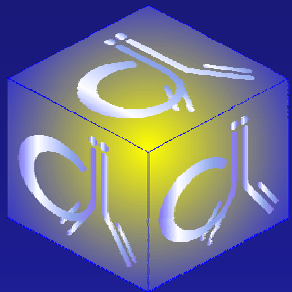


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

TENDÊNCIAS

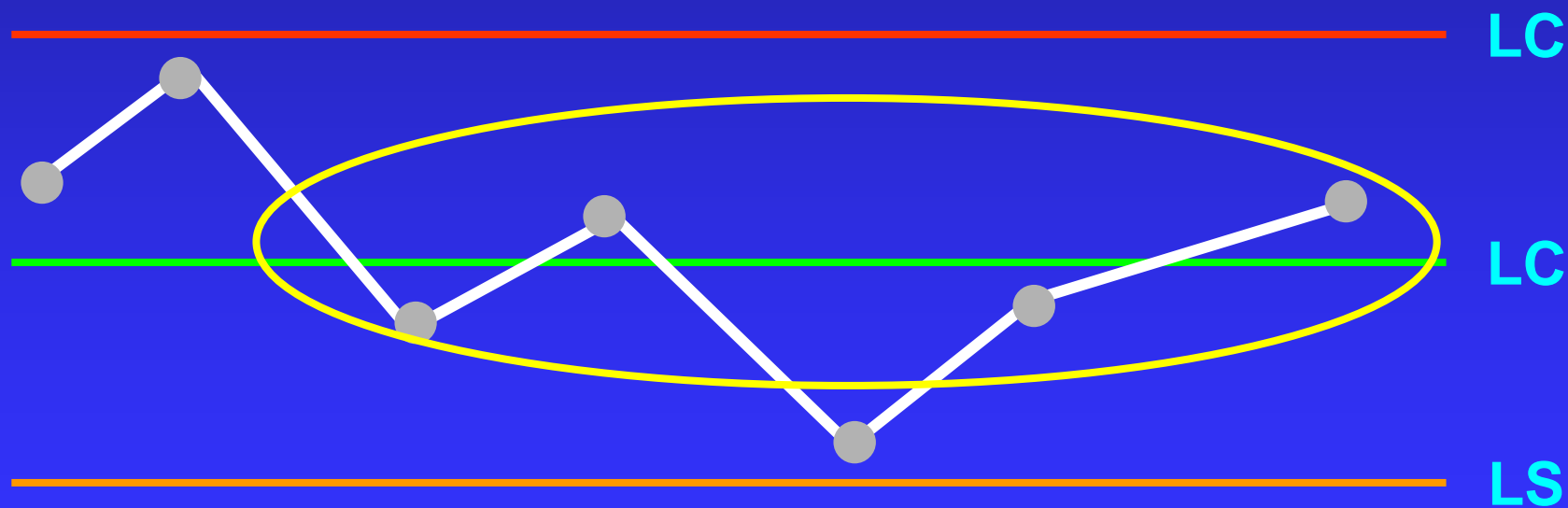


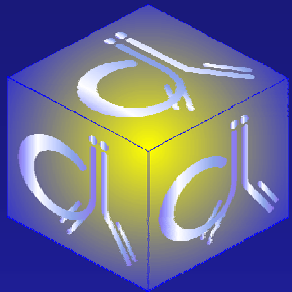




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

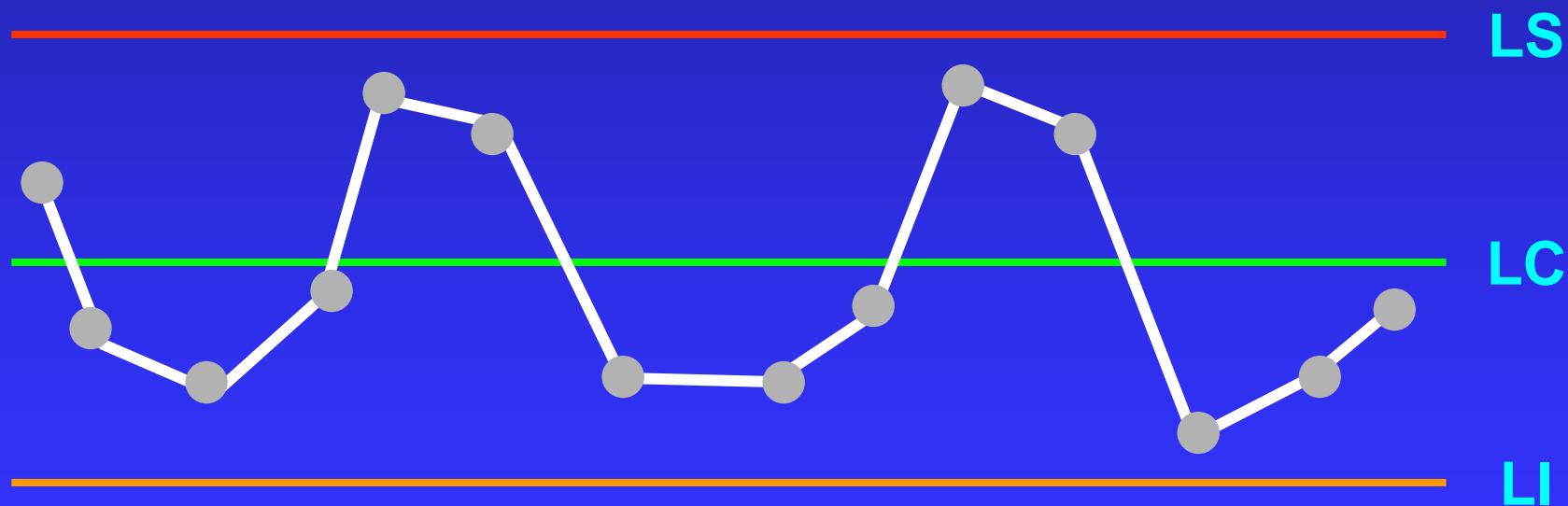
Aproximando-se da Linha Central



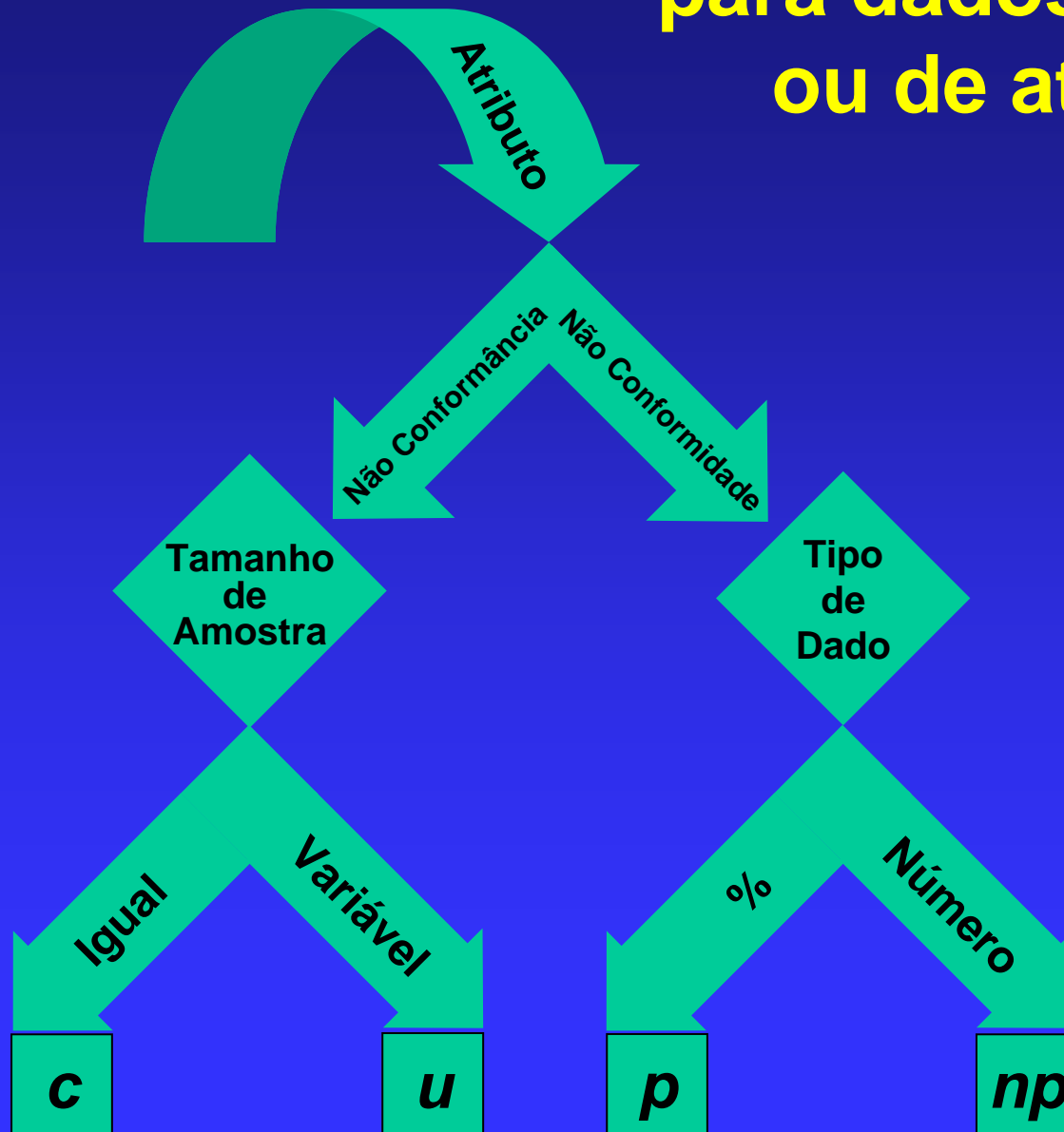
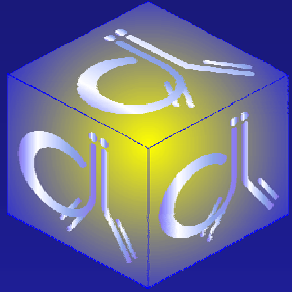


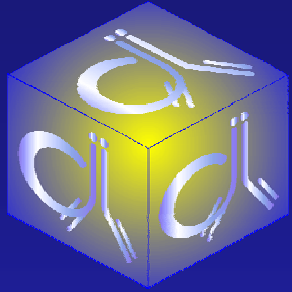
# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## Dados Cíclicos



# Gráfico de Controle para dados discretos ou de atributos



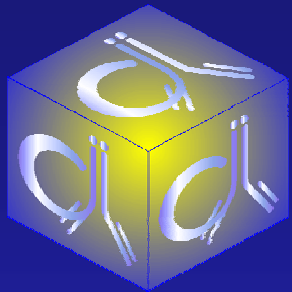


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE $c$*

Avaliação do número de ocorrências de uma ou mais características, em que o tamanho de amostra é sempre o mesmo. Baseia-se na distribuição de Poisson, sendo utilizado para a avaliação de dados discretos em não conformância (vários problemas num único processo).

Ex.: Avaliação diária de 10 concentrados de plaquetas



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

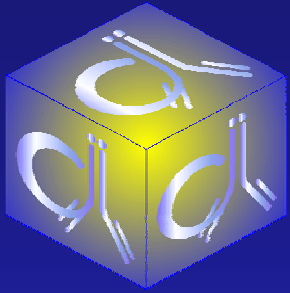
## GRÁFICO $c$

Avaliação do número de ocorrências de uma ou mais características de interesse (não conformância) sempre usando-se a mesma amostra!

$\bar{c} = \frac{\text{No. total de não conformâncias em todas as amostras avaliadas}}{\text{No. de unidades avaliadas.}}$

