

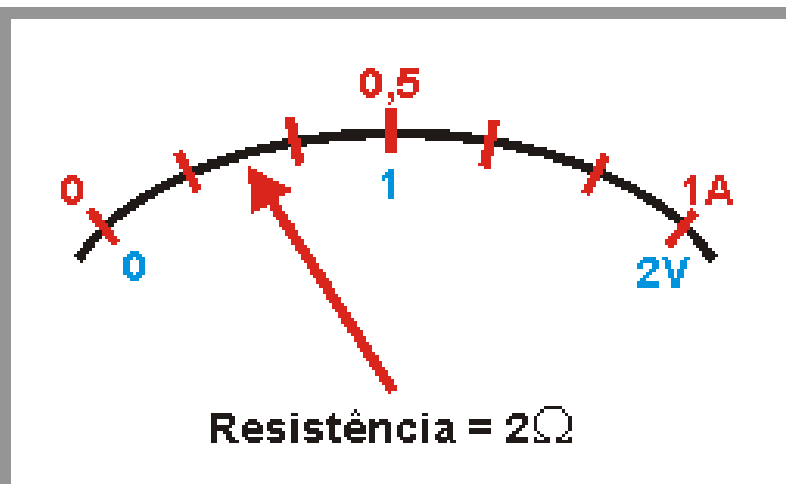
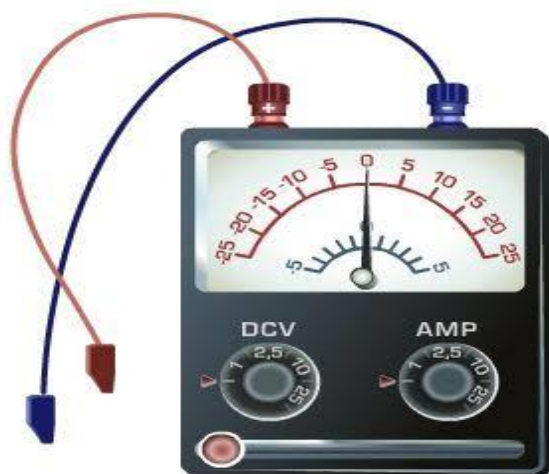


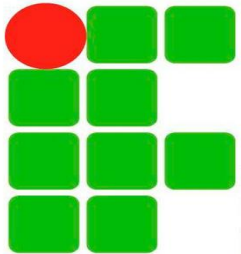
INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Bahia

Medidas Elétricas I

Aula 02

Eng. Guilherme Rodrigues
UNIVASF





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

Introdução

1. Introdução (motivação)



Importância das
Medidas

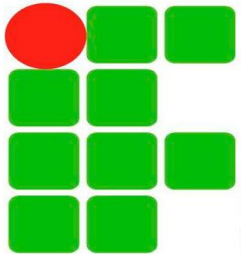


Volume de
Bebida



Geração
Transmissão
Distribuição





Introdução

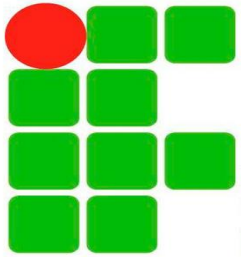
O que é Medir?

“Medir é tornar mensurável o que ainda não pode ser medido.”

Galileu Galilei

“O conhecimento amplo e satisfatório sobre um processo ou fenômeno somente existirá quando for possível medi-lo e expressá-lo por meio de números.”

Lord Kelvin



Introdução

1. Introdução – O que é medir?

É o ato de comparar duas **grandezas físicas** de mesma natureza, tomando-se uma delas como padrão!

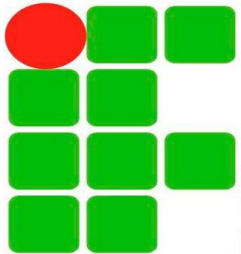
220V ⚡

110V ⚡

1 ton = 1000 kg



1000 A!?



Medição de Grandezas

2. Medição de Grandezas

Instrumento

O processo de medição, em geral, envolve a utilização de um instrumento como um meio físico para determinar uma grandeza.

Grandeza

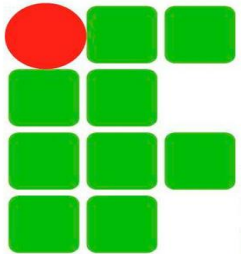
Corrente elétrica

Temperatura

Resposta

[A]

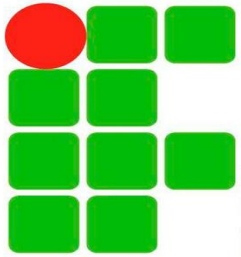
[K]



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

Medição de Grandezas





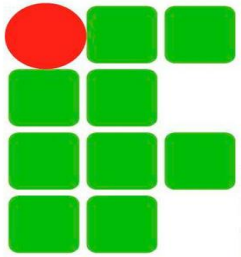
Erros em Medidas

A Medida tem erro?

