



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SANTA CATARINA
Campus Araranguá

Ministério
da Educação



METROLOGIA E AJUSTAGEM

Prof.^o Diógenes de Bitencourt

Considerações Iniciais



- O que é Metrologia?

Ciência das medidas e das medições

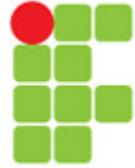
- O que é Ajustagem?

Ato de realizar ajuste(correção)

COMPETÊNCIAS



Aferir e ajustar peças, conjuntos e montagens.



HABILIDADES

- Aplicar ferramentas básicas de estatística para análise de dados experimentais;
- Utilizar, manusear e conservar equipamentos e instrumentos de medição;
- Selecionar e especificar instrumentos de medição;
- Analisar folgas e interferências nos ajustes mecânicos para ajustar eixos e prismas em furos;
- Conferir alinhamento de equipamentos de acordo com referências técnicas;
- Executar operações básicas de acabamento e ajustagem.

Histórico das Medidas



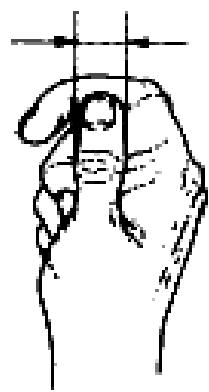
- Como fazia o homem, cerca de 4.000 anos atrás, para medir comprimentos?

Baseava-se em partes do corpo humano

Histórico das Medidas

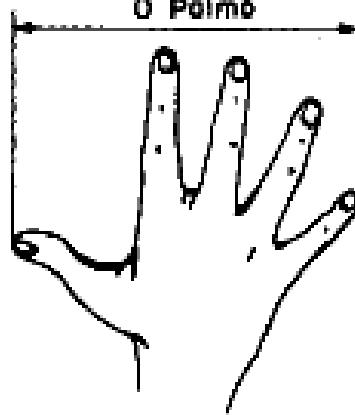


A Polegada

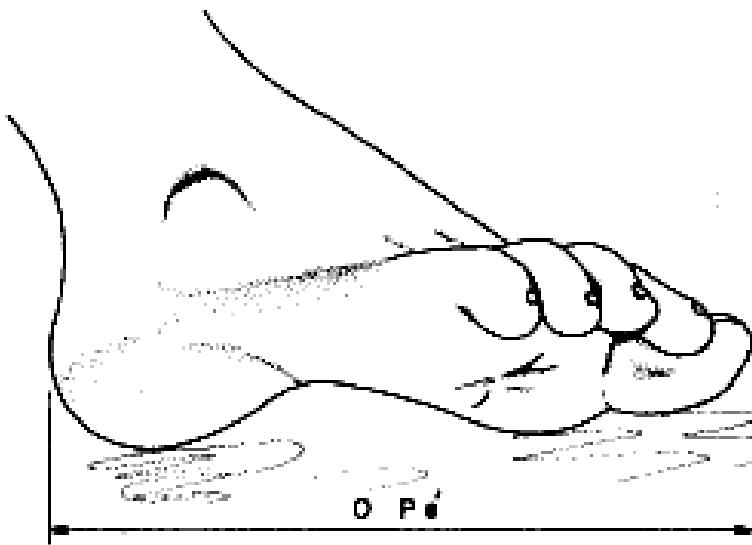


2,54 cm

O Palmo

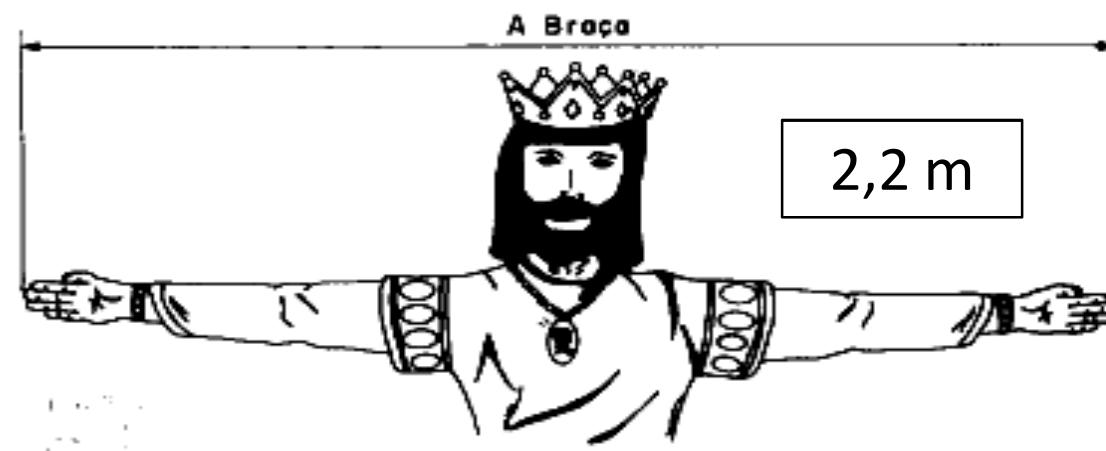
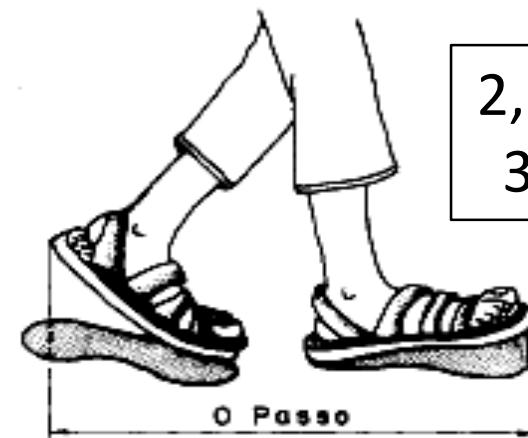


≈ 22 cm

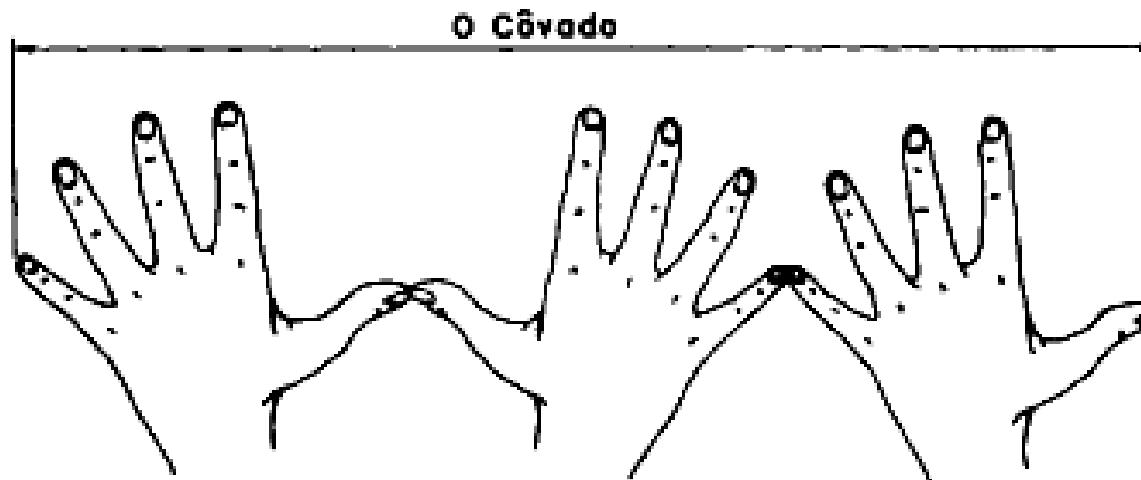
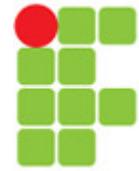


30,48 cm

Histórico das Medidas

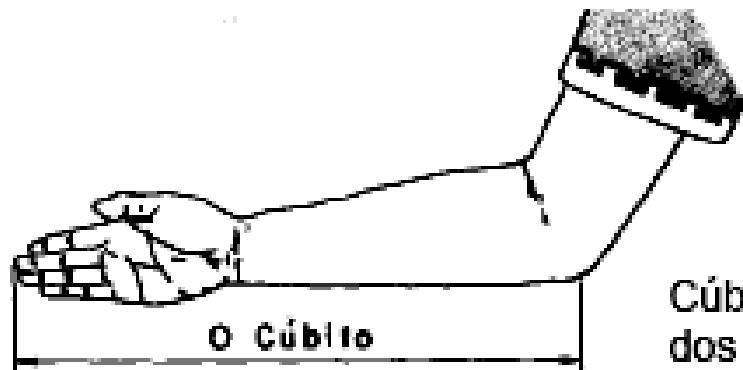


Histórico das Medidas



→ Medida-padrão da região onde morava Noé.

Histórico das Medidas



Cúbito é o nome de um dos ossos do antebraço

- Os egípcios usavam-no como padrão de medida de comprimento.

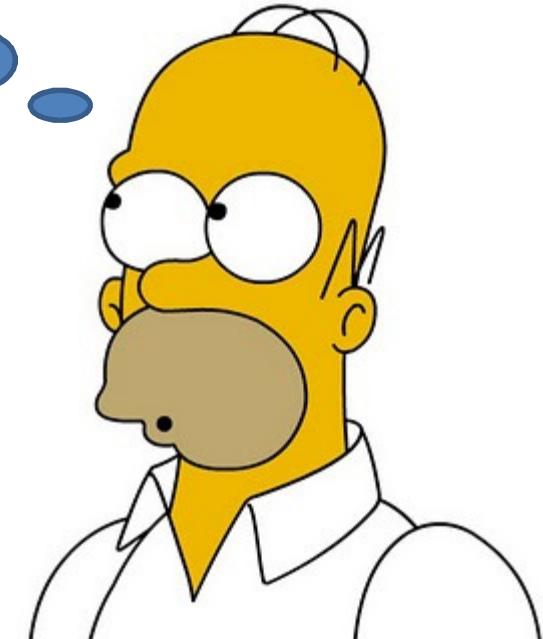
As pessoas têm tamanhos iguais ou diferentes?

Daí o surgimento do cubito-padrão

Histórico das Medidas



Isso resolveu os
problemas relacionados
as medições?



Histórico das Medidas



No século XVII surgiu um movimento no sentido de estabelecer uma unidade natural, que pudesse ser facilmente copiada, e deveria ter seus múltiplos e submúltiplos segundo o sistema decimal.



Talleyrand (França)

Histórico das Medidas



Em 1790, Talleyrand , num sistema com essas características desenvolveu um projeto estabelecendo que a nova unidade de medida deveria ser igual à **décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.**



METRO

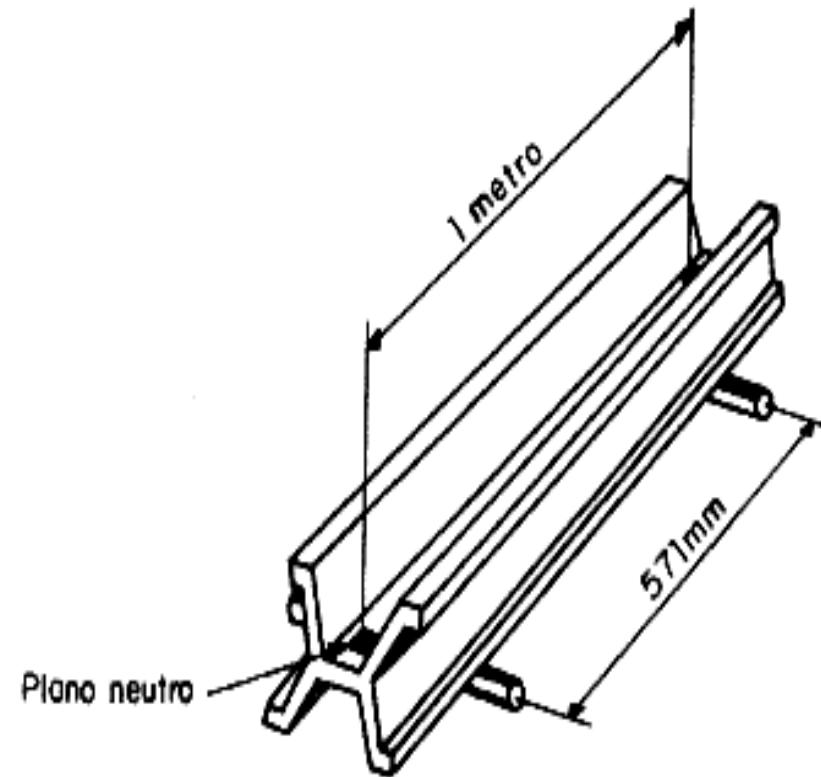


Histórico das Medidas



No século XIX, vários países já haviam adotado o sistema métrico.

No Brasil, o sistema métrico foi implantado pela Lei 1157, de 26 de junho de 1862.



Histórico das Medidas



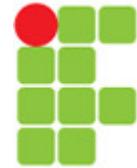
Ocorreram, ainda, outras modificações. Hoje, o padrão do metro em vigor no Brasil é recomendado pelo INMETRO, baseado na velocidade da luz, de acordo com decisão da 17^a Conferência Geral dos Pesos e Medidas de 1983. O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), em sua resolução 3/84, assim definiu o metro:

Histórico das Medidas



Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de $\frac{1}{299.792.458}$ do segundo.

Finalidade



Qual a finalidade da Metrologia?

A metrologia não tem por fim somente reter ou rejeitar os produtos fabricados fora dos requisitos especificados; destina-se antes a orientar a fabricação, evitando erros.

Considerações



Na tomada de quaisquer medidas, devem ser considerados três elementos fundamentais:

- MÉTODO  Medição direta
 Medição ind. por comparação
- INSTRUMENTO DE MEDAÇÃO
- OPERADOR

Considerações



MÉTODO

Medição Direta

Consiste em avaliar a grandeza por medir, por comparação direta com instrumentos, aparelhos e máquinas de medir.

Considerações



MÉTODO

Medição Indireta por Comparaçāo

É determinar a grandeza de uma peça com relação a outra, de padrão ou dimensão aproximada.

Considerações



INSTRUMENTO DE MEDAÇÃO

- A exatidão relativa das medidas depende, evidentemente, da qualidade dos instrumentos de medição empregados.
- Portanto, para a tomada de uma medida, é indispensável que o instrumento esteja ajustado, calibrado e que sua resolução permita avaliar a grandeza em causa, com a precisão exigida.



Considerações

OPERADOR

- O operador é, talvez, dos três, o elemento mais importante.
- Deve, pois, o operador, conhecer perfeitamente os instrumentos que utiliza, ter iniciativa para adaptar as circunstâncias o método mais aconselhável e possuir conhecimentos suficientes para interpretar os resultados encontrados.



Unidades de Medidas

As unidades utilizadas no Brasil são baseadas no Sistema Internacional de Unidades (SI).

Descrição	Unidade	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s
Corrente Elétrica	Ampére	A
Temperatura	Kelvin	K
Qtde. de Matéria	Mol	mol
Intensidade Luminosa	Candela	cd

Unidades de Medidas



Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
Exametro	Em	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
Pepitometro	Pm	$10^{-15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
Terametro	Tm	$10^{-12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
Gigametro	Gm	$10^{-9} = 1\ 000\ 000\ 000\ m$
Megametro	Mm	$10^{-6} = 1\ 000\ 000\ m$
Quilômetro	km	$10^3 = 1\ 000\ m$
Hectômetro	hm	$10^2 = 100\ m$
Decâmetro	dam	$10^1 = 10\ m$
Metro	m	$1 = 1m$
Decímetro	dm	$10^{-1} = 0,1\ m$
Centímetro	cm	$10^{-2} = 0,01\ m$
Milímetro	mm	$10^{-3} = 0,001\ m$
Micrometro	μm	$10^{-6} = 0,000\ 001\ m$
Nanometro	nm	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001\ m$
Picometro	pm	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001\ m$
Fentometro	fm	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001\ m$
Attometro	am	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001\ m$

Medidas e Conversões



- Sempre que uma medida estiver em uma unidade diferente da dos equipamentos utilizados, deve-se convertê-la (ou seja, mudar a unidade de medida).

Para converter polegada fracionária em milímetro, deve-se multiplicar valor em polegada fracionária por 25,4.

Medidas e Conversões



- Exemplos:

$$a) 2'' = 2 \times 25,4 = 50,8 \text{ mm}$$

$$b) \frac{3''}{8} \div \frac{3 \times 25,4}{8} = \frac{76,2}{8} = 9,525 \text{ mm}$$

Medidas e Conversões



- A conversão de milímetro em polegada fracionária é feita dividindo-se o valor em milímetro por 25,4 e multiplicando-o por 128. O resultado deve ser escrito como numerador de uma fração cujo denominador é 128. Caso o numerador não dê um número inteiro, deve-se arredondá-lo para o número inteiro mais próximo.

Medidas e Conversões



- Exemplo:

$$19,8 \text{ mm}$$
$$19,8 = \frac{\left(\frac{19,8}{25,4}\right) \times 128}{128} = \frac{99''}{128}, \text{ arredondando;}$$

$$\frac{100}{128}'' \text{ Simplificando } \frac{100}{128} = \frac{50}{64} = \frac{25}{32}''$$

Medidas e Conversões



Regra prática - Para converter milímetro em polegada ordinária, basta multiplicar o valor em milímetro por 5,04, mantendo-se 128 como denominador. *Arredondar, se necessário.*

$$\frac{12,7 \times 5,04}{128}^{\prime\prime} = \frac{64,008}{128}^{\prime\prime} \rightarrow \text{arredondando } \frac{64}{128}^{\prime\prime}$$

simplificando:

$$\frac{64}{128}^{\prime\prime} = \frac{1}{2}^{\prime\prime}$$

Medidas e Conversões



- Para converter polegada fracionária em polegada milesimal, divide-se o numerador da fração pelo seu denominador.
- Exemplo:

$$\text{a)} \frac{5''}{8} = \frac{5}{8} = .375''$$

$$\text{b)} \frac{5''}{16} = \frac{5}{16} = .3125''$$

Regras de Arredondamento



- Quando o algarismo seguinte ao último algarismo a ser conservado for inferior a 5, o último algarismo a ser conservado permanecerá sem modificação.
- Exemplo:
→ 2,666 arredondando para a primeira decimal resultam 2,6.