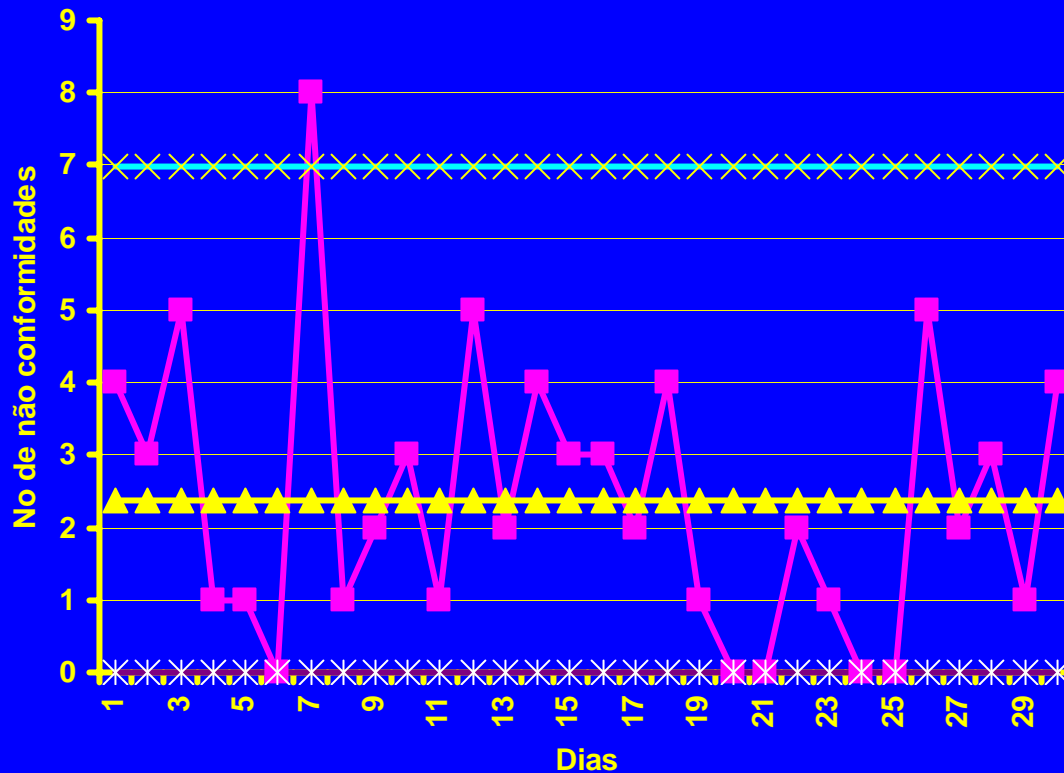
$$LS\ c = \bar{c} + \sqrt{3\bar{c}}$$

$$Li\ c = \bar{c} - \sqrt{3\bar{c}}$$



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

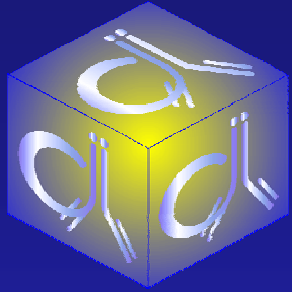
Gráfico c



LS c

LC c

LI c

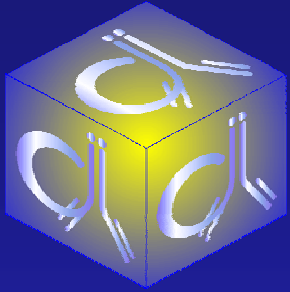


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE $u$*

Semelhante ao Gráfico  $c$ , baseado na distribuição de Poisson, porém o tamanho da amostra é variável com o tempo.

Ex.: Avaliação diária de 1% dos concentrados de plaquetas



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## GRÁFICO $u$

Para o controle do número médio de característica por unidade ou item examinado quando as amostras variam de formato.

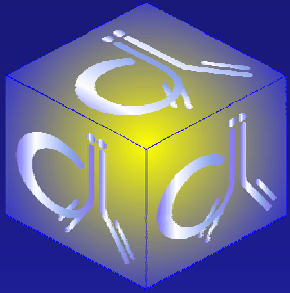
$$\bar{u} = \frac{\text{No. total de não conformância em todas as amostras estudadas}}{\text{No. total de amostras estudadas}}$$

$$LSu = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}$$

$$Llu = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}$$

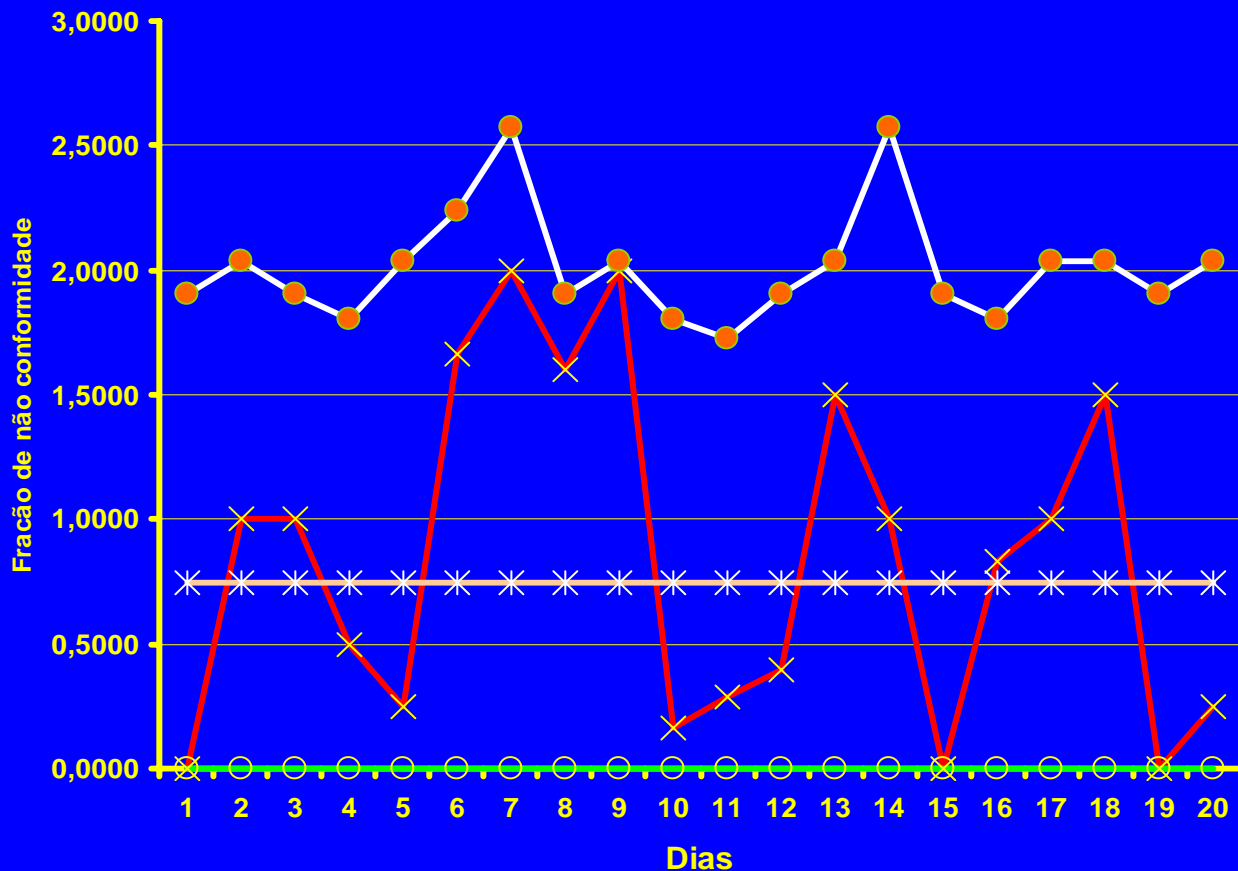
$n_i$  = número de itens em cada amostra





# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

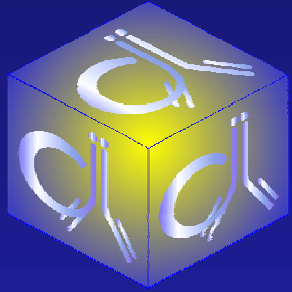
Gráfico u



$LS_u$

$LC_u$

$LI_u$

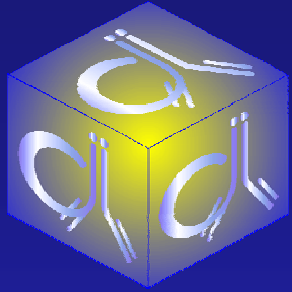


# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE $p$*

Para a avaliação da porcentagem da proporção de processos que estejam em não conformidade, no qual cada item seja contado apenas uma vez (sem reposição ao sistema). Segue a distribuição binomial.

**Ex.: Porcentagem de unidades vencidas por mês.**



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

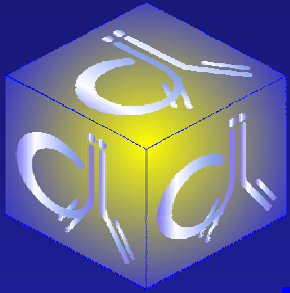
## GRÁFICO $p$

Para conforme / não conforme, na análise de proporção de uma população.