SIM!

Toda medição possui erro.

Mesmo as mais bem planejadas.

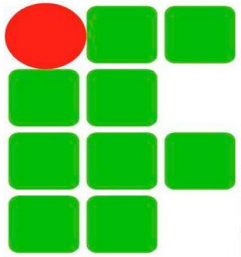


Erros em Medidas

**Devemos esconder os
erros?**

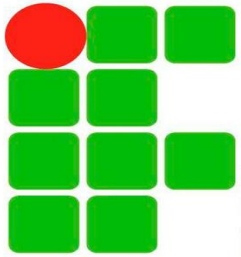
Jamais!

**Precisamos mostrar o erro e
apresentá-los.**



Erros em Medidas

**Nosso objetivo é identificá-los e
saber como apresentá-los da
melhor maneira.**



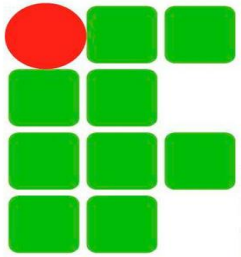
Erros em Medidas

Incerteza X Erro

3. Incerteza

“Conforme o ABNT ISO/IEC GUIA 98-3, a palavra incerteza significa dúvida, e, assim, no sentido mais amplo, incerteza de medição significa dúvida acerca da validade do resultado de uma medição.”

A **incerteza** é um parâmetro que indica a qualidade de uma medida de uma forma quantitativa.

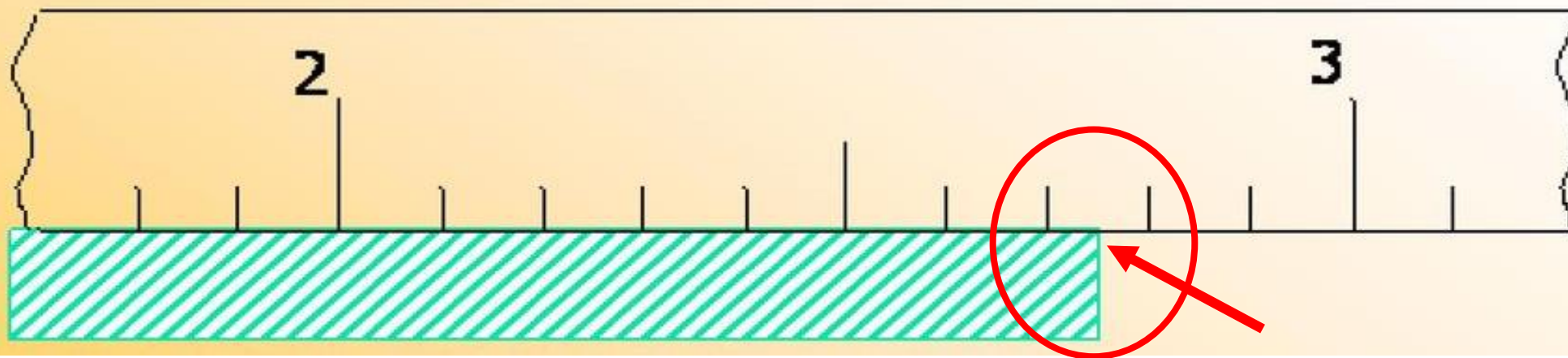


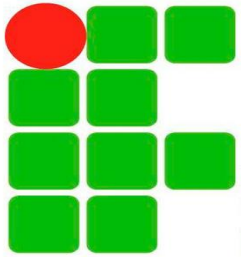
Erros em Medidas

Incerteza X Erro

3. Incerteza – Exemplo:

E a nossa medida?



