

# RELÓGIO COMPARADOR

Leonardo Vidal<sup>1</sup> - Orientador

Gustavo Bueno<sup>2</sup> - 21170078

Lincoln Ferreira<sup>3</sup> - 20870070

Samira Ponce<sup>4</sup> - 21170078

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar o instrumento de medição chamado relógio comparador. Também mostrara seu principio de funcionamento, os tipos de medição, os tipos existentes aplicados na indústria seu o processo de calibração.

Como o próprio nome indica, trata-se de um instrumento que mede por comparação a um padrão conhecido. Os relógios comparadores dependem ainda de algum tipo de suporte, sem o qual fica impossibilitado de prestar inúmeros serviços em traçagem, inspeção e controle de dimensões. O funcionamento de um relógio comparador está baseado numa haste de comando em cuja extremidade é rosqueada uma ponta de medição. Um pequeno movimento dessa haste é transmitido para um pinhão e daí através de um conjunto de engrenagens para um ponteiro o qual indica no mostrador. Por esse sistema, o pequeno movimento é largamente aumentado e a leitura é feita diretamente no mostrador.

Palavras-chave: Instrumento de medição. Relógio comparador. Comparação. Calibração.

---

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia, Professor orientador da AEDB – Faculdade de Eng. De Resende (FER)  
email: leonardo.carvalho.vidal@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando em engenharia elétrica – Eletrônica, FER/AEDB. Estudante  
email: gustavo1\_bueno@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduando em engenharia elétrica – Eletrônica, FER/AEDB. Inspetor de manutenção na empresa Michelin, Itatiaia - email: lincolncesarlopes@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduando em engenharia elétrica – Eletrônica, FER/AEDB. Analista de produto da empresa Delphi, residente na fabrica PSA, Porto Real - email: samira.ponce@delphi.com

## 1. Introdução

Relógio comparador é um aparelho de grande precisão, dotado de uma escala e um ponteiro, ligados por mecanismos diversos a uma ponta de contato, podendo ser analógico ou digital. Ele transforma deslocamentos lineares, de um fuso móvel por meios mecânicos, em deslocamentos circulares, de um ponteiro que se move sobre um mostrador com graduação uniforme circular em 360°. Existem vários modelos de relógios comparadores. Os mais utilizados possuem resolução de 0,01 mm. O curso do relógio também varia de acordo como modelo, porém os mais comuns são de 1 mm, 10 mm, 250" ou 1". Ele possui múltiplas aplicações e está sempre acoplado a algum meio de fixação e posicionamento, como: Mesas de medição, suporte de contrapontas ou dispositivos especiais.

Para este artigo serão considerados apenas alguns tipos de relógios comparadores que atuam no vasto campo da indústria.