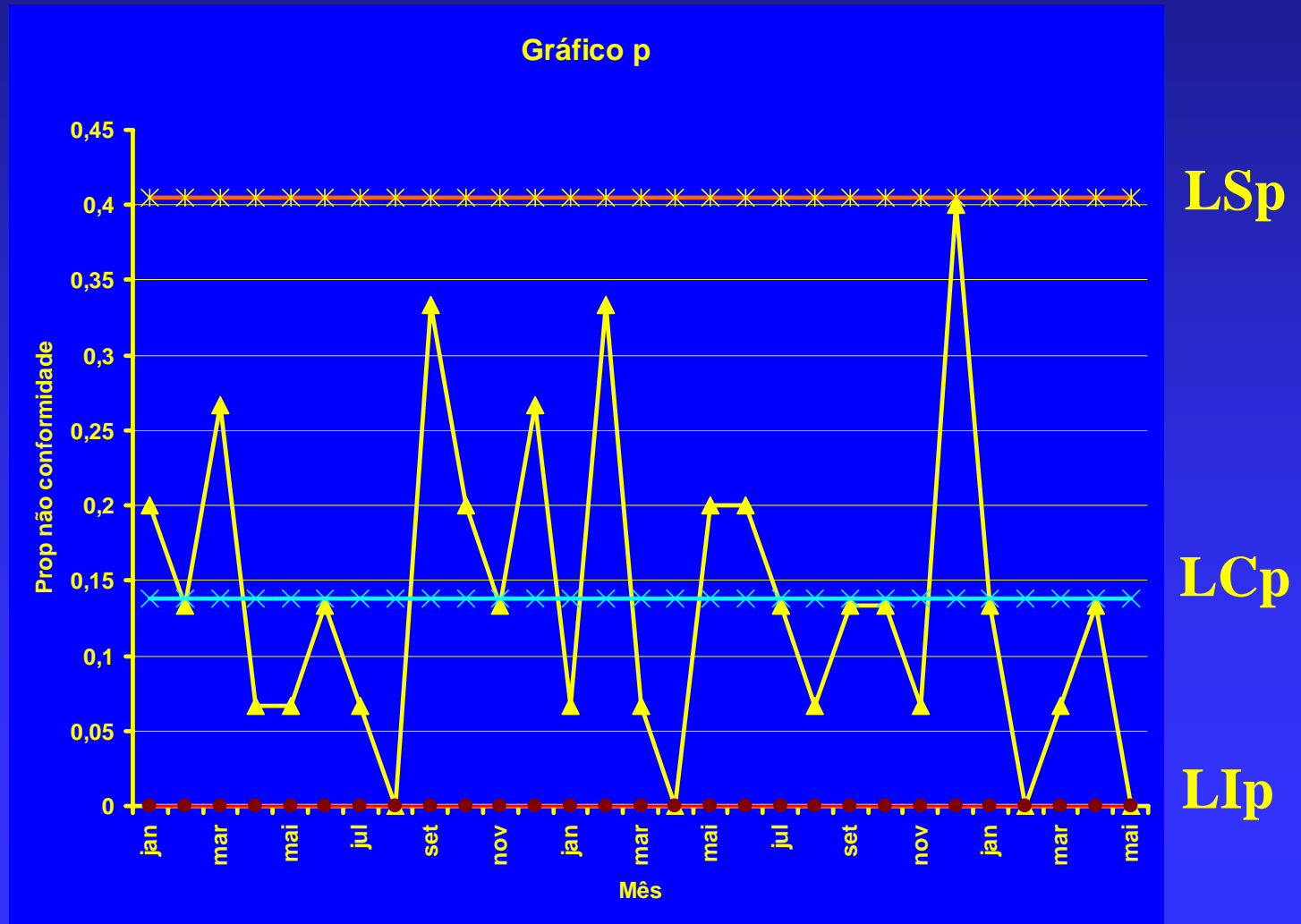
$LC = \bar{p} = \frac{\text{No. total de itens em não conformidade em todas as amostras estudadas}}{\text{No. total de itens avaliados em todas as amostras.}}$

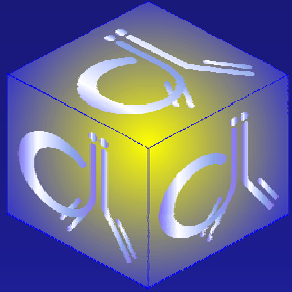
$$LS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$LI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

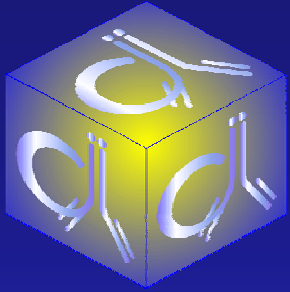




# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## *GRÁFICO DE CONTROLE $np$*

Para a avaliação do número de itens em não conformidade (a existência de um único problema no processo), desde que cada item seja contado apenas uma vez. Segue a distribuição binomial.



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

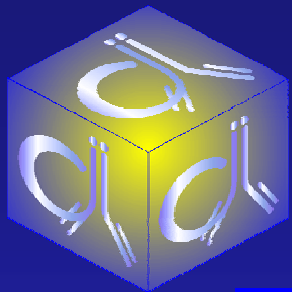
## GRÁFICO $np$

$\bar{np}$  = No. total de itens não conformes em todas as amostras  
No. total de amostras.

$\bar{p} = \frac{\bar{np}}{n}$        $n = n^{\circ}$  de meses ou de períodos analisados

