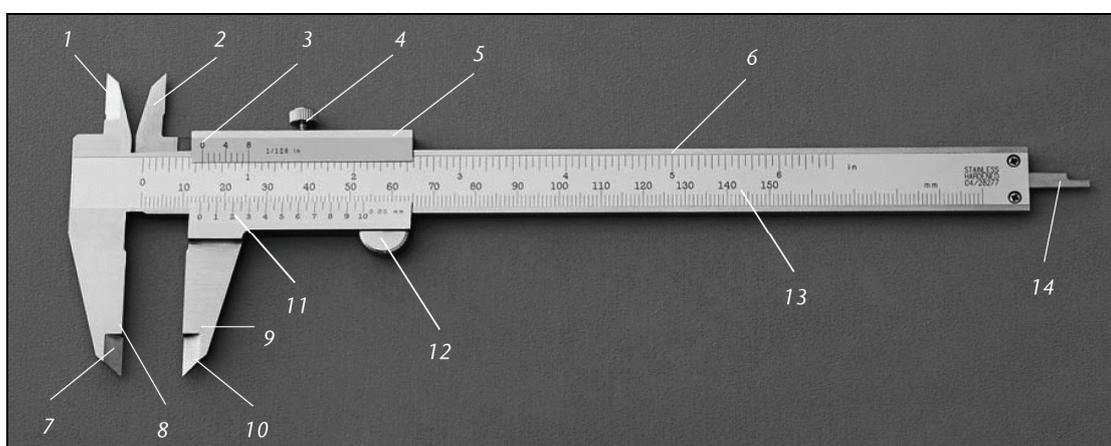


Paquímetro

Paquímetro é um instrumento de medição utilizado para medir pequenas quantidades de peças e suas dimensões internas, externas, de profundidade e de ressaltos, estas últimas feitas com paquímetro quadrimensional.

Novo Telecurso
Metalmeia 2010

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

O paquímetro é geralmente feito de aço inoxidável, com superfícies planas e polidas, cujas graduações são calibradas a 20°C. É constituído de uma régua graduada com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor.

O cursor ajusta-se à régua e permite sua livre movimentação, com um mínimo de folga, e é dotado de uma escala auxiliar, chamada nônio ou vernier, que permite a leitura de frações da menor divisão da escala fixa.

As diferenças entre a escala fixa e a escala móvel de um paquímetro podem ser calculadas pela sua resolução. Resolução é a menor medida que o instrumento oferece; é calculada pela seguinte fórmula:

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

UEF = unidade de escala fixa

NDN = número de divisões do nônio

Por exemplo, um nônio com 10 divisões terá a resolução de 0,1mm, pois, aplicando a fórmula, tem-se:

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

Se o paquímetro tiver um nônio com 20 divisões, a resolução será de 0,05mm:

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

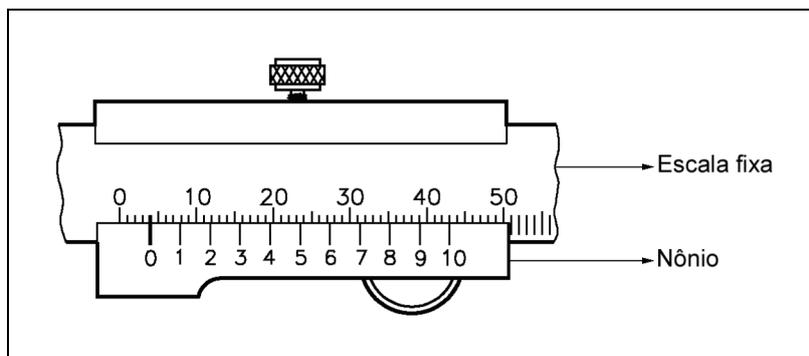
Se o paquímetro tiver um nônio com 50 divisões, a resolução será de 0,02mm:

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

O princípio de leitura do paquímetro universal consiste em encontrar o ponto de coincidência entre um traço da escala fixa com um traço do nônio.

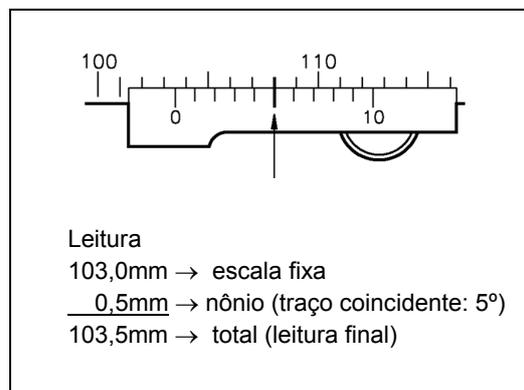
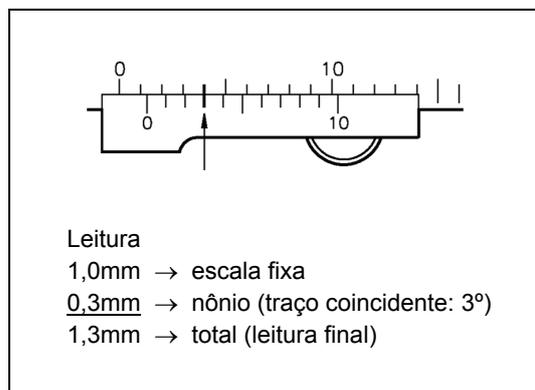
Escala em milímetros

Para ler a medida em milímetros inteiros, deve-se contar, na escala fixa, os milímetros existentes *antes* do zero do nônio. Quando o zero do nônio coincidir exatamente com um dos traços da escala de milímetros, tem-se uma medida exata em milímetros, no caso a leitura é 4mm.

