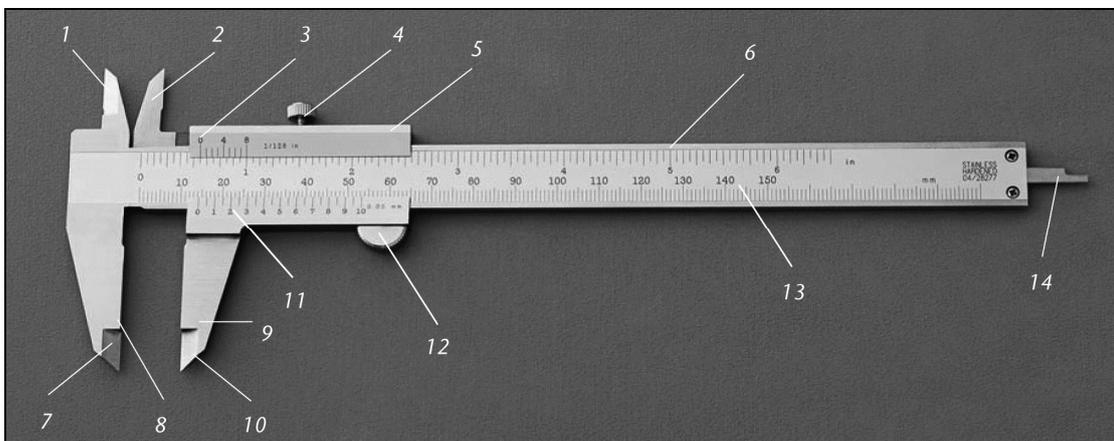


Paquímetro

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:

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

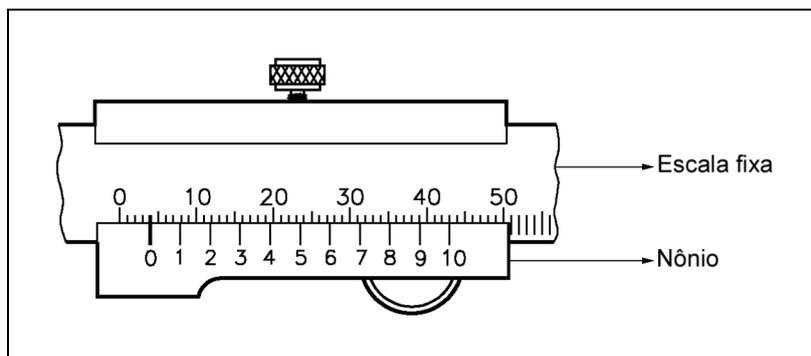
Se o paquímetro tiver um nônio com 50 divisões, a resolução será de 0,02mm:

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

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.

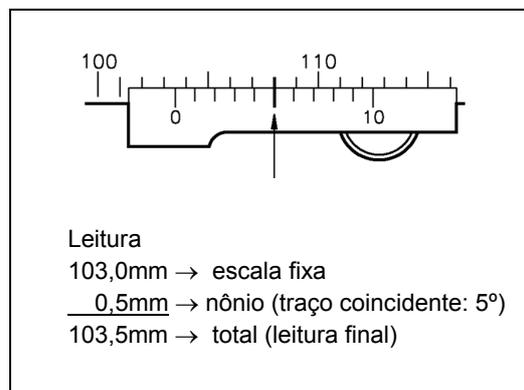
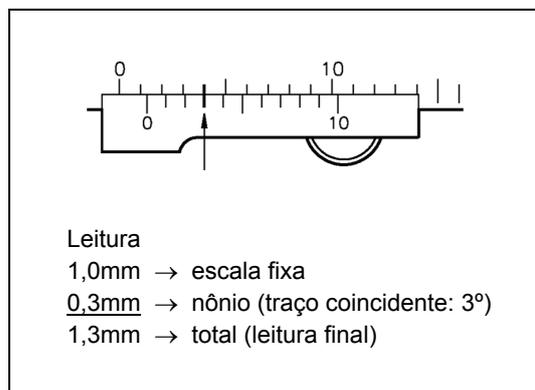
Escala em milímetros

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.

