

EPRI14 – Metrologia

03

Paquímetro





Paquímetro

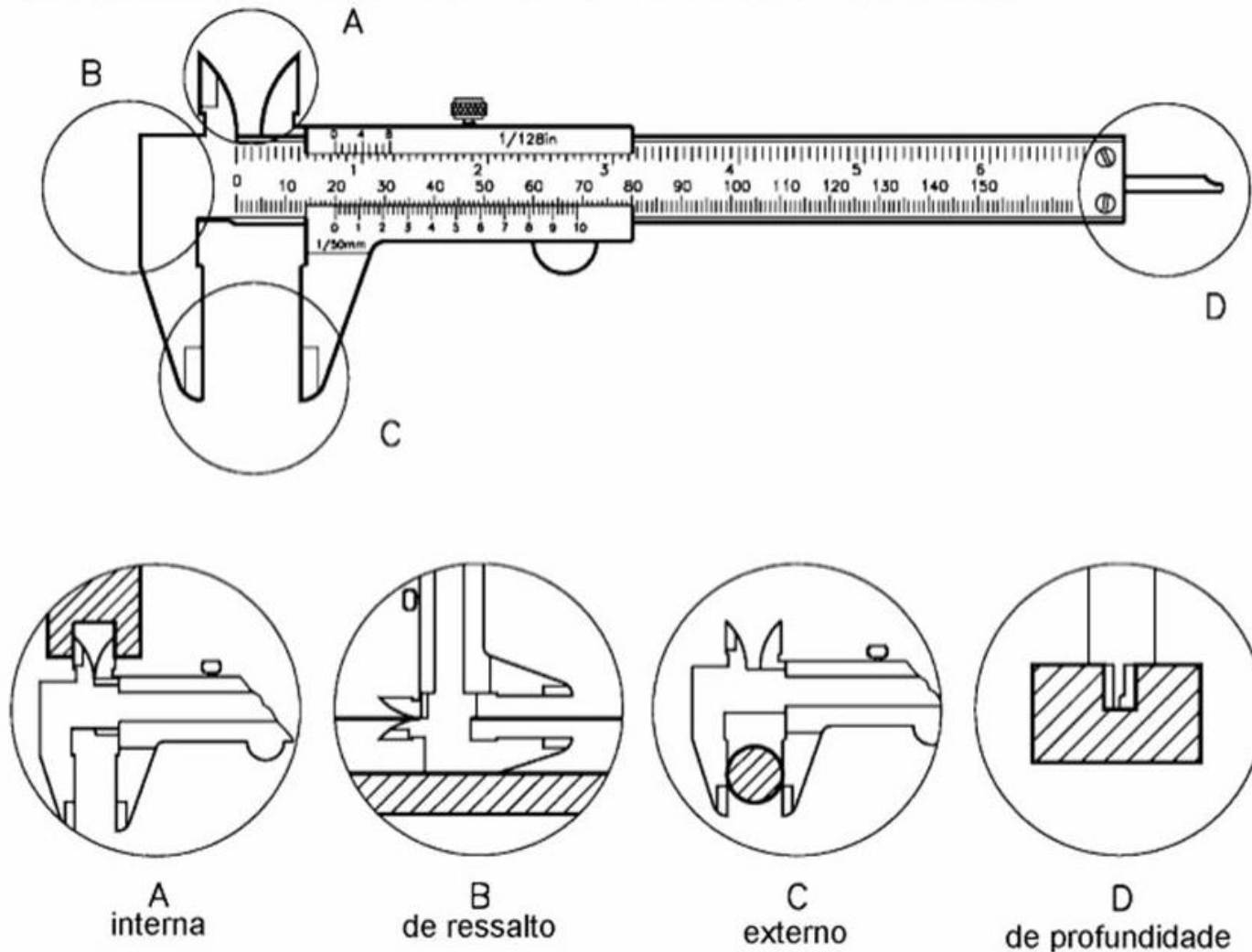
- **Paquímetro:** O paquímetro é um instrumento usado para medir as dimensões lineares internas, externas e de profundidade de uma peça.
- Consiste em uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor.
- Paquímetro é usado quando a quantidade de peças que pretende-se medir é pequena.
- As superfícies do paquímetro são planas e polidas, e o instrumento geralmente é feito de aço inoxidável.





Paquímetro

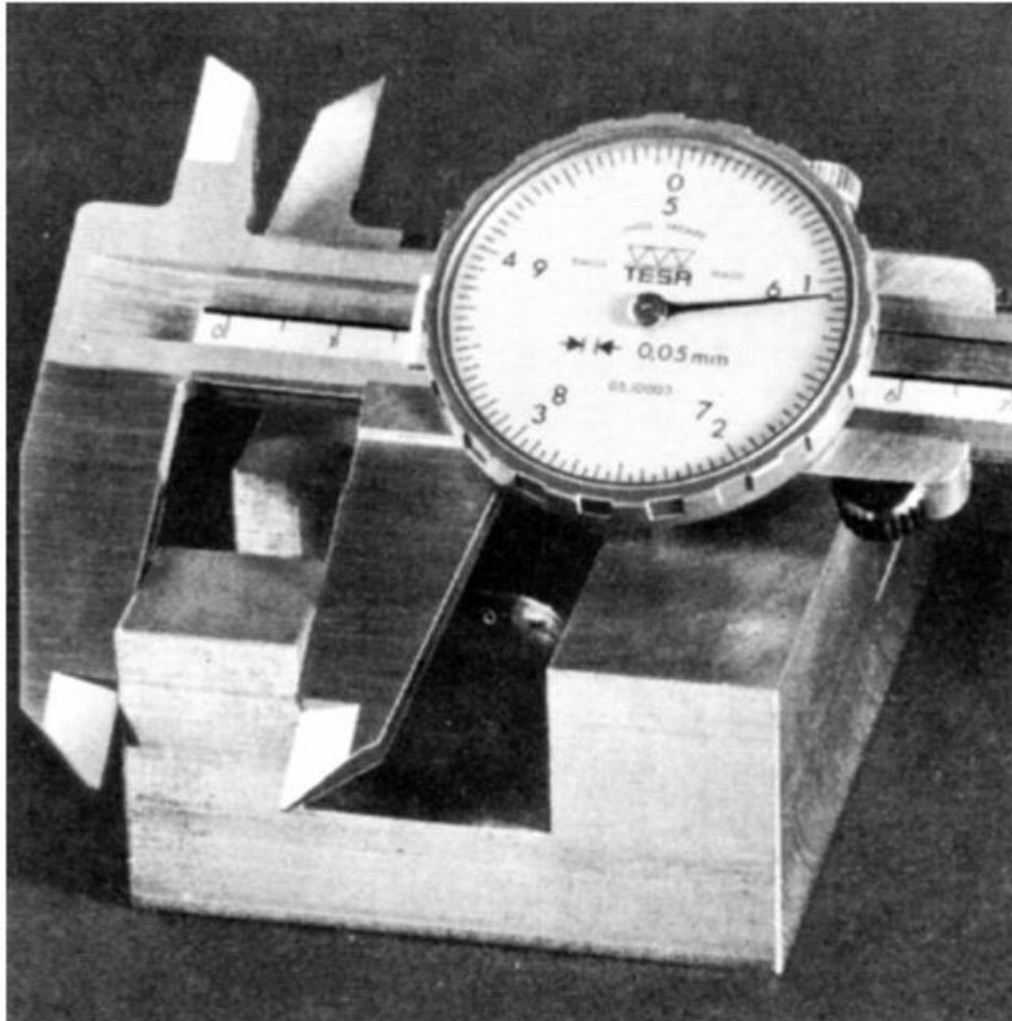
- **Paquímetro Universal:** É utilizado em medições **internas**, **externas**, de **profundidade** e de **ressaltos**.