Regras de Arredondamento

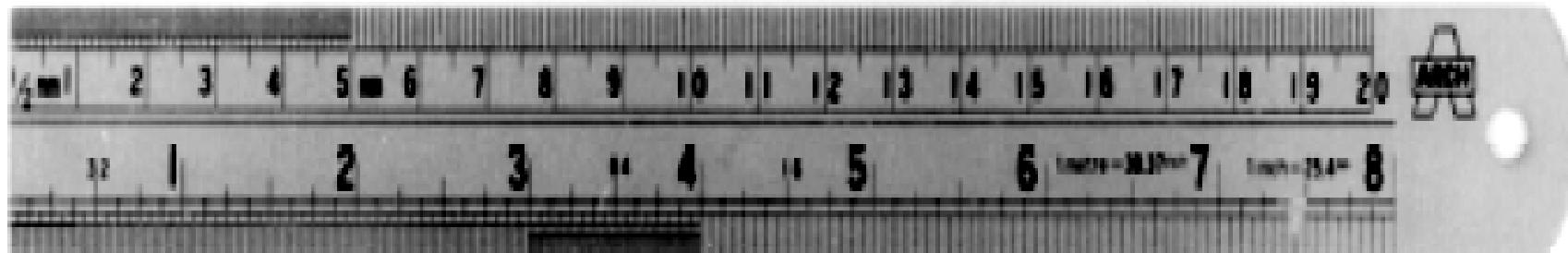


- Quando o algarismo seguinte ao último algarismo a ser conservado for superior ou igual a 5, o último algarismo a ser conservado deverá ser aumentado de uma unidade.
- Exemplo:
→ 3,666 arredondando para a primeira casa decimal resultam 3,7.

Instrumentos de Medidas Simples

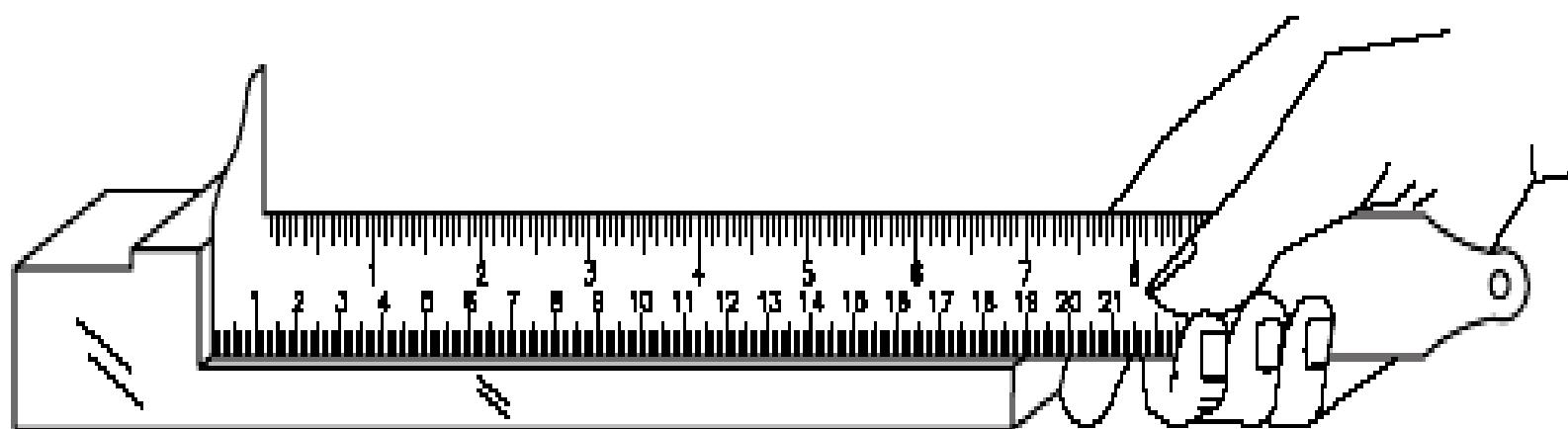
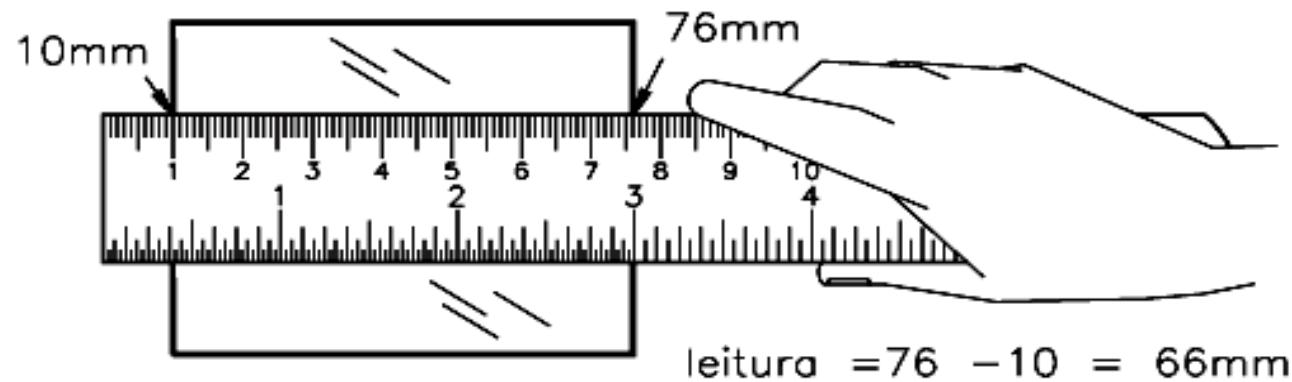


Régua Graduada



Utiliza-se a régua graduada nas medições com erro admissível superior à menor graduação.

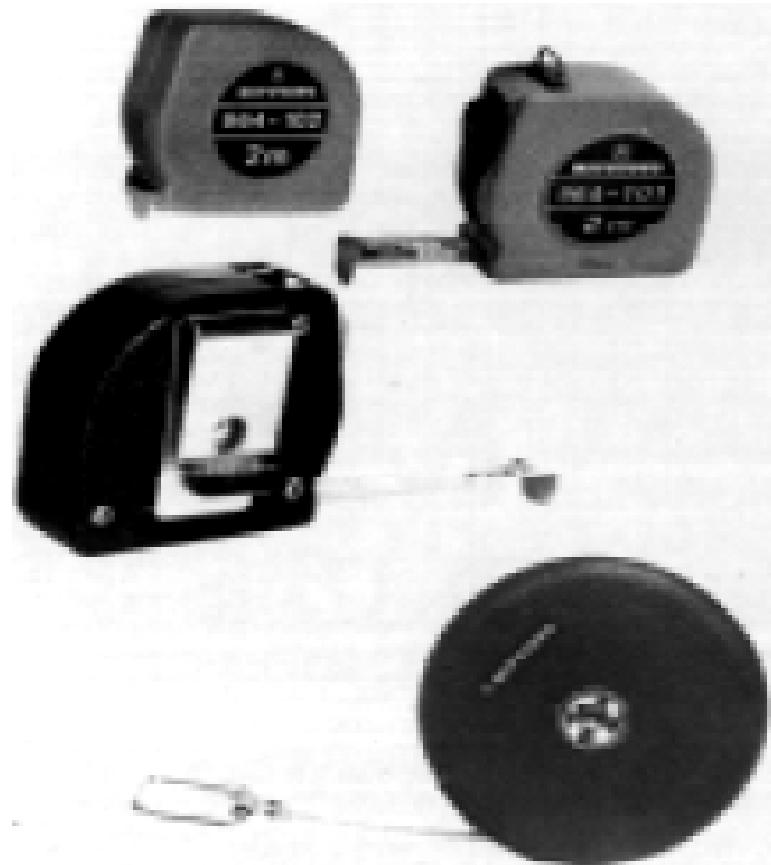
Instrumentos de Medidas Simples



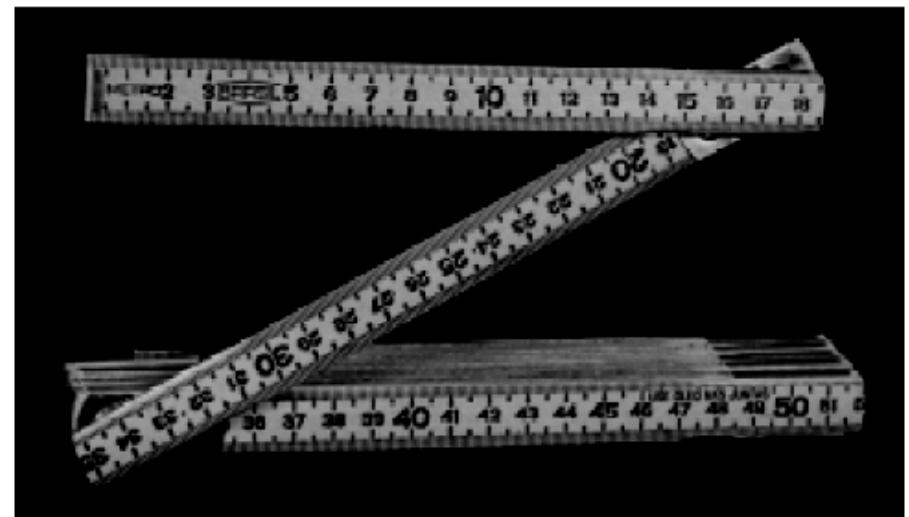
Instrumentos de Medidas Simples



Trena

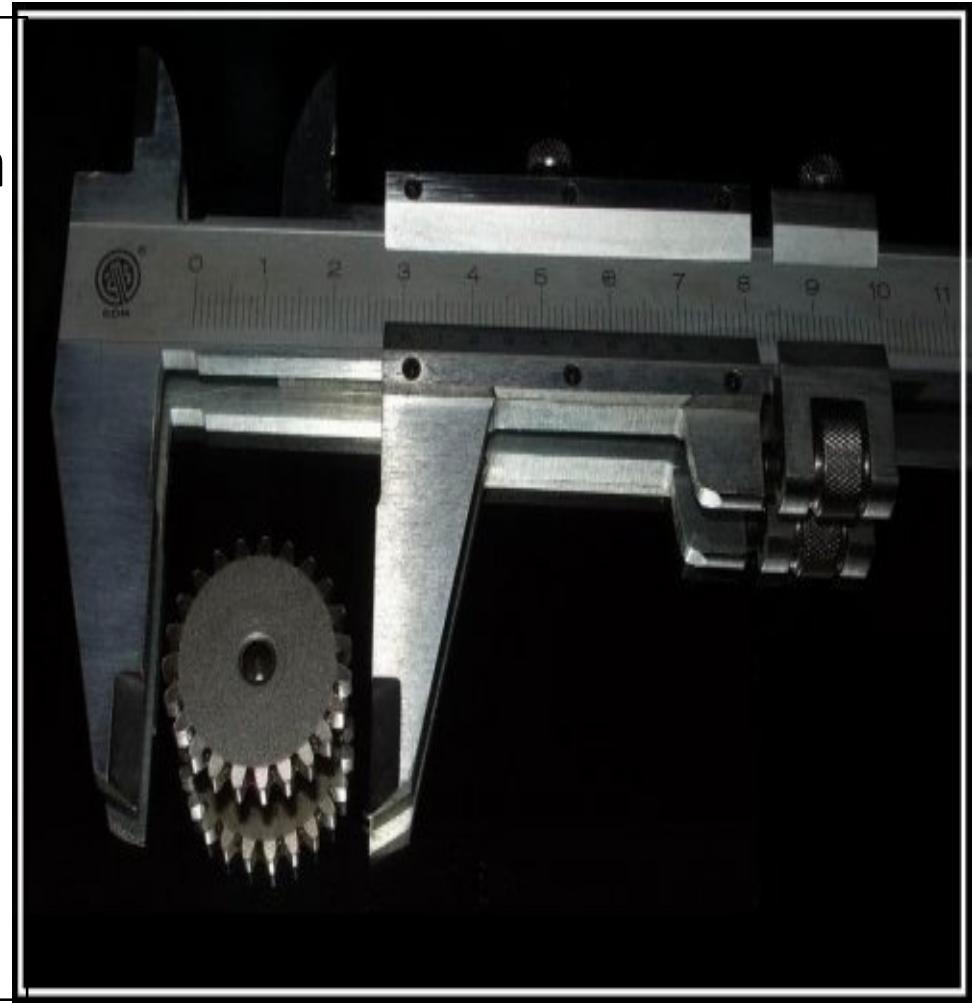


Metro Articulado



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

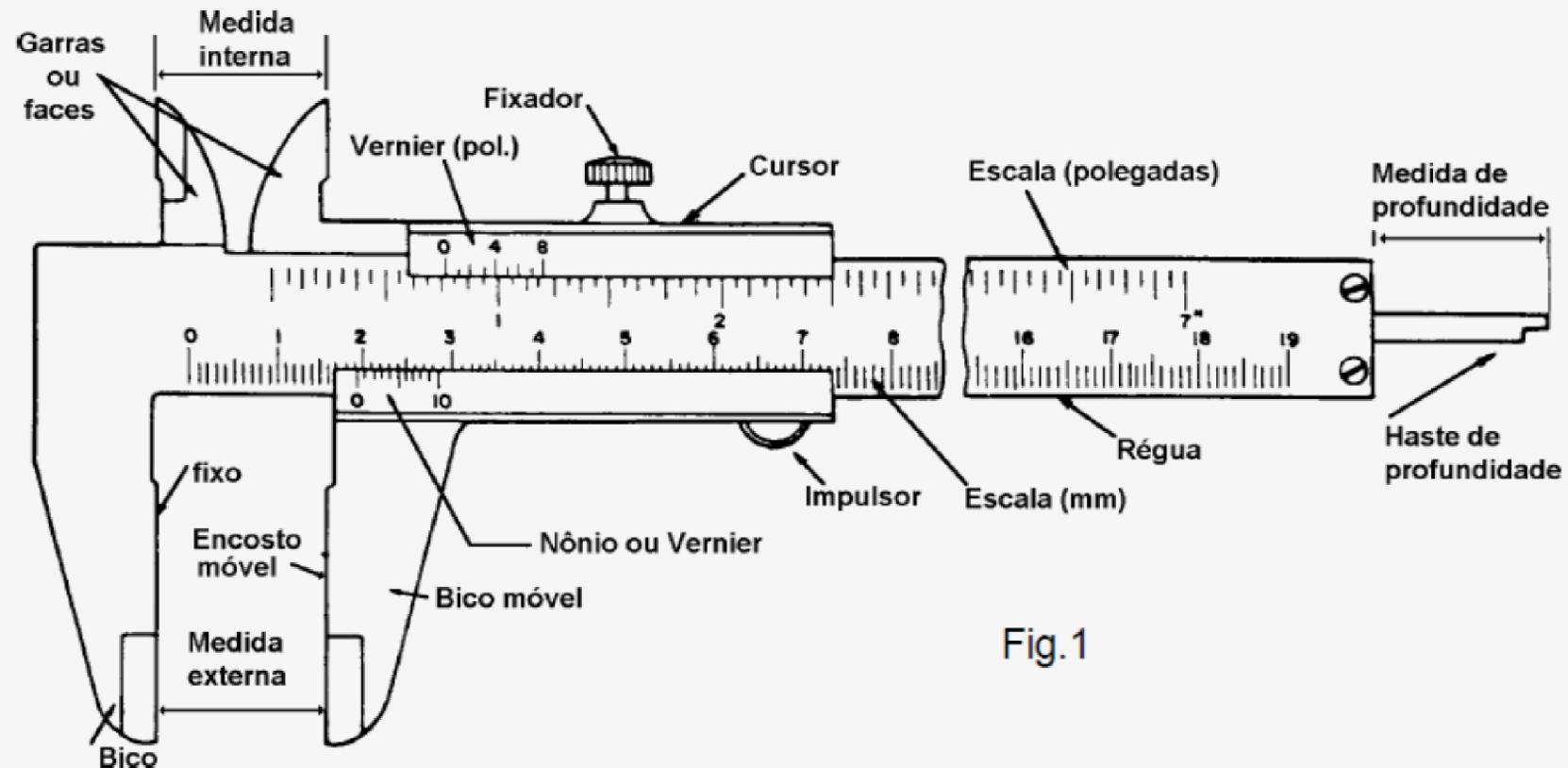


Fig.1

Paquímetro Universal

Paquímetro



Digital

Medidor de Ponteiros



Paquímetro



De Profundidade



Basculante (Bico móvel)

Princípio do Nônio

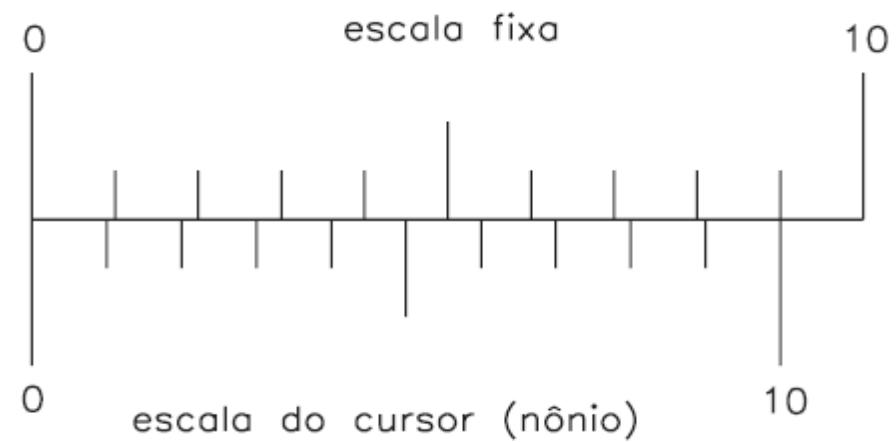
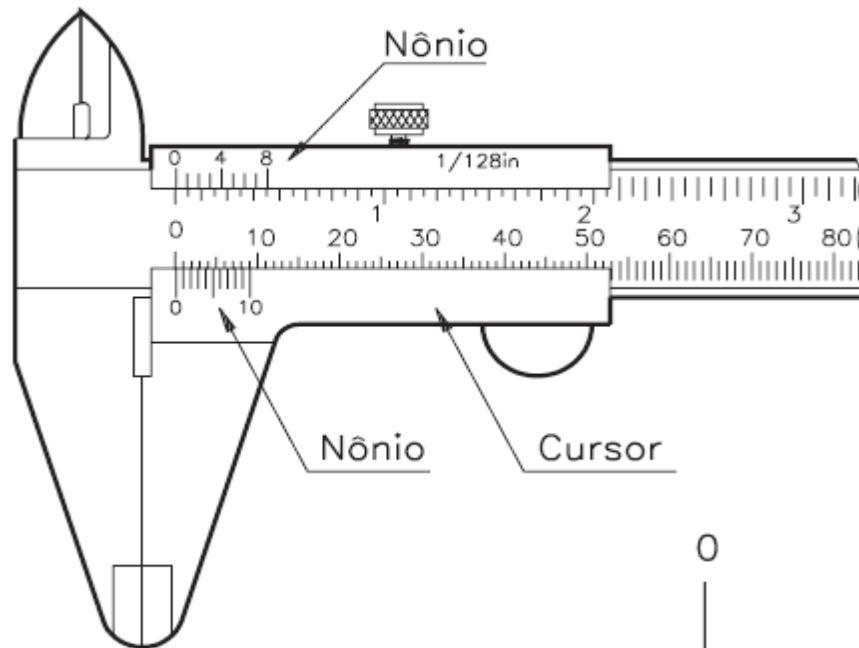


A escala do cursor , é chamada de nônio ou vernier, em homenagem ao português Pedro Nunes e ao francês Pierre Vernier, considerados seus inventores.