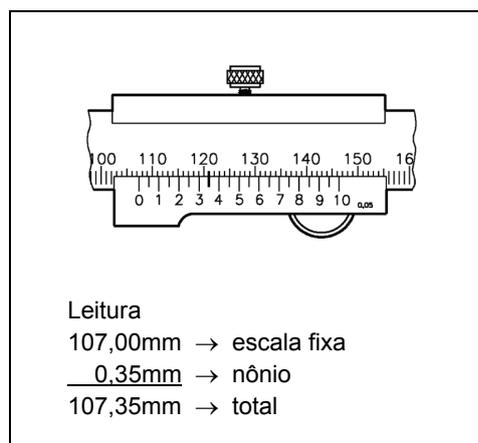
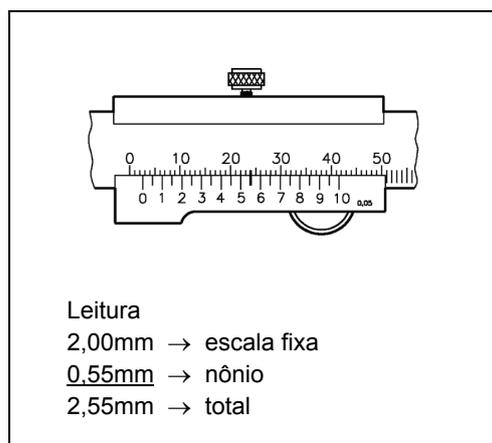


Quando o zero do nônio não coincide exatamente com um traço da escala fixa mas fica entre dois traços, admite-se a menor medida. A seguir, observa-se qual o ponto de coincidência entre os traços do nônio e da escala fixa; esse ponto fornece a medida em frações de milímetro, conforme a resolução do paquímetro.

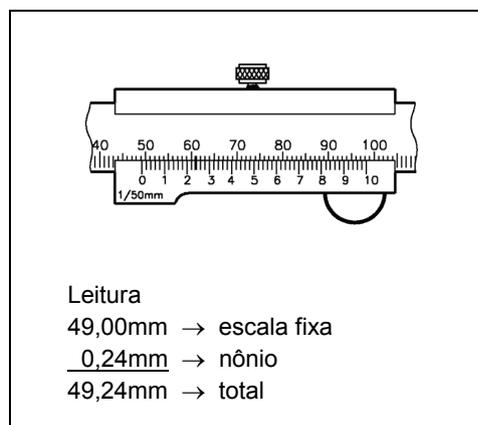
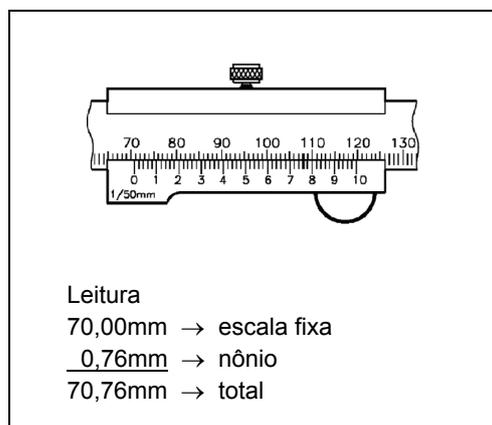
Exemplo de escala em milímetro e nônio com 10 divisões. (Resolução = 0,1mm).



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).