Paquímetro

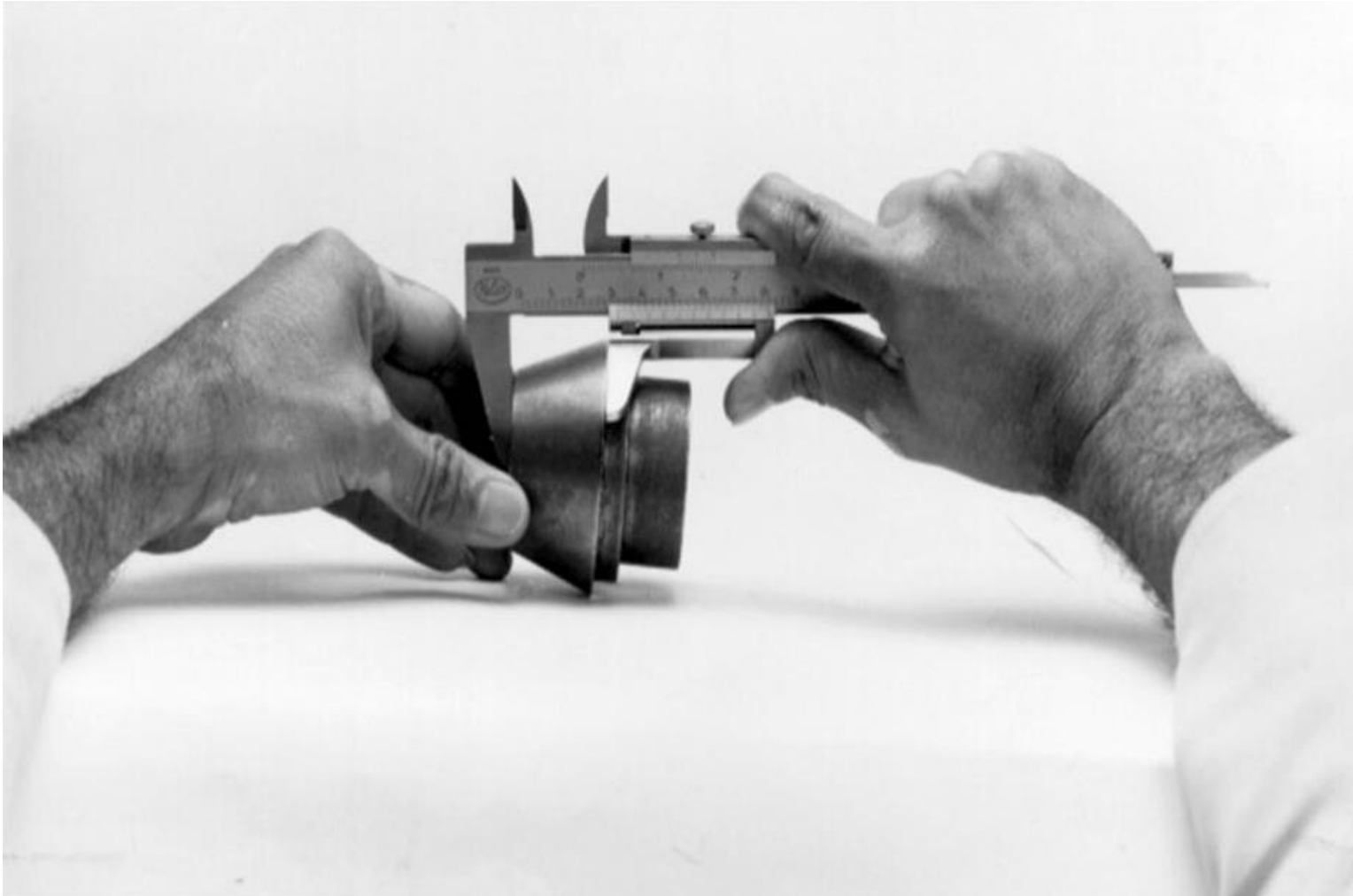
- **Paquímetro Universal com relógio:** O relógio acoplado ao cursor facilita a leitura, agilizando a medição.





Paquímetro

- **Paquímetro com bico móvel (basculante):** Empregado para medir peças cônicas ou peças com rebaixos de diâmetros diferentes.

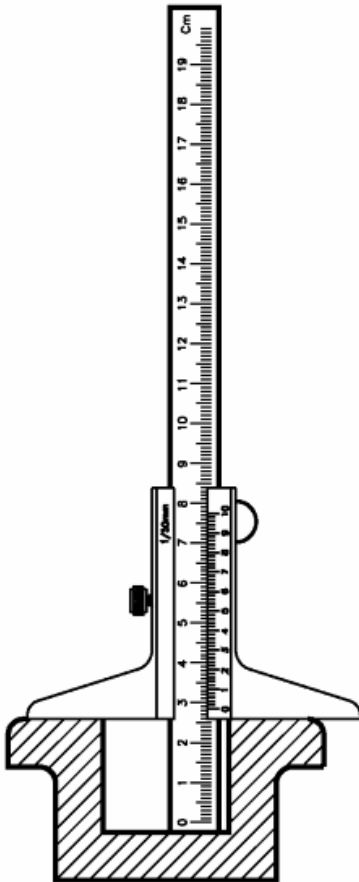




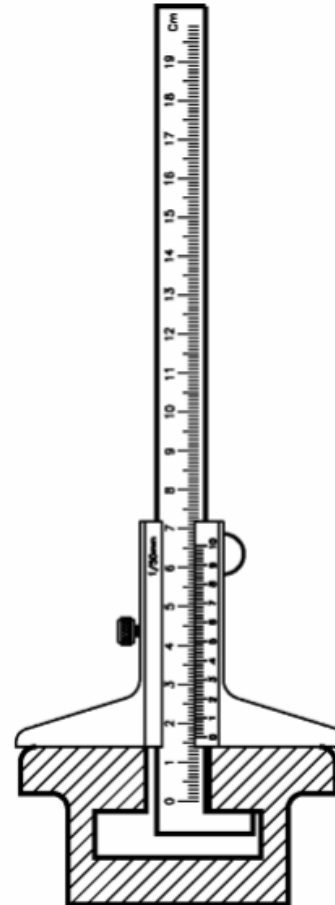
Paquímetro

- **Paquímetro de profundidade:** Serve para medir a profundidade de furos não vazados, rasgos, rebaixos etc.

haste simples



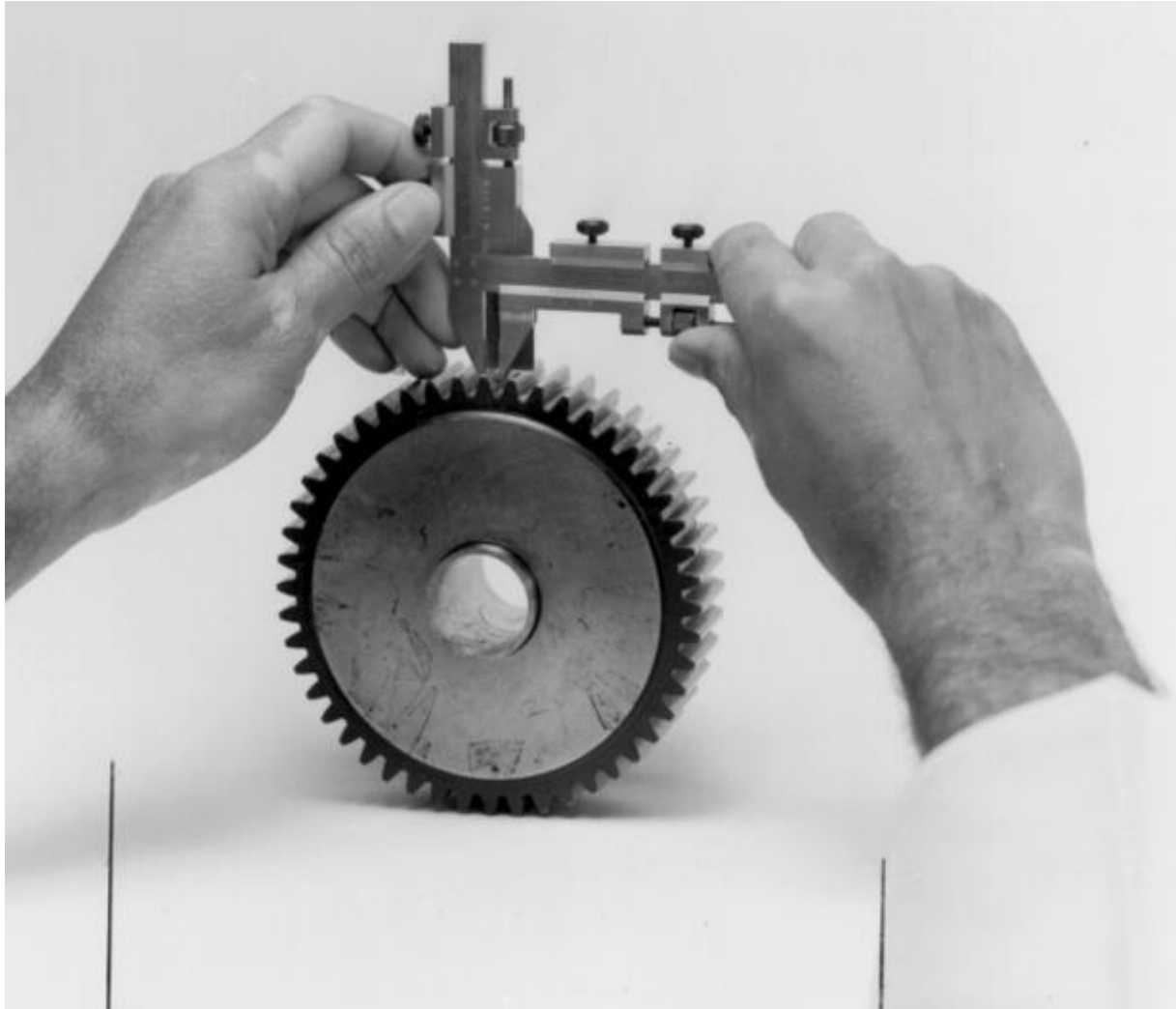
haste com gancho





Paquímetro

- **Paquímetro duplo:** Serve para medir dentes de engrenagens.





