

Introdução às Medidas em Física 4300152

Elisabeth Mateus Yoshimura
emateus@if.usp.br

Bloco F – Conjunto Alessandro Volta – sl 108

1

Resumindo: Como realizar medidas?

Análise do instrumento de medida

identificação do tipo e funcionamento

Fundo de escala e unidade

seleção conveniente

Precisão e incerteza da medida

Escala simples

Duas escalas: principal e auxiliar (nônio ou vernier)

2



- Régua - mede distâncias lineares, comprimentos
- Fundo de escala = 10 cm
- Resolução (menor divisão da escala) = 0,2 cm ou 2 mm
- Precisão/incerteza = menor divisão/2 = 0,1 cm ou 1 mm
- Para realizar a medida:

$$L = (6,5 \pm 0,1) \text{ cm}$$

Algarismos significativos:
certos e duvidoso

duvidoso

Avaliar o algarismo
duvidoso faz parte da
realização da medida.
É tarefa do
experimentador

3

Cálculo com algarismos significativos

use
potências
de 10

- Soma ou diferença:

- Resultado final deve ser escrito até a posição correspondente a posição do algarismo duvidoso de maior valor absoluto

$$\begin{array}{r} 2,5 \times 10^4 + 1234 = 25 \text{ |||} \\ \underline{1234} \\ 26 \text{ |||} \end{array} \quad \rightarrow \quad 2,6 \times 10^4$$

Multiplicação ou divisão:

Resultado final deve ser escrito com o mesmo número de significativos do componente com menos significativos

$$\begin{array}{r} 2,5 \times 10^4 \times 1234 = 25000 \\ \underline{1234} \\ 30850000 \end{array} \quad \rightarrow \quad 3,1 \times 10^7$$

4

Incerteza devido ao método

- Erros Estatísticos ou Aleatórios:
 - Resultam de variações aleatórias no resultado da medição devido a fatores que não podem ser controlados;
 - A estimativa desse erro é chamada de incerteza estatística;
 - Essa incerteza é obtida por métodos estatísticos, como o desvio padrão da média.
- Há uma distribuição de valores medidos, concentrados em um intervalo
- Há várias possíveis distribuições de valores medidos
- Grandezas físicas sujeitas a erros aleatórios costumam se distribuir de forma simétrica próxima a uma gaussiana (distribuição normal ou de Gauss)

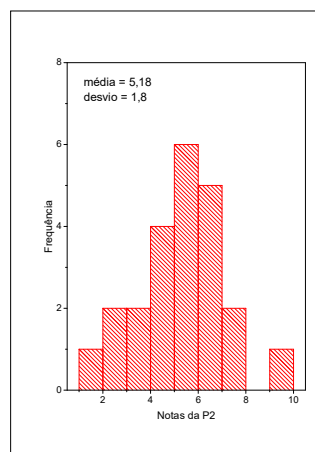
5

Incerteza devido ao método. Como apresentar resultados sujeitas a erros aleatórios ?

Tabelas

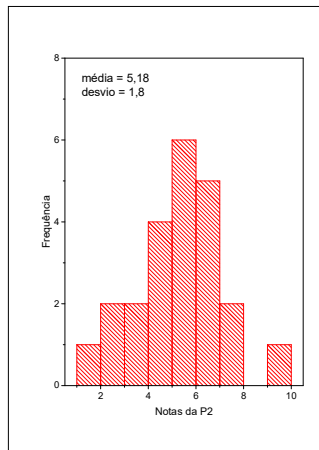
Estudante	Nota
1	9.4
2	7.7
3	7.2
4	6.7
5	6.4
6	6.3
7	6.2
8	6.2
9	5.7
10	5.6
11	5.2
12	5.1
13	5.1
14	5.0
15	4.9
16	4.4
17	4.3
18	4.0
19	3.6
20	3.6
21	2.4
22	2.2
23	1.9

