



**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE CADEIRAS GERAIS**

Experiência Laboratorial Nº 2 – Método de nônio para medição de grandezas Físicas

Unidade curricular: Física I **Ano:** 2023 **1º Semestre**

Objectivo:

1. Identificar as partes que compõem o paquímetro e o micrómetro;
2. Medir diâmetros de tubos metálicos e de esferas usando paquímetro e micrómetro;
1. Determinação da área de secção transversal e do volume de esferas;

Resumo teórico

Em muitas medições usando-se instrumentos com escalas graduadas é importante que se determine a fracção da menor divisão com vista a se melhorar a precisão da medida. Existem vários instrumentos de medição com escalas móveis, porém, para o nosso estudo consideraremos dois, isto é, o **paquímetro** e o **micrómetro**.

1. Paquímetro

O paquímetro é um instrumento para medir dimensões internas e externas em milímetros ou polegadas. Dependendo do número de divisões no vernier, as medidas em mm podem ser realizadas com precisão de até 0,02 mm. A leitura das fracções de milímetro é feita através de uma escala denominada Nônio¹ ou Vernier². As figuras 2 e a seguir são exemplos da utilização do paquímetro universal.

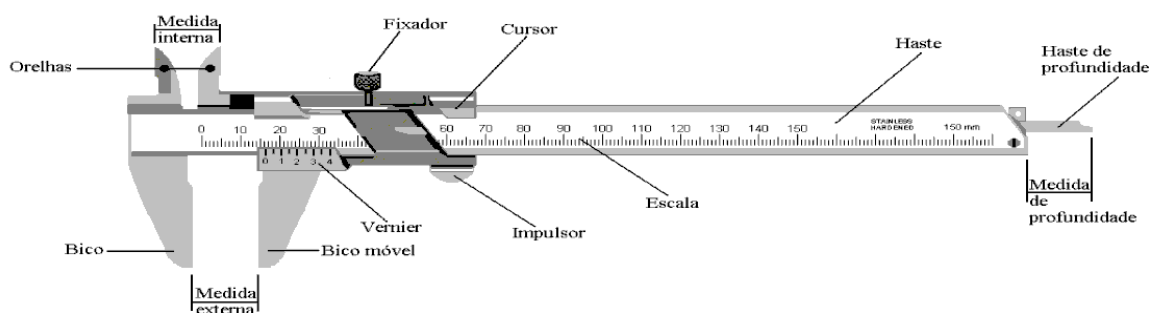


Figura 1. Paquímetro universal

¹ Nome em homenagem ao matemático português Pedro Nunes (1502 - 1578), mentor da ideia de escala auxiliar móvel para facilitar a leitura de fracções da menor divisão.

² Em homenagem ao geômetra e fabricante de instrumentos científicos francês Pierre Vernier (1580 - 1637), inventor do paquímetro com base nas ideias de Pedro Nunes.

Medição com o paquímetro

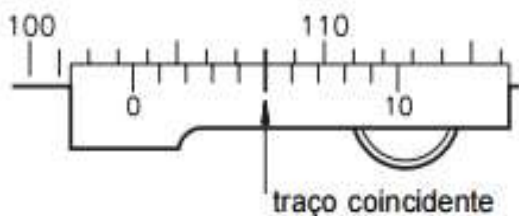
1. Posicione a peça a ser medida na região correcta do paquímetro: coloque-a entre os bicos para medidas de dimensões externas, coloque as orelhas dentro da peça para medidas de dimensões internas, ou coloque a haste dentro da peça para medidas de profundidade.
2. Após o posicionamento da peça, mova as partes móveis com o polegar atuando no impulsor até que a parte móvel (bico, orelha ou haste) encoste suavemente na peça.



Figura 2. Exemplo de como posicionar um objecto para medição com o paquímetro externo, interno e de profundidade.

Leitura no sistema métrico

- Na escala fixa ou principal do paquímetro, a leitura feita antes do zero do nónio corresponde à leitura em milímetro;
- Em seguida, deve-se contar os traços do nónio até o ponto em que um deles coincidir com um traço da escala fixa;
- Depois, somar o número lido na escala fixa ao número lido no nónio.



Leitura 103,0 mm escala fixa
0,5 mm nónio (traço coincidente: 5º)

103,5 mm total (leitura final)

2. O Micrómetro

O micrómetro é um instrumento de medida de alta precisão que permite efectuar medições de até milésimos do milímetro. Um micrómetro típico é composto basicamente por um parafuso especial chamado de parafuso micrométrico cujo passo é de 0,5 mm por volta completa do parafuso. Isto significa que, a cada volta, o parafuso avança ou recua uma distância equivalente a 0,5mm. As partes típicas de um micrómetro podem ser vistas na figura.