Paquímetro

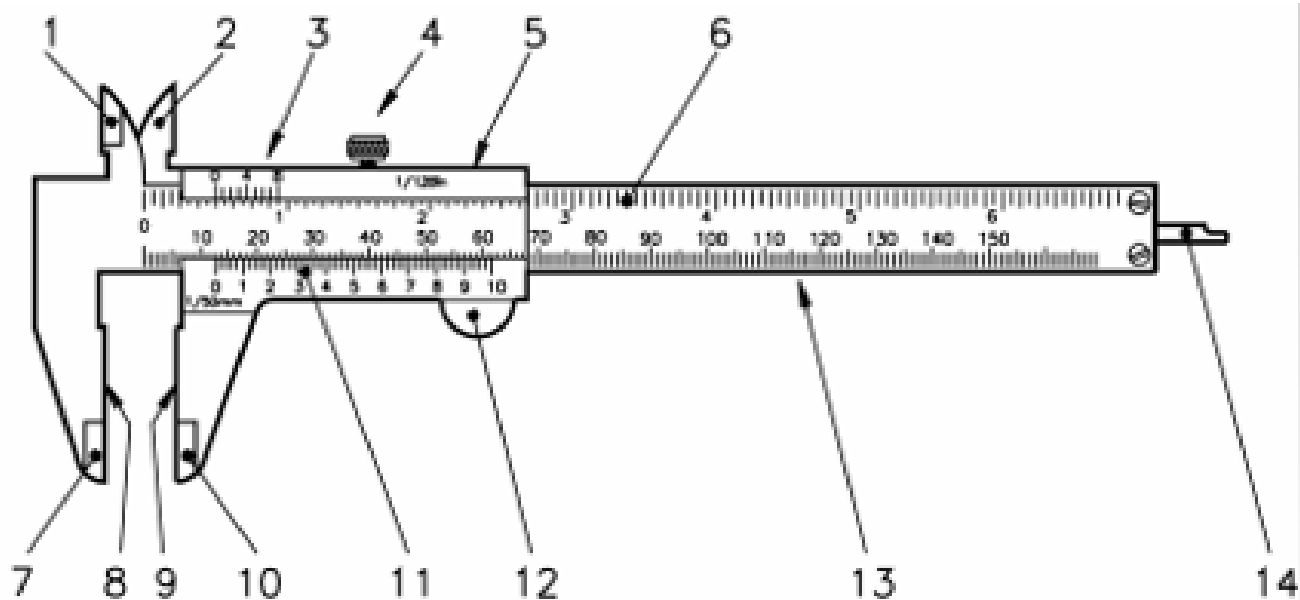
- **Paquímetro digital:** Utilizado para leitura rápida, livre de erro de paralaxe, e ideal para controle estatístico.





Paquímetro

Componentes



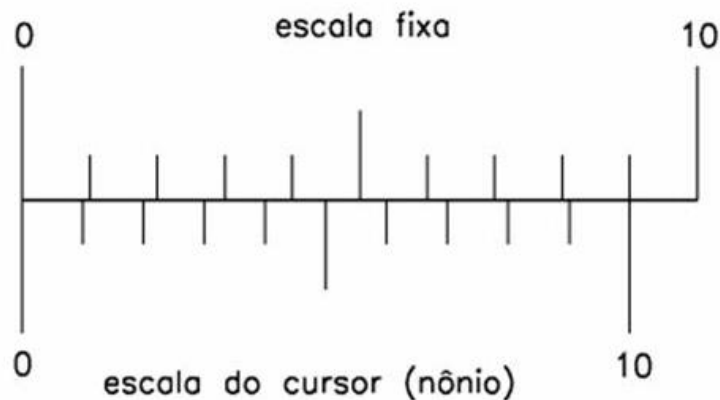
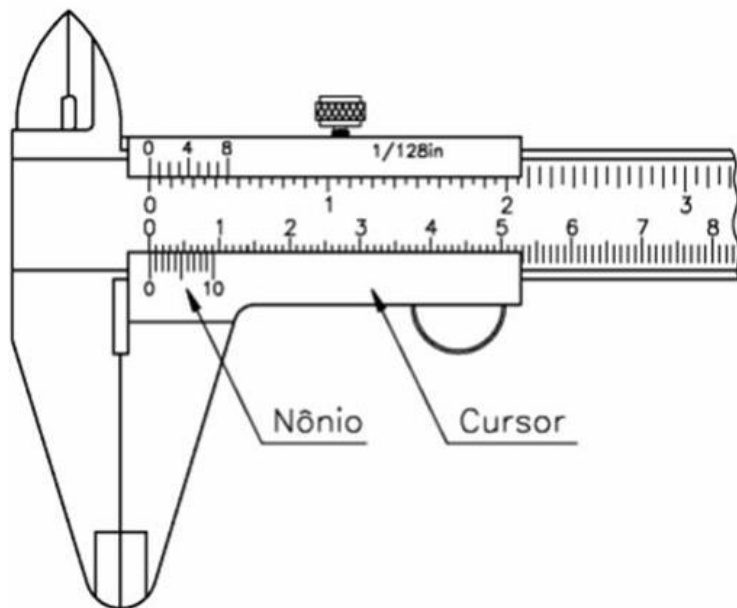
1. orelha fixa 2. orelha móvel 3. nônio ou vernier (polegada)
4. parafuso de trava 5. cursor 6. escala fixa de polegadas
7. bico fixo 8. encosto fixo 9. encosto móvel 10. bico móvel
11. nônio ou vernier (milímetro) 12. impulsor
13. escala fixa de milímetros 14. haste de profundidade



Paquímetro

Princípio de funcionamento

- A escala do cursor é chamada de nônio ou vernier, em homenagem ao português Pedro Nunes e ao francês Pierre Vernier, considerados seus inventores.
- No sistema métrico, existem paquímetros em que o nônio possui dez divisões equivalentes a nove milímetros (9mm). Há, portanto, uma diferença de 0,1 mm entre o primeiro traço da escala fixa e o primeiro traço da escala móvel.