Gráficos

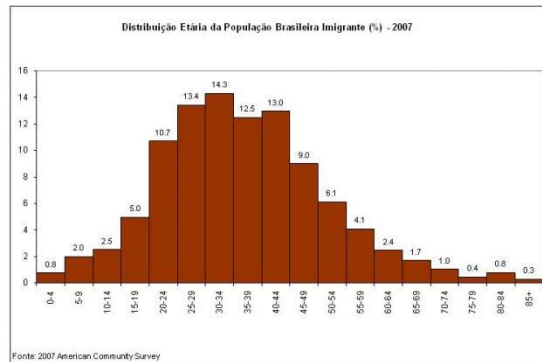


6

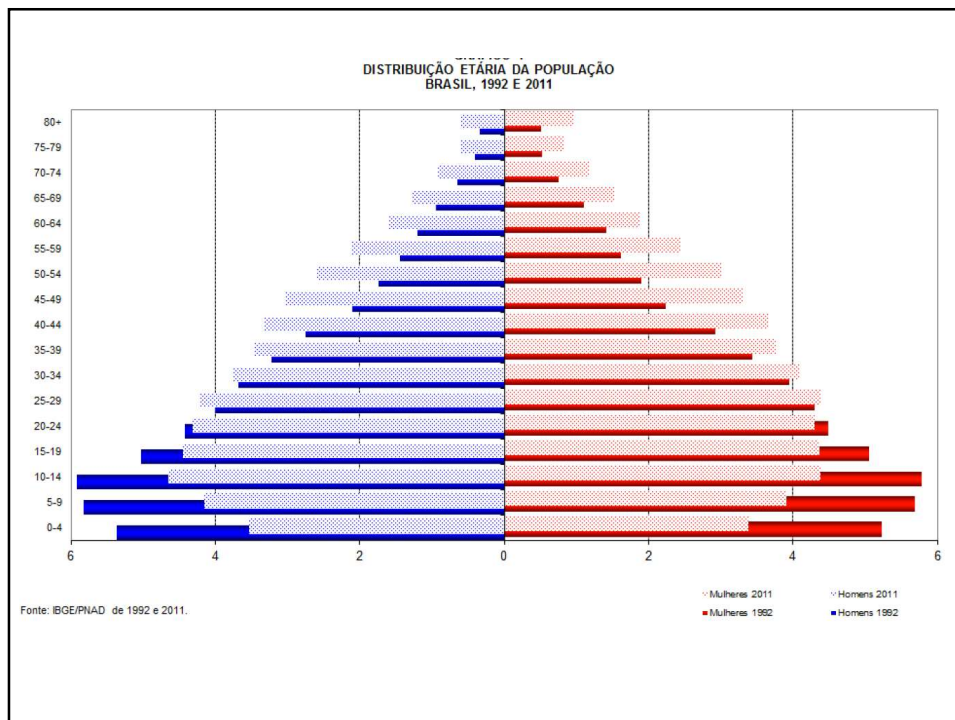
Incerteza devido ao método. Como apresentar resultados sujeitas a erros aleatórios ?



Histogramas
frequência absoluta ou
relativa



7



8

Representação de conjuntos de medidas: Histogramas

- Tipo de gráfico onde os dados são colecionados em “canais” de largura conveniente ao longo da abscissa, enquanto nas ordenadas está representada a frequência de ocorrência dos valores correspondentes a cada canal.

Nemitala Added

9

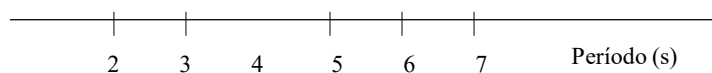
Como construir Histogramas - exemplo

1ª etapa : decidir a escala e a largura do canal do histograma.

Neste caso:

- mínimo : 2 s
- máximo: 7 s
- largura do canal: 1 s

medida	período (s)
1	2,4
2	5,3
3	5,8
4	6,1
5	5,5
6	4,7
7	4,1
8	5,2



Nemitala Added

10

Como construir Histogramas - exemplo

medida	período (s)
1	2,4
2	5,3
3	5,8
4	6,1
5	5,5
6	4,7
7	4,1
8	5,2

$[2,3[\rightarrow 1$

$[3,4[\rightarrow 0$

$[4,5[\rightarrow 2$

$[5,6[\rightarrow 4$

$[6,7[\rightarrow 1$

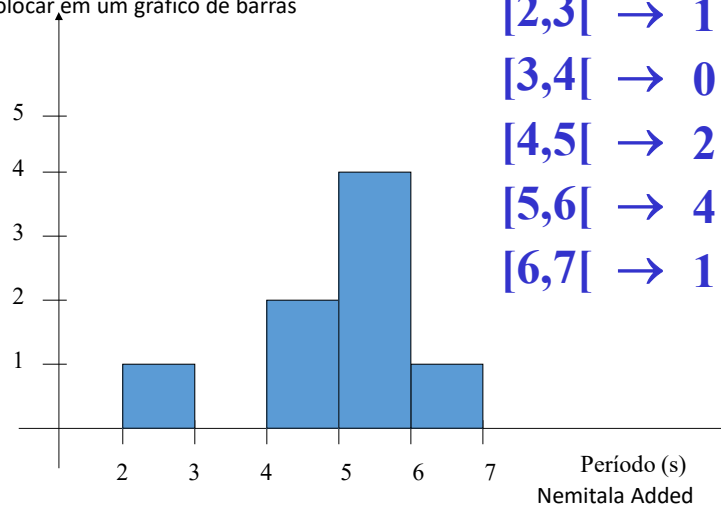
- 2ª etapa : calcular a frequência com que os dados aparecem em cada intervalo

Nemitala Added

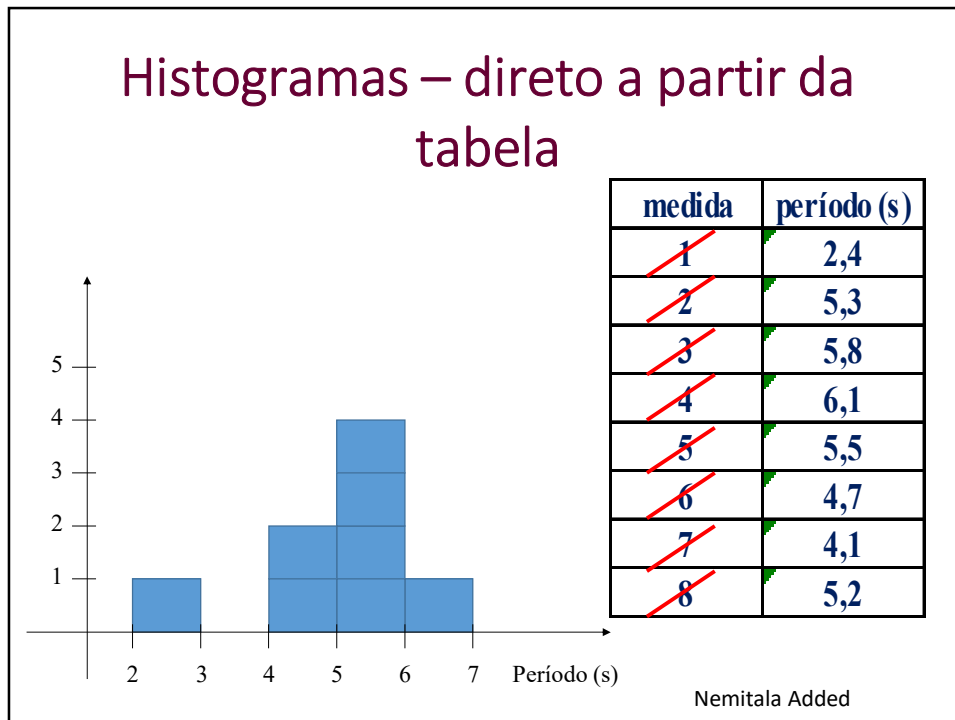
11

Como construir Histogramas - exemplo

3ª etapa : colocar em um gráfico de barras



12



13

Média de um conjunto de medidas com n valores:	
$m = \frac{1}{n} \sum x_i$	(1.1)
Estimativa do desvio padrão de um conjunto de n medidas de uma grandeza:	
$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - m)^2}$	(1.2)
Estimativa do desvio padrão das médias de n valores:	
$s_m = \sqrt{\frac{1}{(n-1)n} \sum (x_i - m)^2} = \frac{s}{\sqrt{n}}$	(1.3)
Expressão do resultado de n medições:	$m \pm S_m$
<p>CONCEITOS BÁSICOS DA TEORIA DE ERROS Prof. Dr. Manfredo Harri Tabacniks – disponível no e-disciplinas</p>	