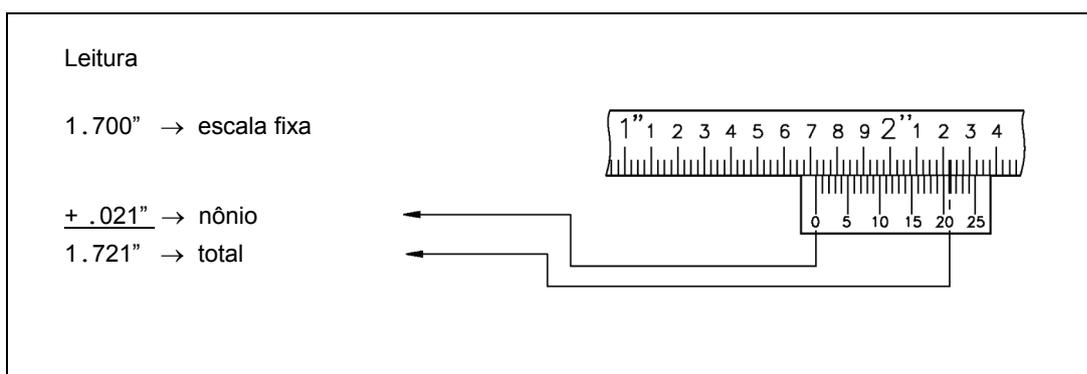
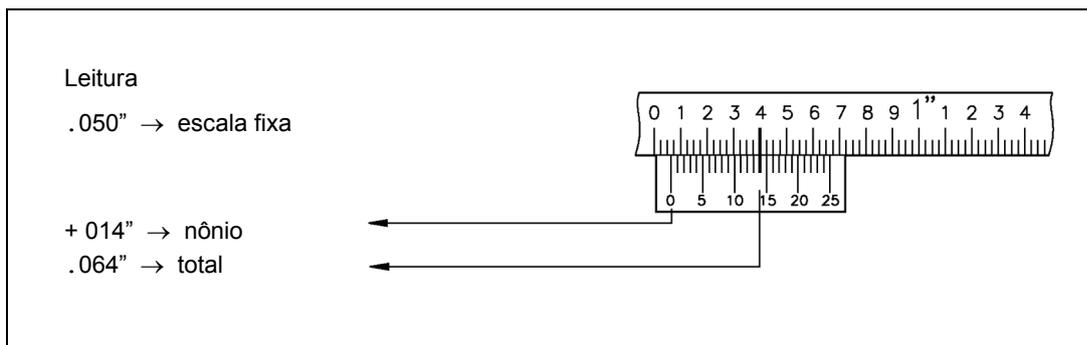


No paquímetro em que se adota o sistema inglês milesimal, cada polegada da escala fixa divide-se em 40 partes iguais. Cada divisão corresponde a $\frac{1''}{40}$, que é igual a .025", escrito com um ponto antes, segundo exigência do sistema. Como o nônio tem 25 divisões, a resolução desse paquímetro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

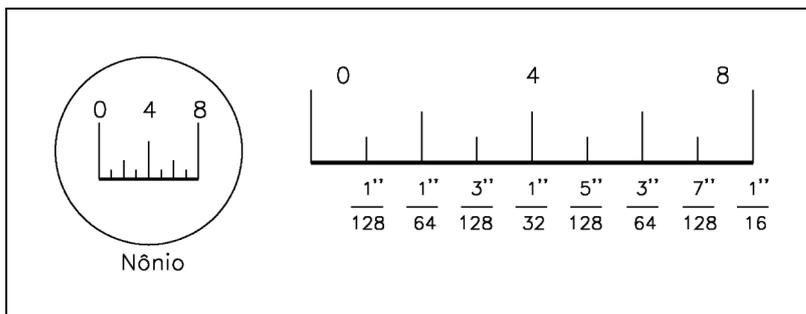
Contam-se as unidades .025" que estão à esquerda do zero do nônio e, a seguir, somam-se os milésimos de polegada indicados pelo ponto em que um dos traços do nônio coincide com o traço da escala fixa.