## 2. Nomenclatura Básica

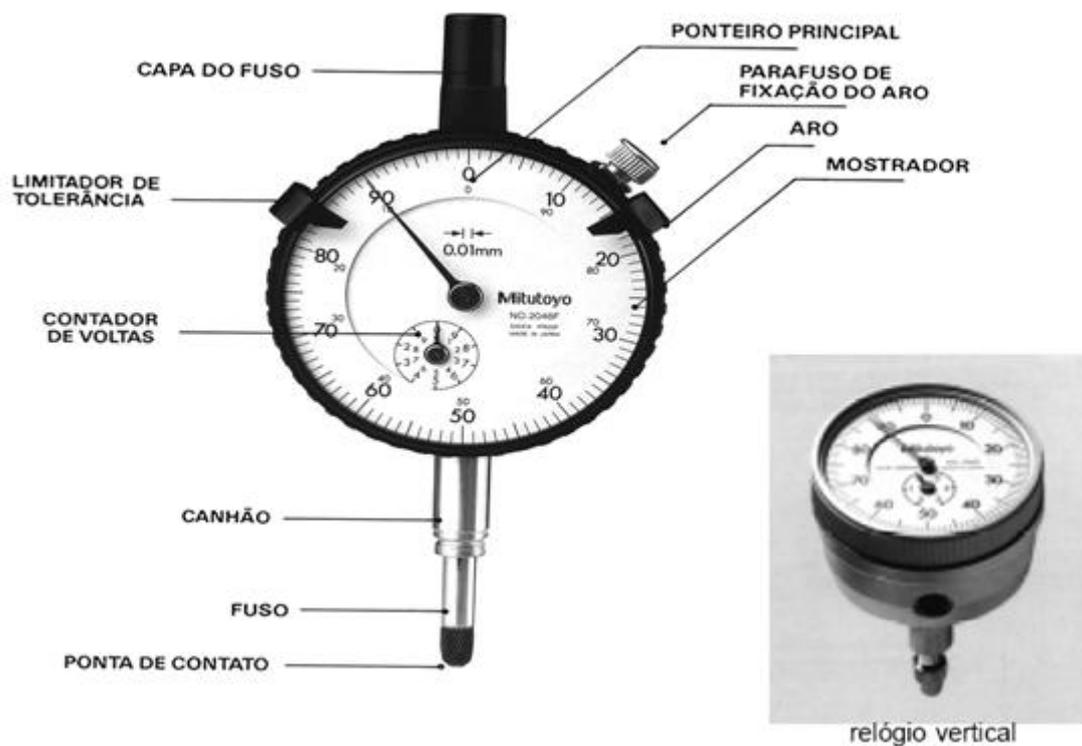


Figura 1 – Relógio comparador

### 3. Condições de Uso

Antes de medir uma peça, é necessário certificar de que o relógio se encontra em boas condições de uso. A verificação de possíveis erros é feita da seguinte maneira: com o auxílio de um suporte de relógio, tomam-se as diversas medidas nos blocos-padrão. Em seguida, deve-se observar se as medidas obtidas no relógio correspondem às dos blocos, conforme Figura 2. São encontrados também calibradores específicos para relógios comparadores.

Observação: Antes de tocar na peça, o ponteiro do relógio comparador fica em uma posição anterior a zero. Assim, ao iniciar uma medida, deve-se dar uma pré-carga para o ajuste do zero. Colocar o relógio sempre numa posição perpendicular em relação à peça, para não incorrer em erros de medida.

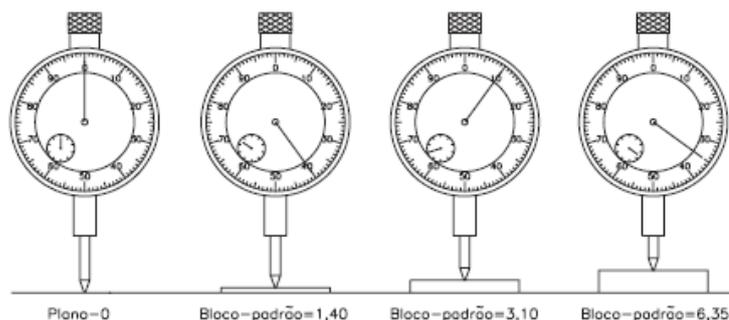


Figura 2 – Blocos de teste

#### 3.1 Calibração

##### ✓ MÉTODO

Determinação do erro de indicação total, máximo crescente, máximo decrescente e erro de retorno, através de comparação direta com um padrão.

##### ✓ MEIOS

- Pessoal: Técnico com conhecimento em Metrologia.
- Ambiente: Sala de Metrologia com temperatura controlada em  $20 \pm 1$  °C.
- Padrões: Calibrador de Relógios Comparadores
- Aparelhagem: Acessórios para Banca de Medição Trimos, Lupa.

### ✓ **PREPARAÇÃO**

Assegurar-se que:

- O instrumento a calibrar encontra-se na sala de Metrologia.
- O padrão não se encontra com a calibração vencida.
- A sala esteja dentro dos parâmetros de aclimatação.
- Efetuar limpeza, exame visual e um ensaio de bom funcionamento do instrumento.
- Que o comparador a calibrar, esteja montado rigidamente.

### ✓ **REPETITIVIDADE**

Os ensaios de repetitividade devem ser executados cinco vezes para cada ponto controlado. Tais ensaios devem ser executados no início, no meio e no fim do curso da haste móvel.