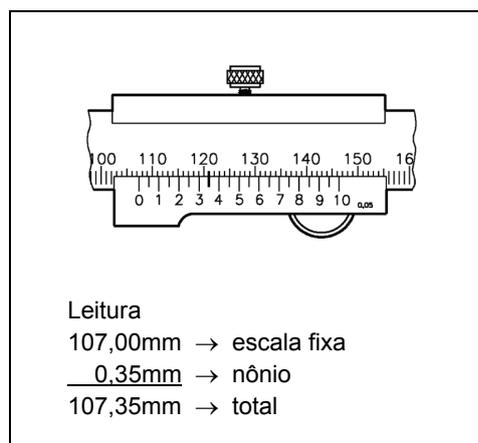
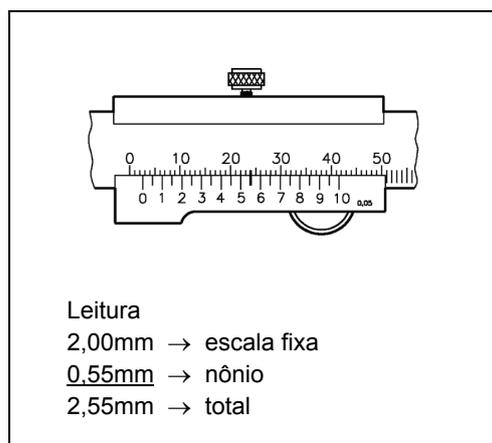


Quando o zero do nônio não coincide exatamente com um traço da escala fixa mas fica entre dois traços, admite-se a menor medida. A seguir, observa-se qual o ponto de coincidência entre os traços do nônio e da escala fixa; esse ponto fornece a medida em frações de milímetro, conforme a resolução do paquímetro.

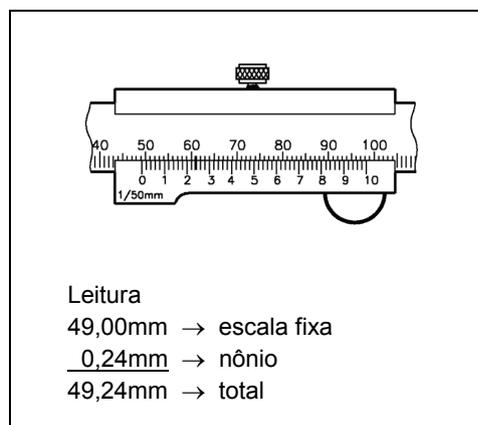
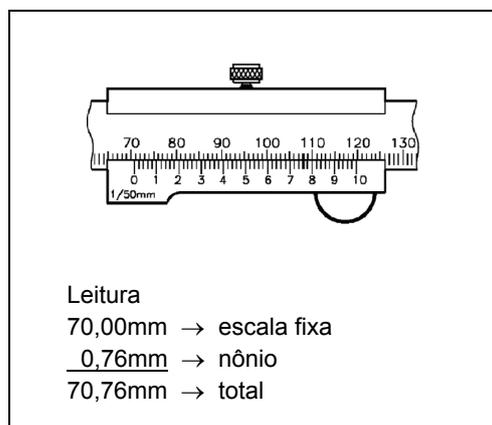
Exemplo de escala em milímetro e nônio com 10 divisões. (Resolução = 0,1mm).



Exemplo de escala em milímetro e nônio com 20 divisões. (Resolução = 0,05mm).



Exemplo de escala em milímetro e nônio com 50 divisões. (Resolução = 0,02mm).