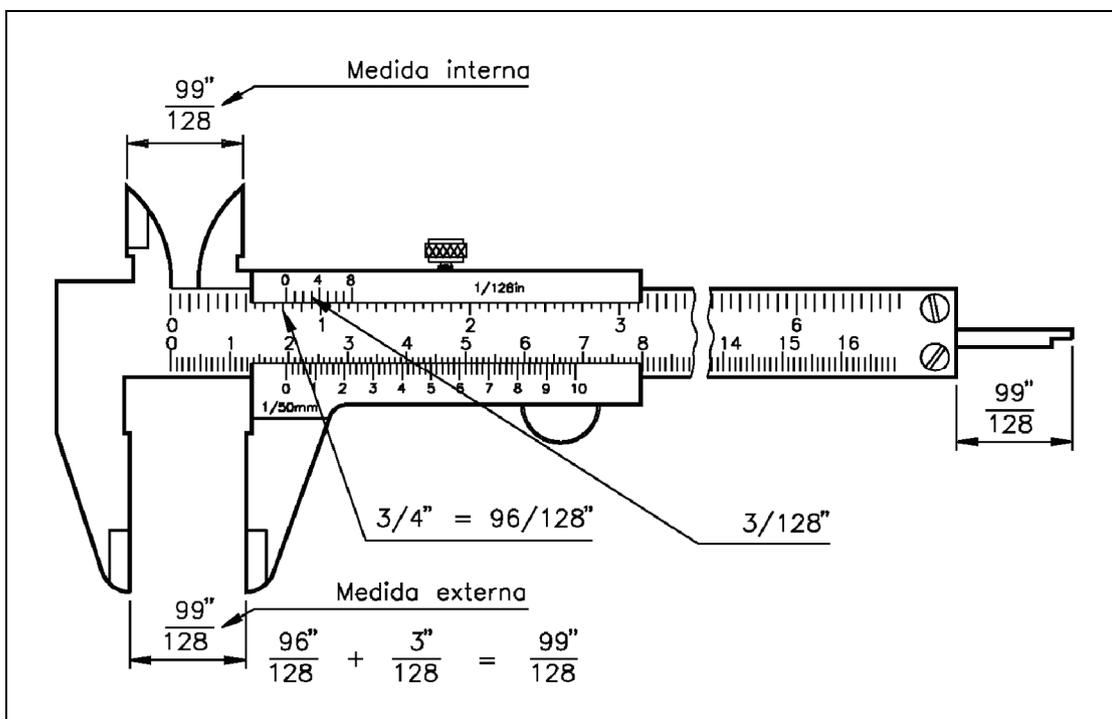
No paquímetro em que se adota o sistema inglês de polegada fracionária, a escala fixa é graduada em polegada e frações de polegada; nesse sistema, a polegada é dividida em 16 partes iguais. Cada divisão corresponde a $\frac{1''}{16}$ de polegada. Os valores fracionários da polegada são complementados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

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

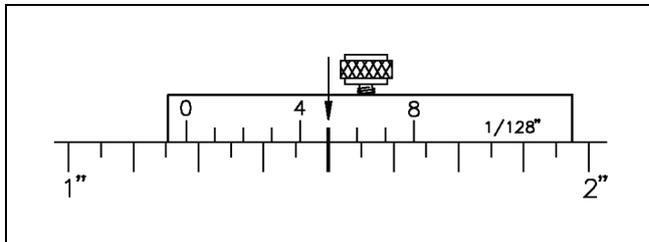
Assim, cada divisão do nônio vale $\frac{1''}{128}$. Duas divisões corresponderão a $\frac{2''}{128}$ ou $\frac{1''}{64}$ e assim por diante.



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.



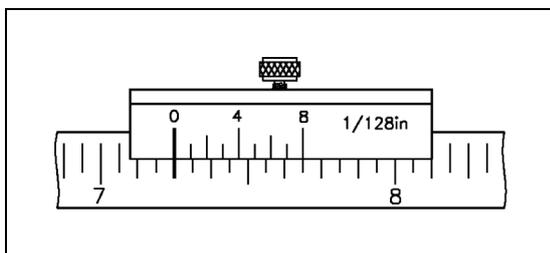
Num outro exemplo em que a escala fixa mostra $1 \frac{3''}{16}$ e o nônio $\frac{5''}{128}$, a medida total será: $1 \frac{3''}{16} + \frac{5''}{128} \Rightarrow 1 \frac{24''}{128} + \frac{5''}{128} = 1 \frac{29''}{128}$