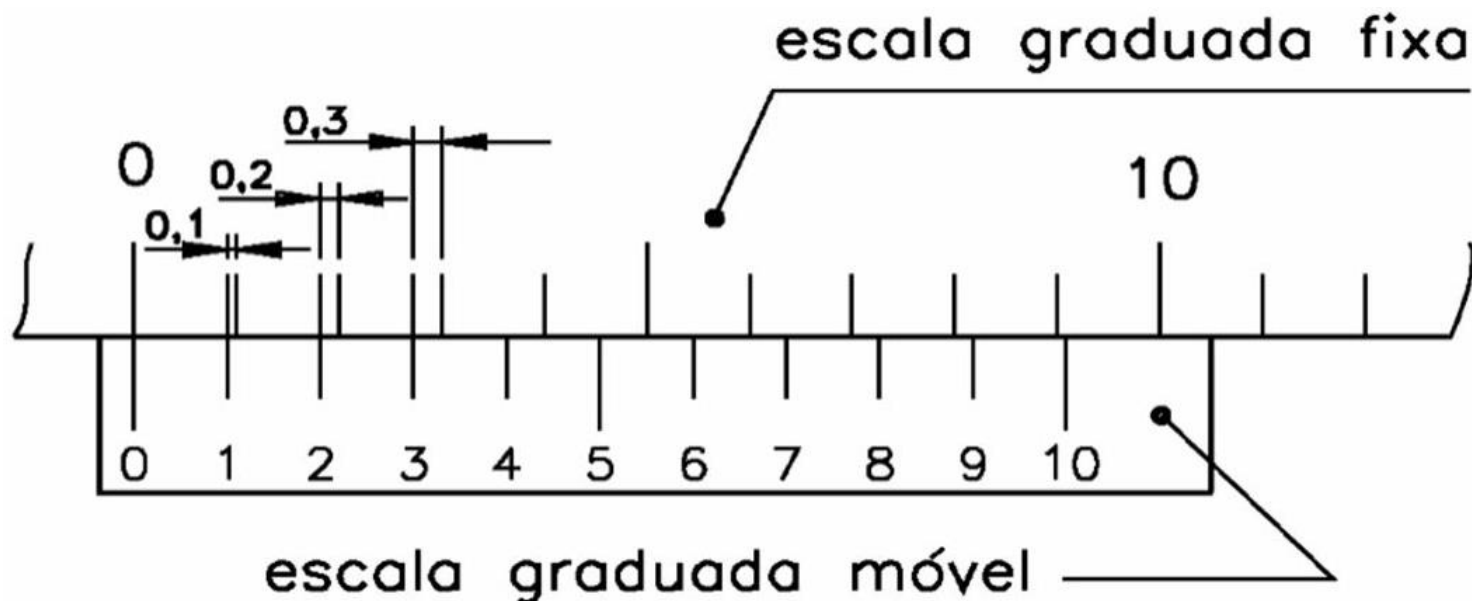




Paquímetro

Princípio de funcionamento

- Essa diferença é de:
 - 0,2 mm entre o segundo traço de cada escala;
 - 0,3 mm entre o terceiros traços e assim por diante.





Paquímetro

Cálculo de resolução

- As diferenças entre a escala fixa e a escala móvel de um paquímetro podem ser calculadas pela sua resolução.
- A resolução é a menor medida que o instrumento oferece.

$$\text{Resolução} = \frac{\text{UEF}}{\text{NDN}}$$

- Onde:

UEF = Unidade da escala fixa

NDN = número de divisões do nôncio



Paquímetro

Cálculo de resolução

- Nônio com 10 divisões:

$$\text{Resolução} = \frac{1\text{mm}}{10} = 0,1\text{mm}$$

- Nônio com 20 divisões:

$$\text{Resolução} = \frac{1\text{mm}}{20} = 0,05\text{mm}$$

- Nônio com 50 divisões:

$$\text{Resolução} = \frac{1\text{mm}}{50} = 0,02\text{mm}$$



Paquímetro

Como fazer a leitura no sistema métrico?

1. Na escala fixa ou principal do paquímetro, a leitura feita antes do zero do nônio corresponde à leitura em milímetro.
2. Em seguida, você deve contar os traços do nônio até o ponto em que um deles coincidir com um traço da escala fixa.
3. Depois, você soma o número que leu na escala fixa ao número que leu no nônio.

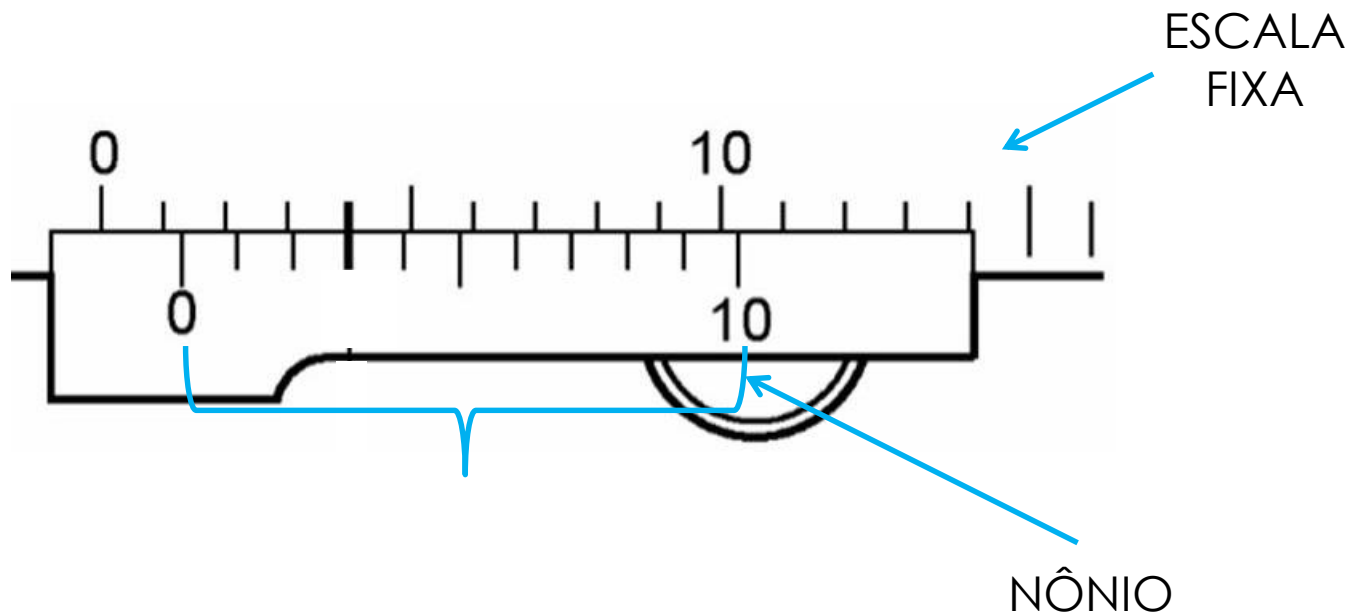


Paquímetro

Como fazer a leitura no sistema métrico?

- Exemplo 1 : Escala em milímetro e nônio com 10 divisões.

Passo 1: Calcular a resolução do equipamento:



$$\text{Resolução} = \frac{1 \text{ mm}}{10} = 0,1 \text{ mm}$$

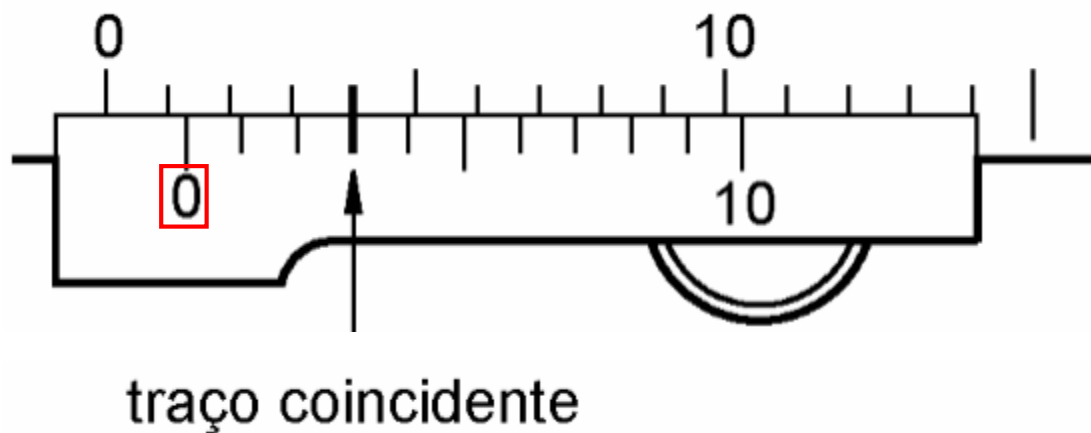


Paquímetro

Como fazer a leitura no sistema métrico?

- Exemplo 1 : Escala em milímetro e nônio com 10 divisões.

Passo 2: Fazer a leitura da medição



Leitura

Escala Fixa: 1,0 mm

Leitura do nônio: 0,3 mm

Resultado da leitura de medição = $1,0 + 0,3 = 1,3$ mm

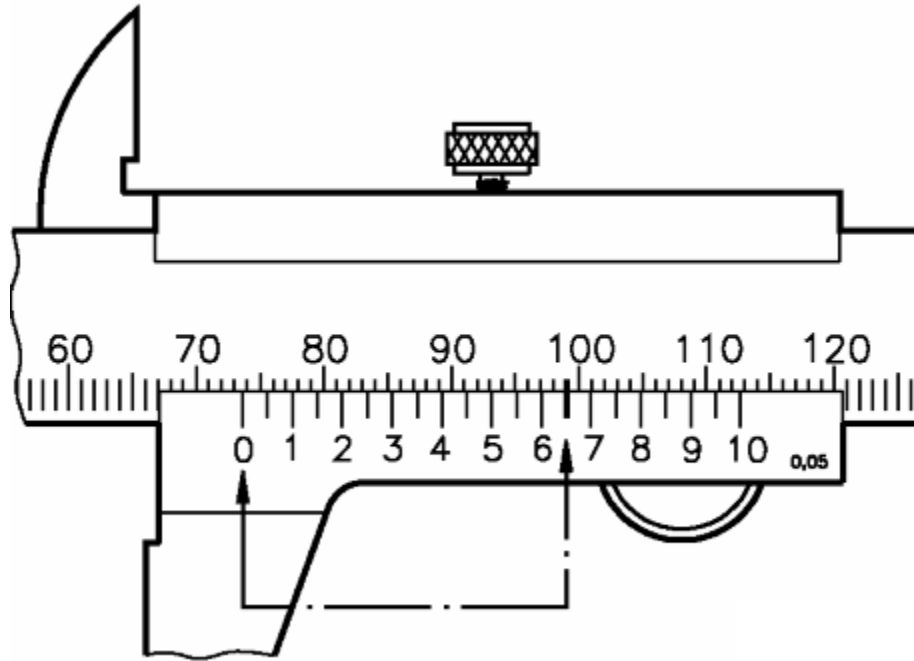


Paquímetro

Como fazer a leitura no sistema métrico?