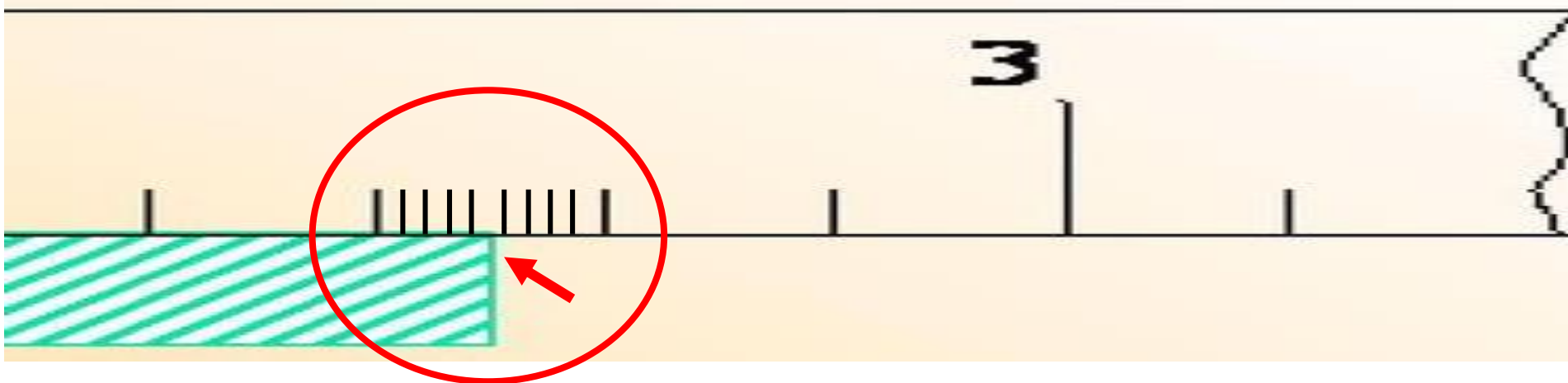


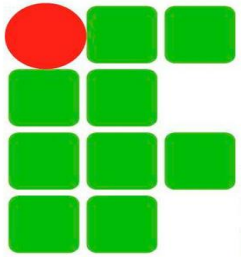
Erros em Medidas

Incerteza X Erro

3. Incerteza – Exemplo:

medida?

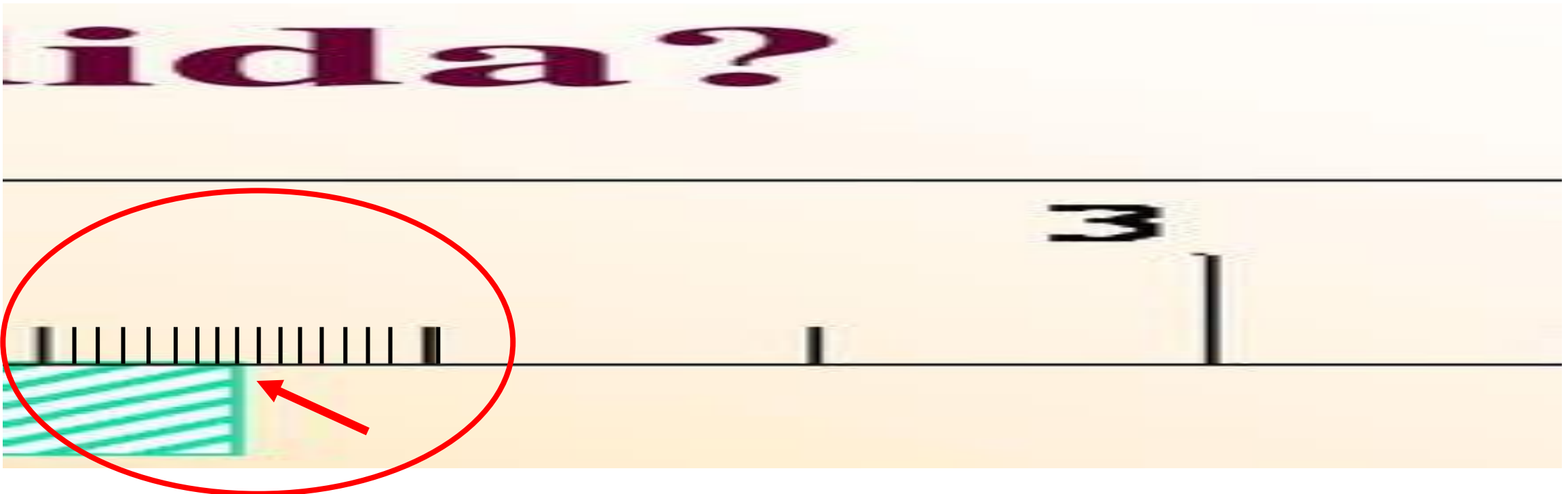


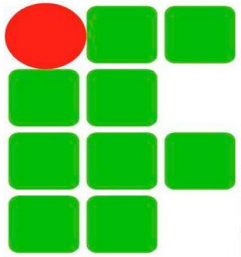


Erros em Medidas

Incerteza X Erro

3. Incerteza – Exemplo:



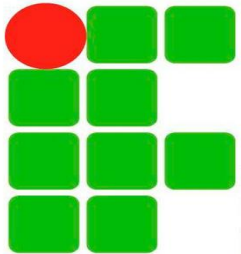


Erros em Medidas

Incerteza X Erro

3. Incerteza – Conclusão

É impossível se produzir medidas com 100% de acerto, em relação ao valor verdadeiro!