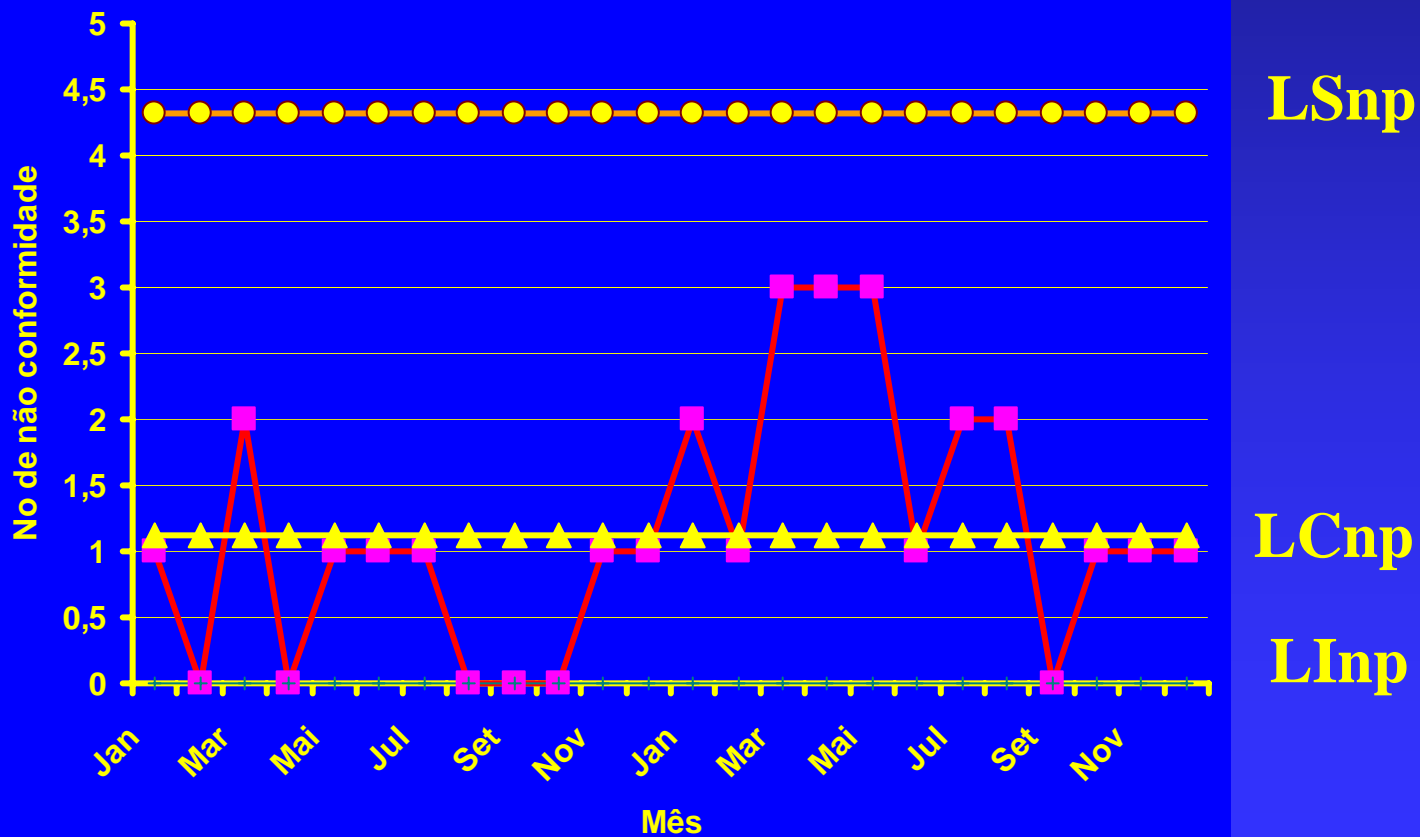
$$LS\ np = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

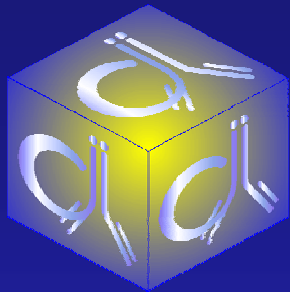
$$LI\ np = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$



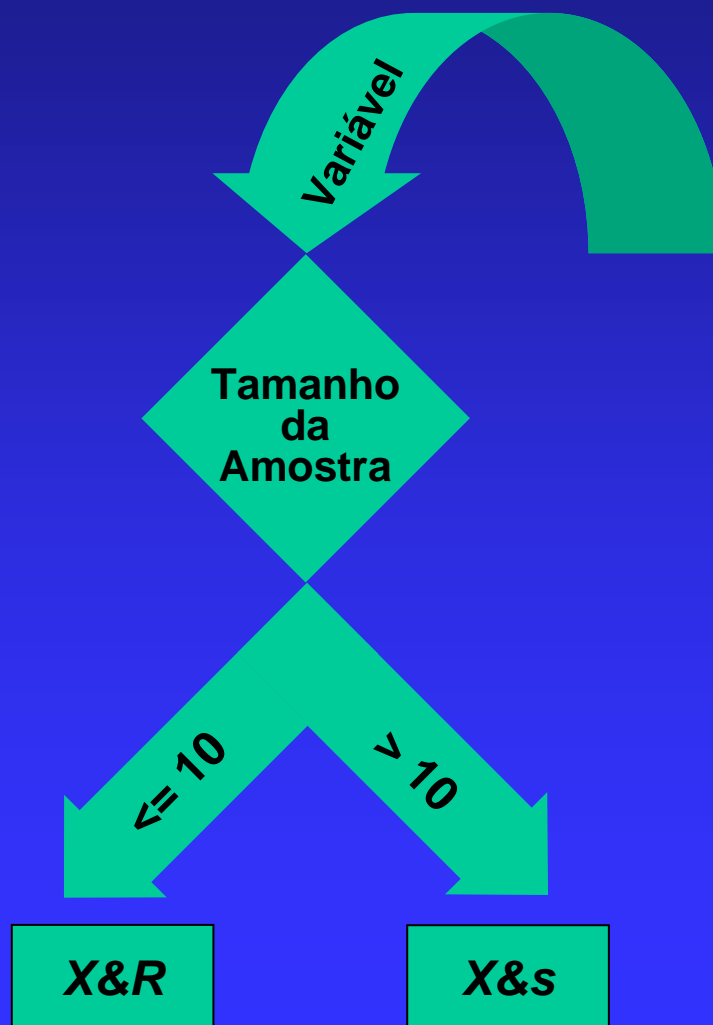
# Gráficos de Controle

Gráfico np

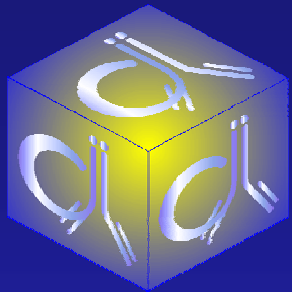




# Diagrama para os Gráficos de Controle para dados variáveis







# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## GRÁFICO $\bar{X}$ e $\bar{R}$

$\bar{X}$  e  $\bar{R}$  = ( Média e amplitude) - Só se  $n \leq 10$

$\bar{x}$  = Média

$R$  = amplitude

$\bar{\bar{X}}$  = média das médias!

$\bar{\bar{R}}$  = média da amplitude

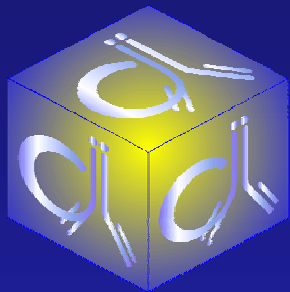
$$LSx = \bar{\bar{X}} + (A_2 \times \bar{\bar{R}})$$