- Exemplo 2 : Escala em milímetro e nônio com 20 divisões.

Passo 1: Calcular a resolução do equipamento:



$$\text{Resolução} = \frac{1 \text{ mm}}{20} = 0,05 \text{ mm}$$

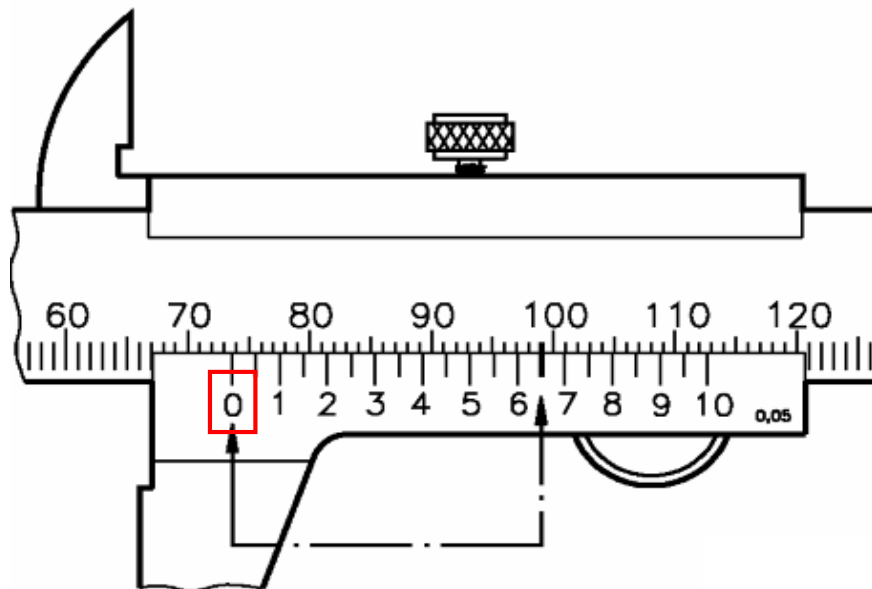


Paquímetro

Como fazer a leitura no sistema métrico?

- Exemplo 2 : Escala em milímetro e nônio com 20 divisões.

Passo 2: Fazer a leitura da medição



Leitura

1º) Leitura da escala fixa: 73,00 mm

2º) Leitura do nônio: ($= 13 \times 0,05 = 0,65$ mm)

Resultado da leitura de medição = $73,00 + 0,65 = 73,65$ mm



Paquímetro

Como fazer a leitura em polegada milesimal?

- No paquímetro em que se adota o sistema inglês, cada polegada da escala fixa divide-se em 40 partes iguais.
- Cada divisão corresponde a: (que é igual a .025")
- Como o nôncio tem 25 divisões, a resolução desse paquímetro é:

$$\text{Resolução} = \frac{0.025''}{25} = 0.001''$$



Paquímetro

Como fazer a leitura em polegada milesimal?

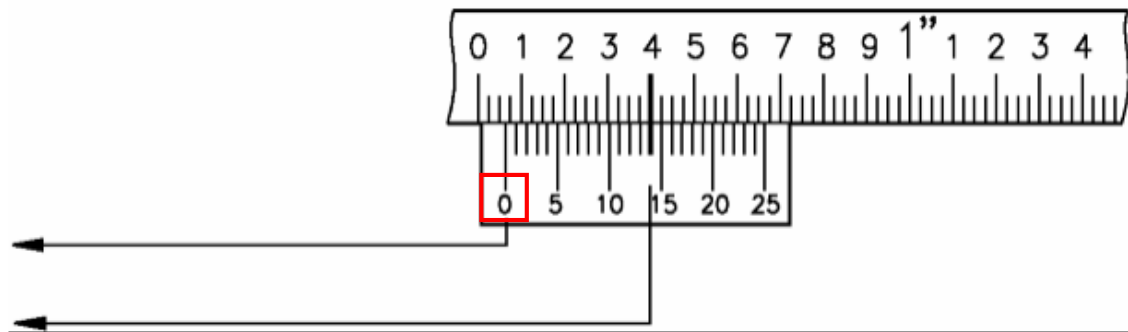
- O procedimento para leitura é o mesmo que para a escala em milímetro.
- Contam-se as unidades .025" que estão à esquerda do zero (0) do nônio e, a seguir, somam-se os milésimos de polegada indicados pelo ponto em que um dos traços do nônio coincide com o traço da escala fixa.

Leitura:

.050" → escala fixa

+ .014" → nônio

.064" → total





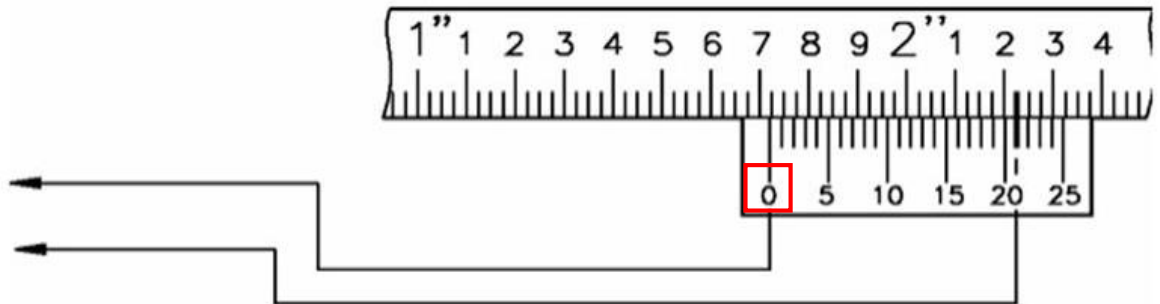
Paquímetro

Como fazer a leitura em polegada milesimal?

- Mais um exemplo:

Leitura:

1.700" → escala fixa
+ .021" → nônio
1.721" → total





Paquímetro

Como fazer a leitura em polegada fracionada?

- No sistema inglês, a escala fixa do paquímetro é graduada em polegada e frações de polegada.
- Esses valores fracionários da polegada são complementados com o uso do nônio.
- Para utilizar o nônio, precisamos saber calcular sua resolução:

$$\text{Resolução} = \frac{UEF}{NDN}$$

Sendo:

$$UEF = \frac{1}{16} \quad NDN = 8$$

$$\text{Resolução} = \frac{\frac{1}{16}}{8} = \frac{1}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{128}$$

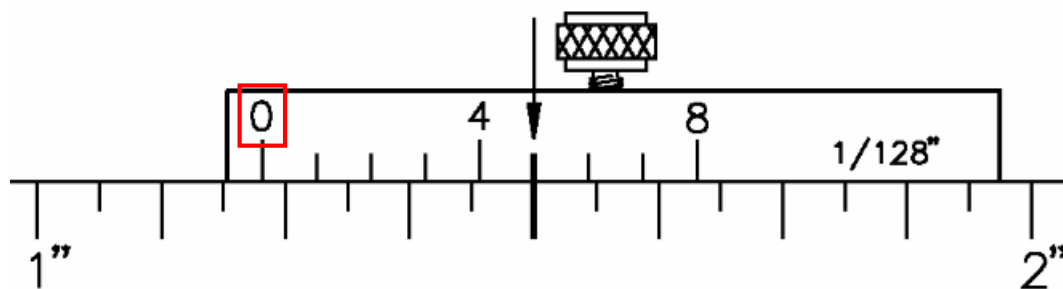


Paquímetro

Como fazer a leitura em polegada fracionada?

