

EXPERIMENTO 1

INSTRUMENTOS DE MEDIDA E MEDIDAS FÍSICAS

I - OBJETIVO

Operar com Algarismos Significativos, definir o limite do erro instrumental para instrumentos de medição, definir o desvio avaliado para medidas feitas com vários instrumentos e realizar medidas físicas.

II - PARTE EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1.1 - RÉGUA MILIMETRADA

A régua milimetrada de aço, plástico ou madeira, é geralmente utilizada para medir comprimento não muito pequenos e quando a precisão desejada para a medida não é muito alta. Neste tipo de régua o *l.e.i.* fica entre $\pm 0,2 \text{ mm}$ para réguas de boa qualidade e $\pm 0,5 \text{ mm}$ para réguas mais ordinárias. É conveniente usar-se diferentes trechos da régua na repetição das medidas de modo a reduzir os efeitos de diferenças na marcação da escala e tornar, assim, as medidas mais independentes.

No caso de escalas de pedreiro e trenas de pano, o *l.e.i.* pode chegar a $\pm 1 \text{ mm}$ ou mais.

1.1.1 – Procedimento experimental – Medidas com réguas

1. Dispõe-se de réguas com três tipos de sensibilidade: decimetrada (**D**), centimetrada (**C**) e milimetrada (**M**). Defina o *l.e.i.* para cada uma delas.
2. Será fornecido um objeto para ser medido com as três réguas. Para cada régua, na ordem **D**, **C** e **M**, defina o desvio avaliado para as medidas, faça duas medidas do objeto utilizando diferentes trechos da régua, calcule seu valor médio e o desvio relativo.
3. Verifique qual a régua que apresentou a medida do objeto com melhor precisão e explique os critérios utilizados em sua avaliação.
4. Discuta a relação entre a sensibilidade das réguas e o número de algarismos significativos das medidas. O que você sugere para melhorar a precisão da medida do objeto? Justifique suas respostas.

EXPERIMENTO 1.2 – PAQUÍMETRO

O paquímetro é um instrumento de leitura descontínua para medidas de pequenos comprimentos. É caracterizado por possuir uma escala especial, conhecida como nônio ou vernier, que se move ao longo da escala principal e que permite a leitura precisa de frações da menor divisão desta escala.

O paquímetro mostrado na Fig.1.1 é um tipo familiar de escala milimetrada. Ele possui duas bases, sendo uma fixa e solidária com a escala principal e outra móvel onde se encontra o vernier. Quando o paquímetro está fechado, o zero do vernier coincide com o zero da escala. Quando se desloca o cursor, a distância entre as bases — o comprimento a ser medido — é a indicada pelo zero do vernier na escala principal. As bases possuem encostos onde se apóia o objeto a ser medido (medidas externas). Comumente os paquímetros — como o mostrado na figura — possuem também duas orelhas, uma fixa e outra móvel, para medir diâmetros internos e uma haste para medir profundidade de cavidades.