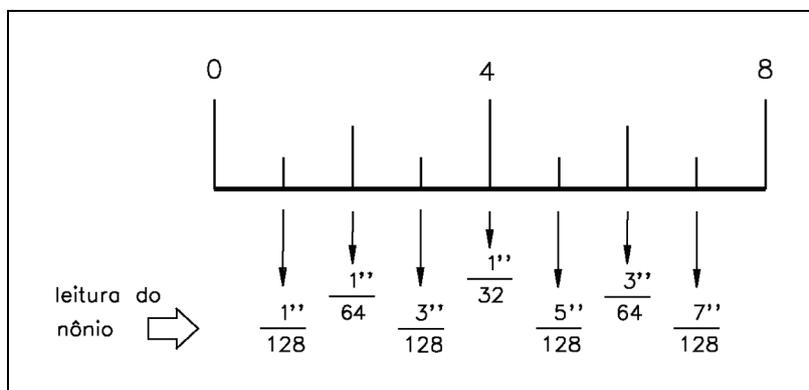
Os passos que facilitam a leitura do paquímetro com polegada fracionária são apresentados a seguir.

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

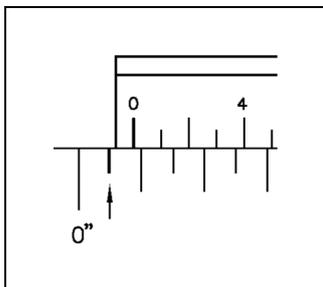
$$\text{Leitura} = 7 \frac{1''}{4}$$



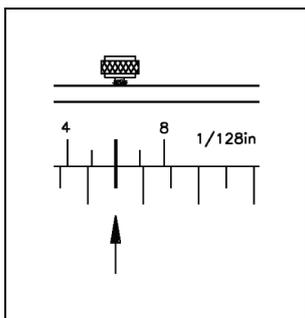
2. Quando o zero do nônio não coincidir, verifique qual dos traços do nônio está nessa situação e faça a leitura do nônio.



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

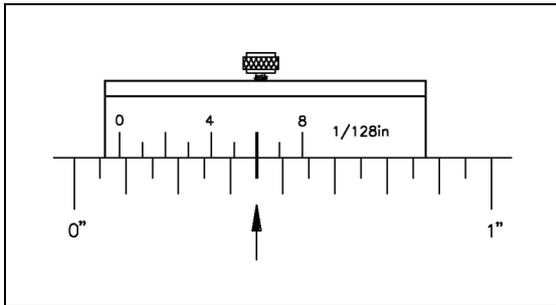
a. Passo 2. $\Rightarrow \frac{3''}{64}$

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



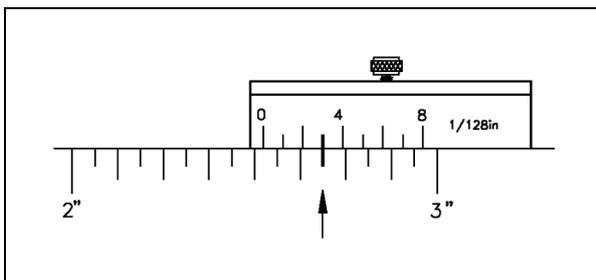
b. Passo 2. $\Rightarrow \frac{3''}{128}$