- Assim, cada divisão do nônio vale $\frac{1}{128}$.
- Duas divisões corresponderão $\frac{2}{128}$ ou $\frac{1}{64}$ e assim por diante.

Exemplo



$$1 + \frac{3''}{16}$$

Escala Fixa

$$\frac{5}{128}$$

Escala Nônio

$$\text{Leitura} = 1 + \frac{3''}{16} + \frac{5}{128} = \frac{16}{16} + \frac{3}{16} + \frac{5}{128} = \frac{128 + 24 + 5}{128} = \frac{128 + 29}{128}$$

$$\text{Leitura} = \frac{128 + 29}{128} = \frac{128}{128} + \frac{29}{128} = 1 + \frac{29}{128} = 1 \frac{29''}{128}$$

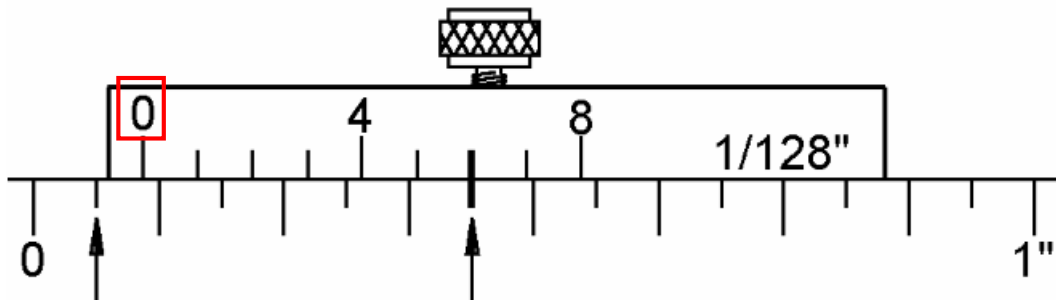
Leitura:



Paquímetro

Como fazer a leitura em polegada fracionada?

- Mais um exemplo



$$\text{Leitura} = \frac{1}{16} + \frac{3}{64} = \frac{4+3}{64} = \frac{7}{64}$$

- Leitura:

$$\frac{1''}{16}$$

Escala Fixa

$$\frac{6}{128} = \frac{3}{64}$$

Escala Nônio



Paquímetro

Correta utilização (alguns cuidados)

Erros de leitura:

- Erros de paralaxe: Dependendo do ângulo de visão do operador, pode ocorrer o erro por paralaxe, pois devido a esse ângulo, aparentemente há coincidência entre um traço da escala fixa com outro da móvel.
- Toda leitura deve ser feita perpendicularmente em relação aos olhos.

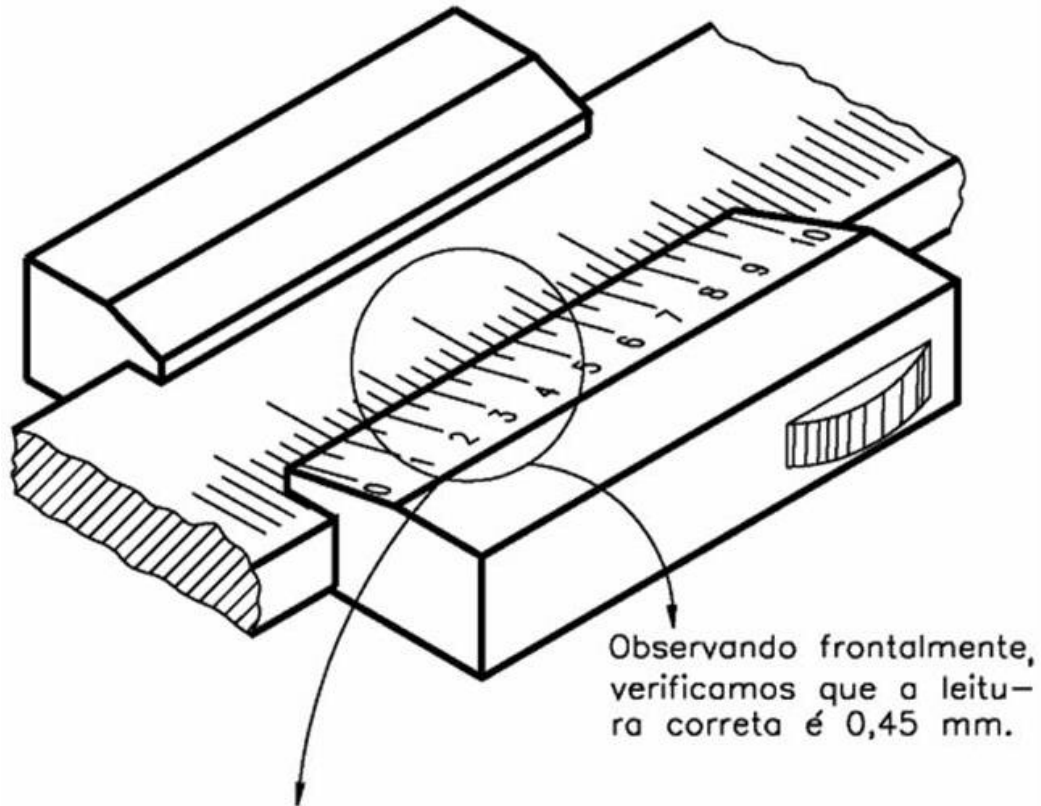




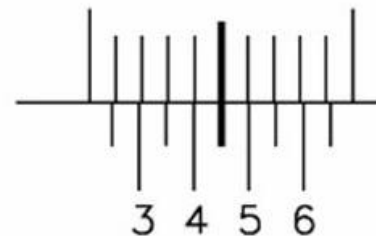
Paquímetro

Correta utilização (alguns cuidados)

Erros de leitura:



Devido a posição inclinada, o observador poderá achar que a medida correta é 0,4 mm.



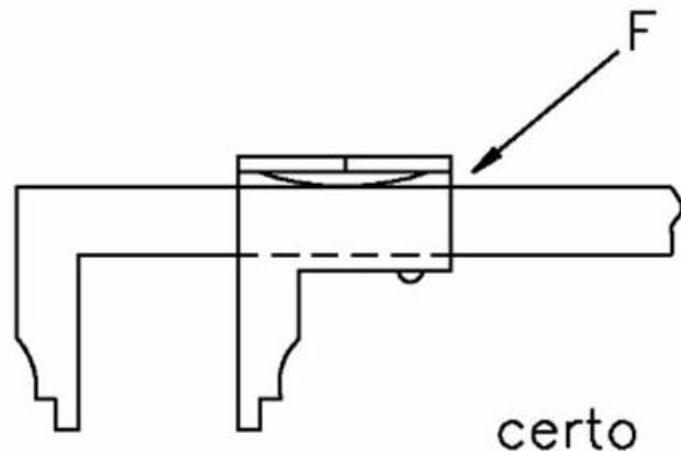
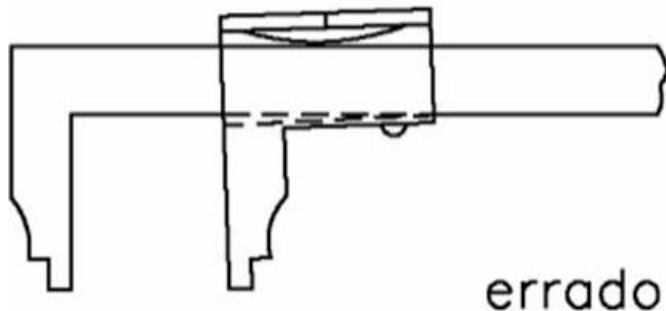


Paquímetro

Correta utilização (alguns cuidados)

Erros de leitura:

- Pressão de Medição: Já o erro de pressão de medição origina-se no jogo do cursor, controlado por uma mola. Pode ocorrer uma inclinação do cursor em relação à régua, o que altera a medida.
- Para se deslocar com facilidade sobre a régua, o cursor deve estar bem regulado: nem muito preso, nem muito solto.