Calcular a diferença entre o máximo e o mínimo valor lido em cada série.

### ✓ **ERRO DE RETORNO**

É a máxima diferença algébrica entre os erros de indicação encontrados para os movimentos de entrada e saída da haste móvel, referente ao mesmo ponto da escala.

## **4. Princípio de Funcionamento**

Em alguns modelos, a escala dos relógios se apresenta perpendicularmente em relação a ponta de contato (vertical). E, caso apresentem um curso que implique mais de uma volta, os relógios comparadores possuem, além do ponteiro normal, outro menor, denominado contador de voltas do ponteiro principal.

Alguns relógios trazem limitadores de tolerância. Esses limitadores são móveis, podendo ser ajustados nos valores máximo e mínimo permitidos para a peça que será medida.

Existem ainda os acessórios especiais que se adaptam aos relógios comparadores. Sua finalidade é possibilitar controle em série de peças, medições especiais de superfícies verticais, de profundidade, de espessuras de chapas etc.

Simplificando o funcionamento:

A resolução está ligada ao grau de ampliação do deslocamento da ponta;

Uma volta completa ( $360^\circ$ ) corresponde a certo movimento do fuso;  
Esta volta é subdividida em frações iguais (valor de leitura do relógio);

Por exemplo, Relógio centesimal (0,01 mm):

- 1 mm de deslocamento do fuso = 1 volta do ponteiro (o mostrador é dividido em 100 partes iguais)

- Portanto, cada divisão = 0,01 mm

**Obs.:** ponteiro menor = contador de voltas (para deslocamento do fuso maior que 1 mm)

#### 4.1 Mecanismos de amplificação

Os sistemas usados nos mecanismos de amplificação são por engrenagem, por alavanca e mista.

##### 4.1.1 Amplificação por engrenagem

Os instrumentos mais comuns para medição por comparação possuem sistema de amplificação por engrenagens. As diferenças de grandeza que acionam o ponto de contato são amplificadas mecanicamente. A ponta de contato move o fuso que possui uma cremalheira, que aciona um trem de engrenagens que, por sua vez, aciona um ponteiro indicador no mostrador, conforme Figura 3.

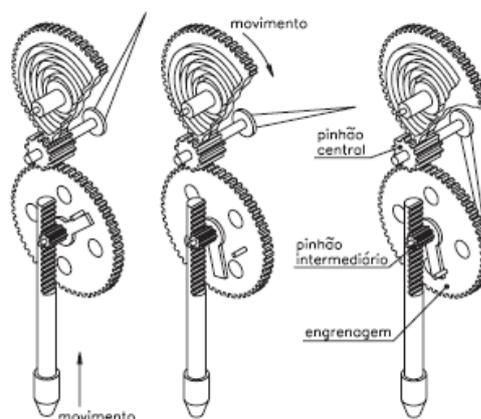


Figura 3 – Amplificação por engrenagem

Nos comparadores mais utilizados, uma volta completa do ponteiro corresponde a um deslocamento de 1 mm da ponta de contato. Como o mostrador contém 100 divisões, cada divisão equivale a 0,01 mm, conforme Figura 4

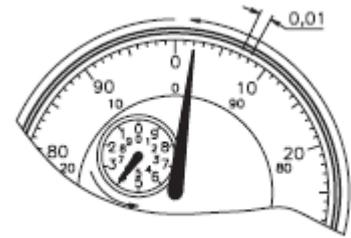


Figura 4

#### 4.1.2 Amplificação por alavanca

O princípio da alavanca aplica-se a aparelhos simples, chamados indicadores com alavancas, cuja capacidade de medição é limitada pela pequena amplitude do sistema basculante.

Assim, temos:

relação de amplificação =  $\frac{\text{comprimento do ponteiro (a)}}{\text{distância entre os cutelos (b)}}$

Durante a medição, a haste que suporta o cutelo móvel desliza, a despeito do esforço em contrário produzido pela mola de contato. O ponteiro-alavanca, mantido em contato com os dois cutelos pela mola de chamada, gira em frente à graduação. A figura 5 representa a montagem clássica de um aparelho com capacidade de  $\pm 0,06$  mm e leitura de 0,002 mm por divisão.