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

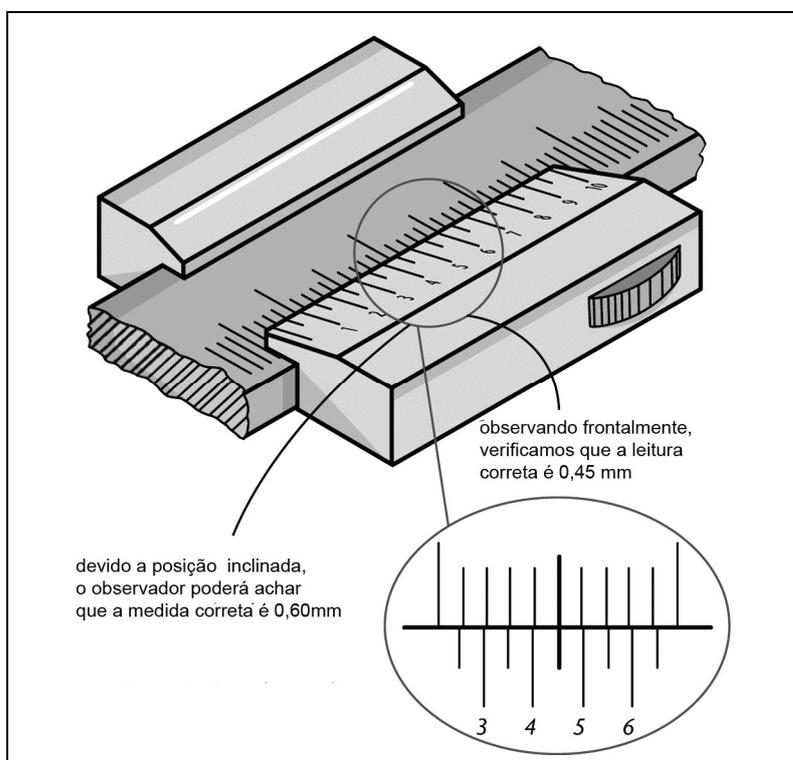


Erros de leitura no paquímetro

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

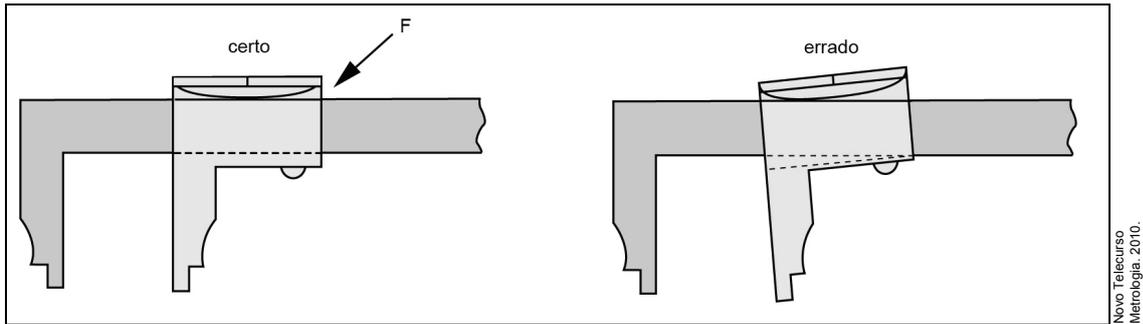
Paralaxe - dependendo do ângulo de visão do operador, pode ocorrer um erro chamado de paralaxe; quando o ângulo de visão do observador de um objeto é deslocado da posição correta, que é a perpendicular, a imagem não é real; no caso de leitura de uma medida, a paralaxe ocasiona um erro sério, pois quando 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.



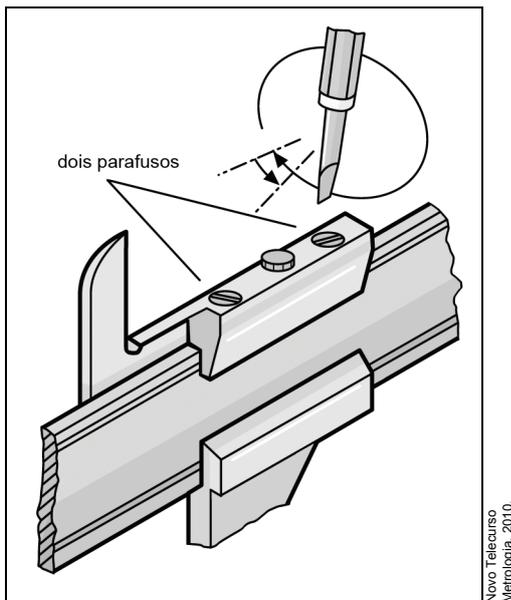
Erro de paralaxe

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

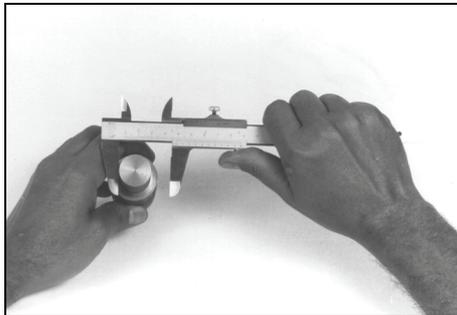
O cursor deve estar bem regulado para se deslocar com facilidade sobre a régua: nem muito preso, nem muito solto. O operador deve regular a mola, adaptando o instrumento à sua mão; caso exista uma folga anormal, os parafusos de regulagem da mola devem ser ajustados, girando-os até encostar-se ao fundo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