O nônio possui uma divisão a mais que a unidade usada na escala fixa.



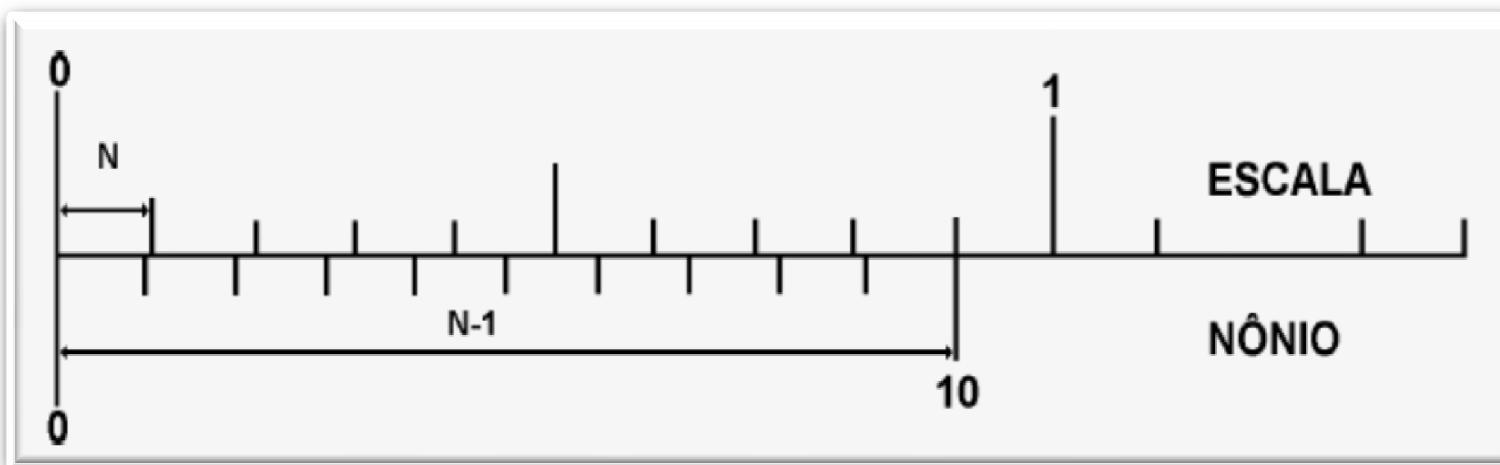
Princípio do Nônio





Princípio do Nônio

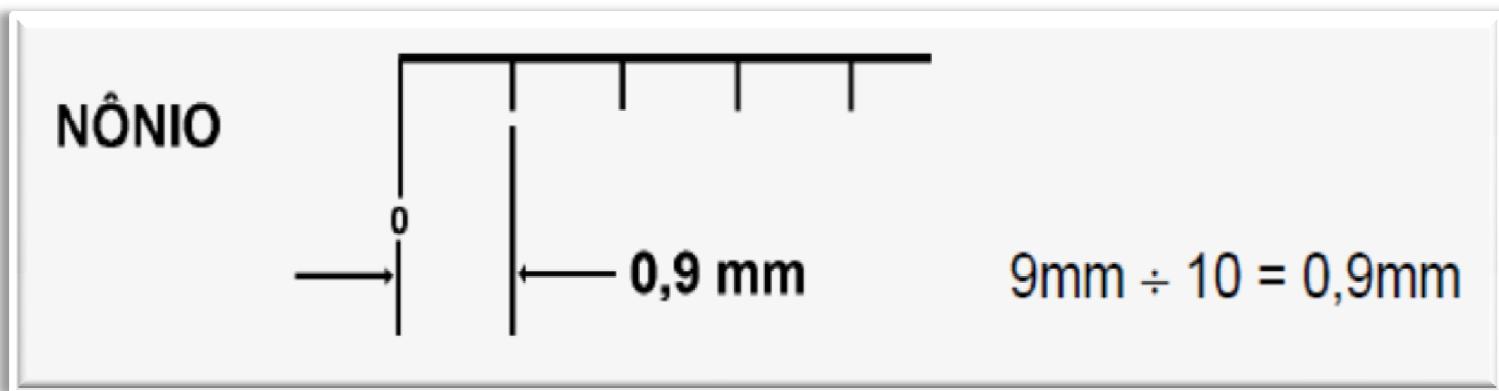
O nônio consiste na divisão do valor **N** de uma escala graduada fixa por **N.1** (nº de divisões) de uma escala graduada móvel.





Princípio do Nônio

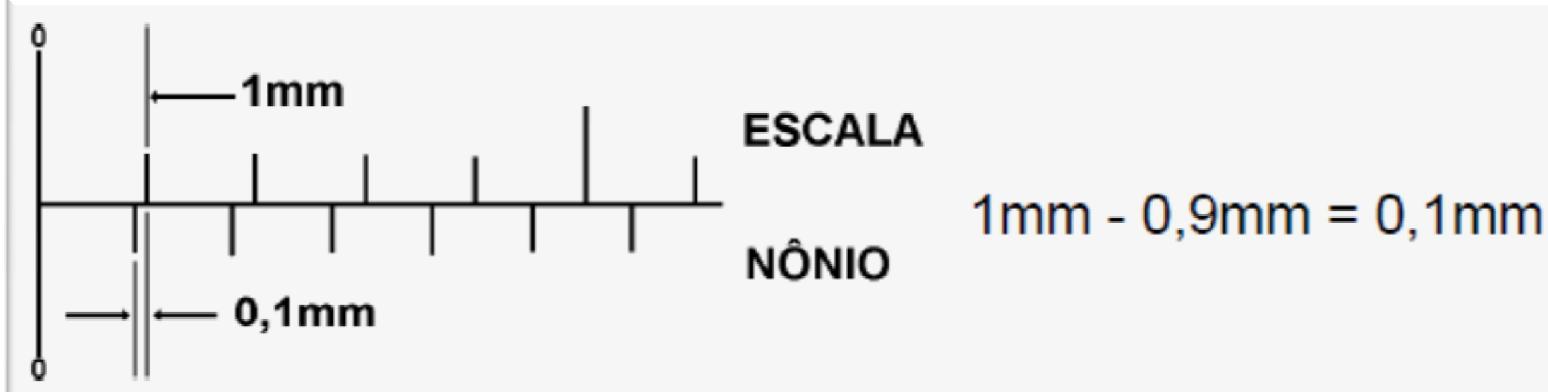
Tomando o comprimento total do nônio, que é igual a 9mm, e dividindo pelo nº de divisões do mesmo (10 divisões), concluímos que cada intervalo da divisão do nônio mede 0,9mm.





Princípio do Nônio

Observando a diferença entre uma divisão da escala fixa em uma divisão do nônio, concluímos que cada divisão do nônio é menor 0,1mm do que cada divisão da escala fixa.



Princípio do Nônio



Assim sendo, se fizermos coincidir o 1º traço do nônio com o da escala fixa, o paquímetro estará aberto em 0,1mm (fig.5), coincidindo o 2º traço com 0,2mm (fig.6), o 3º traço com 0,3mm (fig.7) e assim sucessivamente.

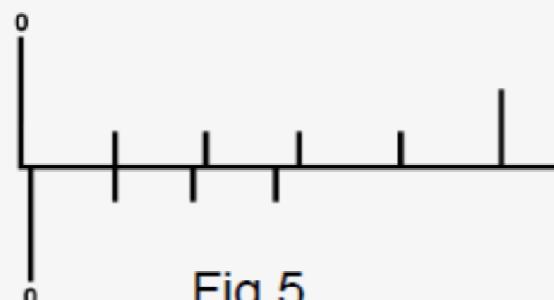


Fig.5



Fig.6



Fig.7

Cálculo de Aproximação (Resolução)



Para calcular a resolução de um paquímetro, divide-se o menor valor da escala principal pelo número de divisões do nônio.

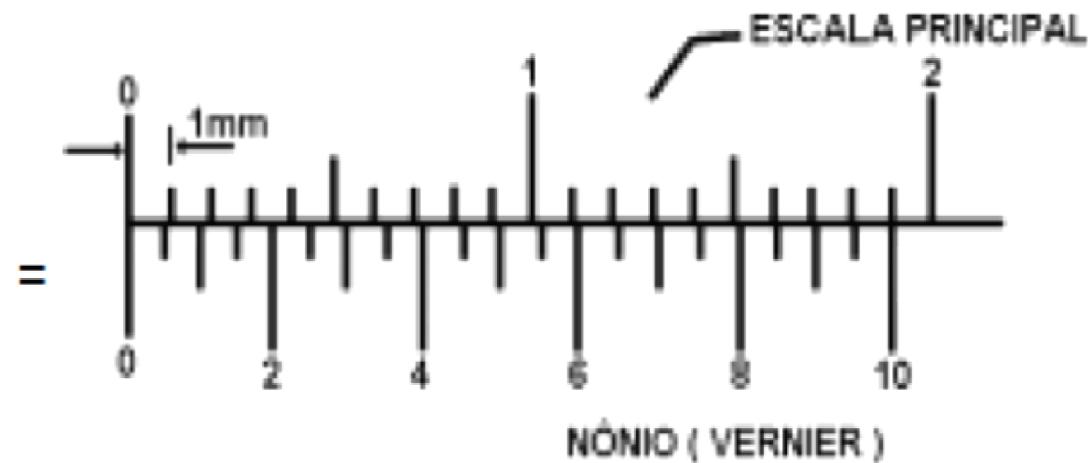
Exemplo:

$$e = 1\text{mm}$$

$n = 20$ divisões

$$a = \frac{1\text{mm}}{20}$$

$$0,05\text{mm}$$



Cálculo de Aproximação (Resolução)



- Observação:

O cálculo de aproximação obtido pela divisão do menor valor da escala principal pelo número de divisões do nônio, é aplicado a todo e qualquer instrumento de medição possuidor de nônio, tais como: paquímetro, micrômetro, goniômetro, etc.

Erros de Leitura



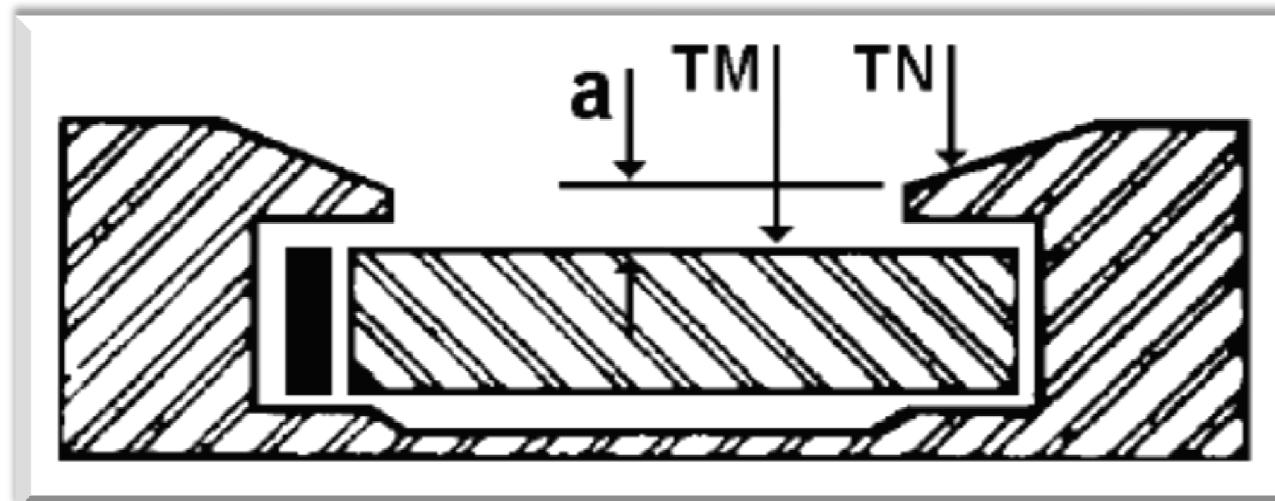
Além da falta de habilidade do operador, outros dois fatores podem provocar erros de leitura no paquímetro:





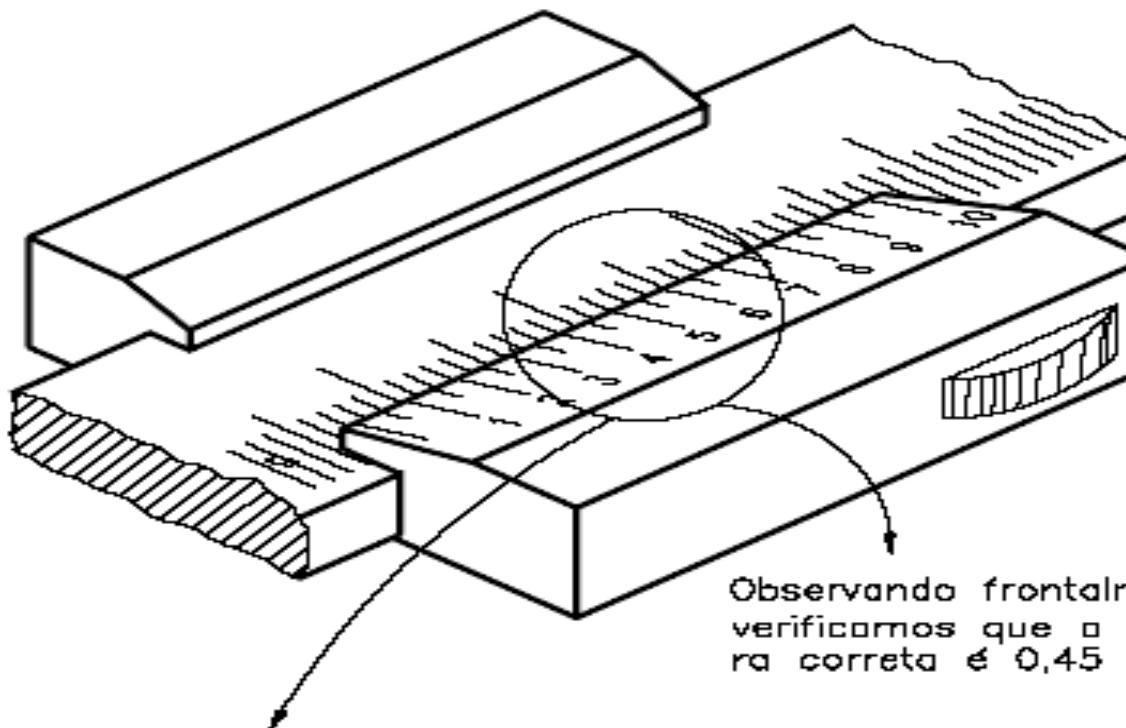
Paralaxe

O cursor onde é gravado o nônio, por razões técnicas, tem uma espessura mínima (a), e é posicionado sobre a escala principal. Assim, os traços do nônio **TN** são mais elevados que os traços da régua **TM**.





Paralaxe



Observando frontalmente,
verificamos que o leitura
correta é 0,45 mm.

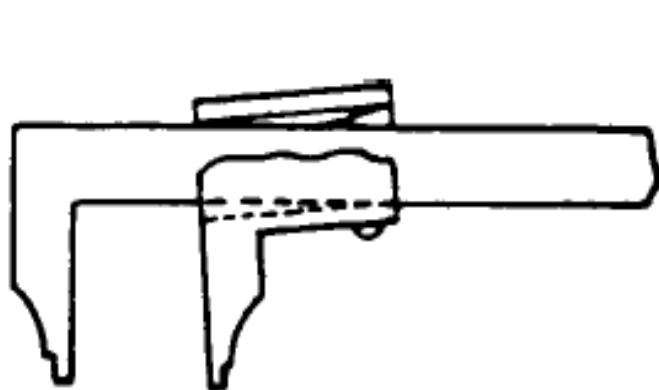
Devida a posição inclinada,
o observador poderá achar
que a medida correta é
0,60 mm.