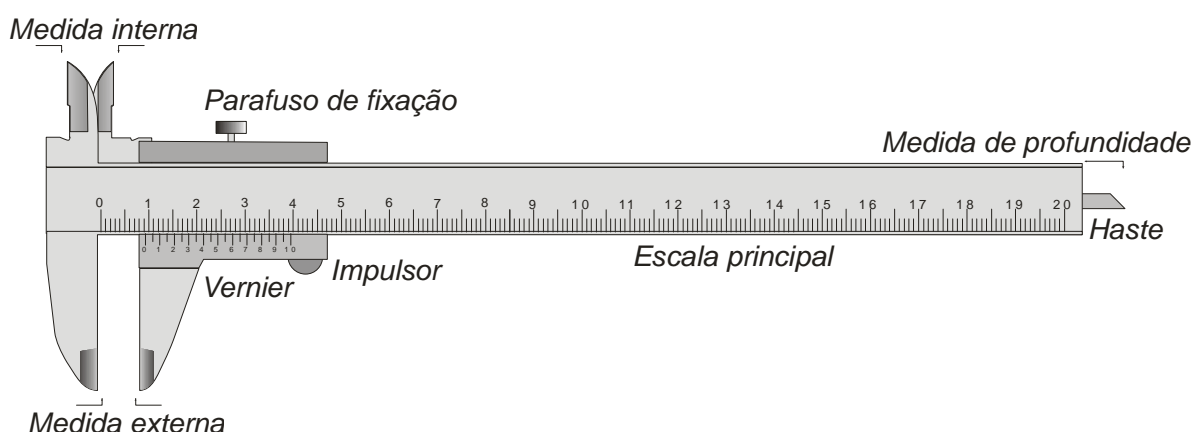


Figura 1.1

O **Nônio** ou **Vernier** (*pronuncia-se verniê*) é um dispositivo tecnológico que aumenta a sensibilidade de uma escala, por subdividir a menor divisão dela. Ele consiste de uma escala móvel que desliza paralelamente à escala do instrumento (*escala principal*). Por exemplo, se o nônio tem vinte espaços entre as linhas verticais, e a menor divisão da escala principal do instrumento é o milímetro, então ele dividirá por vinte o milímetro, obtendo um vinte avos de milímetro, que é a menor divisão da escala principal. Na metrologia da área metal mecânica, ele é usado em vários instrumentos de medição, dentre eles: paquímetro, micrômetro e goniômetro. Define-se por **natureza do nônio (N)**, a diferença entre a k-ésima divisão da escala principal imediatamente posterior a primeira divisão do nônio e esta, isto é:

$$N = ka - b,$$

onde a é a amplitude da menor divisão da escala principal e b é a amplitude da menor divisão da escala do nônio. Neste caso $a.n = b.m$, onde n é o tamanho do vernier, com base na menor divisão da escala principal, e m é o número de divisões do vernier. Assim:

$$N = a(km - n)/m.$$

A Fig. 1.2.a mostra um nônio (escala inferior) onde $k = 1$, $a = 1\text{mm}$, $n = 9$ e $m = 10$, neste caso sua natureza é $N = 0,1\text{mm}$. $N = a(km - n)/m$. A Fig. 1.2.b mostra um nônio onde $k = 2$, $a = 1\text{mm}$, $n = 39$ e $m = 20$, neste caso sua natureza é $N = 0,05\text{mm}$.

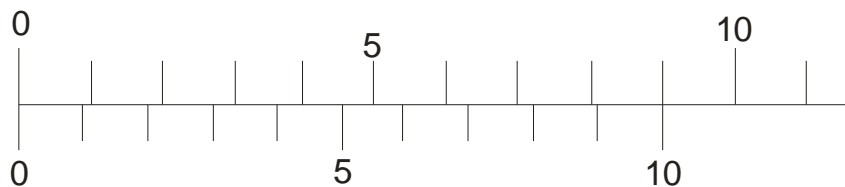


Figura 1.2.a

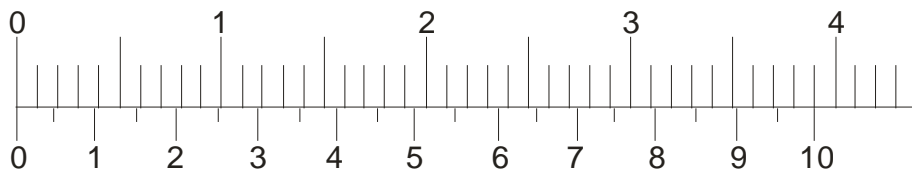


Figura 1.2.b

Na Fig.1.3 o vernier da figura 1.2.a foi movido para a direita e seu "0" caiu entre as marcas de 67 e 68 mm da escala principal. Note que a divisão 7 do vernier foi a que melhor coincidiu com uma marca da escala principal (a marca 74mm).