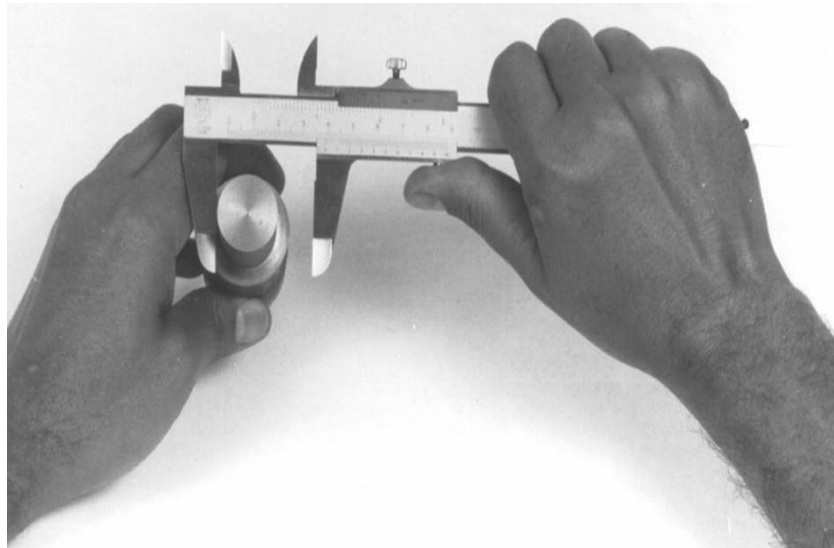




Paquímetro

Técnica de utilização

- Para ser usado corretamente, o paquímetro precisa ter:
 - Seus encostos limpos;
 - a peça a ser medida deve estar posicionada corretamente entre os encostos.
- É importante abrir o paquímetro com uma distância maior que a dimensão do objeto a ser medido.
- O centro do encosto fixo deve ser encostado em uma das extremidades da peça..

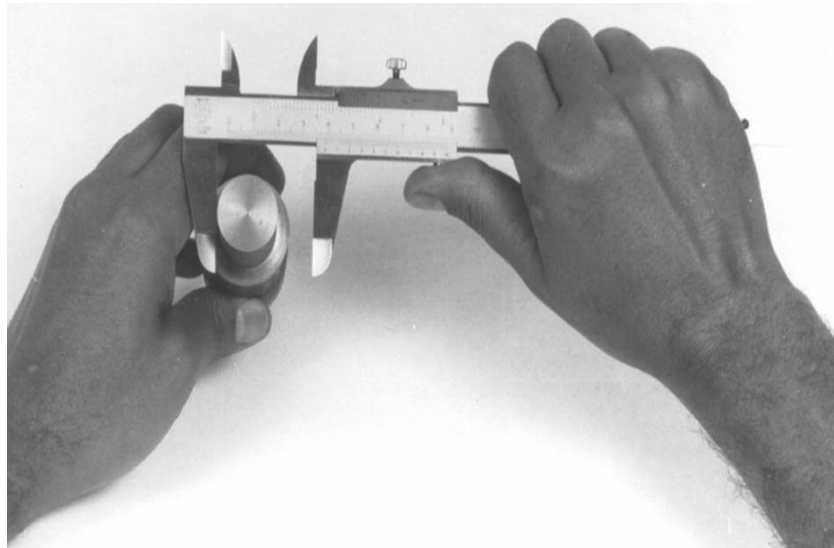




Paquímetro

Técnica de utilização

- Convém que o paquímetro seja fechado suavemente até que o encosto móvel toque a outra extremidade.
- Feita a leitura da medida, o paquímetro deve ser aberto e a peça retirada, sem que os encostos a toquem.

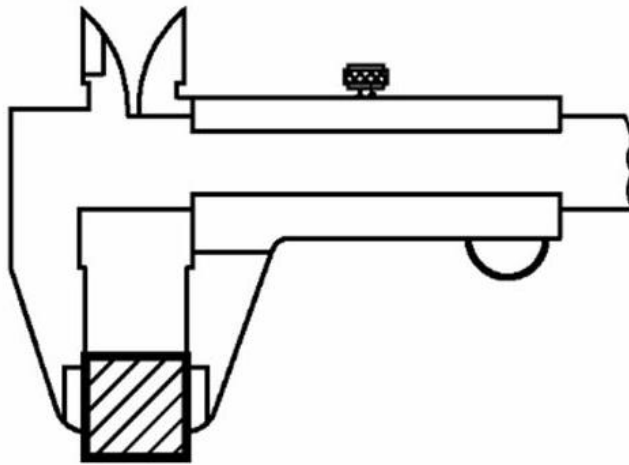




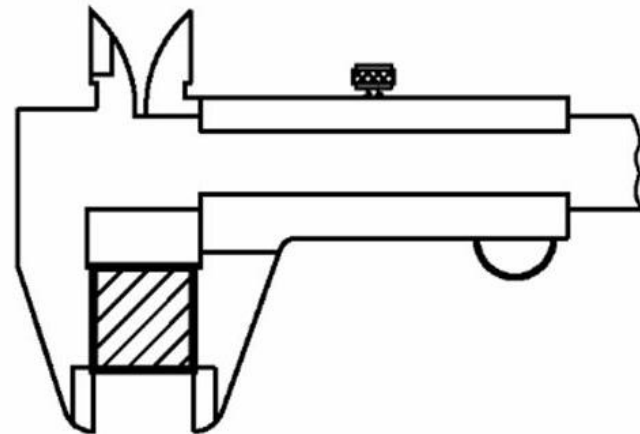
Paquímetro

Técnica de utilização

- Nas medidas externas, a peça a ser medida deve ser colocada o mais profundamente possível entre os bicos de medição para evitar qualquer desgaste na ponta dos bicos.



errado



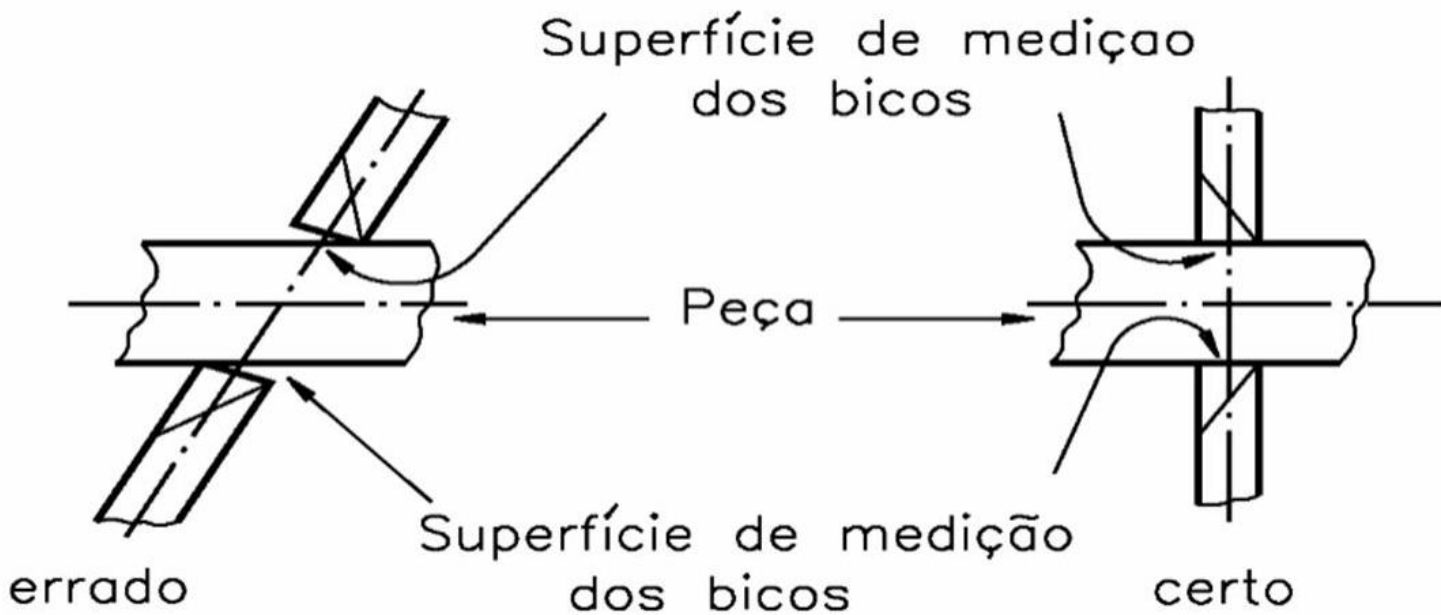
certo



Paquímetro

Técnica de utilização

- Para maior segurança nas medições, as superfícies de medição dos bicos e da peça devem estar bem apoiadas.