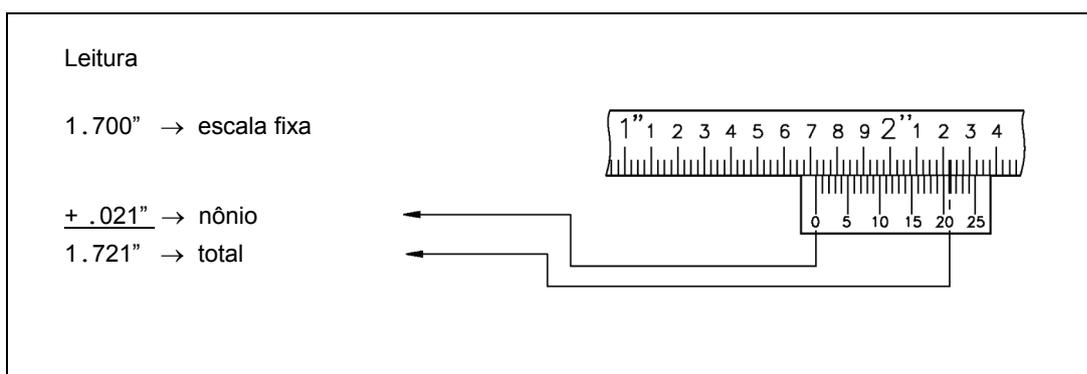
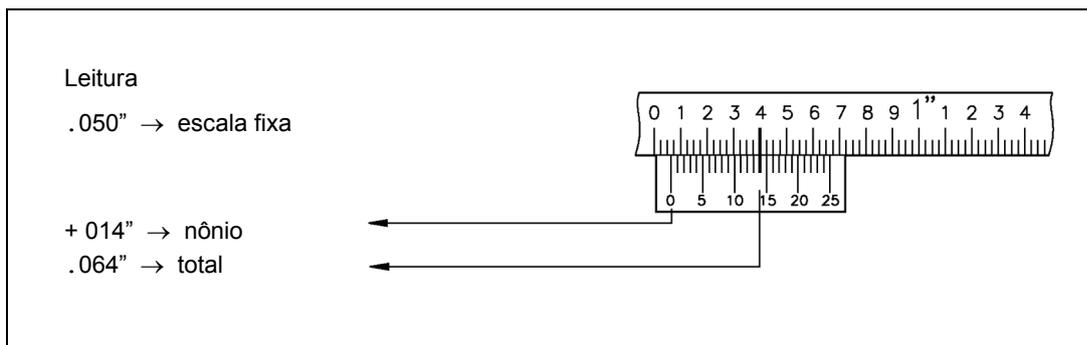


No paquímetro em que se adota o sistema inglês milesimal, cada polegada da escala fixa divide-se em 40 partes iguais. Cada divisão corresponde a $\frac{1''}{40}$, que é igual a .025", escrito com um ponto antes, segundo exigência do sistema. Como o nônio tem 25 divisões, a resolução desse paquímetro é:

$$\text{Resolução} = \frac{\text{UEF}}{\text{NDN}} \quad R = \frac{.025''}{25} = .001'' \text{ (um milésimo de polegada)}$$

A leitura do paquímetro no sistema inglês ou em polegadas segue o mesmo princípio da leitura em milímetros, isto é, a contagem das polegadas existentes antes do zero do nônio.

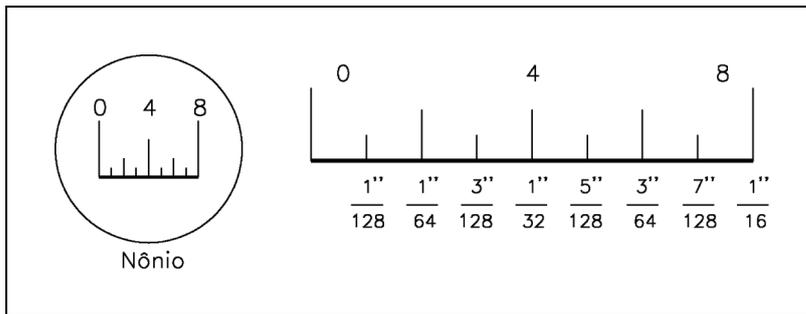
Contam-se as unidades .025" que estão à esquerda do zero do nônio e, a seguir, somam-se os milésimos de polegada indicados pelo ponto em que um dos traços do nônio coincide com o traço da escala fixa.