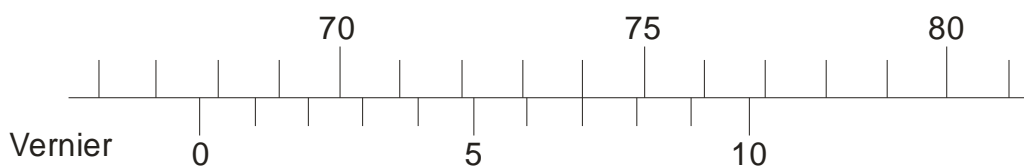


Fig. 1.3

Há, então, uma diferença de 0,1 mm entre a divisão 6 do vernier e a marca 73 mm; de 0,2 mm entre a divisão 5 e a marca 72 mm e assim sucessivamente, até a diferença de 0,7 mm entre o zero do vernier e a marca 67 mm. A posição do zero indica, portanto, 67,7 mm.

No vernier da Fig. 1.4 o zero do vernier da figura 1.2.b está entre as marcas de 143 e 144 mm da escala principal e a marca 5,5 do vernier é a que melhor coincide com uma marca da escala principal (a 154). A posição do zero indica, portanto, 143,55 mm (se fosse a divisão 6 a coincidir, a leitura seria 143,60 mm).

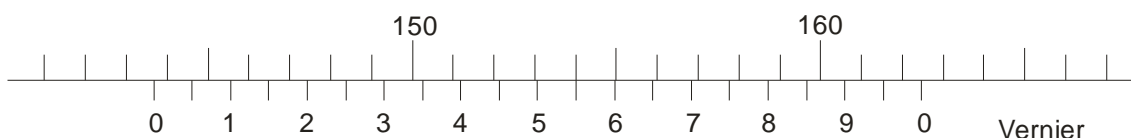


Fig. 1.4

Existem diferentes tipos de vernier adaptados a diferentes instrumentos. Há o vernier linear, como os das Figs. 1.2a e 1.2b, adaptado a escalas lineares para leitura de comprimentos como nos paquímetros e há o vernier circular, adaptado a escalas circulares para leitura de ângulos como nos goniômetros.

O paquímetro é um instrumento de leitura descontínua e o intervalo de medida é dado pela natureza do vernier. Assim, para um paquímetro de natureza de $0,05\text{ mm}$ as leituras são do tipo $13,00\text{ mm}$, $13,05\text{ mm}$, $13,10\text{ mm}$, etc. O *l.e.i.* para o paquímetro é igual à natureza do vernier. Por exemplo, para um paquímetro de natureza de $0,05\text{ mm}$ o *l.e.i.* é $\pm 0,05\text{ mm}$.

1.2.1- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL - MEDIDAS COM PAQUÍMETRO

1. Inicialmente, examine seu paquímetro, identifique sua natureza e defina seu *l.e.i.*
2. Na leitura da medida note que a marca da escala principal anterior ao zero do vernier indica o número inteiro de milímetros da medida e a marca do vernier que melhor coincidir com uma marca da escala indica a fração dos milímetros.
3. Antes de efetuar medições, limpe as superfícies dos encostos e as faces da peça. O contato dos encostos com a peça deve ser suave. Exageros na pressão no impulsor pode danificar a peça e resultar medidas falsas.
4. Concluídas as medidas, feche o paquímetro e guarde-o na capa plástica.