$$Lix = \bar{\bar{X}} - (A_2 \times \bar{\bar{R}})$$

Ver tabela para  $A_2$ ,  $D_4$  e  $D_3$

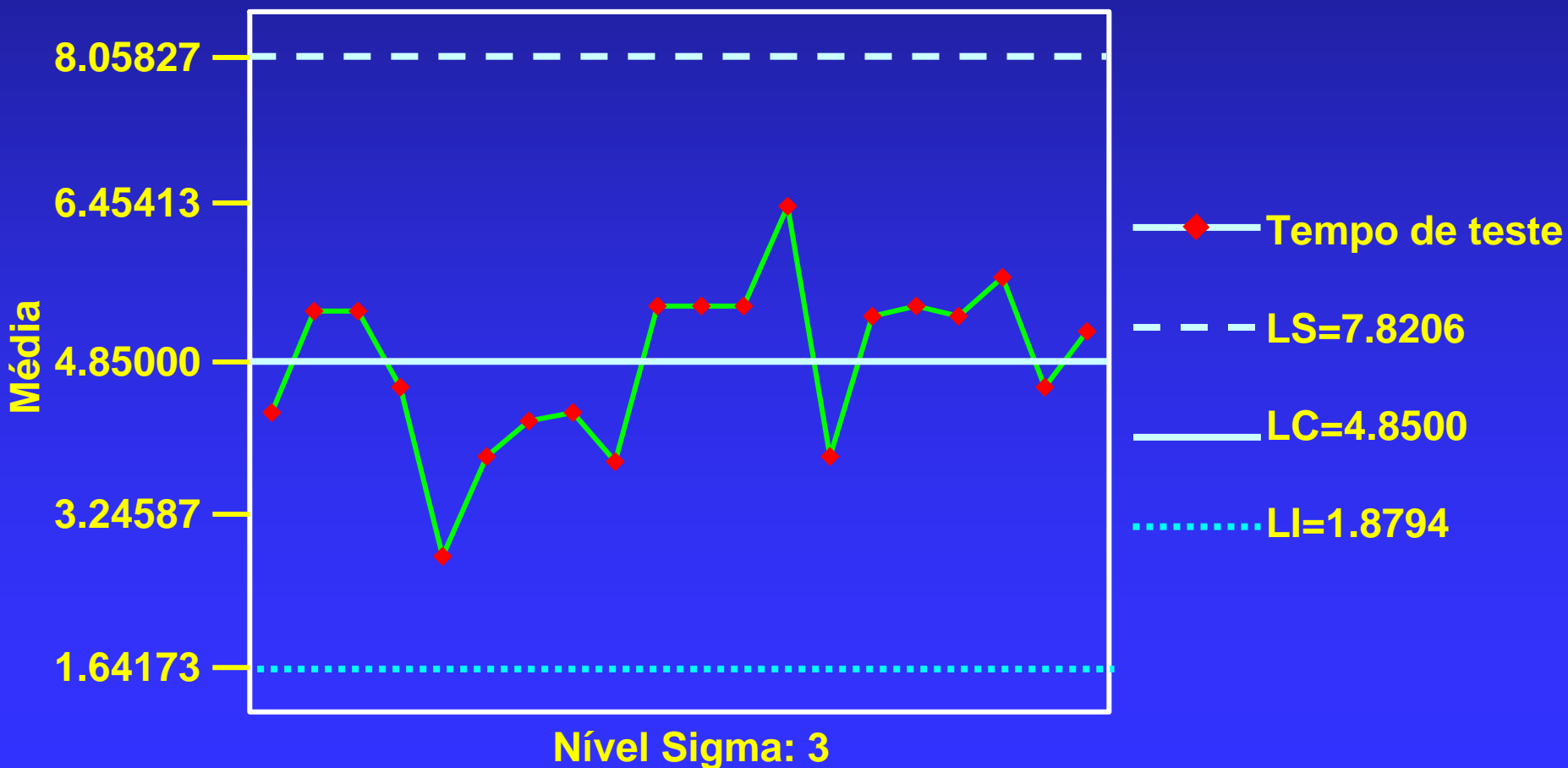
$$LSR = D_4 \times \bar{\bar{R}}$$

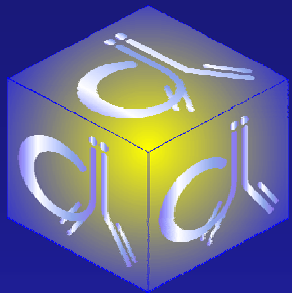
$$LIR = D_3 \times \bar{\bar{R}}$$



# Gráficos de Controle $\bar{X}$ e R

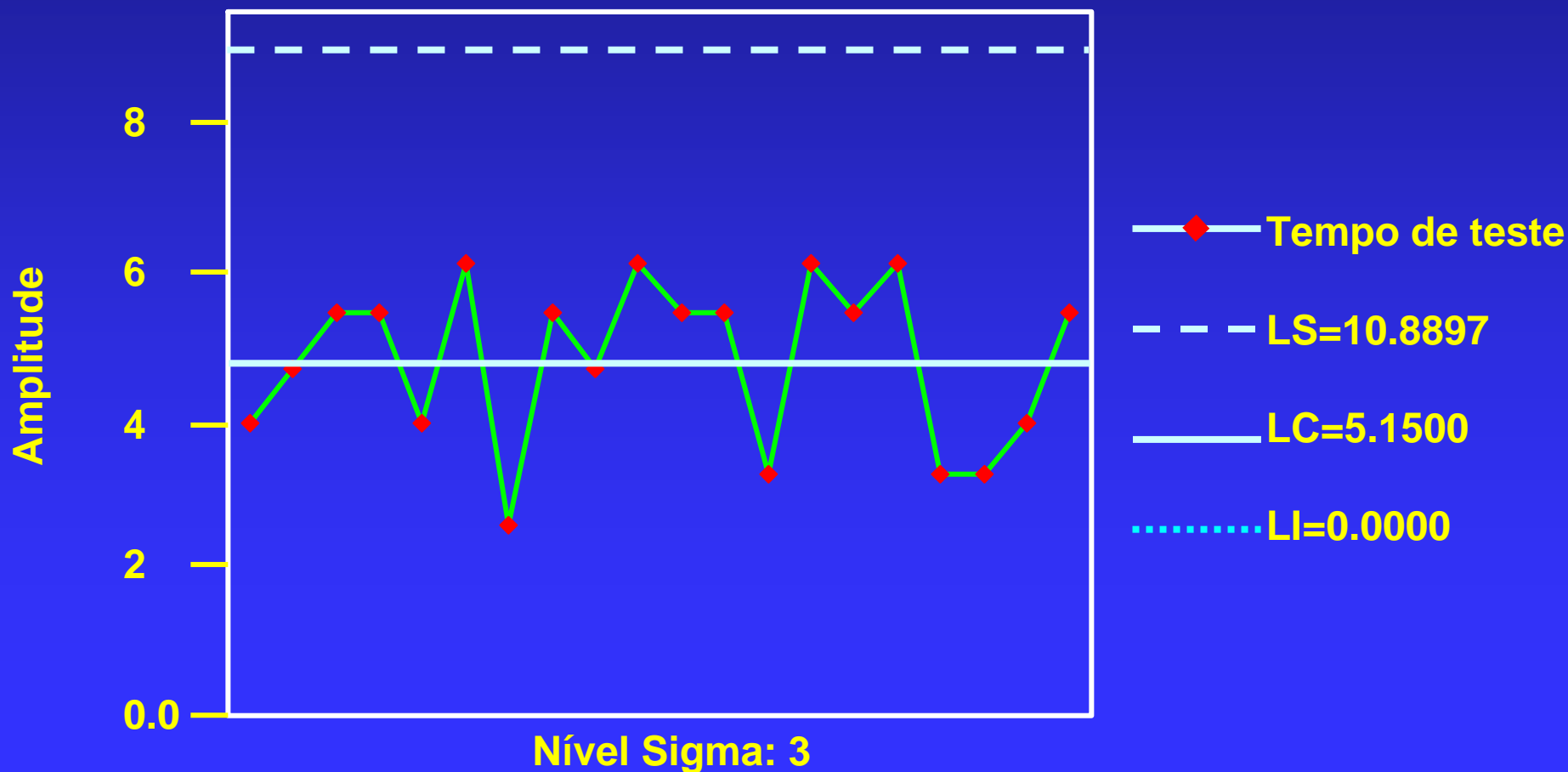
Gráfico de controle  $\bar{X}$ : Tempo de teste