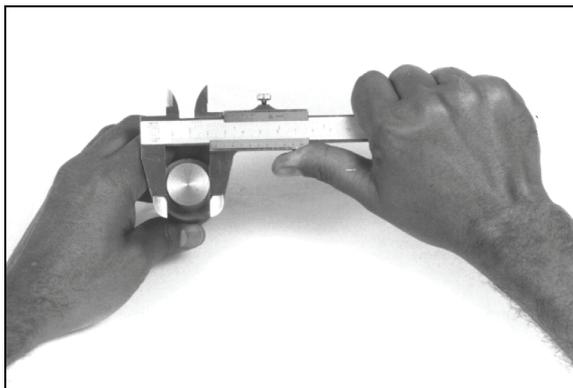
Ajuste do paquímetro

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.

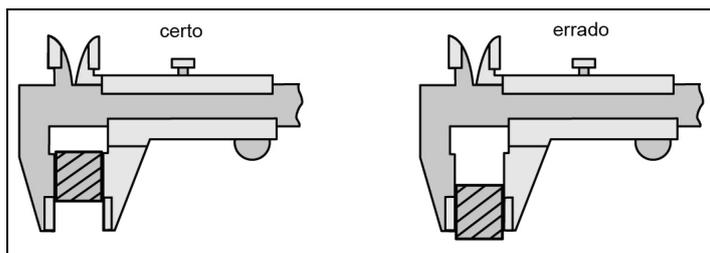


Convém que o paquímetro seja fechado suavemente até que o encosto móvel toque a outra extremidade. Feita a leitura da medida, o paquímetro deve ser aberto e a peça retirada, sem que os encostos a toquem.



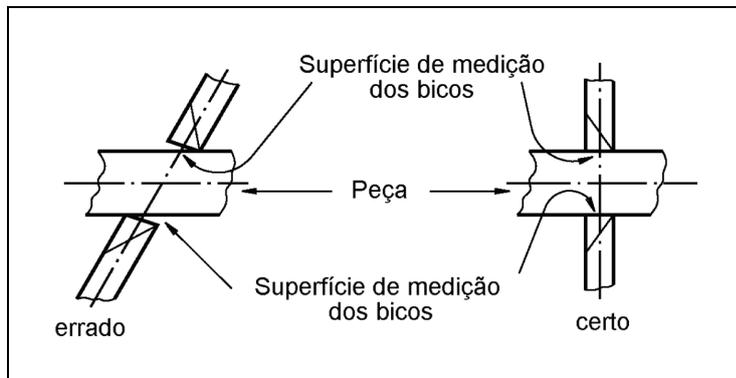
A utilização do paquímetro para determinar medidas externas, internas, de profundidade e de ressaltos deve seguir algumas recomendações.

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.

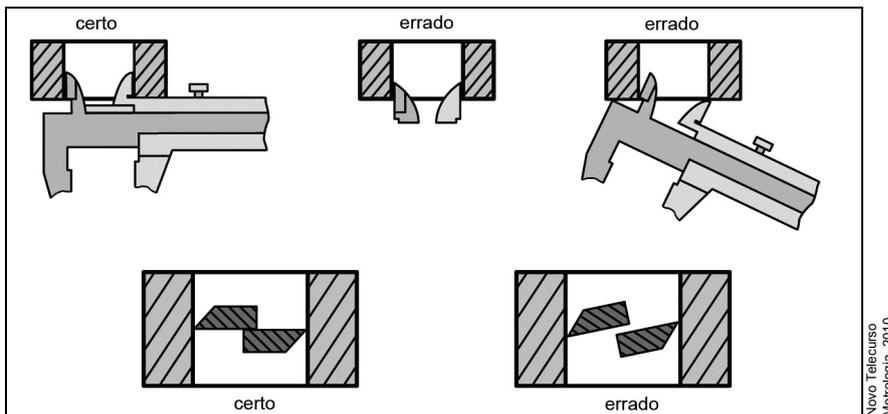


Novo Telecurso
Metrologia. 2010.