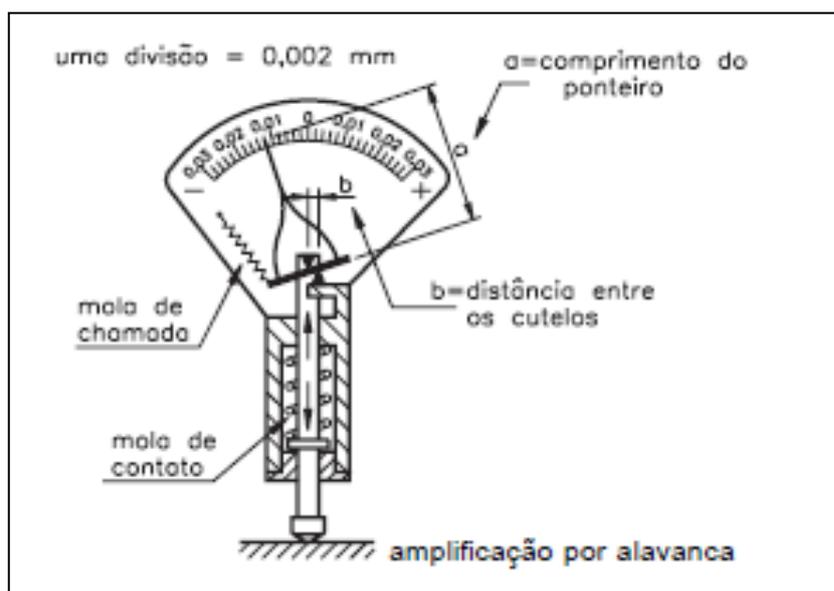


Figura 5 – Amplificação por alavanca

### 4.1.3 Amplificação Mista

É o resultado da combinação entre alavanca e engrenagem. Permite levar a sensibilidade até 0,001 mm, sem reduzir a capacidade de medição.

## 4.2. Tipos de Medições

### 4.2.1 Medição Direta

Por definição, medição (ou indicação) direta é quando o valor de grandeza desejado é lido diretamente no dispositivo mostrador do instrumento de medição. Por exemplo, quando determinamos uma dimensão linear com um paquímetro, a leitura que obtemos na escala e nônio dele, desconsiderando os erros, é a medida efetiva do objeto que estamos submetendo à medição.

Utilizamos o Relógio Comparador nesta modalidade de medição em conjunto com desempenos e/ou suportes para medir a espessura de chapas, por exemplo, dentre outras medidas relativamente pequenas.

#### ➤ **Leitura Direta:**

- O instrumento é afixado em um suporte que trabalha em conjunto com um desempeno;
- Encoste a ponta de contato no desempeno e aplique a chamada pré-carga;
- Gire o mostrador até que o traço com o zero (0) fique alinhado com o ponteiro;
- Leia a condição inicial dos ponteiros, comparando com o mostrador;
- Levante o fuso até que haja espaço para a entrada do objeto da medição;
- Com cuidado, retorne o fuso, até que ele toque no objeto da medição;
- Leia o ponteiro com contador de voltas (mostrador pequeno) subtraindo o número de espaços entre os traços que ele varreu:
  - \*  $7-0 = 7$  mm (Veja que o ponteiro estava perfeitamente alinhado com o zero no início e depois passou a linha sete. Isto significa que há uma parte centesimal a ser apreciada);
- Leia o ponteiro principal para determinar os centésimos:

\* Ele varreu 7 linhas com número (0,1 mm cada) e uma linha curta quando saiu do zero e parou na última volta, assim:  $7 \times 0,1 \text{ mm} + 1 \times 0,01 \text{ mm} = 0,71 \text{ mm}$ .

- Some os resultados:

\*  $7 \text{ mm} + 0,71 \text{ mm} = 7,71 \text{ mm}$ , que é a dimensão do objeto que está sendo medido.