EXPERIMENTO 1.3 – MICRÔMETRO

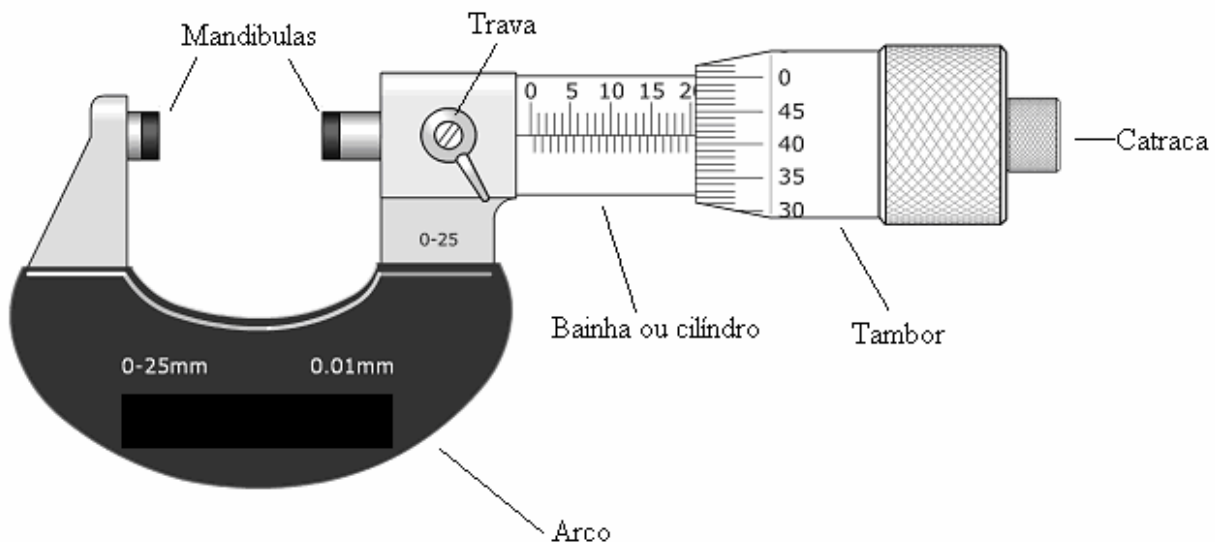


Fig. 1.5

O micrômetro, Fig. 1.5, é um instrumento de alta sensibilidade constituído basicamente de um parafuso micrométrico capaz de mover-se num corpo cilíndrico ao longo do próprio eixo. O passo do parafuso é $0,5\text{ mm}$, o que significa que, em cada volta completo, o parafuso avança ou recua de $0,5\text{ mm}$ em extensão.

Para medir as voltas completas do parafuso há uma escala fixa no corpo cilíndrico e paralela ao eixo do parafuso e dividida a cada $0,5\text{ mm}$ com os traços da divisão alternando-se acima e abaixo da linha central. Solidário ao parafuso, há um tambor circular dividido em 50 partes e, como a cada volta o parafuso avança $0,5\text{ mm}$, a cada divisão do tambor o parafuso avança $0,01\text{ mm}$.

O micrômetro permite estimar milésimos de milímetro (micros) e o algarismo duvidoso é lido entre as divisões do tambor. Leituras com micrômetro são, portanto, do tipo $4,352\text{ mm}$; $12,400\text{ mm}$; $5,4328\text{ cm}$. O *l.e.i.* para o micrômetro é $\pm 0,002\text{ mm}$.

O micrômetro deve ser manuseado com delicadeza. O objeto a ser medido deve ser fixado entre suas mandíbulas usando-se apenas o parafuso de fricção ou catraca existente na extremidade do tambor.

Quando o micrômetro está fechado o zero do tambor num instrumento calibrado deve coincidir com o zero da escala fixa.

1.3.1- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL - MEDIDAS COM MICRÔMETRO

1. Limpe as superfícies das mandíbulas e da peça a ser medida. Feche, então, o micrômetro girando suavemente o tambor — para girar o tambor utilize apenas a catraca, pois ela está devidamente regulada para dar a pressão devida — e verifique se ele está calibrado. Caso não esteja, cada medida deverá ser subtraída algebricamente do valor lido.
2. Dê uma rotação completa no tambor e identifique o passo do parafuso micrométrico e a sensibilidade do micrômetro. Então, verifique a sensibilidade do instrumento e defina o *l.e.i.*
3. Coloque a peça entre as mandíbulas e gire o tambor **utilizando apenas a catraca** até que as mandíbulas encostem-se à peça.
4. Os inteiros de milímetros da medida são indicados pela última marca superior que aparece na escala do corpo cilíndrico. Caso a última marca a aparecer seja a inferior, o valor indicado pela última marca superior deve ser somado de $0,500\text{ mm}$ (veja Fig.1.6, no centro).
5. A leitura da fração de milímetros é feita no tambor estimando-se o algarismo correspondente a milésimos de milímetro (micro). Observe os exemplos mostrados na Fig. 1.6.
6. Concluídas as medidas, feche o micrômetro suavemente e guarde-o no estojo.