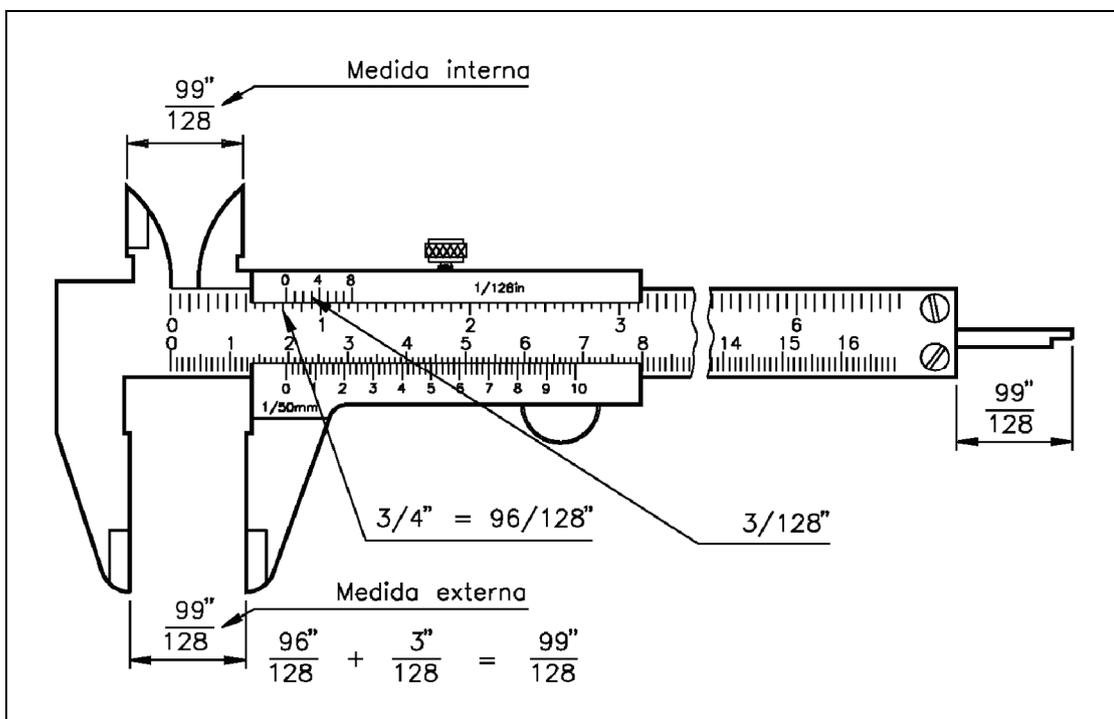
No paquímetro em que se adota o sistema inglês de polegada fracionária, a escala fixa é graduada em polegada e frações de polegada; nesse sistema, a polegada é dividida em 16 partes iguais. Cada divisão corresponde a $\frac{1''}{16}$ de polegada. Os valores fracionários da polegada são complementados com o uso do nônio. Para isso, é preciso primeiro calcular a resolução do nônio de polegada fracionária.

$$\text{Resolução} = \frac{\text{UEF}}{\text{NDN}} = \frac{1''}{16} \quad R = \frac{1''}{16} \div 8 = \frac{1''}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{1''}{128}$$

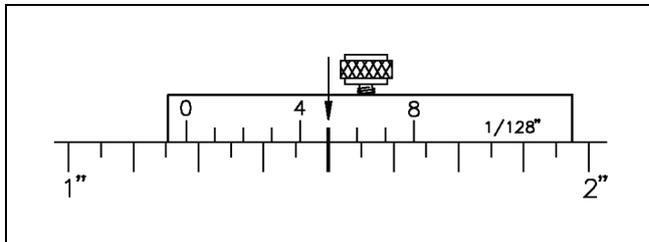
Assim, cada divisão do nônio vale $\frac{1''}{128}$. Duas divisões corresponderão a $\frac{2''}{128}$ ou $\frac{1''}{64}$ e assim por diante.



Como exemplo, considere-se uma leitura de $\frac{3''}{4}$ na escala fixa e $\frac{3''}{128}$ no nônio; a medida total equivale à soma dessas duas medidas. É importante observar que as frações devem ser sempre simplificadas.



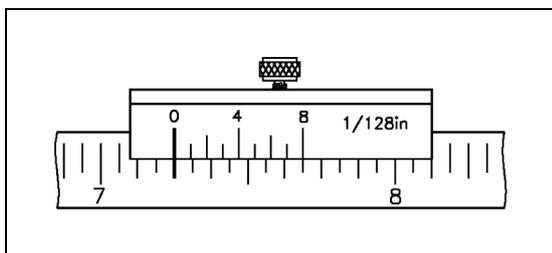
Num outro exemplo em que a escala fixa mostra $1 \frac{3''}{16}$ e o nônio $\frac{5''}{128}$, a medida total será: $1 \frac{3''}{16} + \frac{5''}{128} \Rightarrow 1 \frac{24''}{128} + \frac{5''}{128} = 1 \frac{29''}{128}$



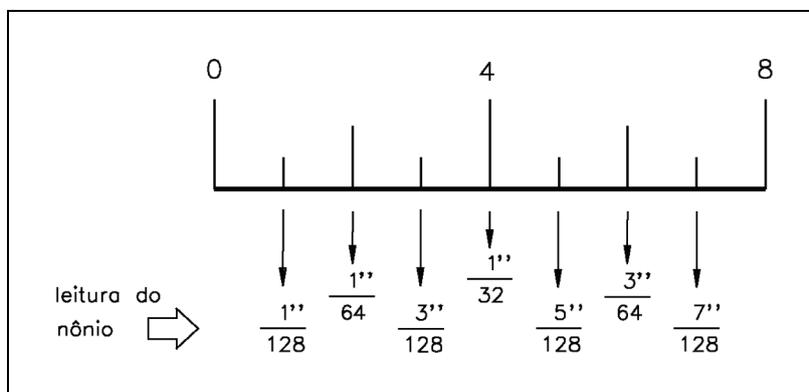
Os passos que facilitam a leitura do paquímetro com polegada fracionária são apresentados a seguir.