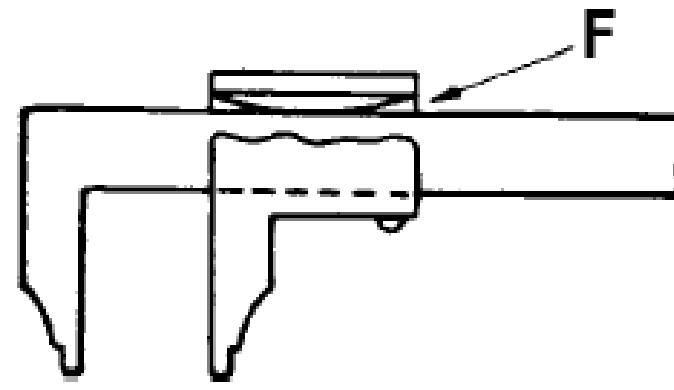
Pressão de Medição



- 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.



Errado



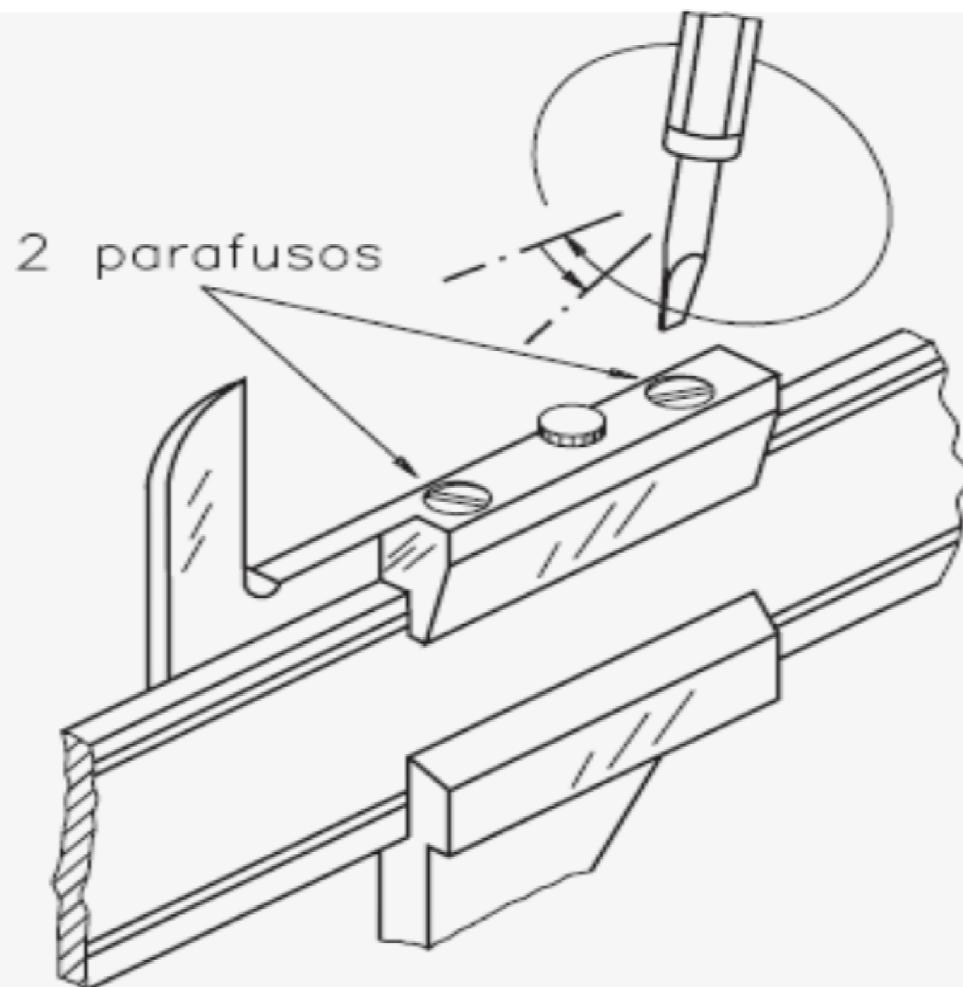
Certo



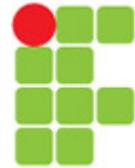
Pressão de Medição

- Para se deslocar com facilidade sobre a régua, o cursor deve estar bem regulado: nem muito preso, nem muito solto. O operador deve, portanto, 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 no fundo e, em seguida, retornando 1/8 de volta aproximadamente.
- Após esse ajuste, o movimento do cursor deve ser suave, porém sem folga.

Pressão de Medição



Técnicas de Medição (Paquímetro)



- Para ser usado corretamente, o paquímetro precisa ter:

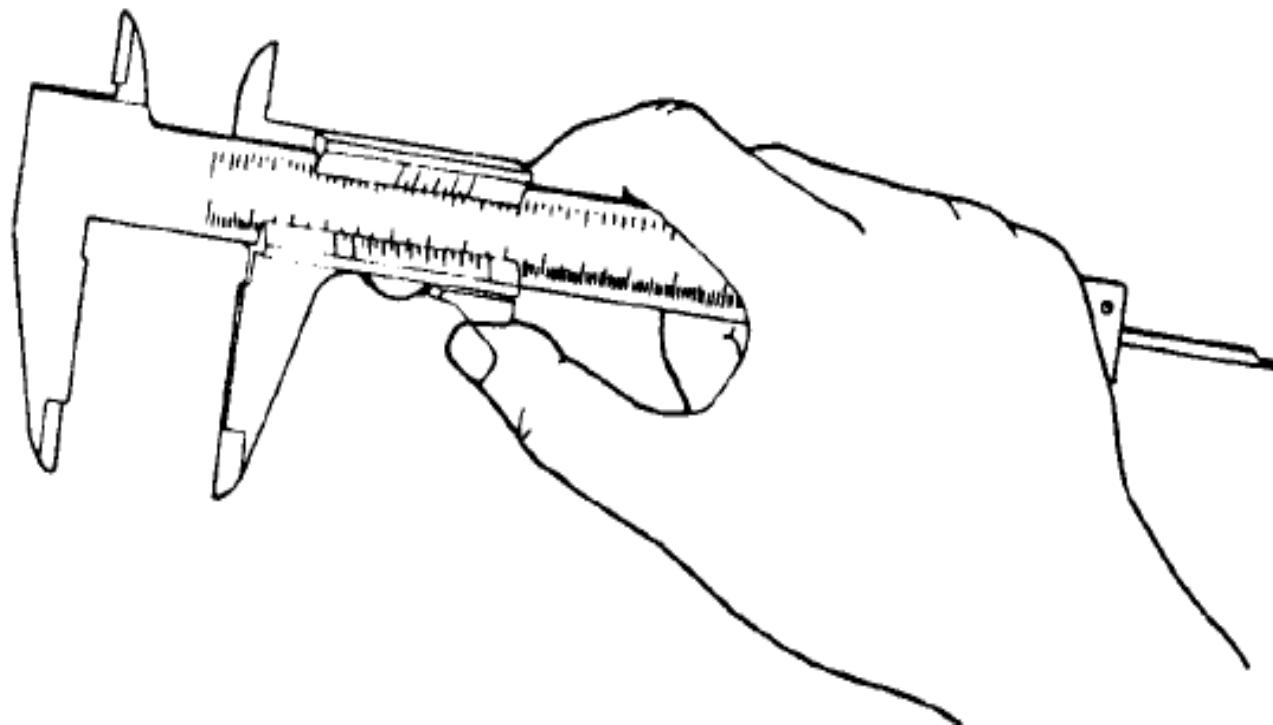
Seus encostos limpos

A peça a ser medida deve estar posicionada corretamente entre os encostos

Técnicas de Medição (Paquímetro)



- Para medição com o paquímetro utilize a mão direita.



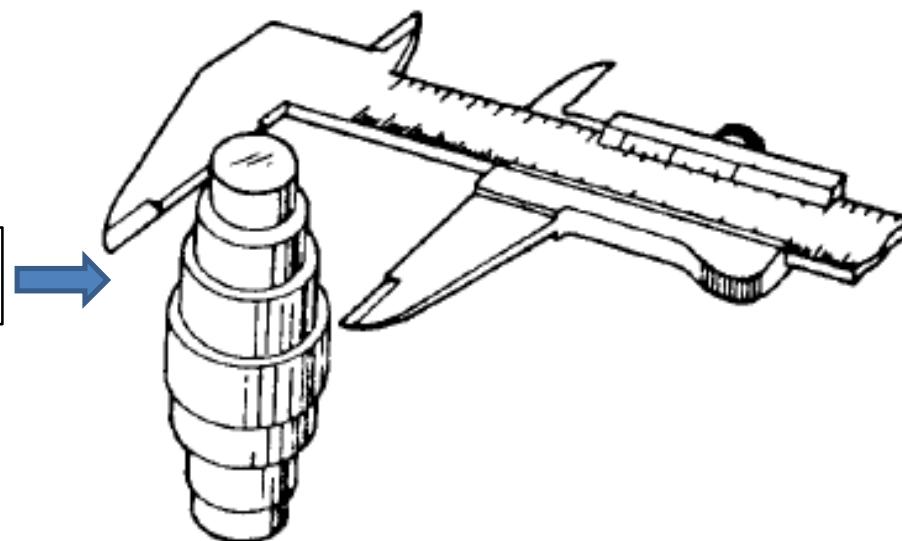
Técnicas de Medição (Paquímetro)



Desloque o cursor, até que o encosto apresente uma abertura maior que a primeira medida por fazer no padrão

Encoste o centro do encosto fixo em uma das extremidades do diâmetro por medir

Diâmetro externo



Técnicas de Medição (Paquímetro)



Feche o paquímetro suavemente, até que o encosto móvel toque a outra extremidade do diâmetro

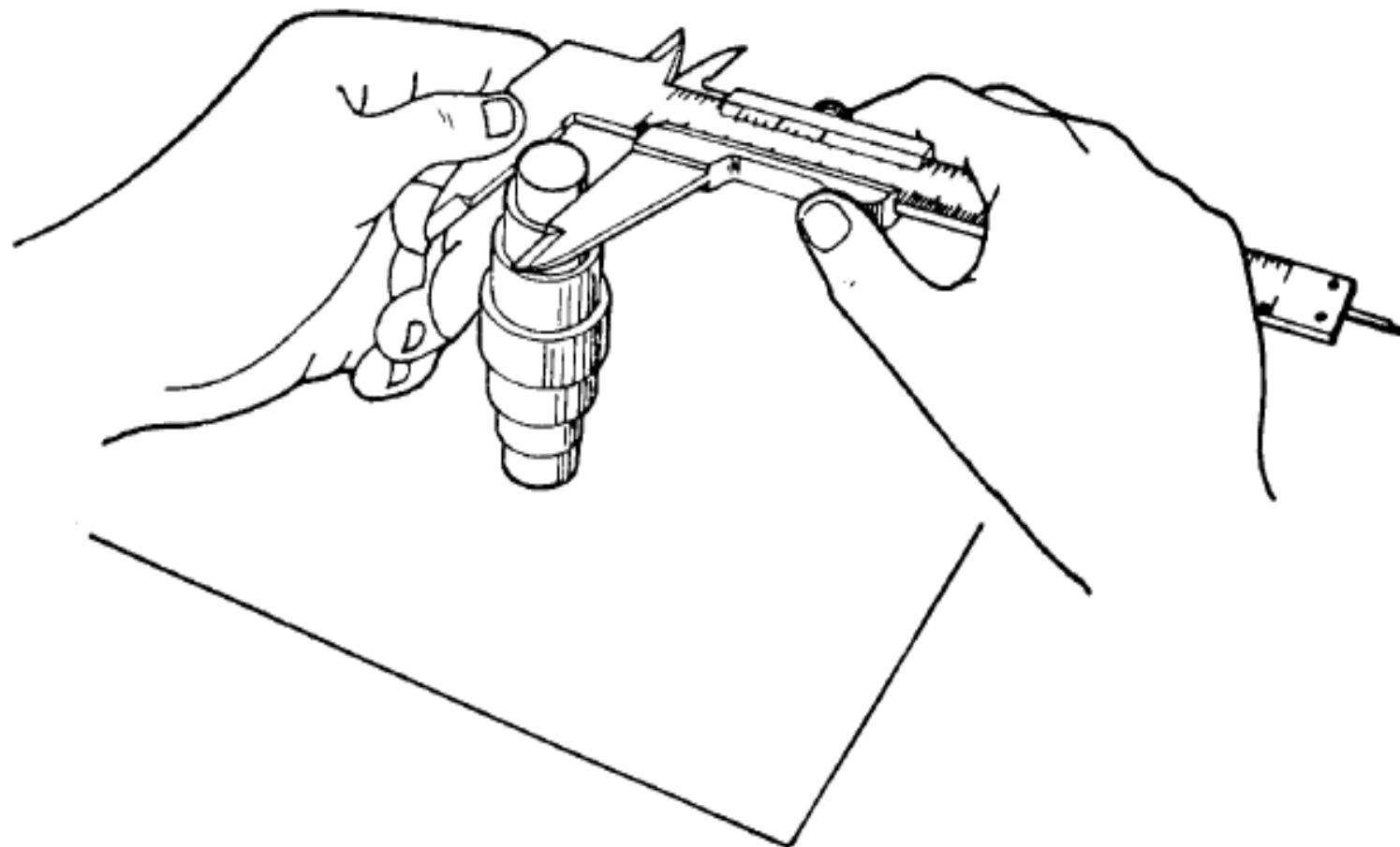
Exerça uma pressão suficiente para manter a peça ligeiramente presa entre os encostos

Posicione os encostos do paquímetro na peça, de maneira que estejam no plano de medição

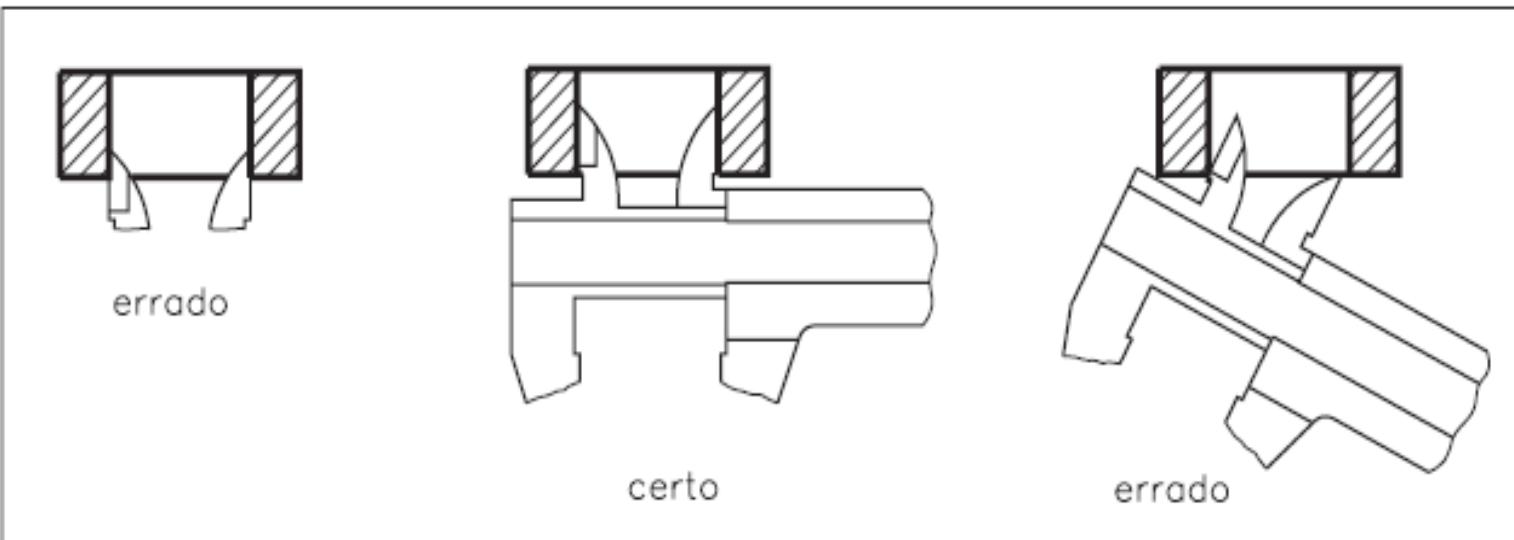
Faça a leitura da medida

Abra o paquímetro e retire-o da peça, sem que os encostos a toquem.