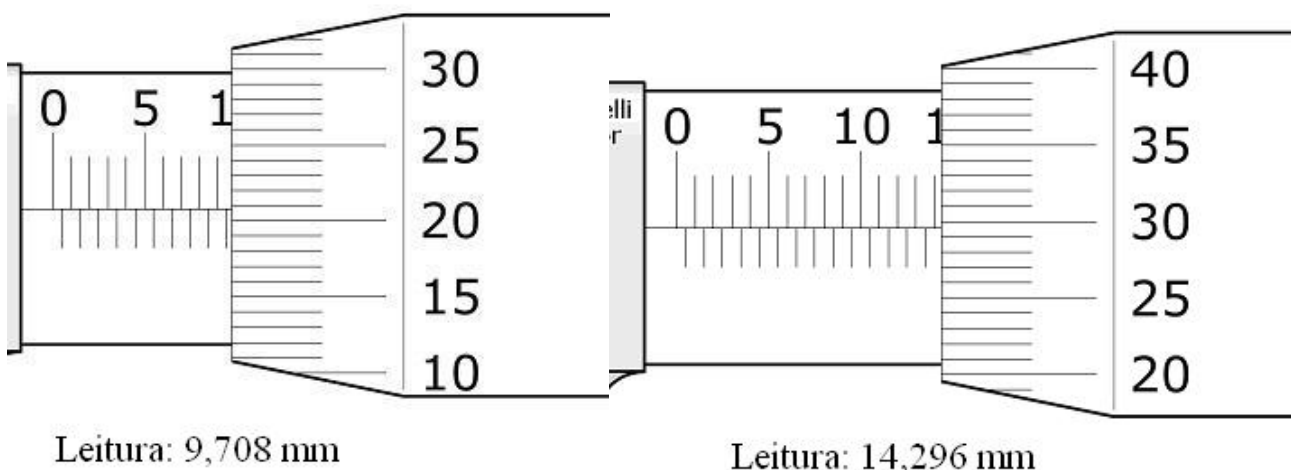


FIG 1.6: Exemplos de leitura com o micrômetro

Experimento 1 – Instrumentos de medidas e medidas físicas Parte 1.

Material por mesa:

- 1 régua milimetrada,
- 1 paquímetro,
- 1 micrômetro,
- 1 escala de 2m,
- 1 chapa de madeira e
- 1 cilindro pequeno de madeira.

Experimento 2 – Instrumentos de medidas e medidas físicas Parte 2.

Material por mesa:

- 1 paquímetro,
- 1 micrômetro,
- 1 fita milimetrada de papel,
- 1 cilindro de madeira grande,

- 1 esfera (gude).

Questionário dos Experimentos 1 e 2

1-O que é limite de erro instrumental? E desvio avaliado?