14

Média de um conjunto de medidas com n valores:

$$m = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (1.1)$$

Estimativa do desvio padrão de um conjunto de n medidas de uma grandeza:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - m)^2} \quad (1.2)$$

Estimativa do desvio padrão das médias de n valores:

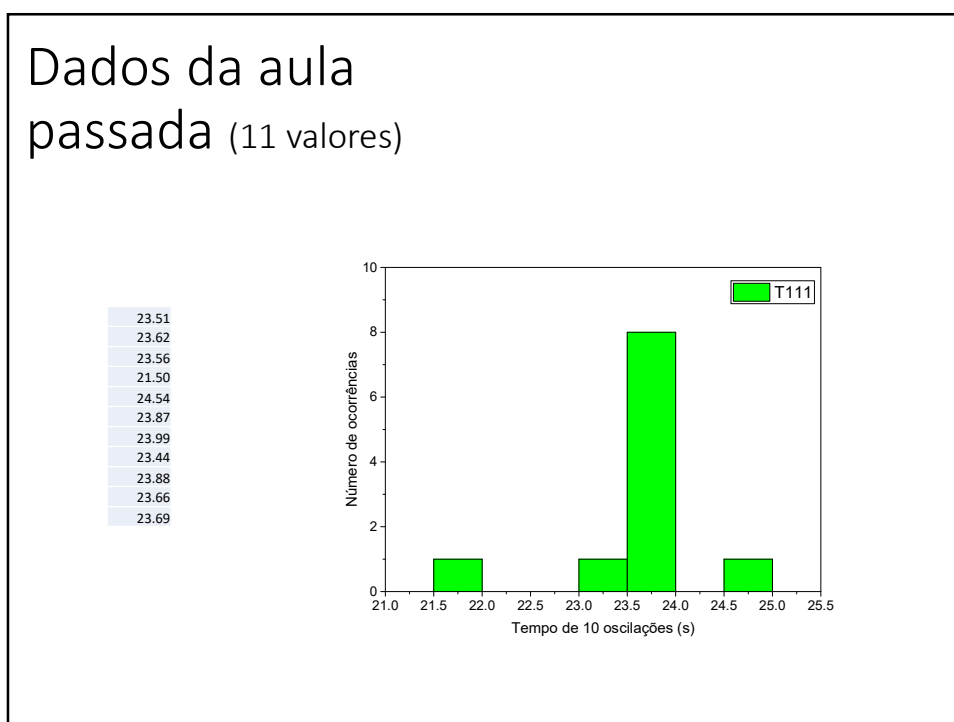
$$s_m = \sqrt{\frac{1}{(n-1)n} \sum (x_i - m)^2} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Expressão do resultado de n medições: $m \pm S_m$

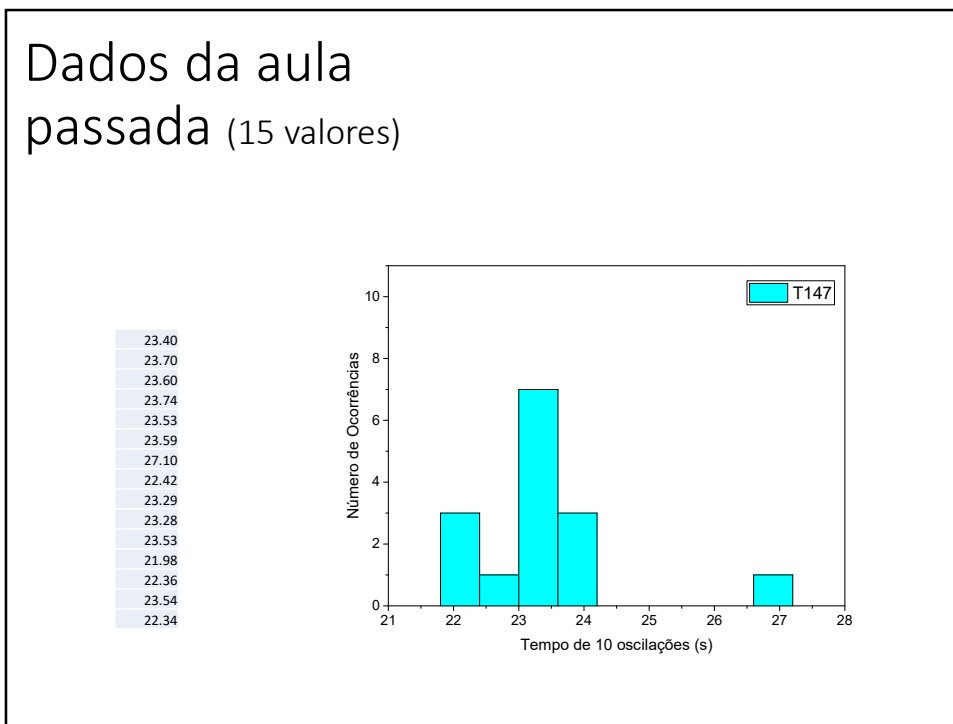
CONCEITOS BÁSICOS DA TEORIA DE ERROS
Prof. Dr. Manfredo Harri Tabacniks – disponível no e-disciplinas