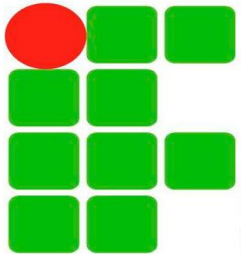
Erros em Medidas

Incerteza X Erro

3. Erro de medição

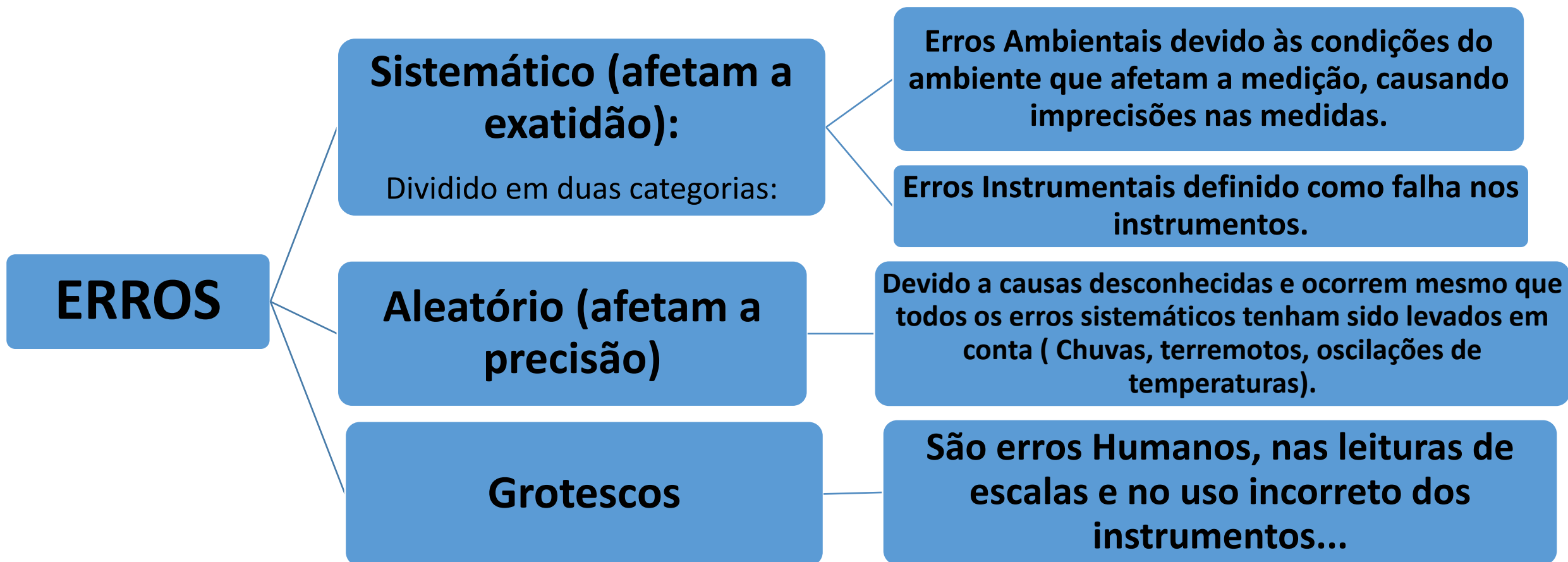
É a diferença entre o valor indicado pelo sistema de **medição** e o valor verdadeiro do mensurando.

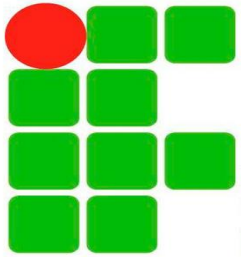




Erros em Medidas

Classificação dos Erros





Erros em Medidas

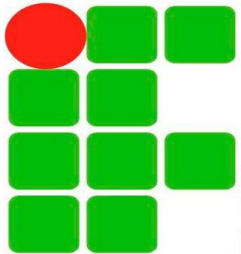
Classificação dos Erros

Exemplo 01: Indique qual será o tipo de erro da situação a seguir e a possível solução para esse caso:

“Se você resolve medir o peso de um bloco de ferro, com um dinamômetro sem nenhum defeito, mas realiza a medida **próximo de um forte campo magnético**, suas medidas estarão todas “viciadas”, isto é, terão sempre um erro do mesmo tipo!”

Resposta: Erro Sistemático.

São minimizados com planejamento, planejamento e planejamento!
Recursos técnicos adequados também ajudam bastante!



Erros em Medidas

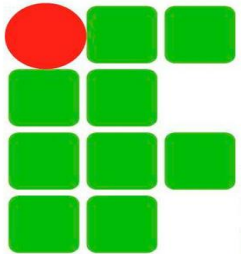
Classificação dos Erros

Exemplo 02: Indique qual será o tipo de erro da situação a seguir e a possível solução para esse caso:

“Se você realiza a medida do tempo de queda de uma bola do vigésimo andar, nas mesmas condições e com o mesmo instrumento, mais de uma vez, é provável que os resultados sejam discrepantes (diferentes)! Qual será o tipo de erro?”

Resposta: Erro Aleatório.

Devem ser minimizados pela **repetição do experimento**, sob as mesmas condições, várias vezes e **tratando estatisticamente** os resultados!