1. Verifique se o zero do nônio coincide com um dos traços da escala fixa. Se coincidir, faça a leitura somente na escala fixa.

$$\text{Leitura} = 7 \frac{1''}{4}$$

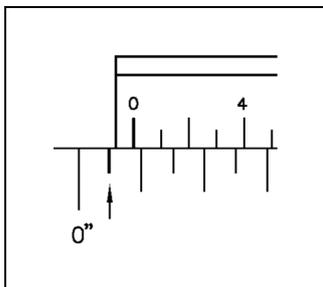


2. Quando o zero do nônio não coincidir, verifique qual dos traços do nônio está nessa situação e faça a leitura do nônio.

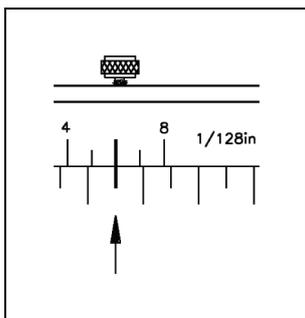


3. Verifique na escala fixa quantas divisões existem antes do zero do nônio.

Exemplo: Uma divisão.



4. Sabendo que cada divisão da escala fixa equivale a $\frac{1}{16} = \frac{2}{32} = \frac{4}{64} = \frac{8}{128}$ e com base na leitura do nônio, escolha uma fração da escala fixa de mesmo denominador. Exemplo: leitura do nônio $\frac{3''}{64}$; fração escolhida da escala fixa: $\frac{4''}{64}$.



5. Multiplique o número de divisões da escala fixa pelo numerador da fração escolhida; some com a fração do nônio e faça a leitura final.

Exemplos de leitura utilizando os passos

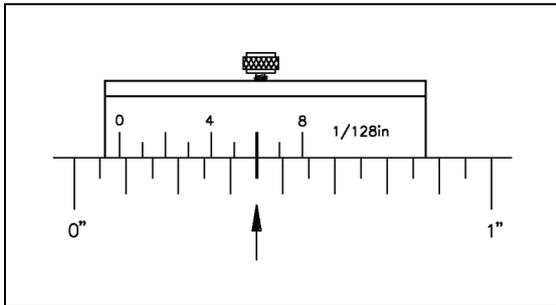
a. Passo 2. $\Rightarrow \frac{3''}{64}$

Passo 3. \Rightarrow 1 divisão

Passo 4. $\Rightarrow \frac{3''}{64}$ fração escolhida $\frac{4''}{64}$

Passo 5. $\Rightarrow (1 \times \frac{4''}{64}) + \frac{3''}{64} = \frac{7''}{64}$

Leitura final: $\frac{7''}{64}$



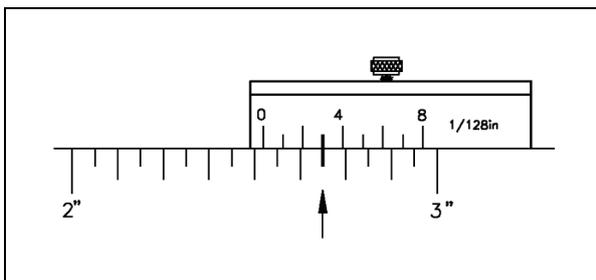
b. Passo 2. $\Rightarrow \frac{3''}{128}$

Passo 3. $\Rightarrow 2'' + 8$ divisões

Passo 4. $\Rightarrow \frac{3''}{128}$ fração escolhida $\frac{8''}{128}$

Passo 5. $\Rightarrow 2'' + (8 \times \frac{8''}{128}) + \frac{3''}{128} = 2 \frac{67''}{128}$