Distr de médias mais estreita que de valores.

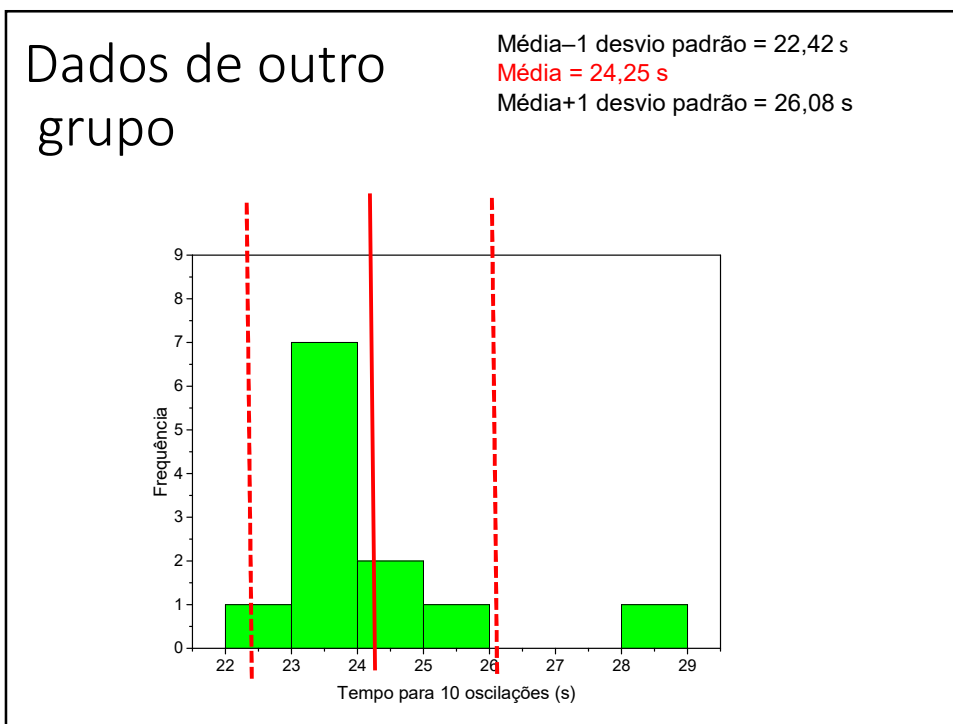
15



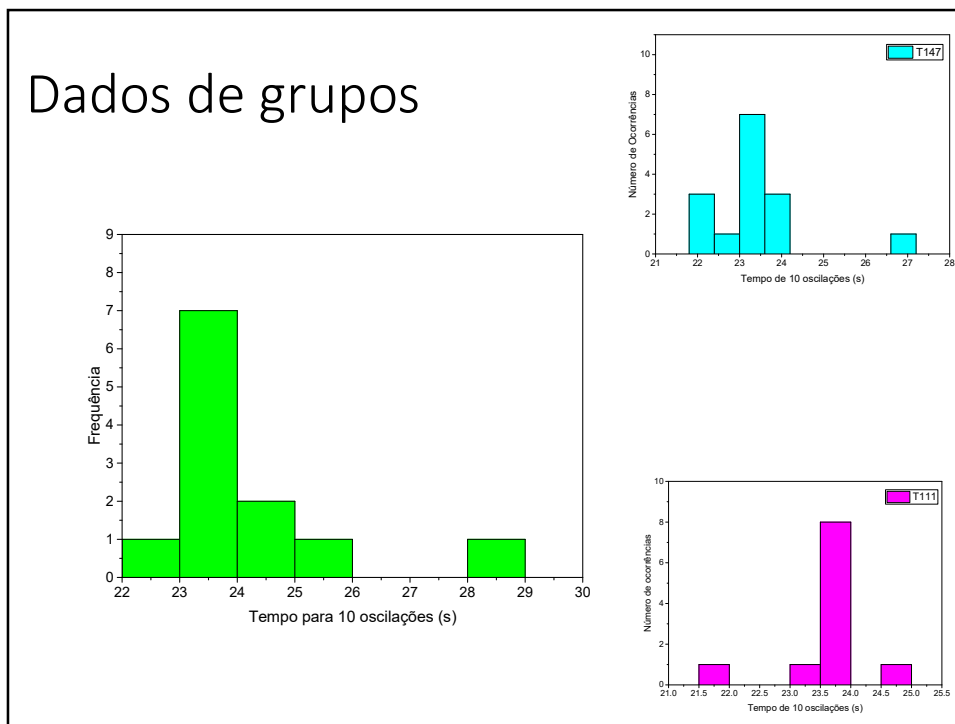
16



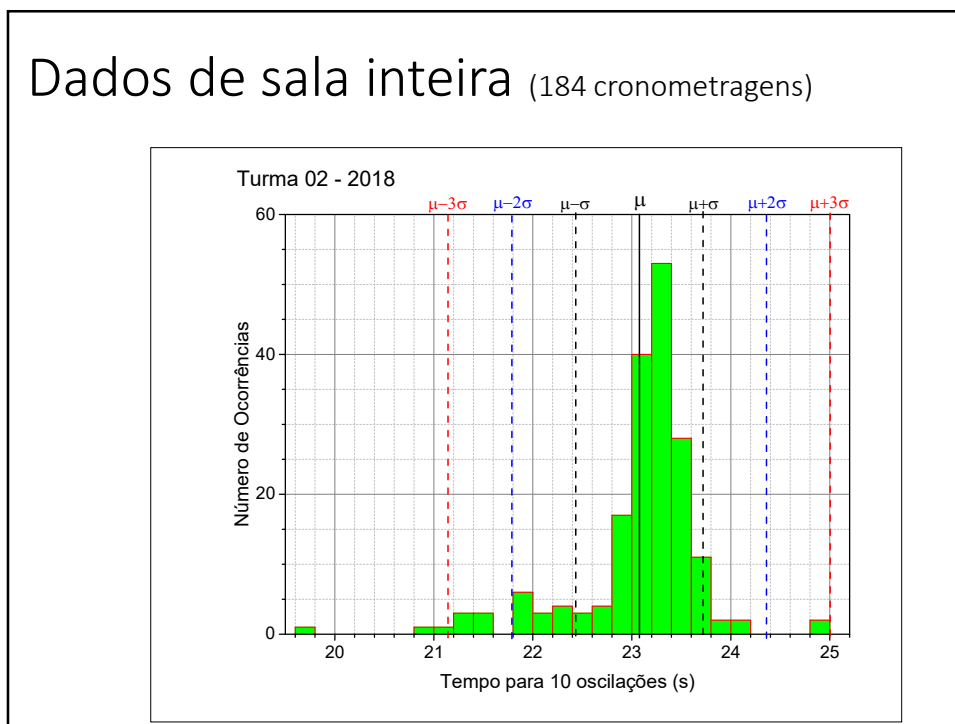
17



18

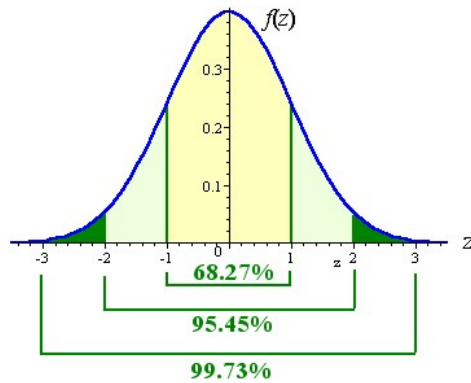


19



20

Interpretação de distribuições de valores - probabilidades



$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Distribuição normal
 $z = (x - m)/s$