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

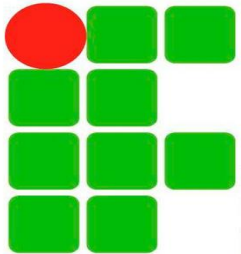
Exatidão e Precisão

Conceito de Exatidão e Precisão

Termos utilizados quando falamos de calibração de instrumentos de medição e medidas.

Exatidão é a maior ou menor aproximação entre o resultado obtido e o valor verdadeiro.

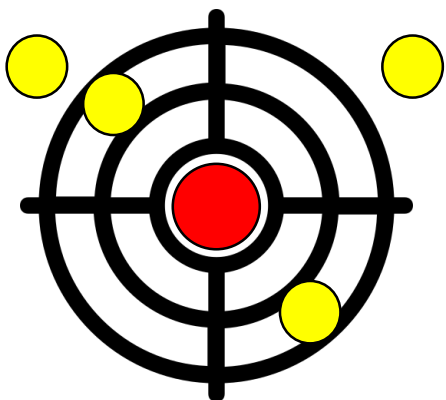
Precisão está associada à dispersão dos valores da repetição das medições.



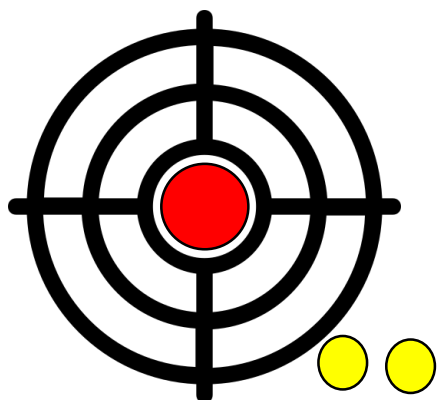
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

Exatidão e Precisão

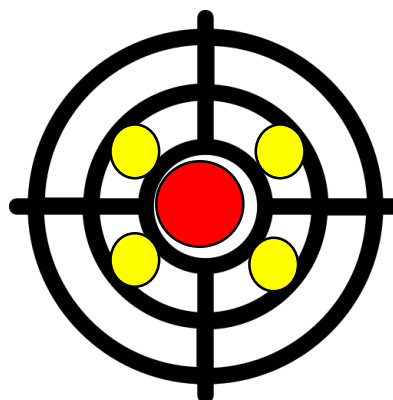
Exemplo de Exatidão e Precisão para 4 medidas



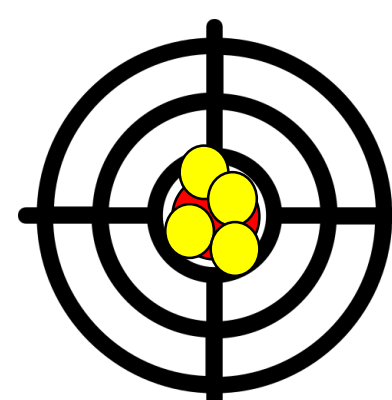
INEXATO
E IMPRECISO



INEXATO
E PRECISO



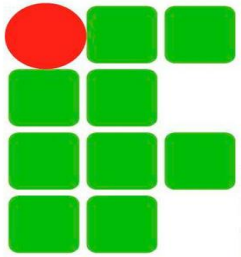
EXATO
E IMPRECISO



EXATO
E PRECISO

Exatidão é a maior ou menor aproximação entre o resultado obtido e o valor verdadeiro.

Precisão está associada à dispersão dos valores da repetição das medições.

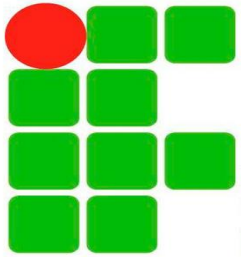


INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

Algarismos significativos

Algarismos significativos

Ao expressar uma medida é necessário saber expressar o número de algarismos com que se pode escrever tal medida, a unidade e o grau de confiança do valor expresso, ou seja, é necessário incluir uma primeira estimativa de incerteza.

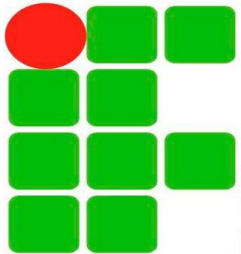


Algarismos significativos

Algarismos significativos

- **Algarismos significativos** são utilizados para monitorar os erros ao se representar números reais na base 10, pois você precisa expressar o número de algarismos com que se pode escrever tal medida, a unidade e o grau de confiança do valor expresso.
- **Contudo, teremos sempre:**
 - Um Conjunto de algarismos corretos de uma medida
 - +
 - Um último algarismo, que é o duvidoso

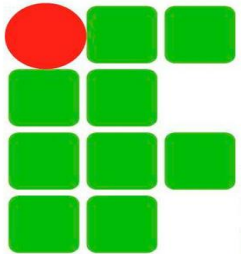
OBS.: (zeros à direita são algarismos significativos e zeros à esquerda não são)