Leitura final: $2 \frac{67''}{128}$

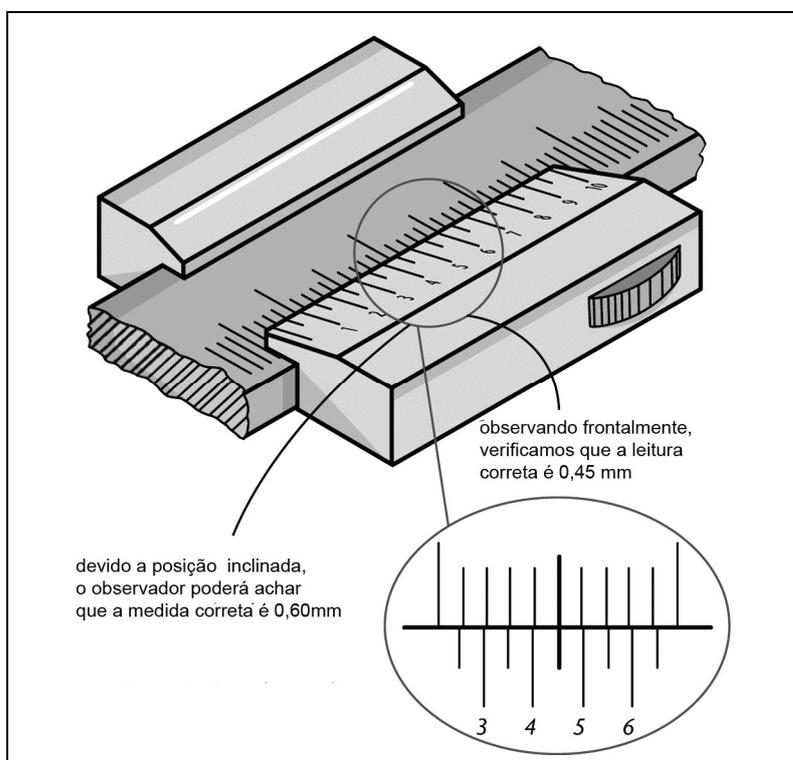


Erros de leitura no paquímetro

Além da falta de habilidade do operador, outros fatores podem provocar erros de leitura no paquímetro, como a paralaxe e a pressão de medição.

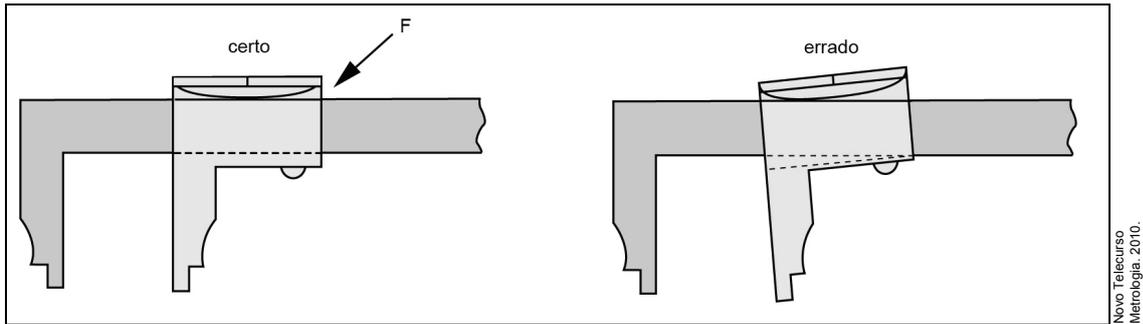
Paralaxe - dependendo do ângulo de visão do operador, pode ocorrer um erro chamado de paralaxe; quando o ângulo de visão do observador de um objeto é deslocado da posição correta, que é a perpendicular, a imagem não é real; no caso de leitura de uma medida, a paralaxe ocasiona um erro sério, pois quando os traços do nônio e da escala estão sobrepostos, o deslocamento do ângulo de visão faz com que cada um dos olhos projete os traços do nônio em posição oposta à dos traços da escala fixa.

Para não cometer o erro de paralaxe, é aconselhável que se faça a leitura colocando o paquímetro em posição exatamente perpendicular aos olhos.



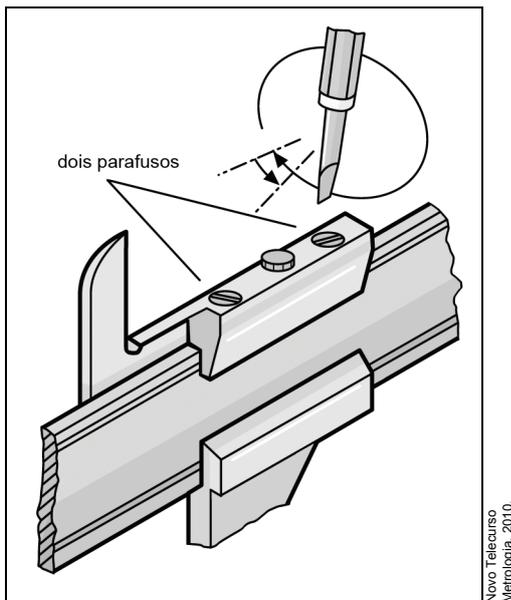
Erro de paralaxe

Pressão de medição - o erro de pressão de medição é originado pelo jogo do cursor, controlado por uma mola. Pode ocorrer uma inclinação do cursor em relação à régua, o que altera a medida.



Força de medição

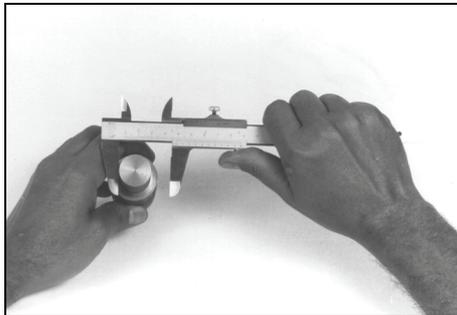
O cursor deve estar bem regulado para se deslocar com facilidade sobre a régua: nem muito preso, nem muito solto. O operador deve regular a mola, adaptando o instrumento à sua mão; caso exista uma folga anormal, os parafusos de regulagem da mola devem ser ajustados, girando-os até encostar-se ao fundo e, em seguida, retornando um oitavo de volta, aproximadamente. Após esse ajuste, o movimento do cursor deve ser suave, porém sem folga.