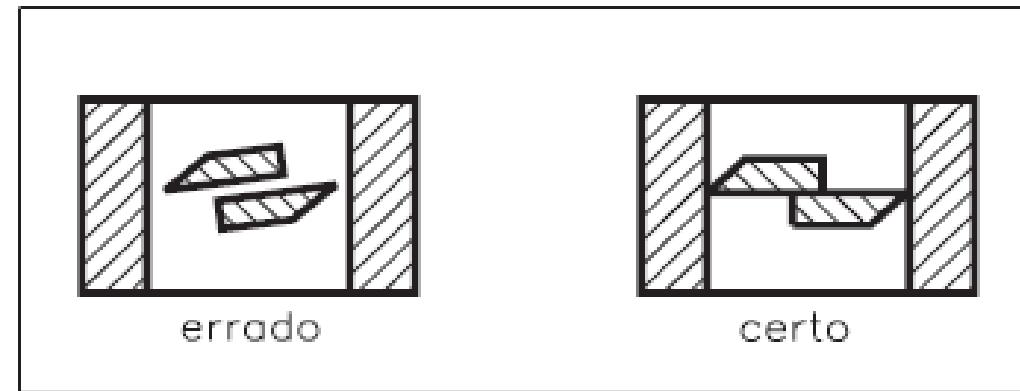
Técnicas de Medição (Paquímetro)



Técnicas de Medição (Paquímetro)



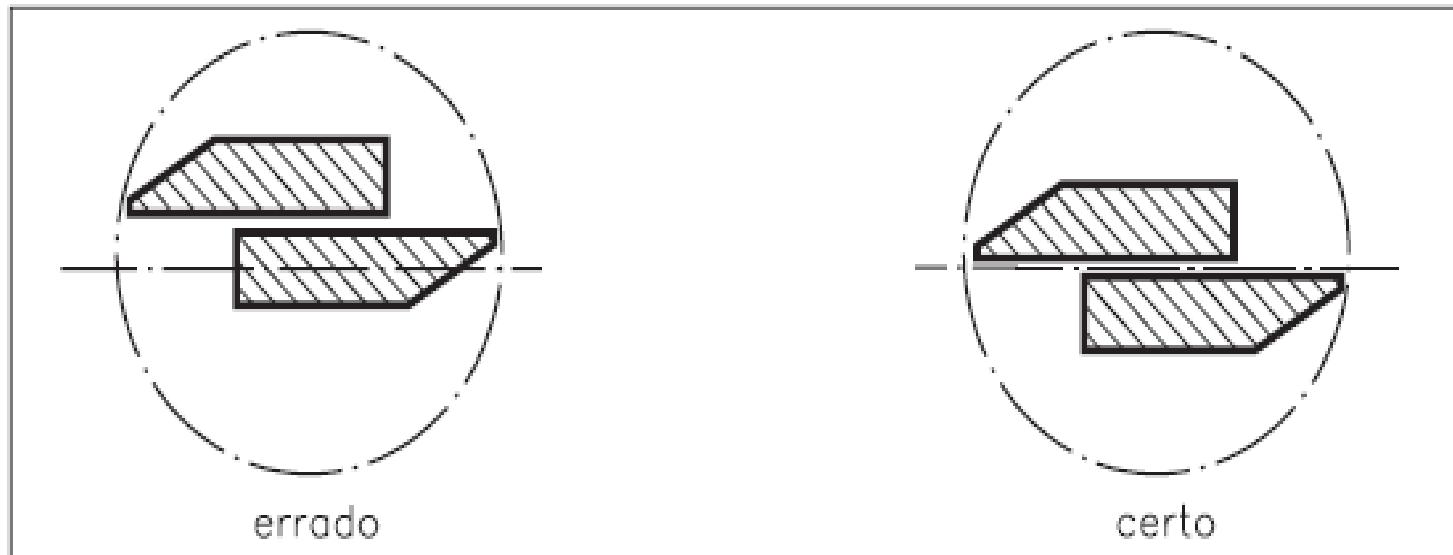
medidas internas



Técnicas de Medição (Paquímetro)



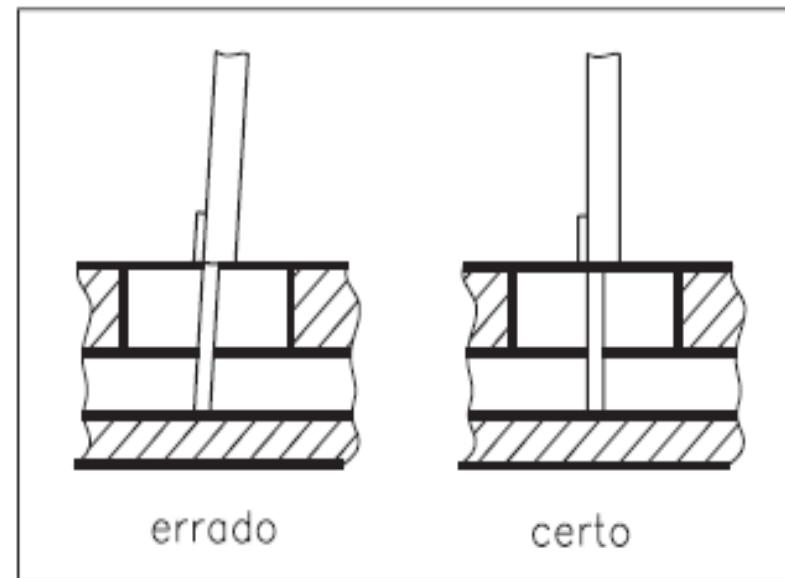
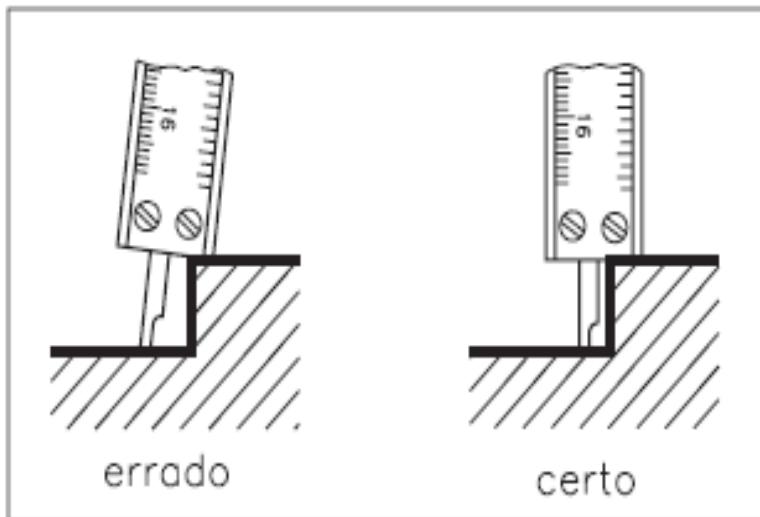
Medições de diâmetros internos



Técnicas de Medição (Paquímetro)



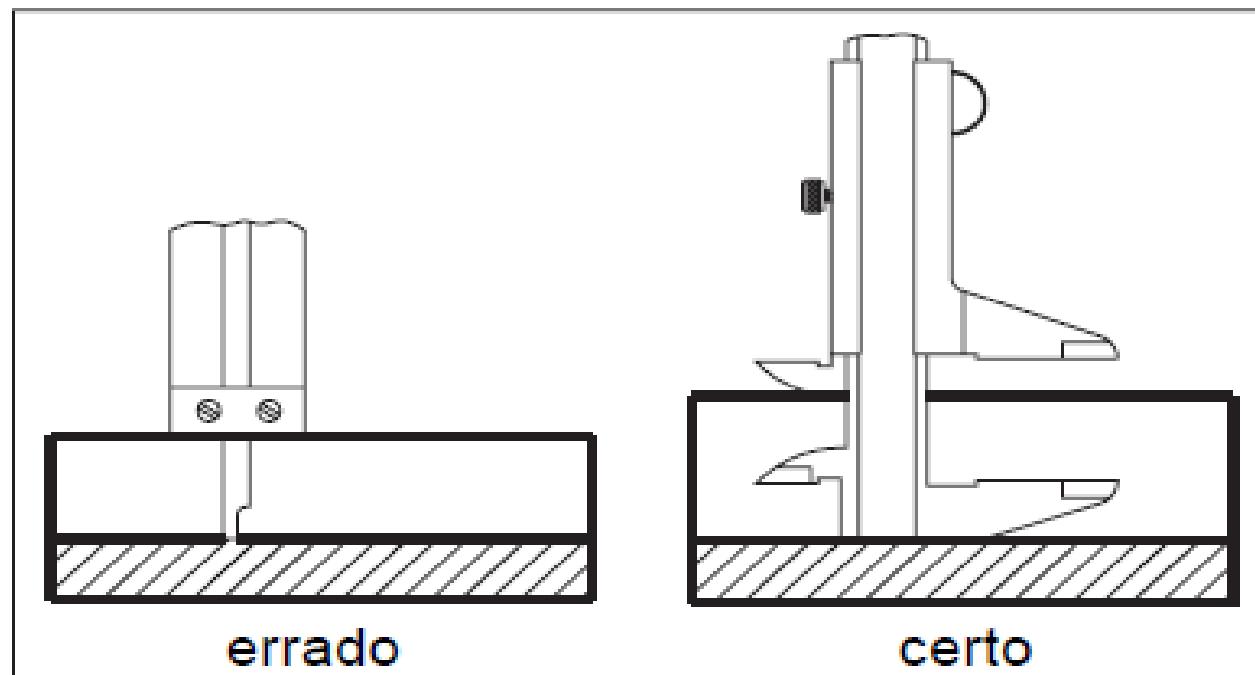
Medições de profundidade



Técnicas de Medição (Paquímetro)



Medições de ressaltos



Leitura de Medidas



- Podemos efetuar as leituras das medidas em dois sistemas:

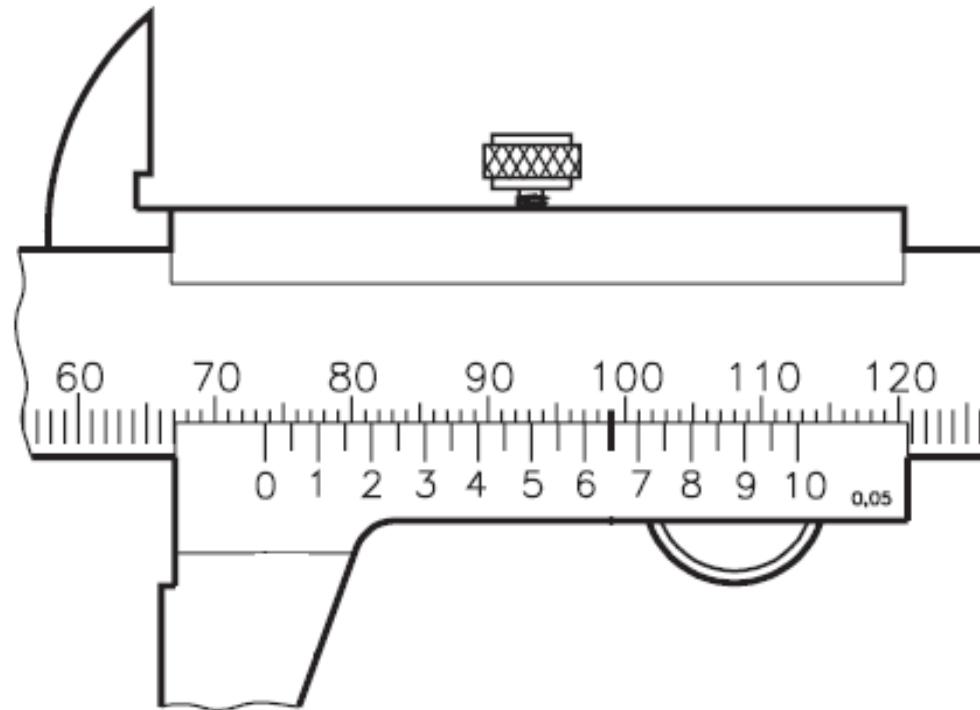
Sistema Métrico

Sistema Inglês



Sistema Métrico

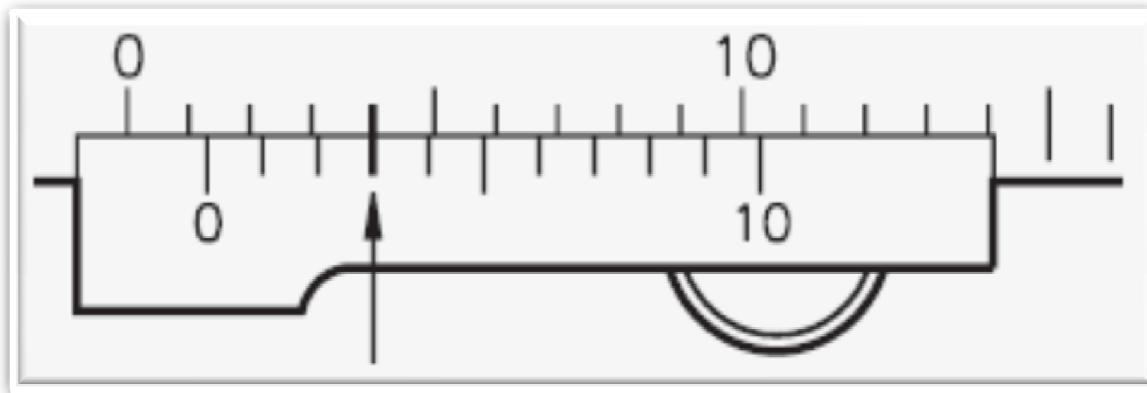
- Na escala fixa ou principal, a leitura feita antes do zero do nônio corresponde à leitura em milímetros.



Sistema Métrico



- Em seguida, você deve contar os traços do nônio até o ponto em que um deles coincidir com um traço da escala fixa.



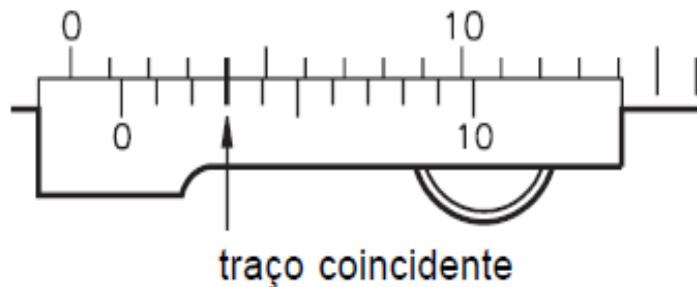
Depois, soma-se o número que leu na escala fixa ao número que leu no nônio.



Sistema Métrico

- Exemplo:
- Escala em milímetros e nônio com 10 divisões.

Resolução: $\frac{\text{UEF}}{\text{NDN}} = \frac{1 \text{ mm}}{10 \text{ div.}} = 0,1 \text{ mm}$

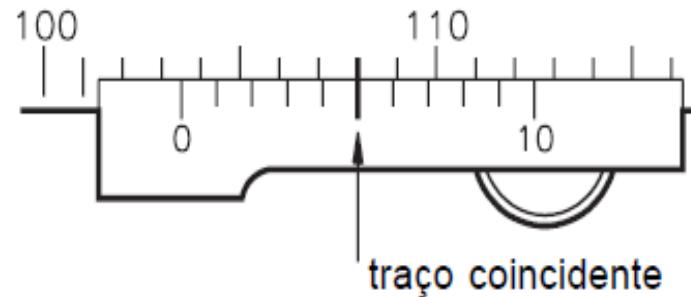


Leitura

1,0 mm → escala fixa

0,3 mm → nônio (traço coincidente: 3º)

1,3 mm → total (leitura final)



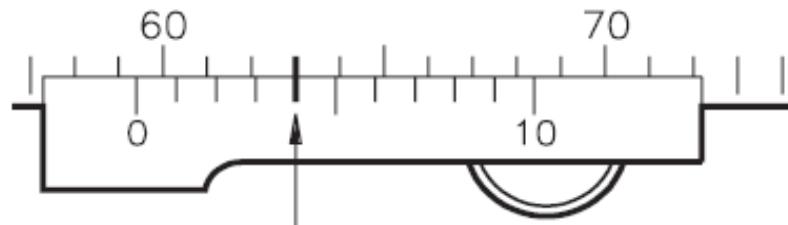
Leitura

103,0 mm → escala fixa

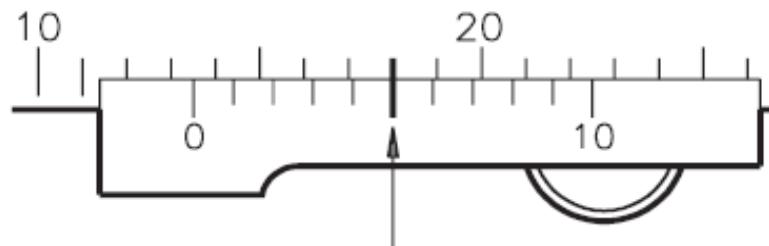
0,5 mm → nônio (traço coincidente: 5º)

103,5 mm → total (leitura final)

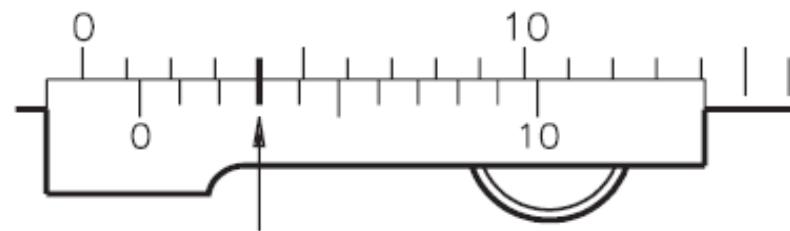
Verificando o Entendimento



Leitura = mm



Leitura = mm



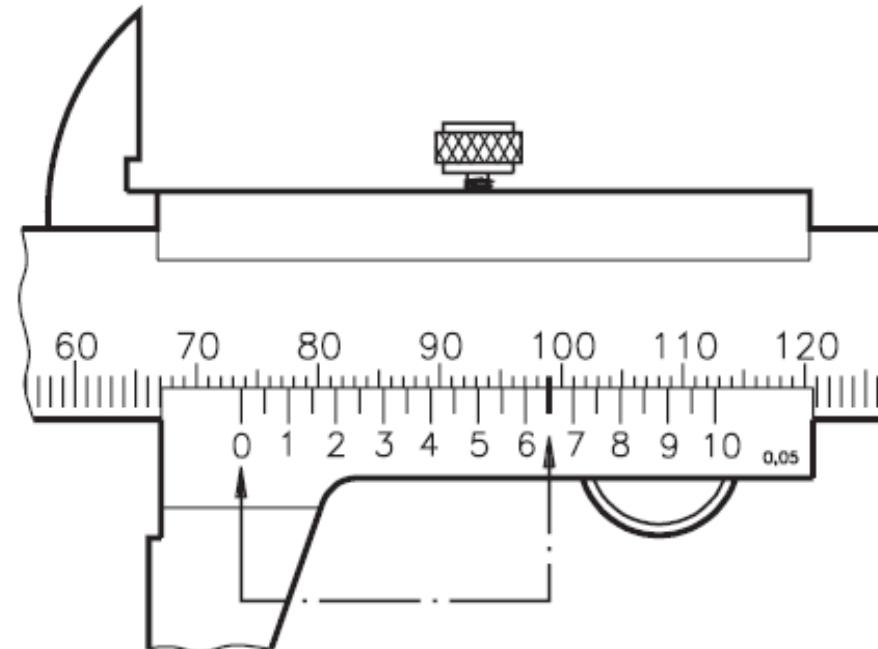
Leitura = mm



Sistema Métrico

- Escala em milímetro e nônio com 20 divisões.