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

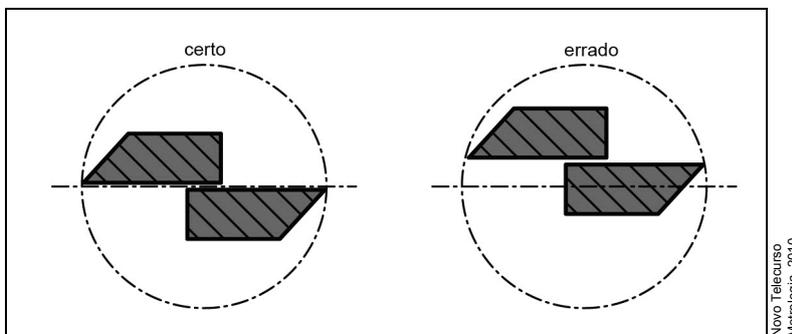


Nas **medidas internas**, as orelhas precisam ser colocadas o mais profundamente possível. O paquímetro deve estar sempre paralelo à peça que está sendo medida.



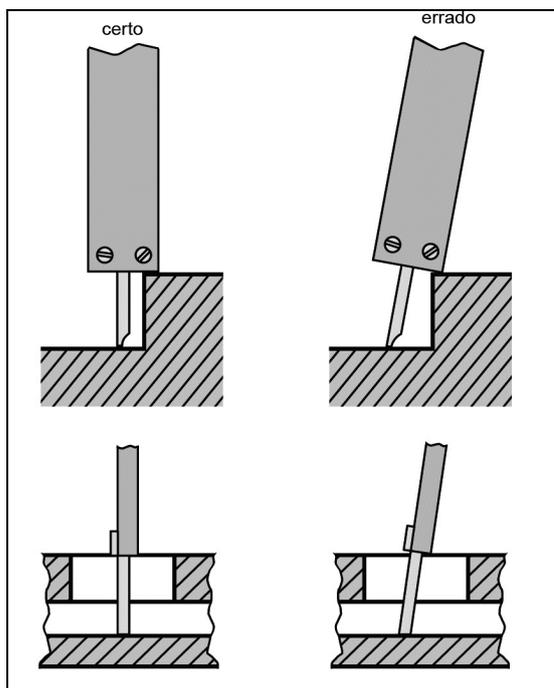
Posicionamento interno

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

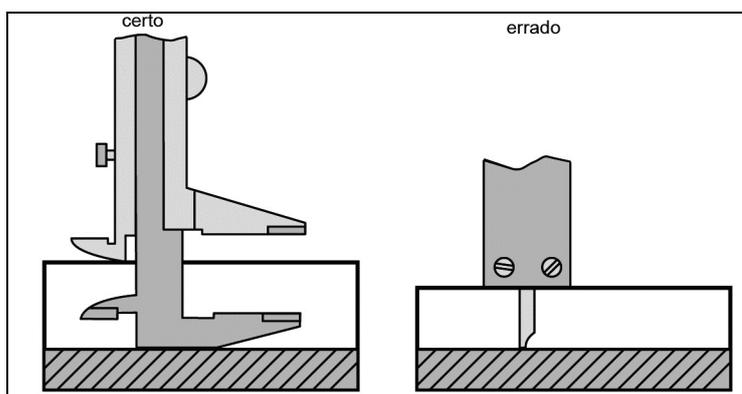
No caso de **medidas de profundidade**, apóia-se o paquímetro corretamente sobre a peça, evitando que fique inclinado.



Novo Telecurso
Metrologia. 2010.

Posicionamento para medição de profundidade

Nas medidas de ressalto, coloca-se a parte do paquímetro apropriada para ressalto 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 ressalto

- 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.