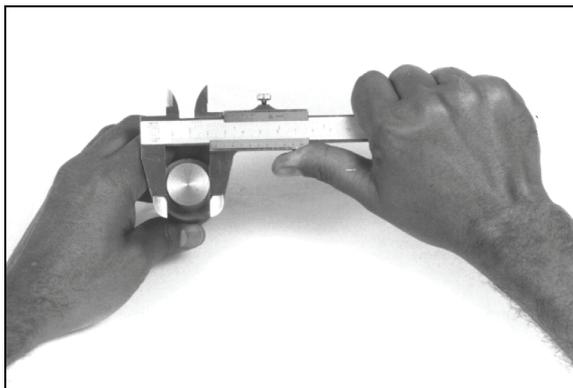
Ajuste do paquímetro

Técnicas de utilização do paquímetro

O uso correto do paquímetro exige que a peça a ser medida esteja posicionada corretamente entre os encostos, os quais devem estar limpos. É importante abrir o paquímetro com uma distância maior que a dimensão do objeto a ser medido; uma das extremidades da peça deve-se apoiar no centro do encosto fixo.

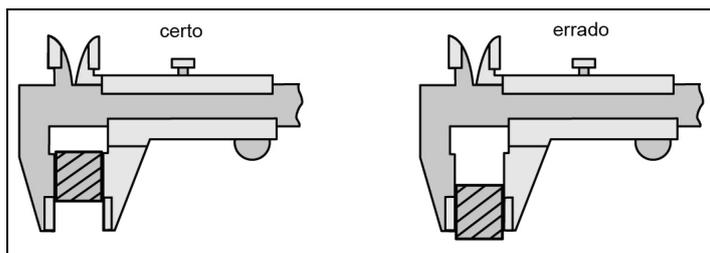


Convém que o paquímetro seja fechado suavemente até que o encosto móvel toque a outra extremidade. Feita a leitura da medida, o paquímetro deve ser aberto e a peça retirada, sem que os encostos a toquem.

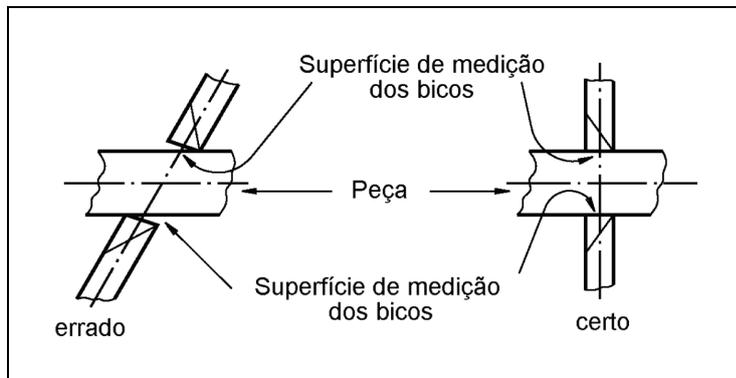


A utilização do paquímetro para determinar medidas externas, internas, de profundidade e de ressaltos deve seguir algumas recomendações.

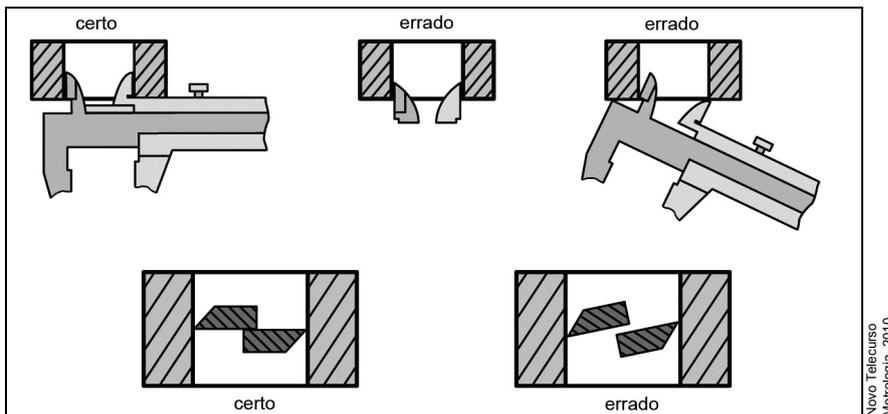
Nas **medidas externas**, a peça deve ser colocada o mais profundamente possível entre os bicos de medição para evitar qualquer desgaste na ponta dos bicos.