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



Leitura

$73,00 \text{ mm} \rightarrow \text{escala fixa}$

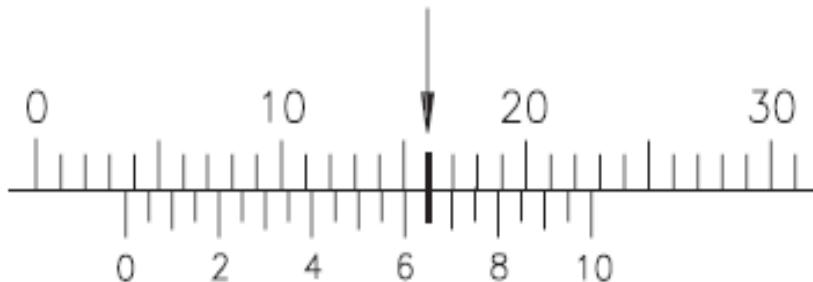
$\underline{0,65 \text{ mm}} \rightarrow \text{nônio}$

$73,65 \text{ mm} \rightarrow \text{total}$

Verificando o Entendimento



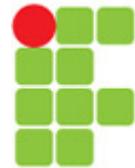
Faça a leitura e escreva a medida nas linhas pontilhadas



Leitura= mm



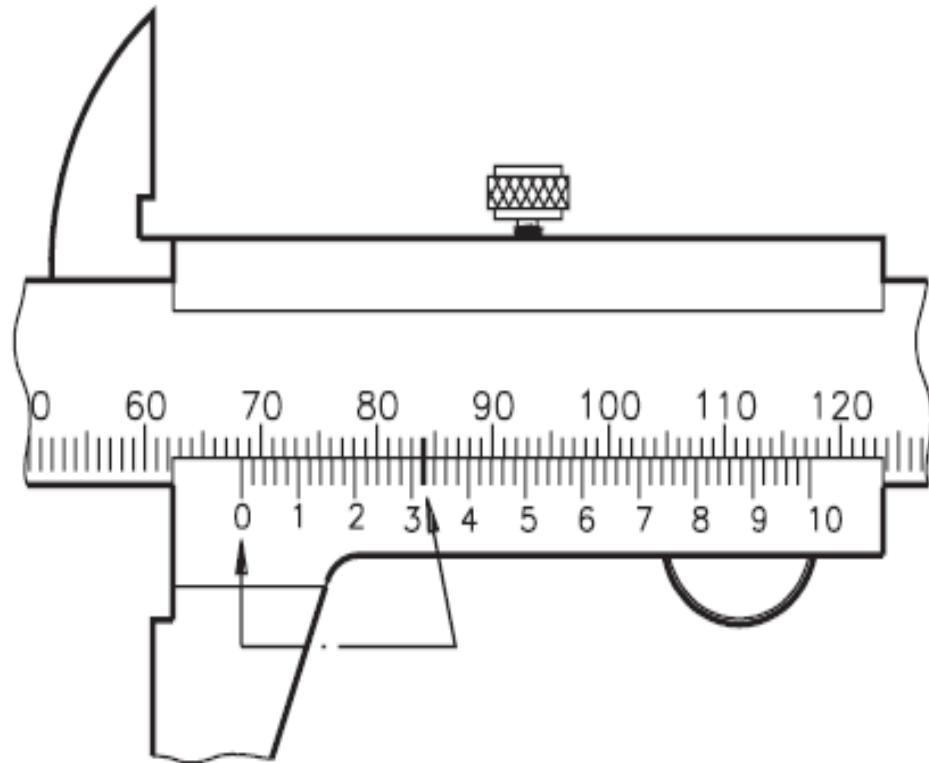
Leitura= mm



Sistema Métrico

- Escala em milímetro e nônio com 50 divisões.

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



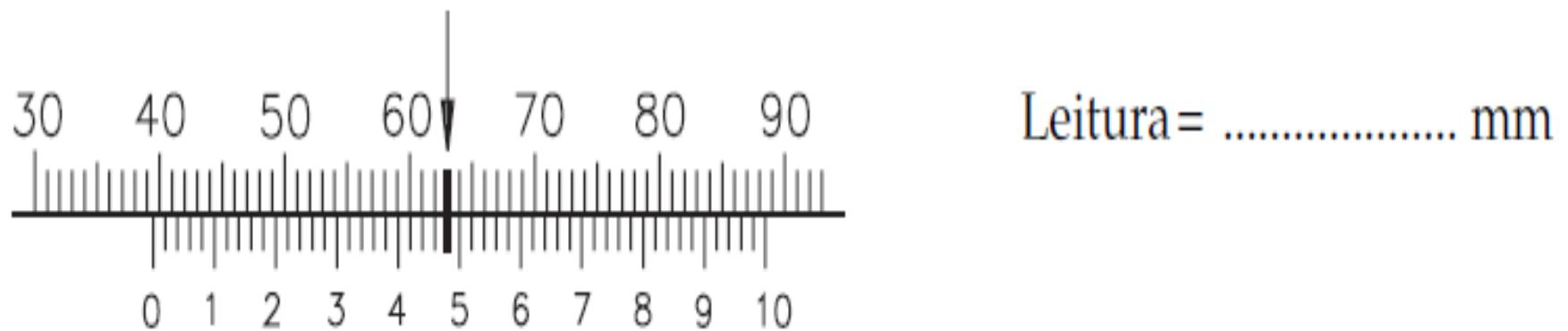
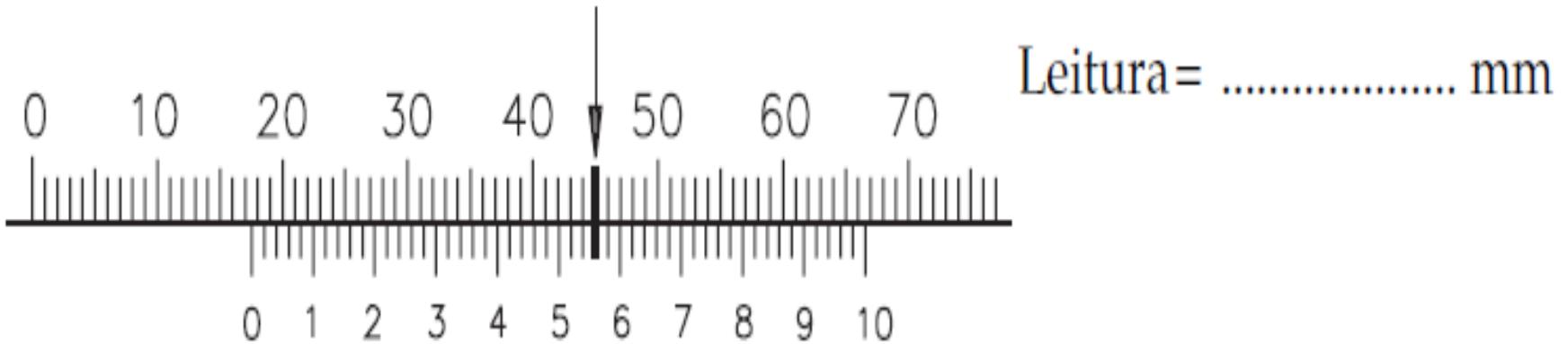
Leitura

68,00 mm → escala fixa

0,32 mm → nônio

68,32 mm → total

Verificando o Entendimento



Sistema Inglês

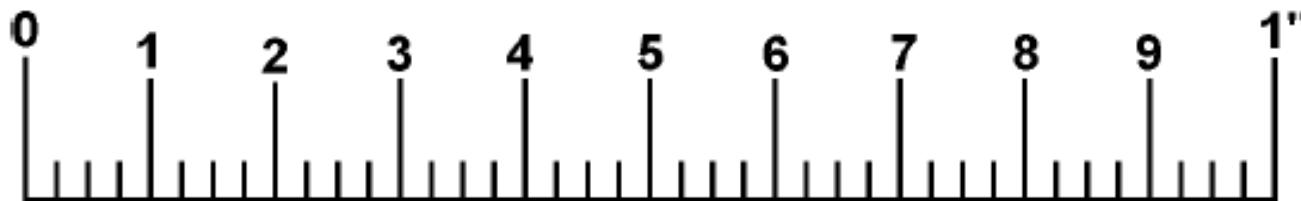


Polegada Milesimal



- Para conhecermos o valor de cada divisão da escala fixa, basta dividirmos o comprimento de 1" pelo número de divisões existentes.

$$1'' = 1000 \text{ milésimos}$$



Conforme mostra a figura, no intervalo de 1" temos 40 divisões.
Operando a divisão, teremos: $1'' : 40 = 0,025''$

Polegada Milesimal





Polegada Milesimal

- Se deslocarmos o cursor do paquímetro até que o zero do nônio coincida com o primeiro traço da escala. a leitura será **0,025"** (fig.3), no segundo traço **0,050"** (fig. 4), no terceiro traço **0,075"** (fig.5), no décimo traço **0,250"** (fig. 6), e assim sucessivamente.

Polegada Milesimal

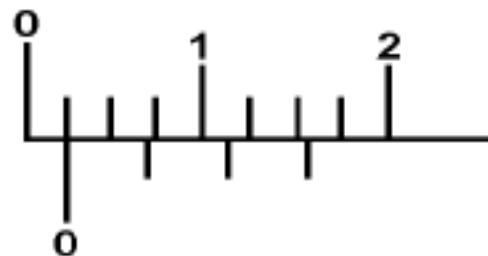


Fig.3

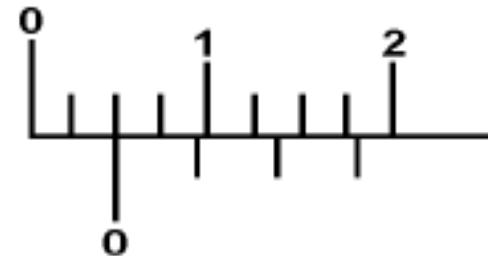


Fig.4

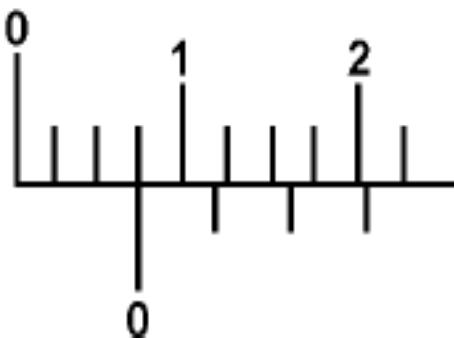


Fig.5

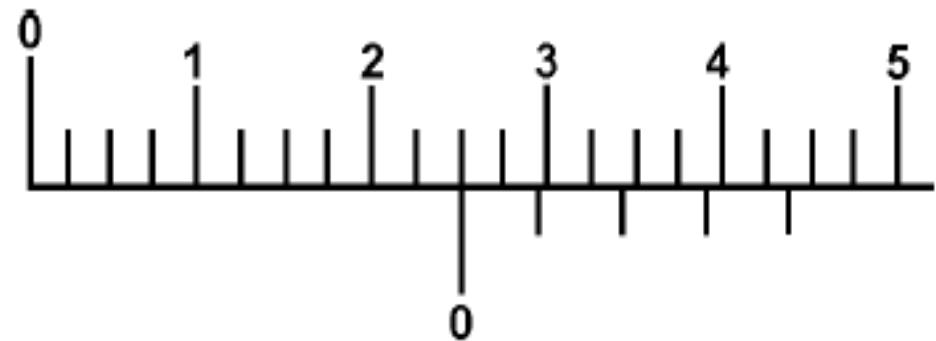
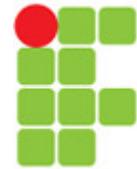


Fig.6

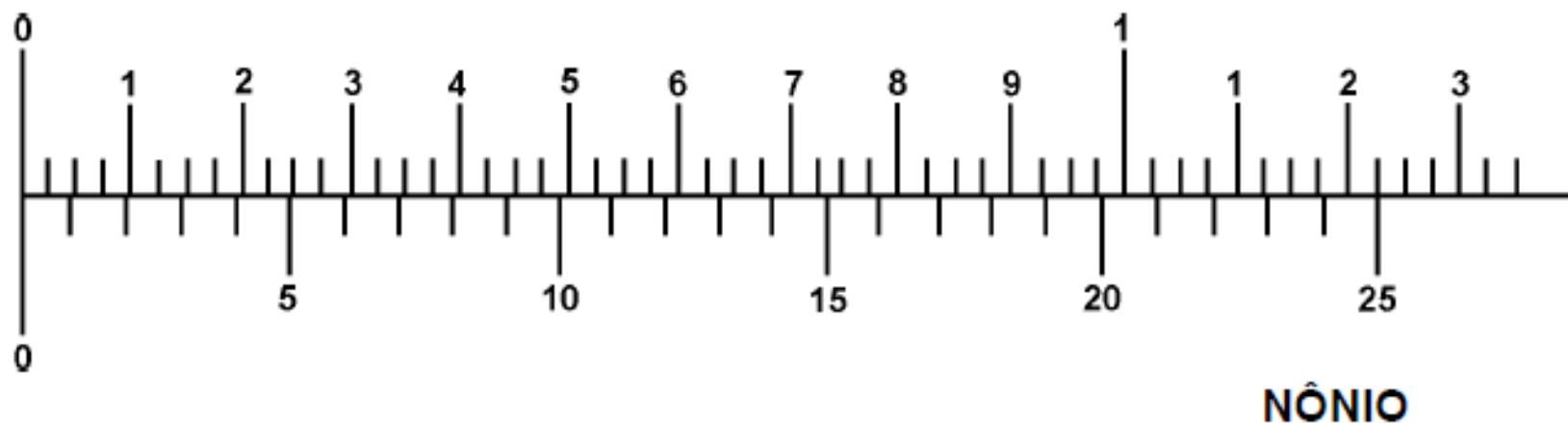
Polegada Milesimal



Uso do Nônio

- O primeiro passo será calcular a aproximação do paquímetro. Sabendo-se que o menor valor da escala fixa é 0,025" e que o nônio possui 25 divisões, teremos:

$$a = \frac{0,025''}{25} = 0,001''$$





Polegada Milesimal

- Se deslocarmos o cursor do paquímetro até que o primeiro traço do nônio coincida com o da escala, a leitura será 0,001" (fig.9), o segundo traço 0,002" (fig.10), o terceiro traço 0,003" (fig.11), o décimo segundo traço 0,012" (fig.12).

Polegada Milesimal

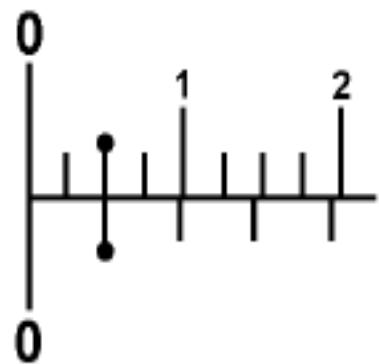
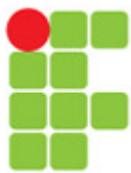


Fig.9

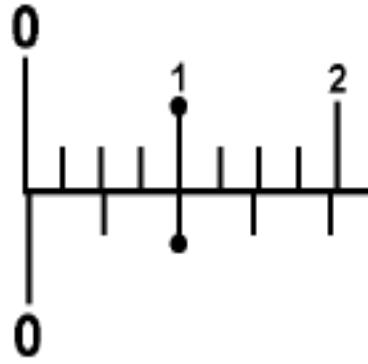


Fig.10

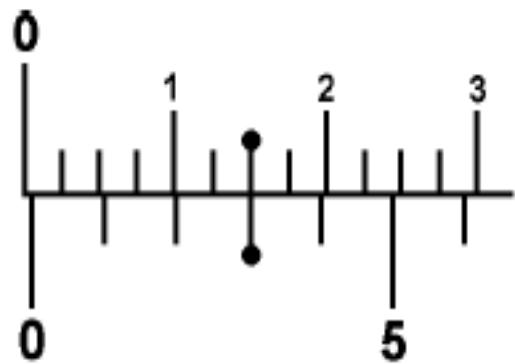


Fig.11

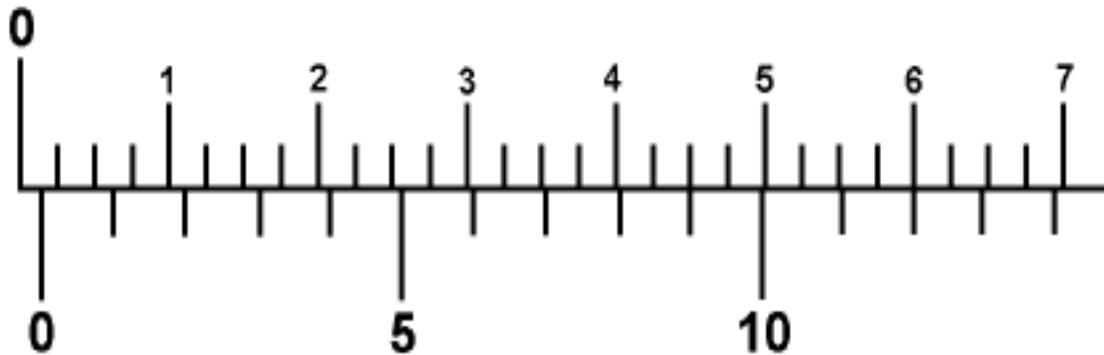
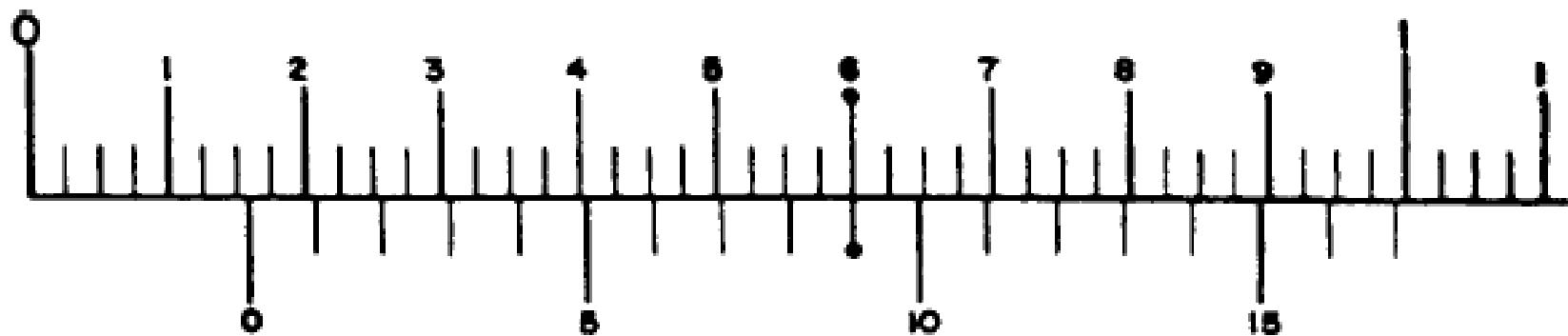


Fig.12

Leitura de Medidas (Polegada Milesimal)

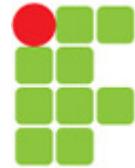


- Observa-se a que quantidade de milésimos corresponde o traço da escala fixa, ultrapassado pelo zero do nônio **0,150"**.