21

Incerteza devido ao método Tabelas

- Identificação
- Legenda
- Cabeçalho
- Unidades
- Incertezas

Tabela III.1: Alguns valores experimentais para a constante de gravitação ao longo dos anos.

ano	$G \pm \sigma$ ($10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$)
1798	$6,75 \pm 0,05$
1930	$6,670 \pm 0,005$
1988	$6,67259 \pm 0,00085$

22

Tratamento estatístico de medidas

1. **Valor Médio:** Para uma número N de medidas de uma mesma grandeza x , uma boa estimativa para o valor verdadeiro dessa grandeza é o valor médio ou **média aritmética dos valores medidos:**

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Para boa parte das situações a média é um valor em torno do qual as medidas estão distribuídas.

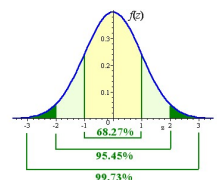
23

Tratamento estatístico de medidas

- 2 – **Dispersão das medidas:** Ao se realizar várias medições da mesma grandeza nas mesmas condições, a incidência de erros estatísticos faz com que os valores medidos estejam distribuídos em torno da média.

Quantitativamente a dispersão do conjunto de medidas realizadas pode ser caracterizado pelo **desvio padrão** do conjunto de medidas

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$



24

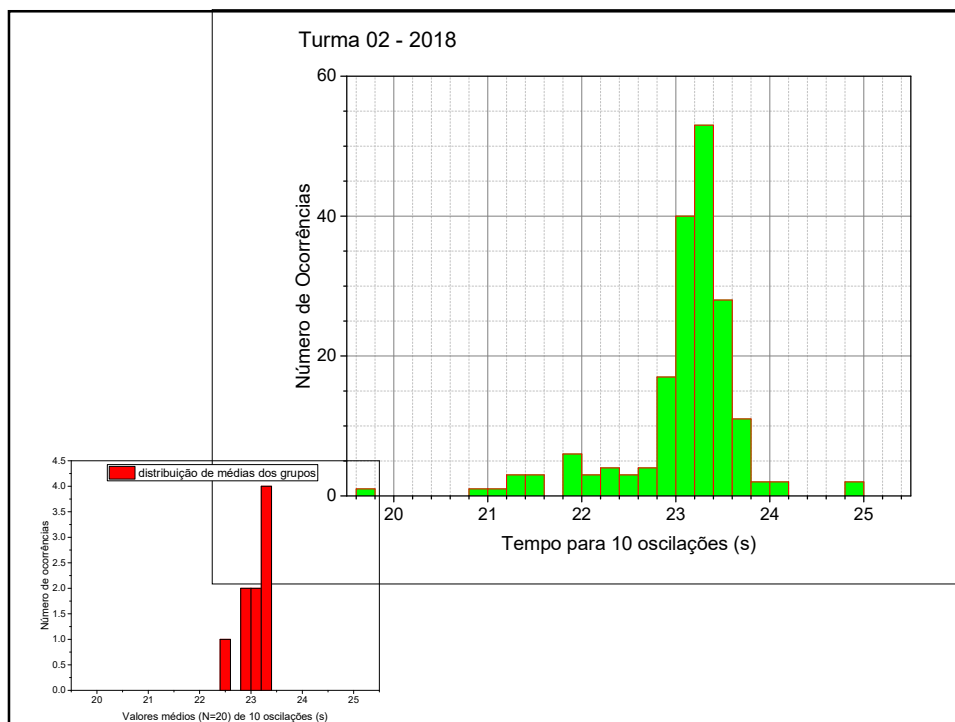
Tratamento estatístico de medidas

3. Desvio padrão da média ou erro padrão: aumentar o número de medidas faz com que o valor da média de um conjunto de medidas fique mais *confiável*, tornando-se um valor *mais preciso* (menor incerteza).