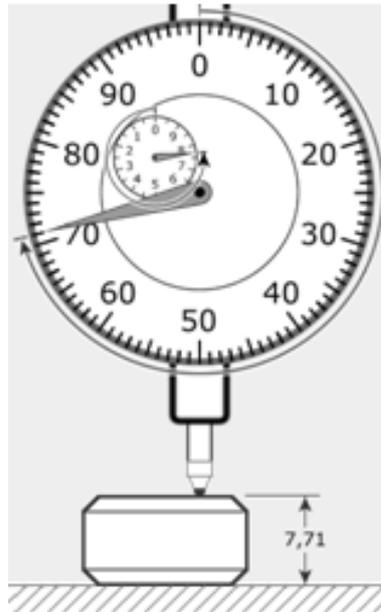


Figura 6 – Exemplo de Leitura Direta

#### 4.2.2 Medição Indireta

Esta medição acontece quando o valor lido no dispositivo mostrador do instrumento não é o valor da grandeza mensurando. Exemplo: Quando utiliza-se um barômetro ou mede-se a sombra para determinar a altura de um edifício.

Uma possibilidade de utilização do Relógio Comparador é calcular a diferença entre a dimensão de um padrão e a do mensurando.

**Dimensão da peça = Dimensão do padrão  $\pm$  Valor lido no instrumento**

Zera-se o instrumento com um padrão cuja dimensão é conhecida e se estabelece a diferença entre ela e a do objeto que está submetido à medição, algebricamente.

➤ **Leitura Indireta:**

- O instrumento é afixado em um suporte que trabalha em conjunto com um desempenho;
- Encoste a ponta de contato no padrão e aplique a pré-carga;
- Gire o mostrador até que o traço com o zero (0) fique alinhado com o ponteiro;
- Leia a condição inicial dos ponteiros;
- Com cuidado, levante o fuso, retire o padrão e coloque o objeto da medição;
- Com o mesmo cuidado, retorne o fuso, até que toque no objeto da medição;
- Leia o ponteiro com contador de voltas (mostrador pequeno) subtraindo o número de espaços entre os traços que ele varreu:
- \*  $10-8$  (Ele se movimentou no sentido contrário ao da contagem) = 2mm;
- Leia o ponteiro principal para determinar os centésimos:
- \* Ele varreu 2 linhas com número (0,1 mm cada) e 9 linhas curta quando saiu do zero e parou na última volta, assim:  $2 \times 0,1\text{mm} + 1 \times 0,09\text{mm} = 0,29\text{mm}$ .
- Some os resultados:
- \*  $2\text{mm} + 0,29\text{mm} = 2,71\text{mm}$
- Subtraia este resultado do valor da dimensão aferida do padrão:
- \*  $10\text{mm} - 2,29\text{mm} = 7,71\text{mm}$

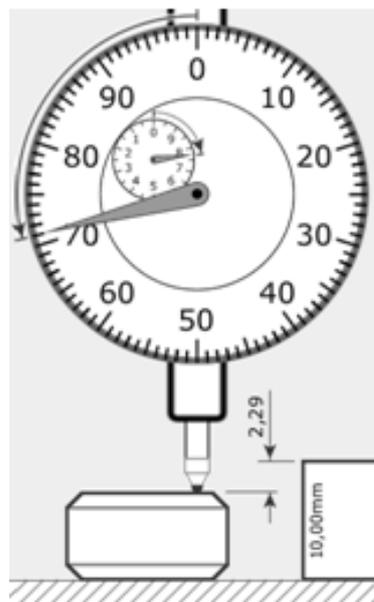


Figura 7 – Exemplo de Leitura Indireta

## 5. Tipos mais utilizados

### 5.1 Relógio Comparador mecânico

Para relógios comparadores com escala circular, o ponto zero deve ser ajustado com a máxima exatidão possível para iniciar a medição.

Para a calibração, definimos o valor na escala circular do relógio comparador. O desvio de posição deve ser lido no instrumento calibrador, normalmente um de melhor exatidão. Deve se estimar os eventuais valores de fração do intervalo de leitura. Repetitividade é obtida a partir de um ponto arbitrário da medição.