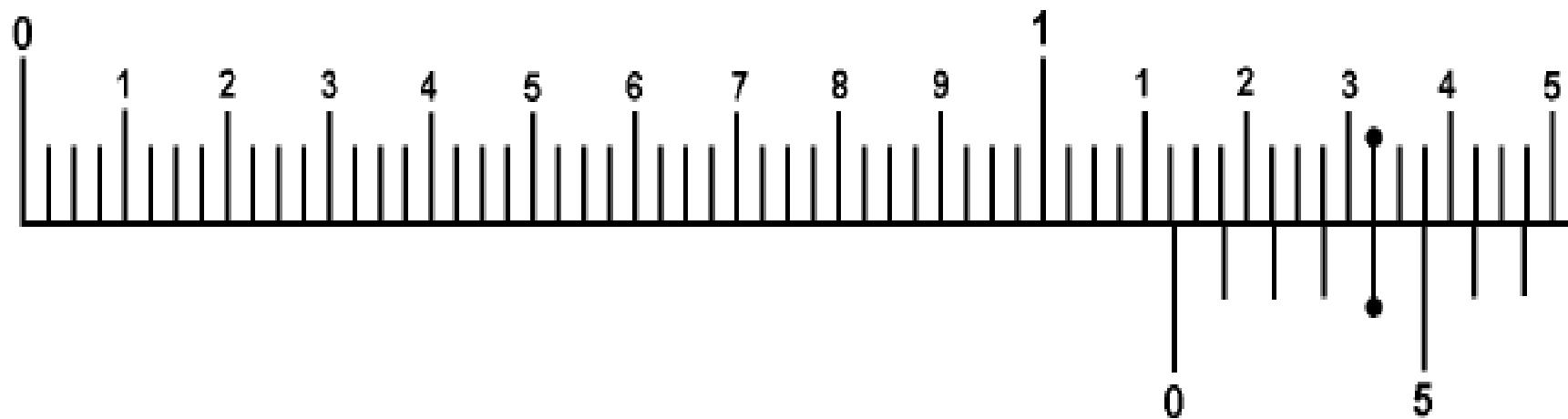


A seguir, observa-se a concordância do nônio **0,009"** Somando-se os valores **0,150" + 0,009"**, a leitura da medida será **0,159"**.

Leitura de Medidas (Polegada Milesimal)



Exemplo:



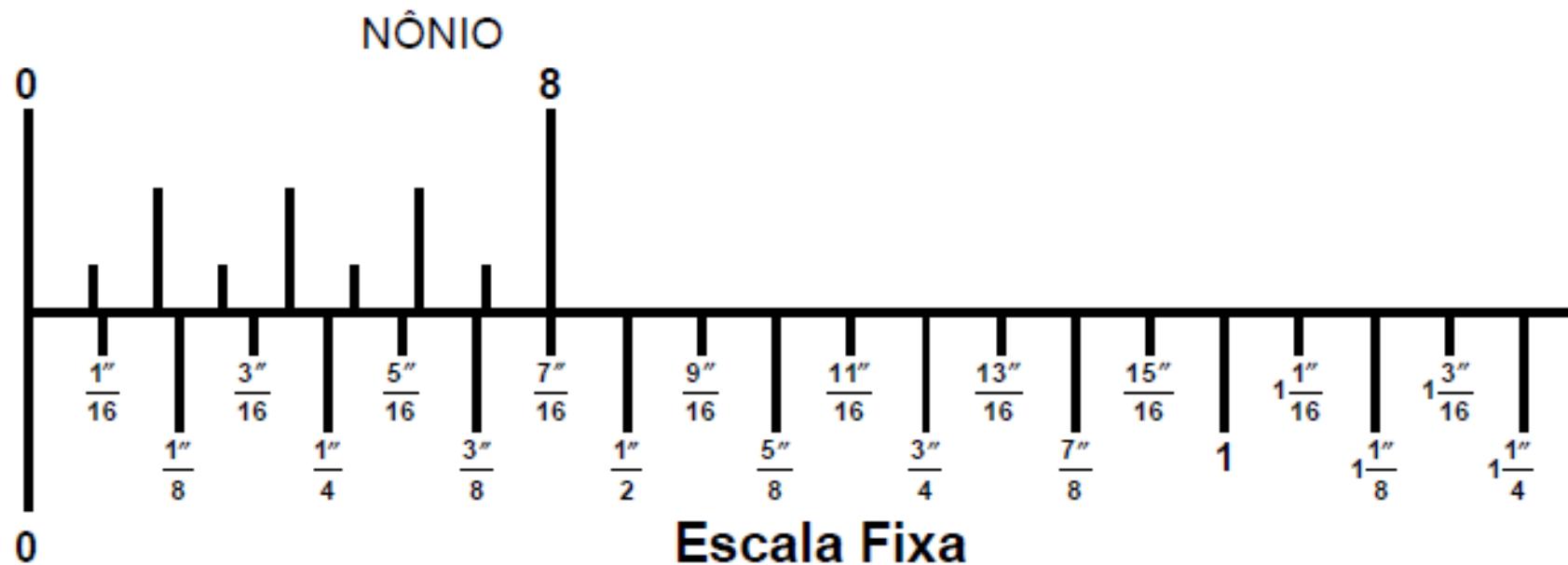
A leitura da medida é: 1,129"

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)

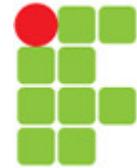


- No sistema de polegada fracionária, o valor de cada traço da escala fixa é:

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



Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



- Assim sendo, se deslocarmos o cursor do paquímetro até que o traço zero do nônio coincida com o primeiro traço da escala fixa, a leitura da medida será $1/16''$ (fig.2), no segundo traço, $1/8''$ (fig.3), no décimo traço, $5/8''$ (fig.4).

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)

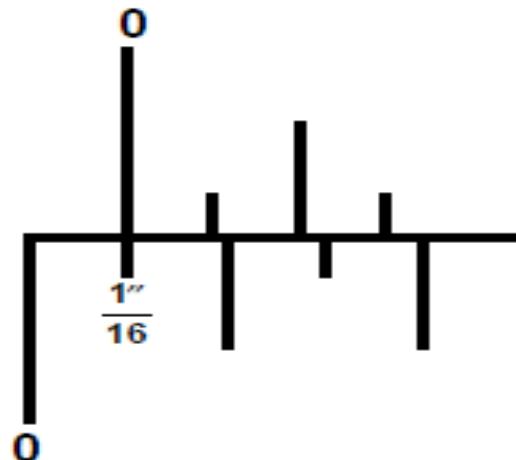


Fig.2

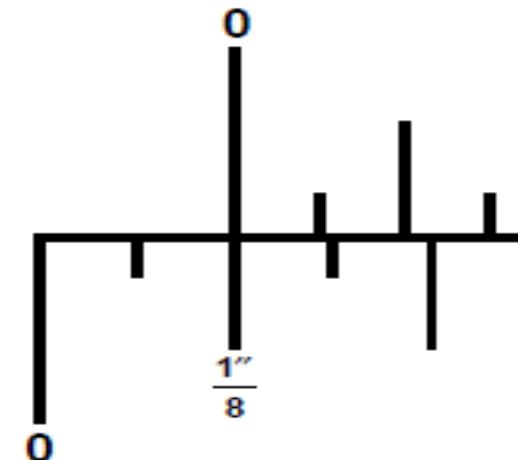


Fig.3

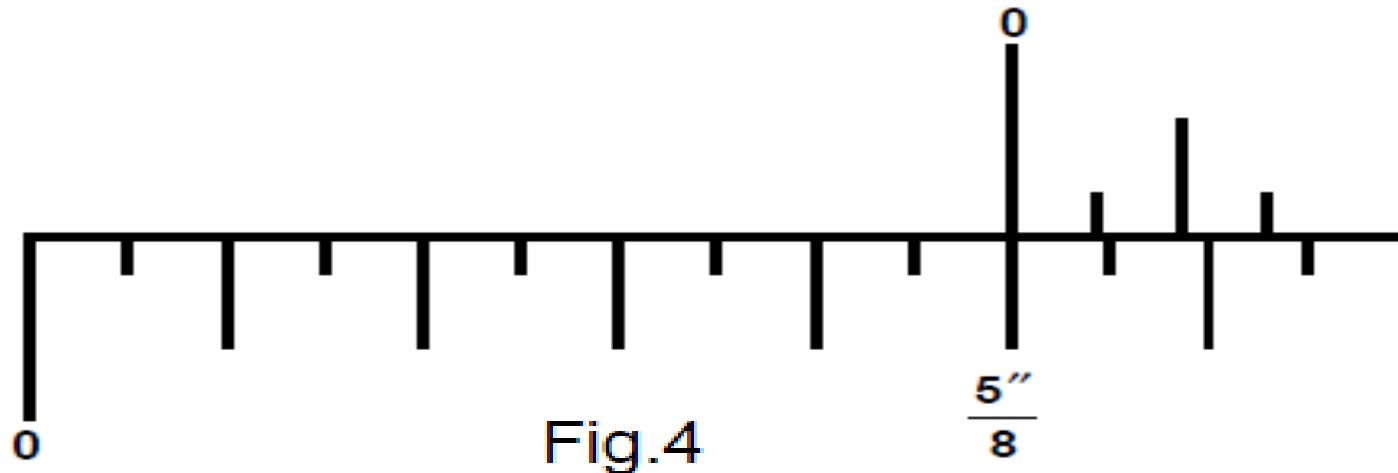
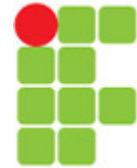


Fig.4

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



- Através do nônio podemos registrar no paquímetro várias outras frações da polegada, e o primeiro passo será conhecer qual a resolução do instrumento:

$$\text{Resolução} = \frac{UEF}{NDN} = \frac{\frac{1}{16}^{\prime\prime}}{8} = \frac{1}{16} \div 8 = \frac{1}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{128}$$

Assim cada divisão do nônio vale $\frac{1}{128}^{\prime\prime}$

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)

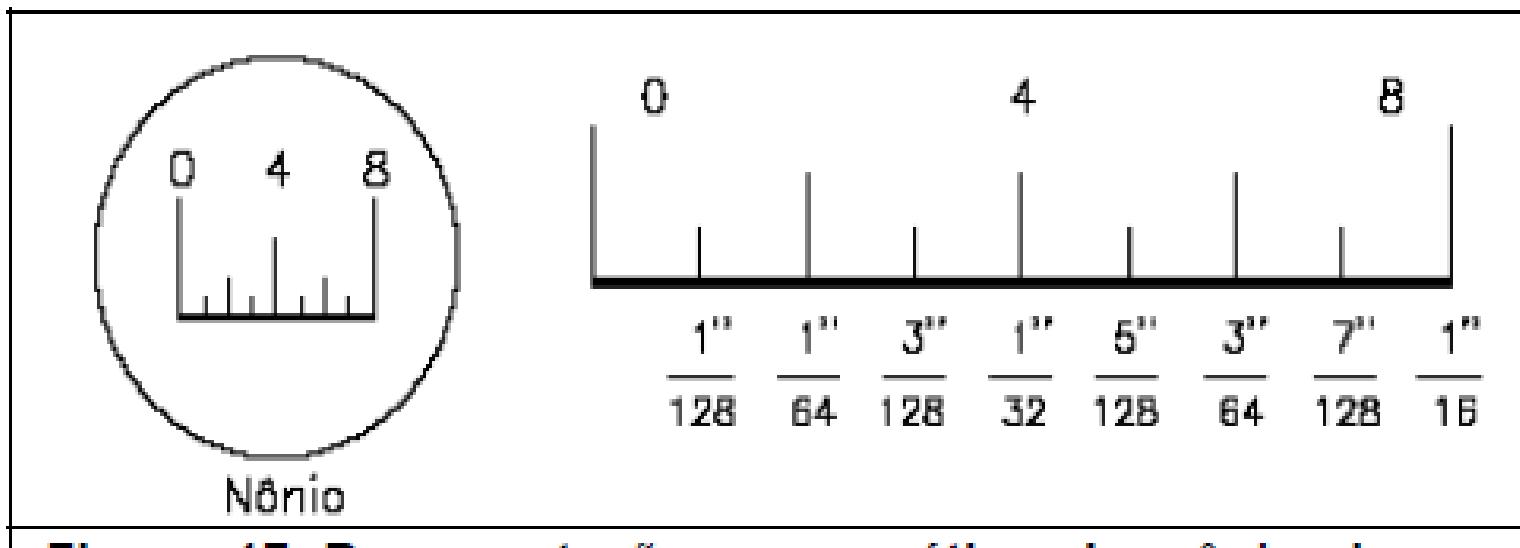
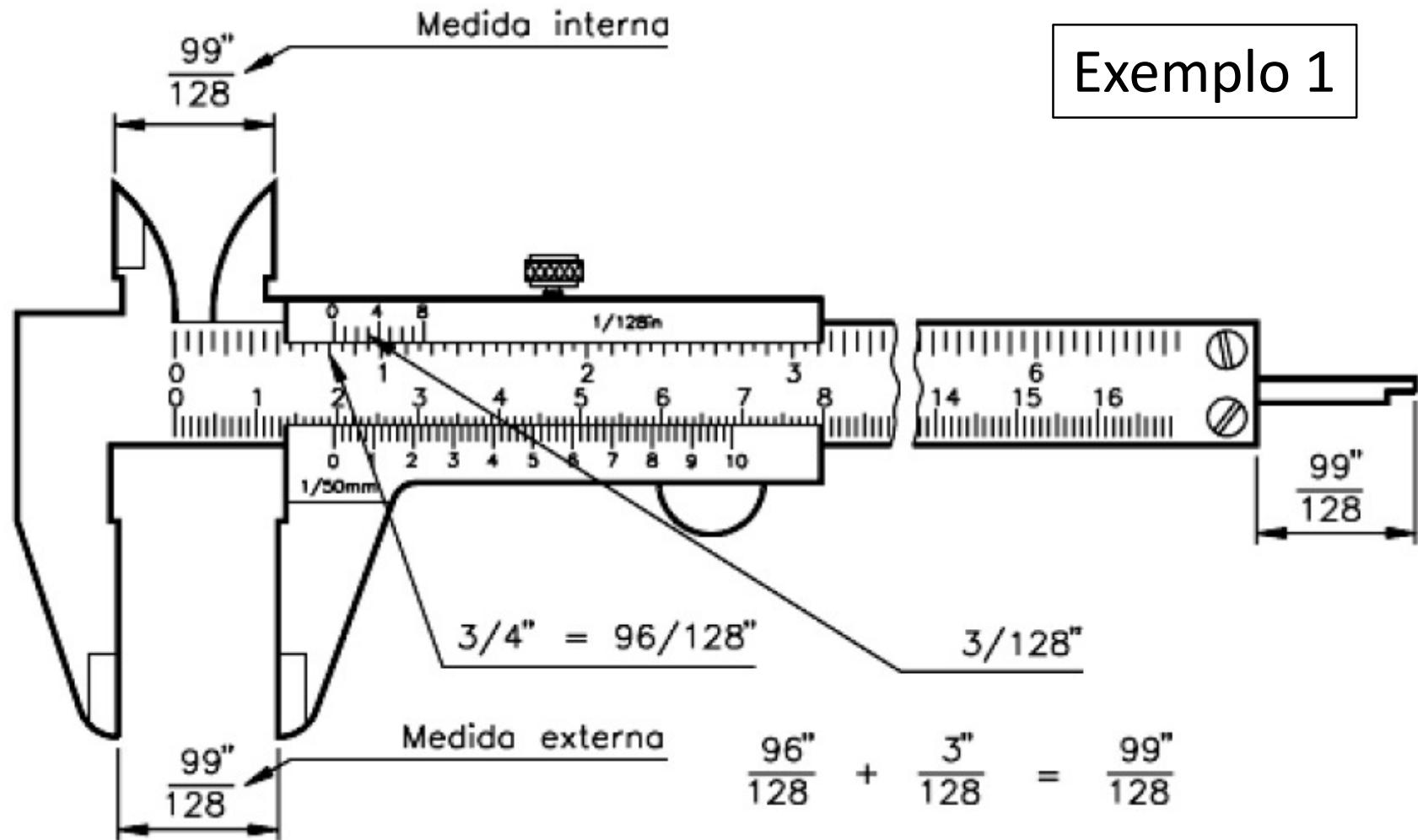
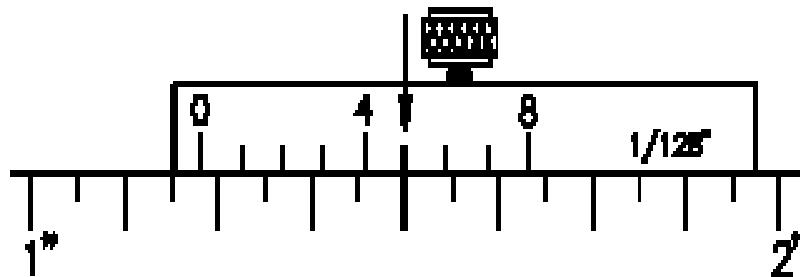


Figura 17 Representação esquemática do nônio de um paquímetro em polegada fracionada.