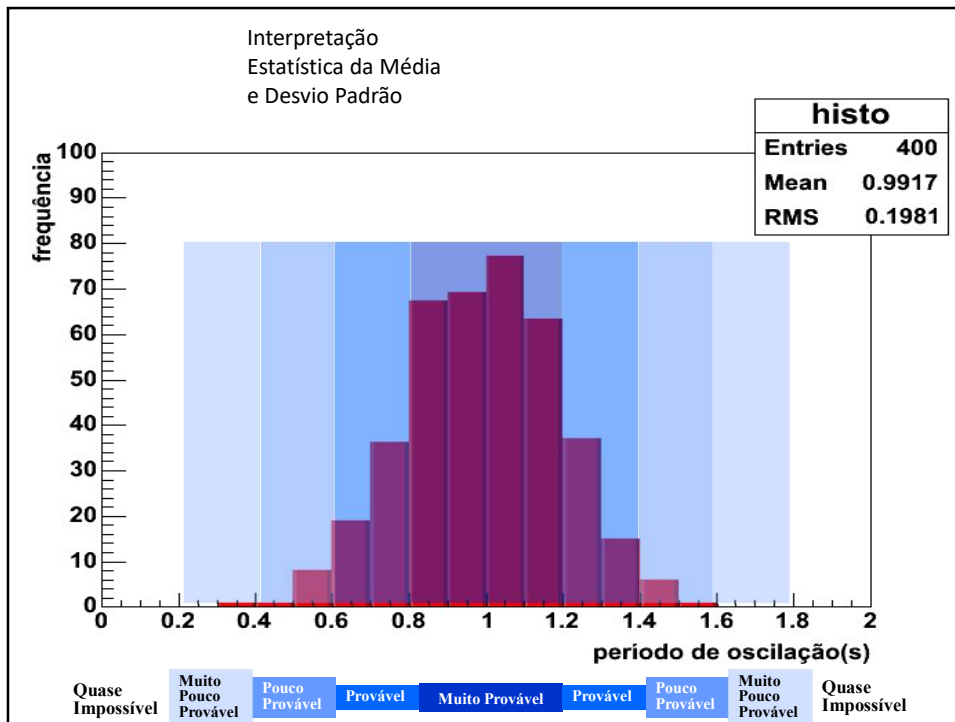
Define-se essa incerteza da média como:

$$S_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

25



26

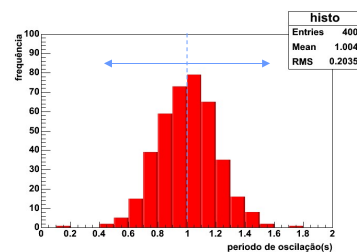


27

Erros Estatísticos ou Aleatórios

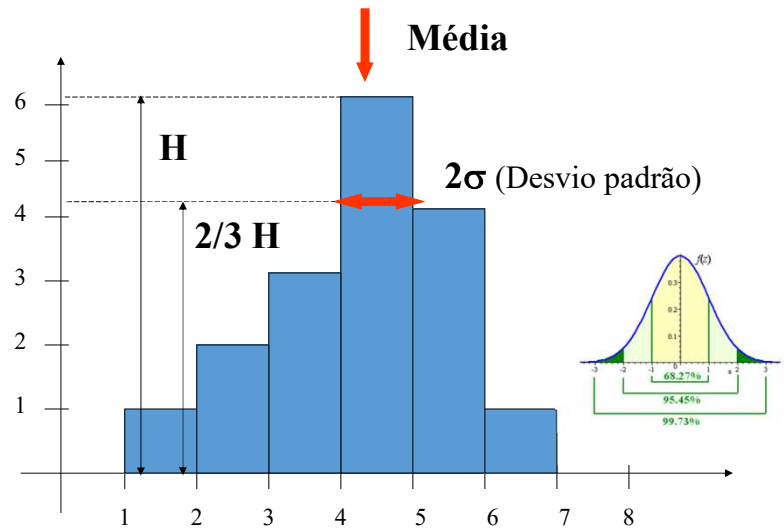
- Inicialmente, que características devemos esperar para a distribuição dos dados obtidos?

Simétrica em torno de um certo valor, e decresce ao se afastar desse valor.



28

Média e Desvio padrão estimados a partir de um histograma



29