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

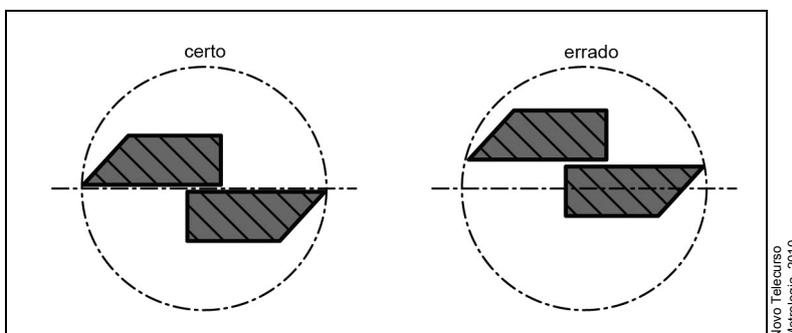


Nas **medidas internas**, as orelhas precisam ser colocadas o mais profundamente possível. O paquímetro deve estar sempre paralelo à peça que está sendo medida.



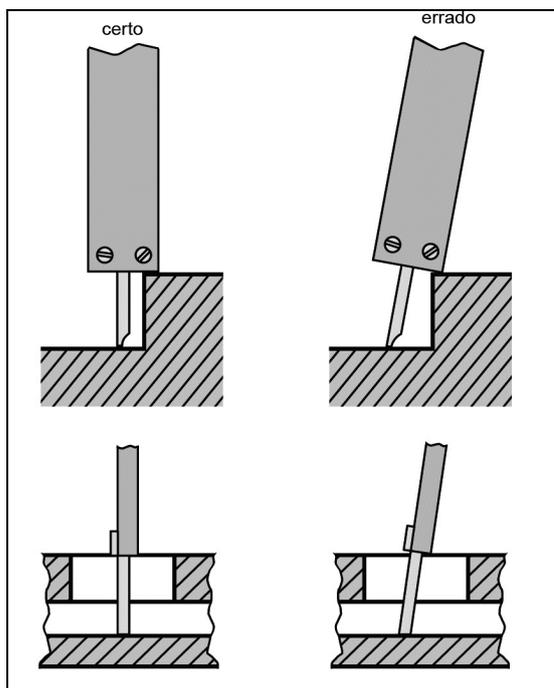
Posicionamento interno

Para maior segurança nas medições de diâmetros internos, as superfícies de medição das orelhas devem coincidir com a linha de centro do furo. Toma-se, então, a máxima leitura para diâmetros internos e a mínima leitura para faces planas internas.



Medição de diâmetro interno

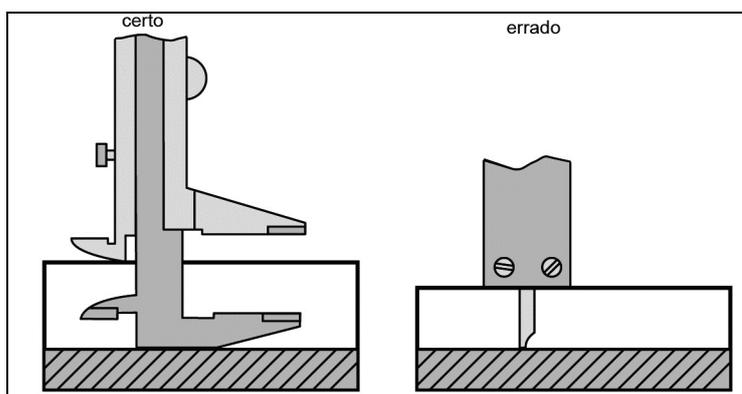
No caso de **medidas de profundidade**, apóia-se o paquímetro corretamente sobre a peça, evitando que fique inclinado.



Novo Telecurso
Metrologia. 2010.

Posicionamento para medição de profundidade

Nas medidas de ressaltos, coloca-se a parte do paquímetro apropriada para ressaltos em posição perpendicular à superfície da peça. Para esse tipo de medição não se deve usar a haste de profundidade, pois esta não permite apoio firme.



Novo Telecurso
Metrologia. 2010.

Posicionamento na medição de ressaltos

- Manejar o paquímetro sempre com todo cuidado, evitando choques;
- Não deixar o paquímetro em contato com outras ferramentas, o que pode causar danos ao instrumento;
- Evitar arranhaduras ou entalhes, pois isso prejudica a graduação;
- Ao realizar a medição, não pressionar o cursor além do necessário;
- Após a utilização, limpar o paquímetro e guardá-lo em local apropriado.

Créditos	Comitê Técnico GED/FIC Metalmecânica/2010	
Elaboradores: Regina Célia Roland Novaes Selma Ziedas	Antonio Varlese Celso De Hypólito	José Serafim Guarnieri Manoel Tolentino Rodrigues Filho
Conteudistas: Abílio José Weber Adriano Ruiz Secco	Eduardo Francisco Ferreira Eugenício Severino da Silva	Rinaldo Afanasiev Roberto Aparecido Moreno
Ilustradores: José Joaquim Pecegueiro José Luciano de Souza Filho Leury Giacomeli	Humberto Aparecido Marim José Carlos de Oliveira	

Referência

SENAI.SP. **Tecnologia Aplicada I - Caminhão Betoneira Cara Chata**. São Paulo, 1997. 456 p.