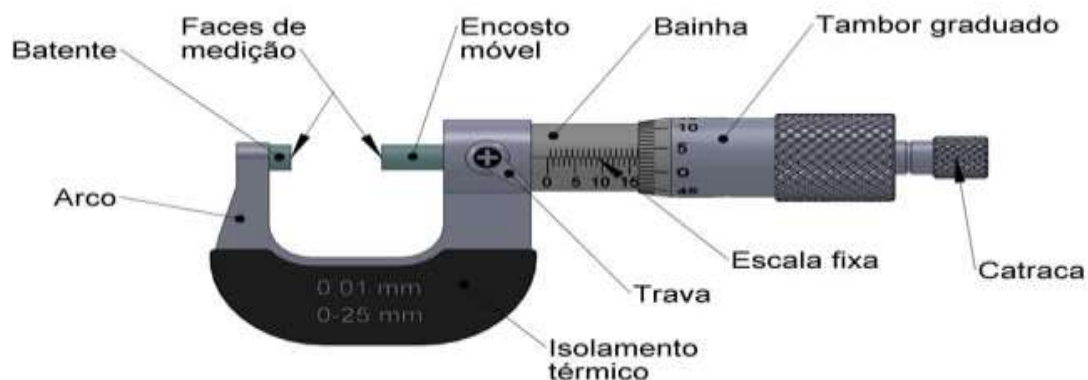
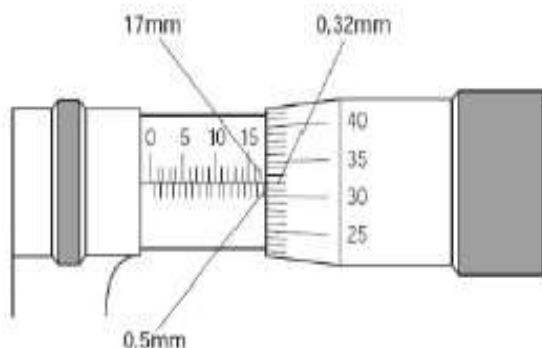


Figura 3. Esquema de um micrómetro

Medição com o micrómetro

1. Posicionar o objecto a ser medido entre as faces da ponta fixa e da ponta móvel do micrómetro;
2. Girar o tambor até que as faces encostem no objecto suavemente. Paratanto, deve-se utilizar o parafuso de fricção ou catraca fornecendo apressão adequada para a medida;
3. Ler quais os milímetros inteiros na escala fixa que estão visíveis antes daborda tambor;
4. Ver se a marcação de meio milímetro, superior ao último milímetro inteiriomedido, já está visível;
5. Ler os centésimos de milímetros na escala móvel, ou seja, no tambor.



1. A leitura dos inteiros é 17 mm;
2. A marcação de meio milímetro já está visível, portanto, têm-se mais 0,5 mm;
3. A leitura na escala do tambor é 0,32 mm;
4. O resultado final é $17 + 0,5 + 0,32 = 17,82$ mm.

Materiais necessários

- Paquímetro;
- Micrómetro;
- 2 tubos cilíndricos de diâmetros e/ou alturas diferentes e;
- 2 esferas de diâmetros diferentes.

Procedimentos experimentais

I. Medição com o Paquímetro e com o micrómetro

1. Medir o diâmetro da esfera 1 com paquímetro D_1 e micrómetro D_{11} com dez vezes e preencher as tabelas

N	D_1 (mm)	D_{11} (mm)	ΔD_1 (mm)	ΔD_{11} (mm)	A_1 (mm ²)	A_{11} (mm ²)	ΔA_1 (mm ²)	ΔA_{11} (mm ²)
1								

2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
$D_{1\text{medio}}(\text{mm})$								
$D_{11\text{medio}}(\text{mm})$								
$\Delta D_{1\text{ medio}}$								
$\Delta D_{11\text{ medio}}$								
$A_{1\text{medio}}(\text{mm}^2)$								
$A_{11\text{ medio}}(\text{mm}^2)$								
$\Delta A_{1\text{medio}}(\text{mm}^2)$								
$\Delta A_{11\text{medio}}(\text{mm}^2)$								

2. Calcular a área da secção transversal da esfera com a fórmula $A = \pi \frac{D^2}{4}$
3. Determinar os erros cometidos na experiência
4. Apresentar os dados na fórmula $\xi = [\xi \pm \Delta\xi]$
5. Comparar os resultados das medições da área com o paquímetro e com micrómetro.
6. Repetir todos os itens com outra esfera de diâmetro diferente
7. Quais dos dois instrumentos tem maior precisão? Explique com base na precisão e nos cálculos efectuados.

II. Determinação de diâmetros (interno e externo) e alturas de tubos cilíndricos - Uso de paquímetro

1. Meça 8 vezes com o paquímetro o diâmetro (interno e externo) e a altura de cada tubo cilíndrico e registe as medidas numa tabela similar a Tabela 1.
2. Determine o valor médio e a incerteza total para cada dimensão.
3. Calcule os volumes dos cilindros com as respectivas incertezas.
4. O que se esperaria se a determinação das dimensões tivesse sido feita com uma régua convencional?
5. Tirar conclusões

Perguntas de controle

- I. De que depende a precisão do paquímetro e micrómetro?
- II. Em que caso se utilizamesses instrumentos?
- III. Como se medem a profundidade e o diâmetro interno das peças com o paquímetro?