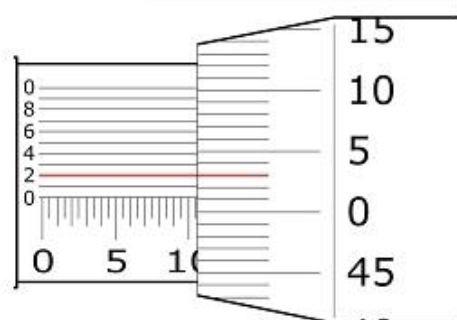
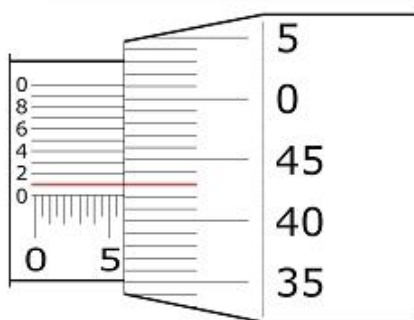
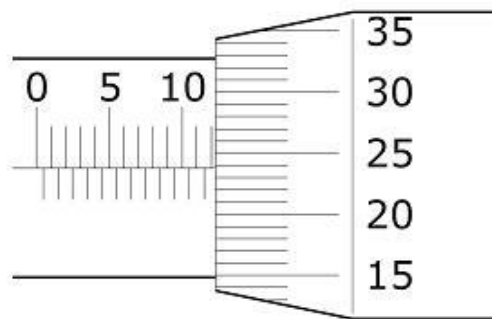
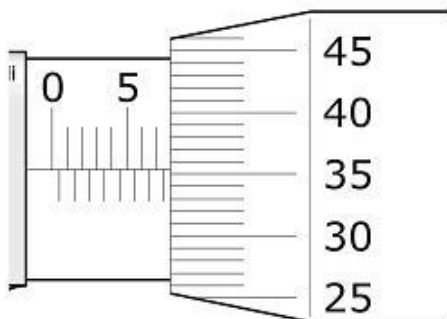
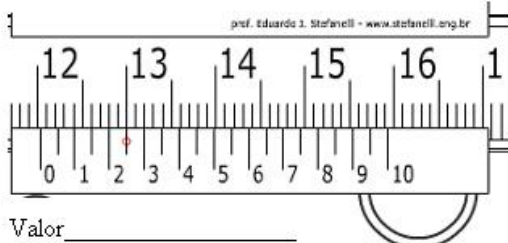
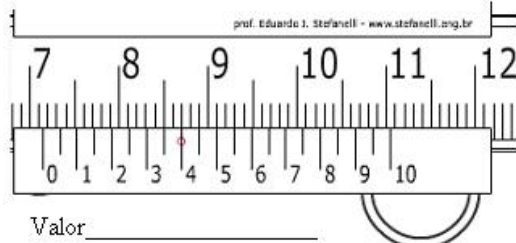
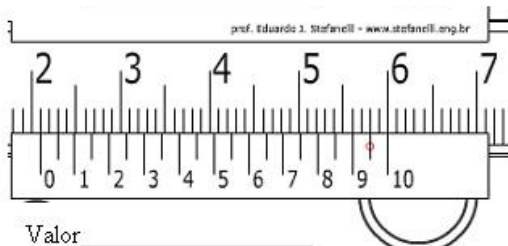
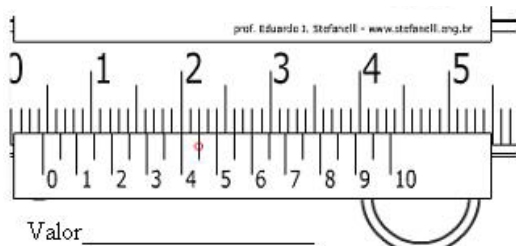
2-Como devemos escrever uma medida com aproximação do valor médio com base no desvio padrão? Dê um exemplo. Esta aproximação também é válida quando usamos o nível de confiança?

3-Qual o desvio é utilizado para avaliar a precisão de uma medida? Como ele é interpretado?

4-Como são feitas as medidas no paquímetro?

5-Como são feitas as medidas no micrômetro?

6-Interprete as leituras baixo:



Questionário do Experimento 2

1-Defina Medidas diretas e indiretas.

2-Como é determinado o desvio de uma medida indireta?

3- Para se determinar o volume maciço de um cilindro metálico foram medidos o diâmetro D e altura H.

Mediu-se 5 vezes o diâmetro D com um micrômetro e a altura H com um paquímetro, obtendo-se:

$\bar{D} = 2,2155$ cm com um desvio relativo de **6,5%** .

H (cm)	8,280	8,275	8,275	8,255	8,260
---------------	-------	-------	-------	-------	-------

- Determine o desvio padrão da medida de L e H e ajuste os valores médios se necessário;
- Escreva estas medidas na forma $\mathbf{D} = \bar{D} \pm \alpha s_D$ e $\mathbf{H} = \bar{H} \pm \alpha s_H$ com um nível de confiança de 90% ($\alpha = 2,132$). Qual destas medidas foi obtida com maior precisão? Justifique sua resposta.
- Ache o volume do cilindro metálico e seu desvio.
- Supondo que a massa do cilindro metálico seja $m=113,7 \pm 1,1$ g ache a densidade cilindro e seu desvio.