Algarismos significativos

Algarismos significativos

$$\begin{array}{ccccc} \text{algarismos} & = & \text{algarismos} & + & \text{primeiro} \\ \text{significativos} & & \text{corretos} & & \text{algarismo} \\ & & & & \text{duvidoso} \\ & \downarrow & & & \downarrow \\ & 5,75 & & & 5,75 \end{array}$$



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

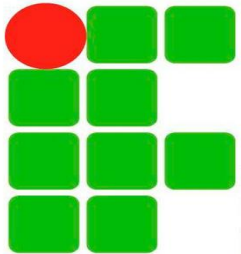
Algarismos significativos

Algarismos significativos

Exemplo 01:

“0,5 tem quantos algarismos significativos?”

0,5 - Tem 1 algarismo significativo.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

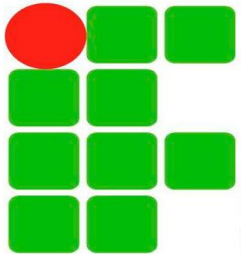
Algarismos significativos

Algarismos significativos

Exemplo 02:

“0,00023 tem quantos algarismos significativos?”

0,00023 - Tem 2 algarismo significativo, que são 23.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

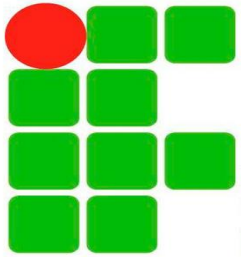
Algarismos significativos

Algarismos significativos

Exemplo 03:

“052,6 tem quantos algarismos significativos?”

052,6 - Tem 3 algarismos significativos.



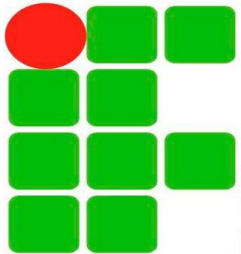
Algarismos significativos

Algarismos significativos

Exemplo 04:

“0,000200 tem quantos algarismos significativos?”

0,000200 - Tem 3 algarismos significativos,
já que tem zeros à direita.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

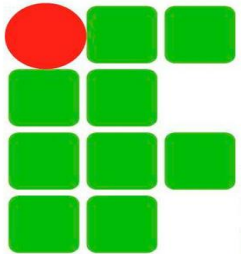
Algarismos significativos

Algarismos significativos

Exemplo 04:

“755555,66 tem quantos algarismos significativos?”

755555,66 - Tem 8 algarismos significativos.



Algarismos significativos

Regras de Arredondamento

O arredondamento dos números é feito de acordo com as seguintes regras:

1ª Regra - Os algarismos 1,2,3,4 são arredondados para baixo, isto é, o algarismo precedente é mantido inalterado.

Por exemplo:

3,14

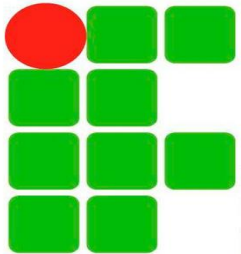


3,1

2,73



2,7



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

Algarismos significativos

Regras de Arredondamento

O arredondamento dos números é feito de acordo com as seguintes regras:

2ª Regra - Os algarismos 6,7,8,9 são arredondados para cima, isto é, o algarismo precedente é aumentado de 1.

Por exemplo:

3,16

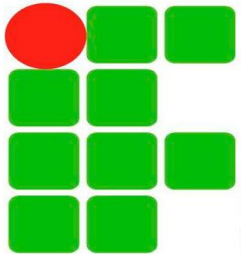


3,2

2,78



2,8



Algarismos significativos

Regras de Arredondamento

O arredondamento dos números é feito de acordo com as seguintes regras:

3ª Regra - Para o algarismo 5 é utilizada a seguinte regra: 5 é arredondado para baixo sempre que o algarismo precedente for par e, é arredondado para cima sempre que o algarismo precedente for ímpar.

Por exemplo:

4,65

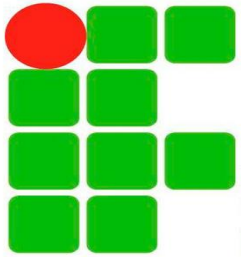


4,5

4,75



4,8

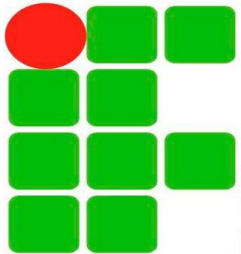


Tratamento de Medidas

Média Aritmética

Se um conjunto de medidas foi realizado de modo planejado e cuidadoso (para minimizar os erros sistemáticos) e sob as mesmas condições experimentais podemos, simplificaradamente, escolher como o melhor representante deste conjunto de medidas o **valor médio**.