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)

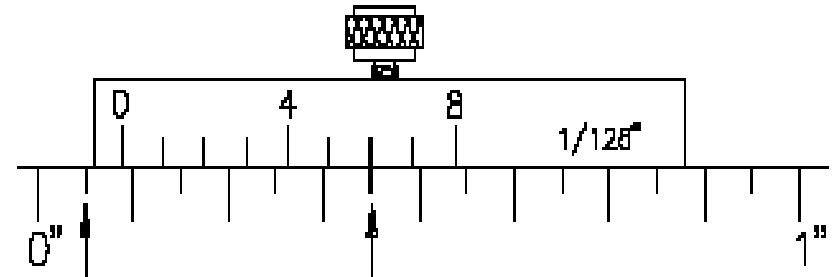


$$\text{Escala fixa} \rightarrow 1\frac{3}{16}'' \quad \text{nônio} \rightarrow \frac{5}{128}$$

$$\text{Portanto: } 1\frac{3}{16} + \frac{5}{128} \Rightarrow 1\frac{24}{128} + \frac{5}{128}$$

$$\text{Total: } 1\frac{29}{128}''$$

Exemplo 2



$$\text{Escala fixa} \rightarrow \frac{1}{16}'' \quad \text{nônio} \rightarrow \frac{6}{128}$$

$$\text{Portanto: } \frac{1}{16} + \frac{6}{128} \Rightarrow \frac{8}{128} + \frac{6}{128} = \frac{14}{128}$$

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

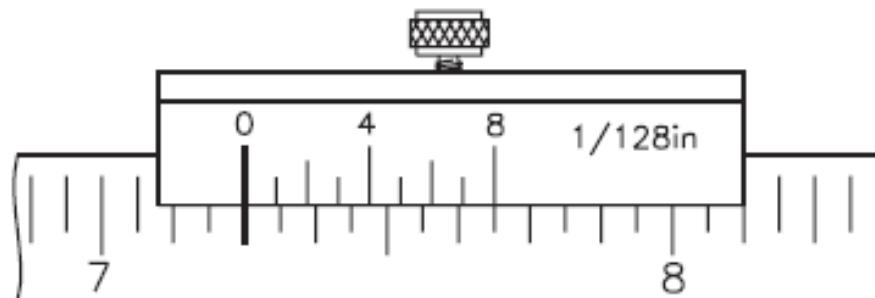
Exemplo 3

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



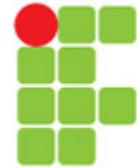
Para facilitar a leitura desse tipo de medida, recomendamos os seguintes passos:

- **1º passo** - Verifique se o zero (0) do nônio coincide com um dos traços da escala fixa. Se coincidir, faça a leitura somente na escala fixa.

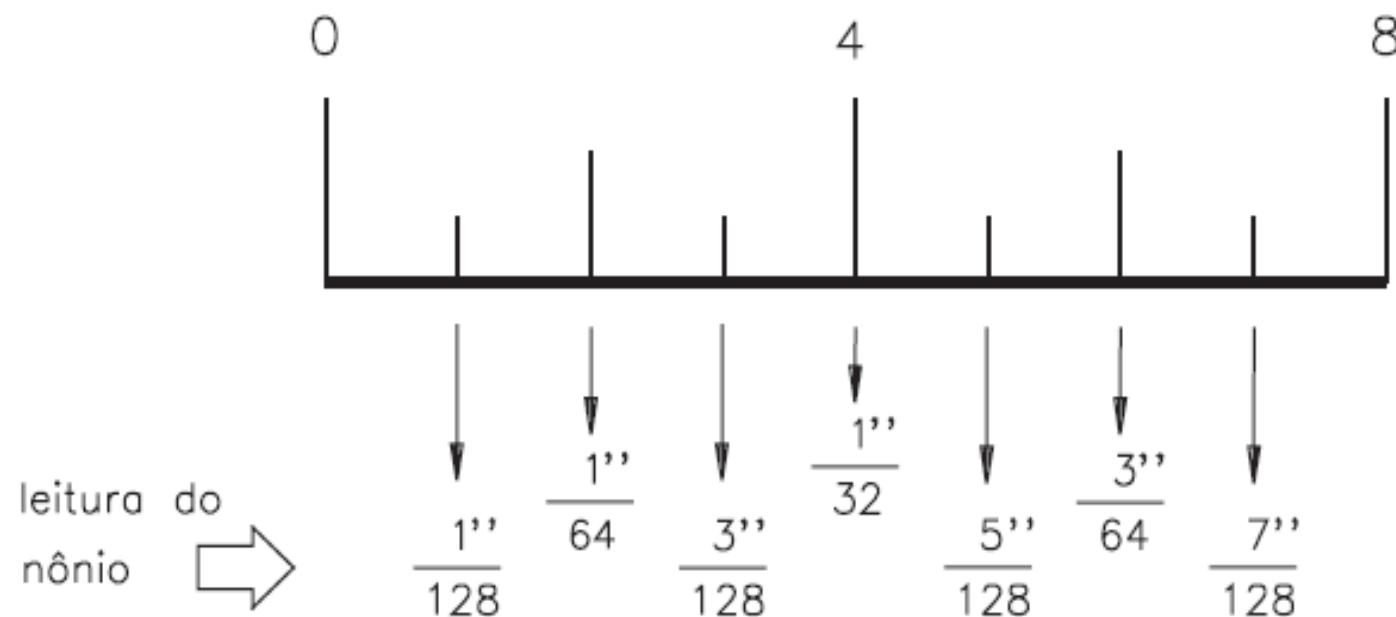


$$\text{Leitura} = 7\frac{1}{4}^{\prime \prime}$$

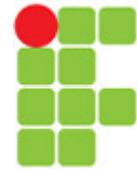
Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



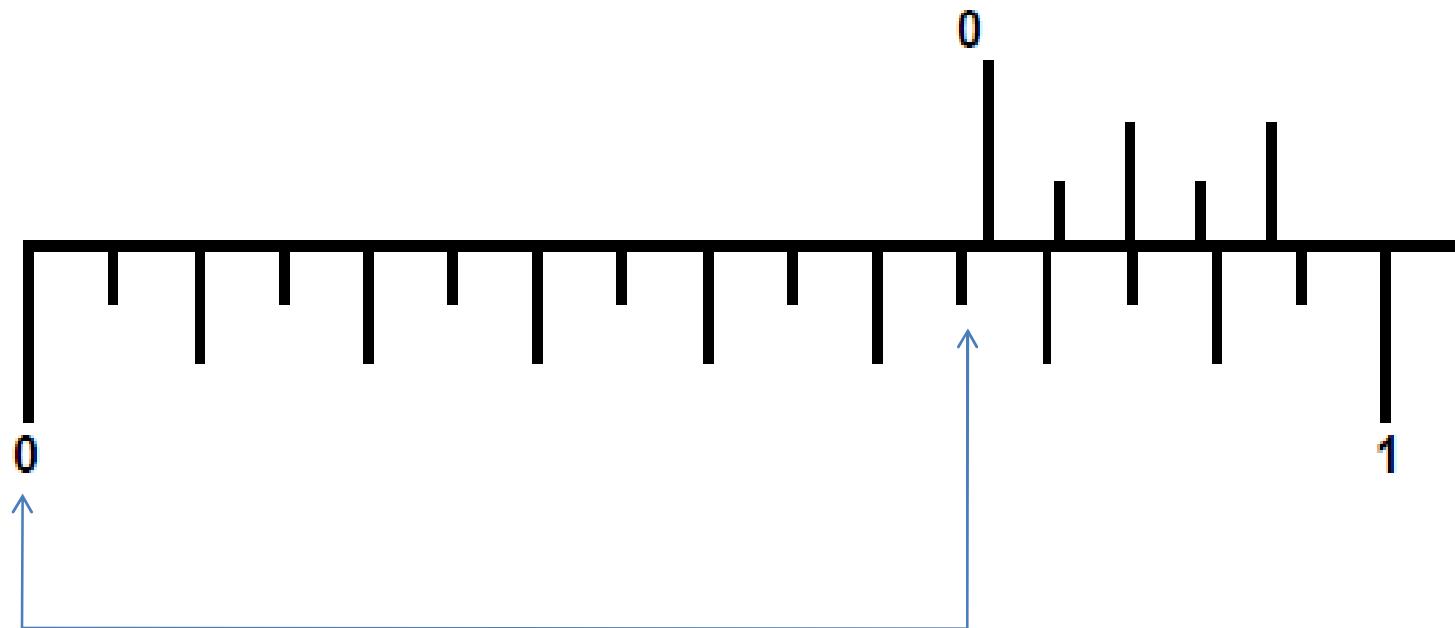
- **2º passo** - Quando o zero (0) do nônio não coincidir, verifique qual dos traços do nônio está nessa situação e faça a leitura do nônio.



Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



- **3º passo** - Verifique na escala fixa quantas divisões existem antes do zero (0) do nônio.



Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



- **4º passo** - 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, escolhemos uma fração da escala fixa de mesmo denominador. Por exemplo:

Leitura do nônio $\frac{3}{64}'' \Rightarrow$ fração escolhida da escala fixa $\frac{4}{64}''$

Leitura do nônio $\frac{7}{128}'' \Rightarrow$ fração escolhida da escala fixa $\frac{8}{128}''$

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)

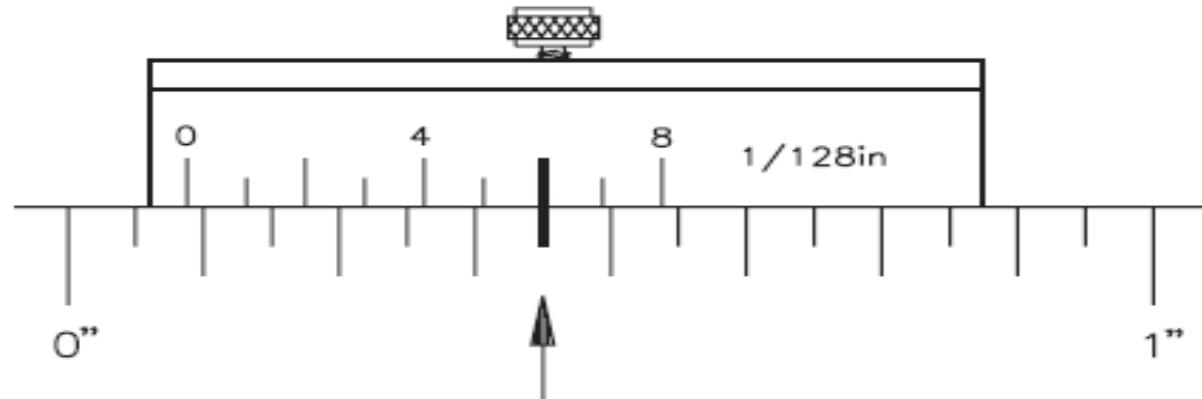


- **5º passo** -Multiplique o número de divisões da escala fixa (3º passo) pelo numerador da fração escolhida (4º passo). Some com a fração do nônio (2º passo) e faça a leitura final.

Leitura de Medidas (Polegada Fracionária)



Exemplo



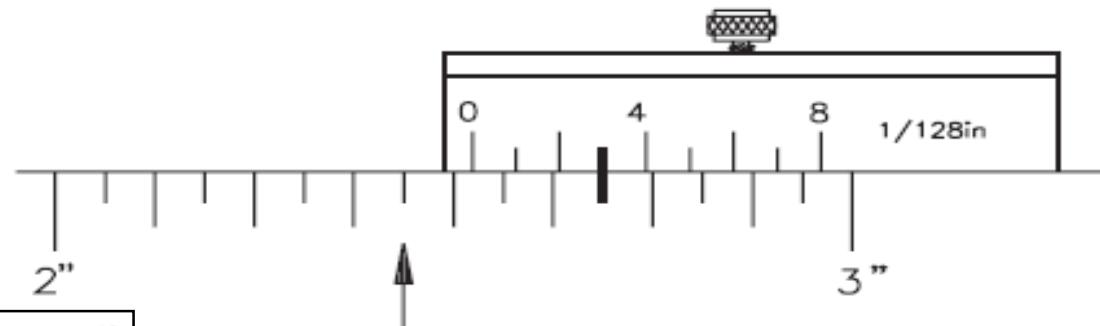
$$2^{\text{o}} \text{ passo} \Rightarrow \frac{3}{64} "$$

3^º passo \Rightarrow 1 divisão

4^º passo $\Rightarrow \frac{3}{64} "$ fração escolhida $\frac{4}{64} "$

$$5^{\text{o}} \text{ passo} \Rightarrow 1 \times \frac{4}{64} + \frac{3}{64} " = \frac{7}{64} "$$

Verificando Entendimento (Polegada Fracionária)



2º passo $\Rightarrow \frac{3}{128} "$

3º passo $\Rightarrow 2" + 8$ divisões

4º passo $\Rightarrow \frac{3}{28}$ fração escolhida $\frac{8}{128} "$

5º passo $\Rightarrow 2" + 8 \times \frac{8}{128} + \frac{3}{128} = 2\frac{67}{128} "$

Colocação de medida no paquímetro em polegada fracionária



- **1º passo** - Verificar se a fração tem denominador 128. Se não tiver, deve-se substituí-la pela sua equivalente, com denominador 128.

Exemplo:

$\frac{9}{64}''$ não tem denominador 128.

$\frac{9}{64}'' \Rightarrow \frac{18}{128}''$ é uma fração equivalente, com denominador 128.

Colocação de medida no paquímetro em polegada fracionária



- **2º passo** - Dividir o numerador por 8.

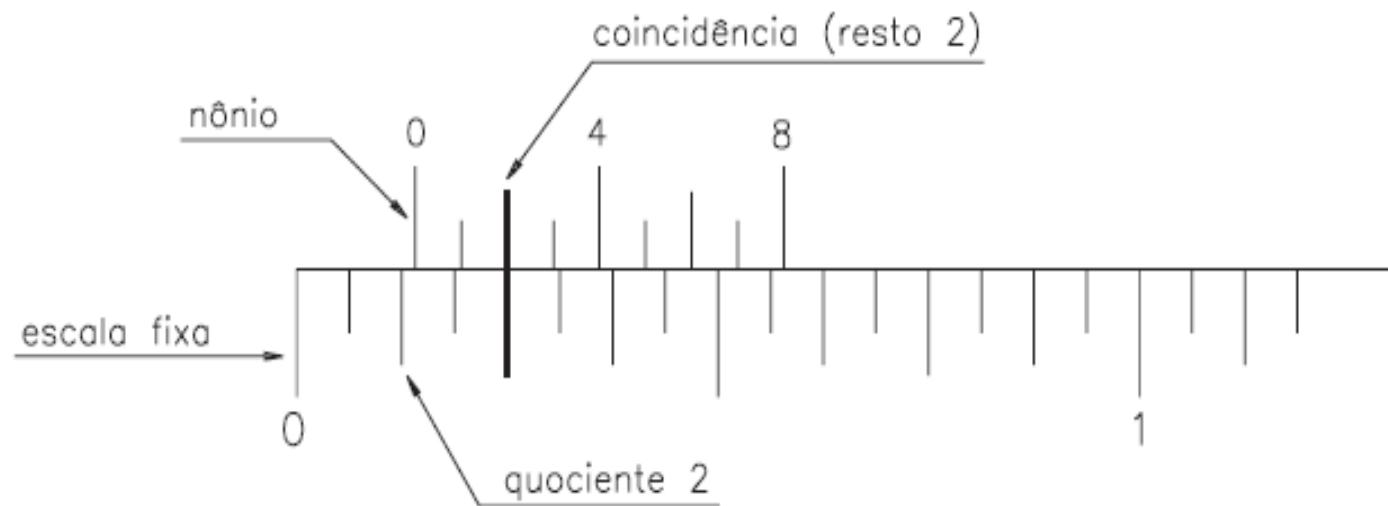
Exemplo:

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 2 \\ \hline 36 \end{array}$$

Colocação de medida no paquímetro em polegada fracionária



- **3º passo** - O quociente indica a medida na escala fixa; o resto mostra o número do traço do nônio que coincide com um traço da escala fixa.



Conservação do paquímetro



- 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.