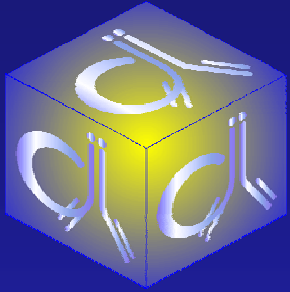




# Gráficos de Controle $\bar{X}$ e R

Gráfico de Controle R: Tempo de teste





# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## GRÁFICO $\bar{X}$ e $s$

$\bar{X}$  e  $s$  = ( Média e desvio padrão) - Só se  $n > 10$

$\bar{x}$  = Média

$s$  = desvio padrão

$\bar{\bar{X}}$  = média das médias!

$\bar{s}$  = média dos desvios

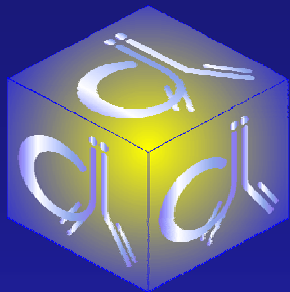
$$LSx = \bar{\bar{X}} + (A_3 \times \bar{s})$$

$$Llx = \bar{\bar{X}} - (A_3 \times \bar{s})$$

Ver tabela para  $A_3$ ,  $B_4$  e  $B_3$

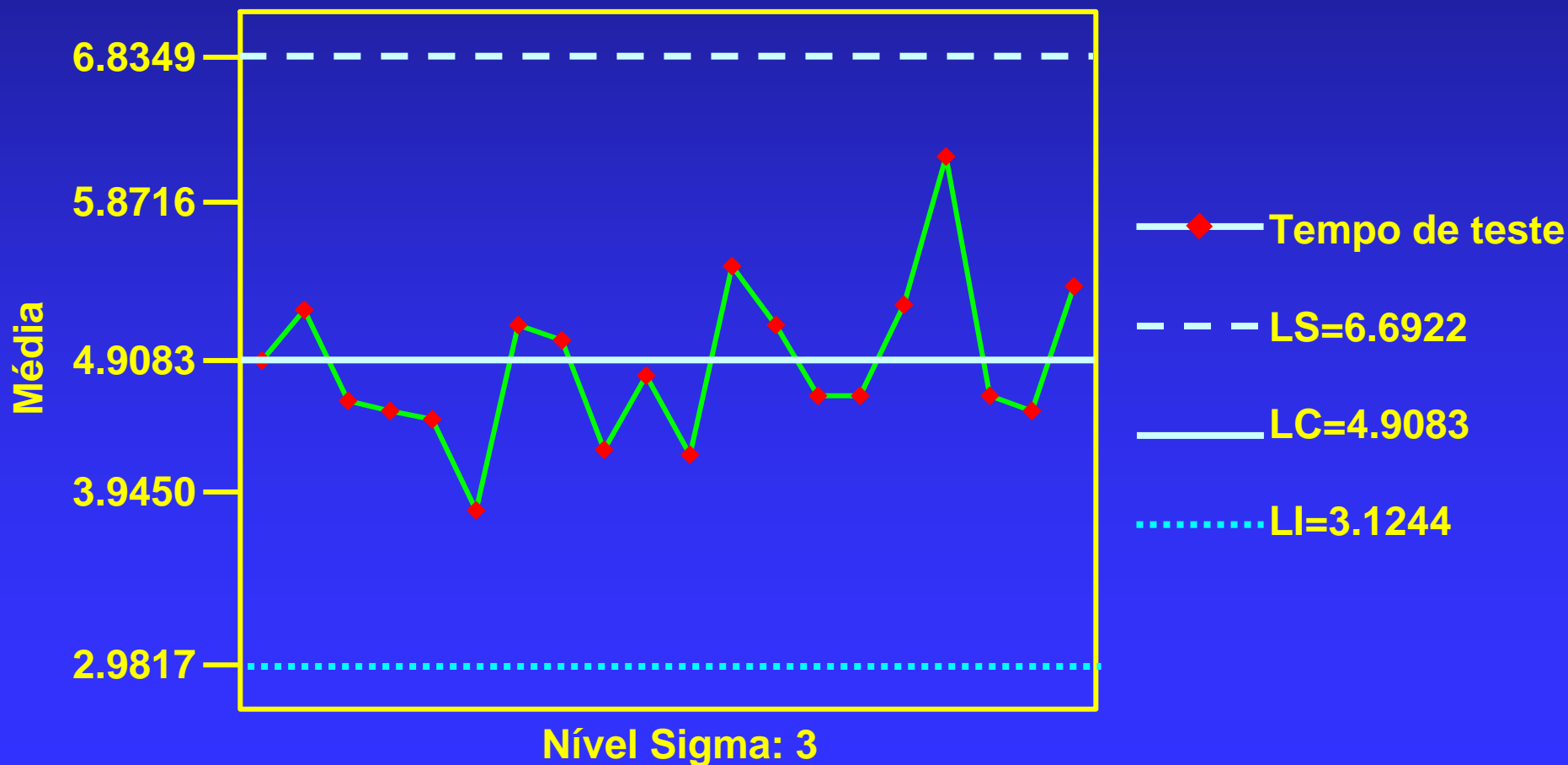
$$LSR = B_4 \times \bar{s}$$

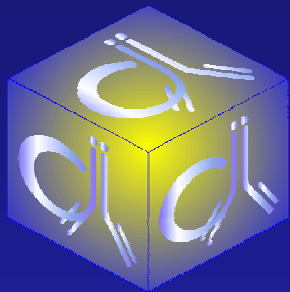
$$LIR = B_3 \times \bar{s}$$



# Gráficos de Controle $\bar{X}$ e $s$

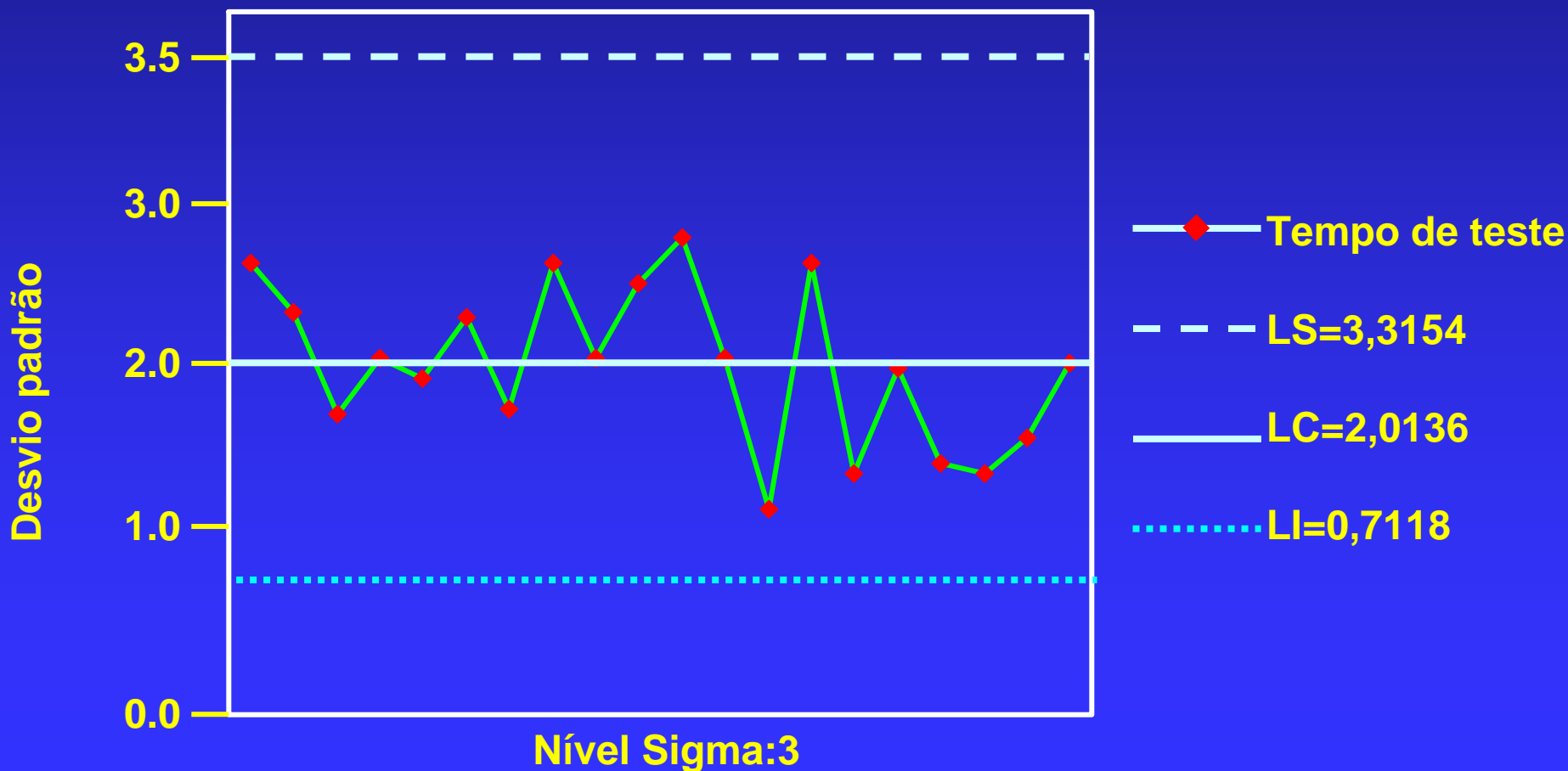
Gráfico  $\bar{X}$  : Tempo de teste

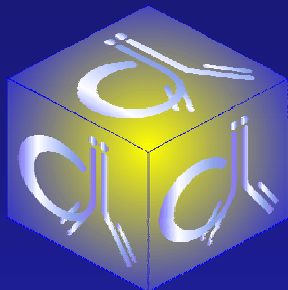




# Gráficos de Controle $\bar{X}$ e $s$

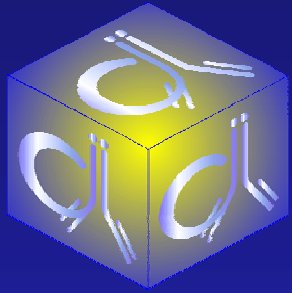
Gráfico de Controle  $s$ : Tempo de teste





# Tabela de Constantes

|    | $A_2$ | $A_3$ | $D_3$ | $D_4$ | $B_3$ | $B_4$ | $E_2$ |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2  | 1,880 | 2,659 | 0     | 3,267 | 0     | 3,267 | 2,659 |
| 3  | 1,023 | 1,954 | 0     | 2,575 | 0     | 2,568 | 1,772 |
| 4  | 0,729 | 1,628 | 0     | 2,282 | 0     | 2,266 | 1,457 |
| 5  | 0,577 | 1,427 | 0     | 2,114 | 0     | 2,089 | 1,290 |
| 6  | 0,483 | 1,287 | 0     | 2,004 | 0,030 | 1,970 | 1,184 |
| 7  | 0,419 | 1,182 | 0,076 | 1,924 | 0,118 | 1,882 | 1,109 |