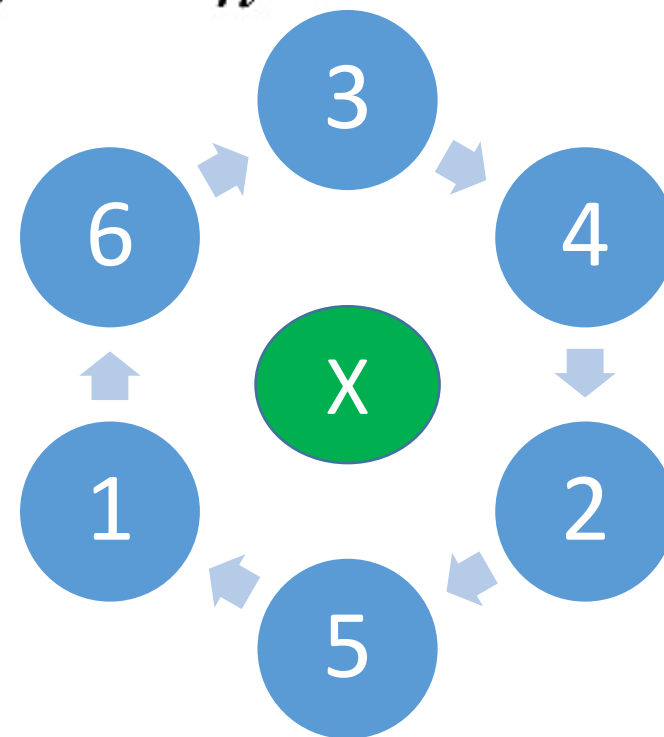
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum x}{n}$$

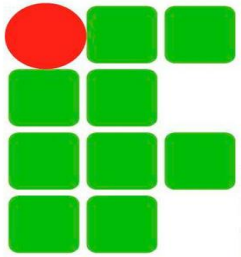


Tratamento de Medidas

Média Aritmética

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum x}{n}$$





Tratamento de Medidas

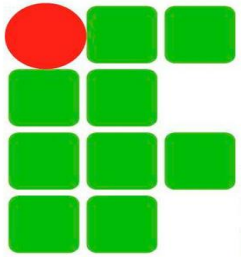
Desvio absoluto Médio

O **Desvio Médio** é uma medida da dispersão dos dados em relação à média de uma sequência de medidas. Se os valores medidos estão próximos do valor médio, podemos intuir que os erros aleatórios são pequenos.

Exemplo:

$$\bar{x} = 20$$

Dados: $x_i = 15, 20, 18, 17$

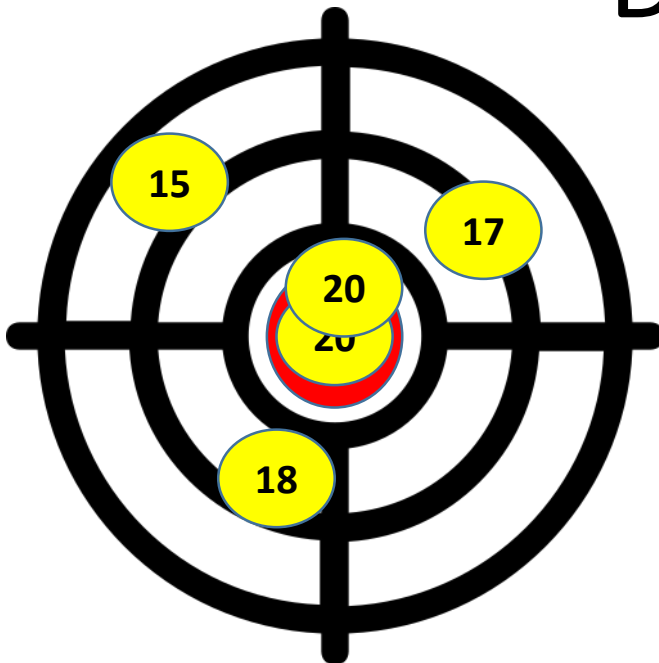


Tratamento de Medidas

Desvio absoluto Médio

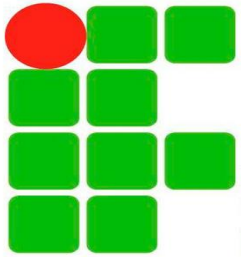
$$\bar{x} = 20$$

Dados: $x_i = 15, 20, 18, 17$



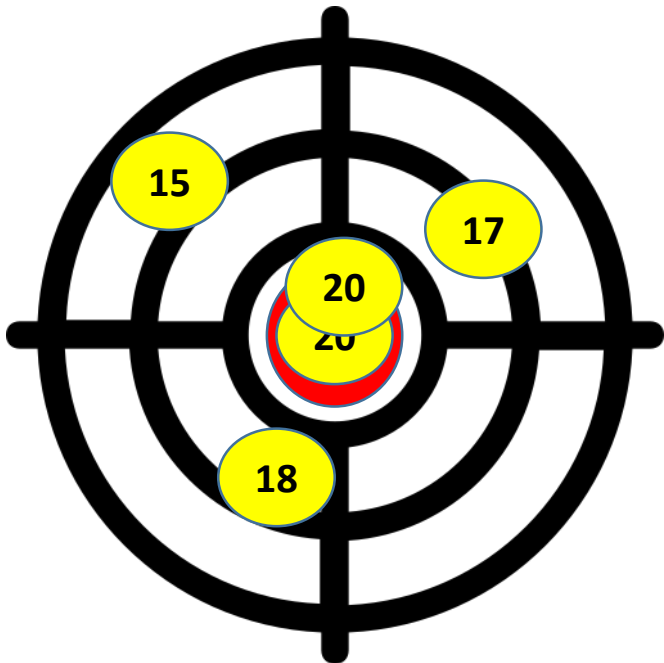
$$d_i = x_i - \bar{x} = 15 - 20 = -5 = |-5| = 5$$

$$d_i = x_i - \bar{x} = 20 - 20 = 0$$



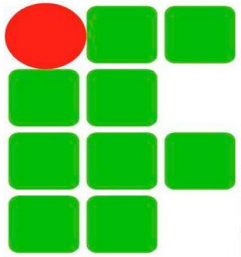
Tratamento de Medidas

Desvio absoluto Médio



$$d_i = \frac{|x_i - \bar{x}|}{n}$$

$$d_i = \frac{5 + 2 + 3 + 0}{4} = 2,5$$



Tratamento de Medidas

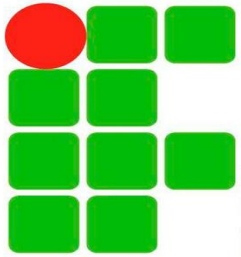
Variância

A mesma coisa do desvio médio.

É uma medida da sua dispersão estatística, indicando "o quão longe" em geral os seus valores se encontram do valor esperado (média).

Quanto maior a variância, maior será a dispersão dos dados analisados.

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



Tratamento de Medidas

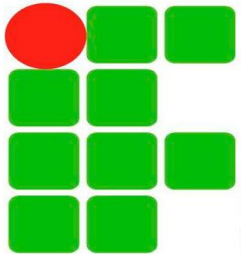
Variância - Exemplo

$$\bar{x} = 20$$

Dados: $x_i = 15, 20, 18, 17$

$$\sigma^2 = \frac{|15 - 20|^2 + |20 - 20|^2 + |18 - 20|^2 + |17 - 20|^2}{4}$$

$$\sigma^2 = \frac{25 + 0 + 4 + 9}{4} = 9,5$$



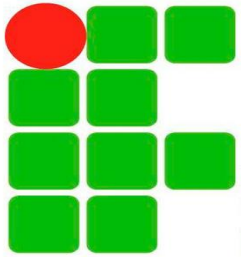
Tratamento de Medidas

Desvio Padrão

$$\sigma = \sqrt{\text{Variância}}$$

Do exemplo anterior:

$$\sigma = \sqrt{9,5} = 3,08$$



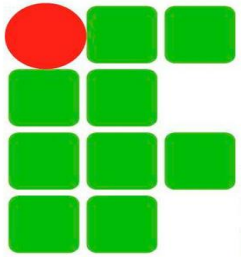
Tratamento de Medidas

Representação do resultado deste conjunto de medidas

$$\delta = (Valor_{médio} \pm Desvio\ médio)$$

Valor
Verdadeiro

Incerteza da
Medida
calculado

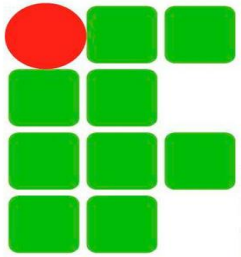


Tratamento de Medidas

Representação do resultado deste conjunto de medidas

$$\textit{Incerteza} = (\textit{Valor}_{\textit{médio}} \pm \textit{Desvio médio})$$

$$\textit{Incerteza} = (\textit{Valor}_{\textit{médio}} \pm \textit{Desvio padrão})$$



Exercícios

Exemplo: Um técnico em eletrotécnica de uma indústria estava responsável para avaliar os limites de temperatura de uma caldeira, em seu período de trabalho ele conseguiu anotar os valores das temperaturas conforme a tabela abaixo:

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h
110°C	117°C	115°C	108°C	122°C	105°C	110°C	114°C

Sabendo que a cada 7h se houver uma variação brusca de mais de $\delta = (118 \pm 10)^\circ\text{C}$ na caldeira ele precisará ativar o sinal sonoro da indústria, pode-se afirmar que no final de seu turno às 13h ele irá ativar o sinal?