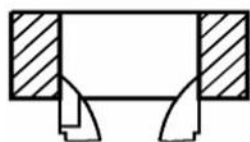




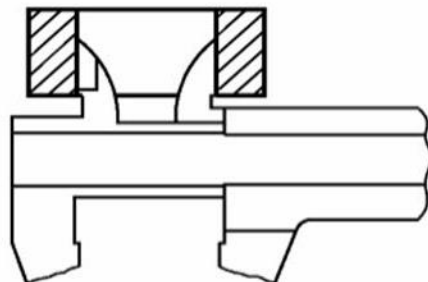
Paquímetro

Técnica de utilização

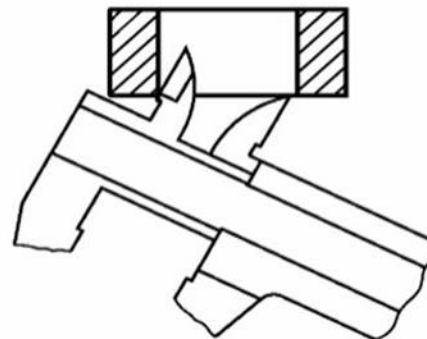
- Nas medidas internas, as orelhas precisam ser colocadas o mais profundamente possível. O paquímetro deve estar sempre paralelo à peça que está sendo medida.



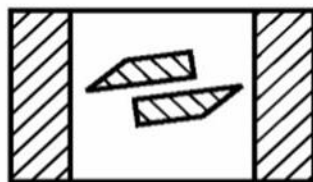
errado



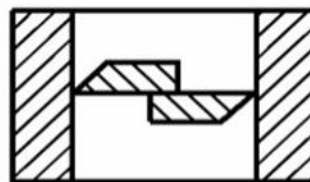
certo



errado



errado



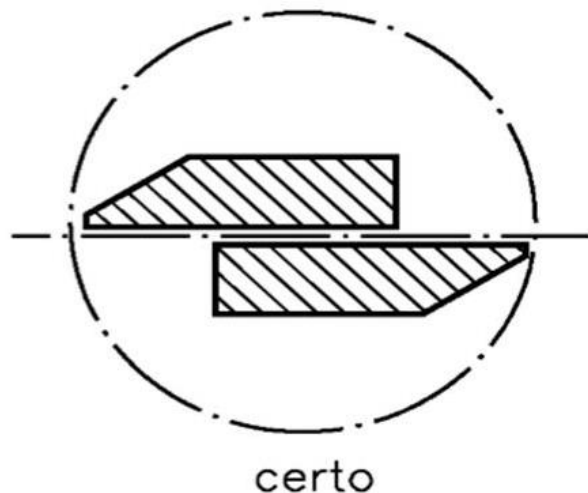
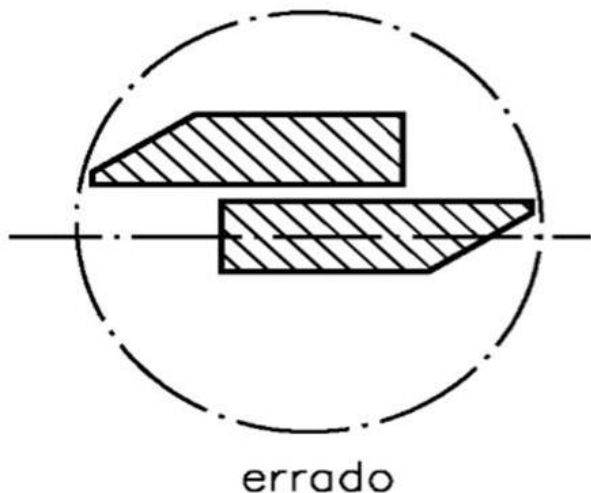
certo



Paquímetro

Técnica de utilização

- Para maior segurança nas medições de diâmetros internos, as superfícies de medição das orelhas devem coincidir com a linha de centro do furo.

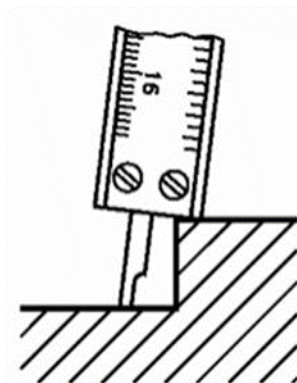




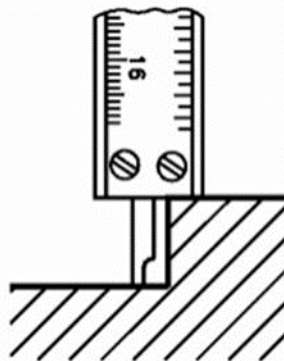
Paquímetro

Técnica de utilização

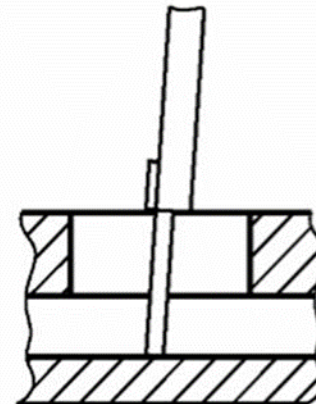
- No caso de medidas de profundidade, apoia-se o paquímetro corretamente sobre a peça, evitando que ele fique inclinado.



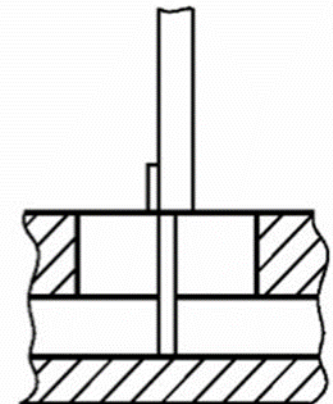
errado



certo



errado



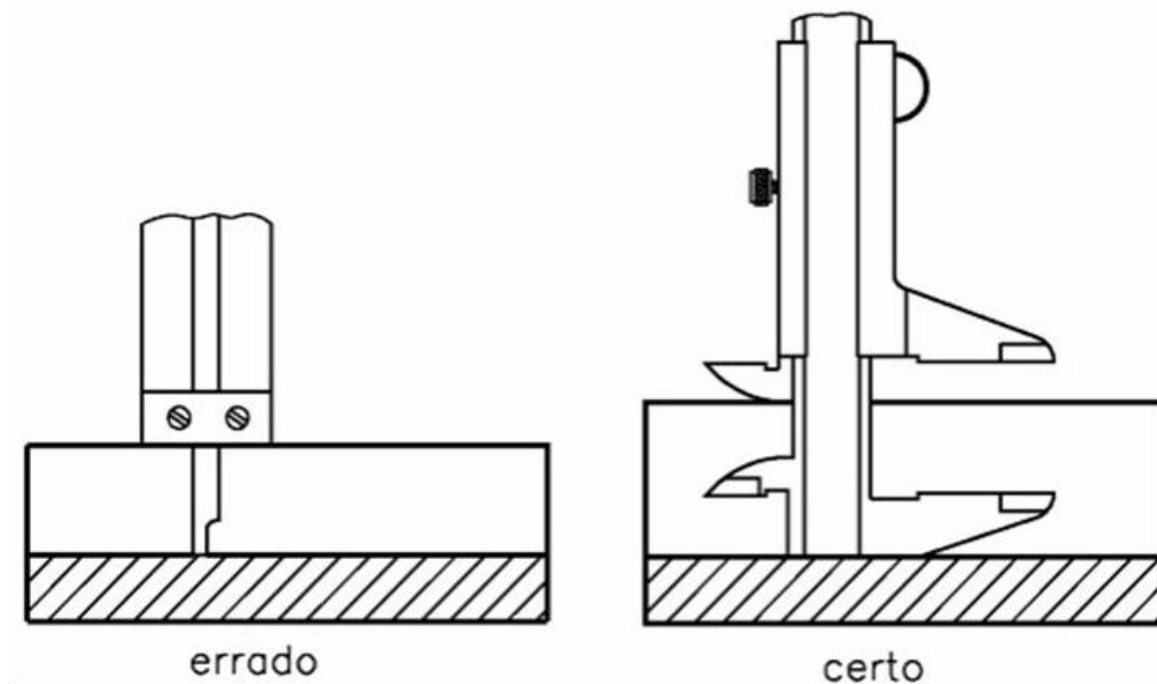
certo



Paquímetro

Técnica de utilização

- Nas medidas de ressaltos, coloca-se a parte do paquímetro apropriada para ressaltos perpendicularmente à superfície de referência da peça.
- Não se deve usar a haste de profundidade para esse tipo de medição, porque ela não permite um apoio firme.





Paquímetro

Conservação

- Manejar o paquímetro sempre com todo cuidado, evitando choques.
- Não deixar o paquímetro em contato com outras ferramentas, o que pode lhe causar danos.
- Evitar arranhaduras ou entalhes, pois isso prejudica a graduação.
- Ao realizar a medição, não pressionar o cursor além do necessário.
- Limpar e guardar o paquímetro em local apropriado, após sua utilização.