| 8  | 0,373 | 1,099 | 0,136 | 1,864 | 0,185 | 1,815 | 1,054 |
| 9  | 0,337 | 1,032 | 0,184 | 1,816 | 0,239 | 1,761 | 1,010 |
| 10 | 0,308 | 0,975 | 0,223 | 1,777 | 0,284 | 1,716 | 0,975 |
| 11 | 0,285 | 0,927 | 0,256 | 1,744 | 0,321 | 1,679 | 0,946 |
| 12 | 0,266 | 0,886 | 0,283 | 1,717 | 0,354 | 1,646 | 0,921 |
| 13 | 0,249 | 0,850 | 0,307 | 1,693 | 0,382 | 1,618 | 0,899 |
| 14 | 0,235 | 0,817 | 0,328 | 1,672 | 0,406 | 1,594 | 0,881 |
| 15 | 0,223 | 0,789 | 0,347 | 1,653 | 0,428 | 1,572 | 0,864 |
| 16 | 0,212 | 0,763 | 0,363 | 1,637 | 0,448 | 1,552 | 0,849 |
| 17 | 0,203 | 0,739 | 0,378 | 1,622 | 0,466 | 1,534 | 0,836 |
| 18 | 0,194 | 0,718 | 0,391 | 1,609 | 0,482 | 1,518 | 0,824 |
| 19 | 0,187 | 0,698 | 0,404 | 1,596 | 0,497 | 1,503 | 0,813 |
| 20 | 0,18  | 0,680 | 0,415 | 1,585 | 0,510 | 1,490 | 0,803 |



# FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE QUALIDADE

## Referências Bibliográficas

- 1- Vieira, S - Estatística para a Qualidade - Como Avaliar com Precisão a Qualidade em Produtos e Serviços - Editora Campus, 1999.**
- 2- Kume, H - Métodos Estatísticos para a Melhoria da Qualidade - 11ª Edição - Editora Gente, 1993.**
- 3- Werkema, MCC - Série Ferramentas da Qualidade, Volumes 1 a 13 - Universidade Federal de Minas Gerais - Fundação Christiano Ottoni - 1995.**
- 4- Fontão-Wendel, R, et al. - The Absolute Number of Circulating CD34<sup>+</sup> Cells as the Best Predictor of peripheral Hematopoietic Stem Cell Yield - J. Hematother. 8: 255-262,1999**