No mínimo 5 medições devem ser executadas, onde a diferença entre elas não devem ser maior do que o valor indicado nas especificações DIN.



Figura 8 – Relógio Comparador Mecânico

### 5.2 Relógio Comparador digital

Relógios comparadores digitais são calibrados de forma semelhante a um relógio comparador mecânico, mas com algumas diferenças:

- Valores fixos (valores nominais) são ajustados no indicador do calibrador e o valor do desvio lido no relógio comparador digital. O desvio obtido em relação ao valor ajustado é utilizado para

determinar o diagrama.

- Direção de ensaio: no sentido de avanço.
- Exatidão:  $\pm 1$  dígito.



Figura 9 – Relógio Comparador Digital

➤ **Exatidão:**

- Os desvios de medição não devem exceder aos erros de amplitude permitidos. Se o valor do desvio de um instrumento é menor ou igual ao erro de amplitude permitido, o instrumento encontra-se conforme a norma requerida.

### 5.3 Relógio Comparador Multifunções

Único relógio comparador digital multi-funções do mundo, com escala absoluta e com saída de dados. O ponto zero é ajustado apenas uma vez e é memorizado até a próxima troca de bateria.

Exatidão da medição inalterada até mesmo em altas velocidades.

Possui Modo 1 (O valor da medida atual com indicação gráfica da posição de tolerância) e Modo 2 (O indicador gráfico da posição de tolerância é visível por completo no visor).



Figura 10 – Relógio comparador multifunções

### 5.4 Relógio Comparador Design Fino

Relógio comparador digital com escala capacitiva absoluta, com saída de dados. O ponto zero é ajustado uma vez apenas e é memorizado até a próxima troca de bateria. Exatidão da medição é inalterada até mesmo em altas velocidades. Caracteres grandes no visor para fácil leitura. Modelo econômico de design simples e fino. Ideal para ser instalado em dispositivos de medição por apresentar um formato compacto e grande autonomia.



Figura 11 – Relógio Comparador design fino

## 5.5 Relógio Comparador de Uma Volta

Ideal para evitar erros de leitura procedentes de contagem de múltiplas voltas.

Instrumento econômico, pode ser usado nos Comparadores de Diâmetro Interno.

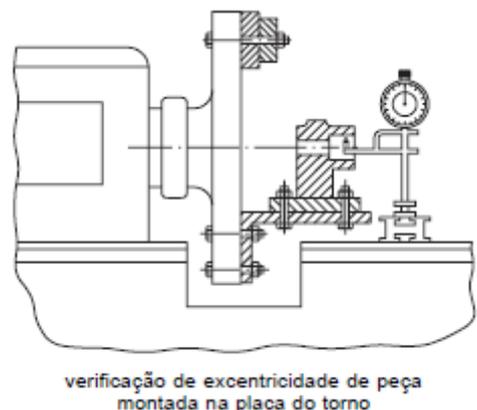
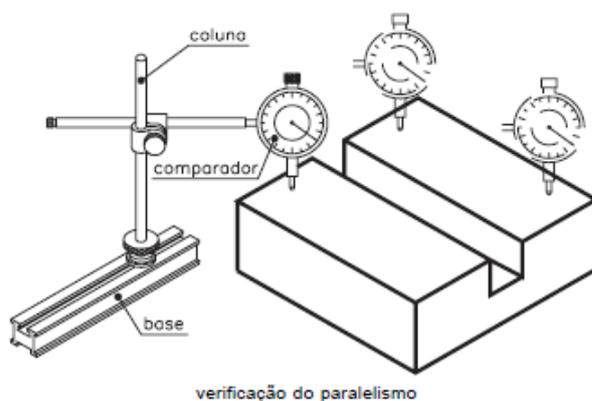
Nos relógios convencionais há necessidade de considerar o número de voltas indicada pelo mostrador pequeno, o que pode provocar erro de leitura, já com este relógio não poderá confundir o que está “Dentro de tolerância” ou “Fora de tolerância”.

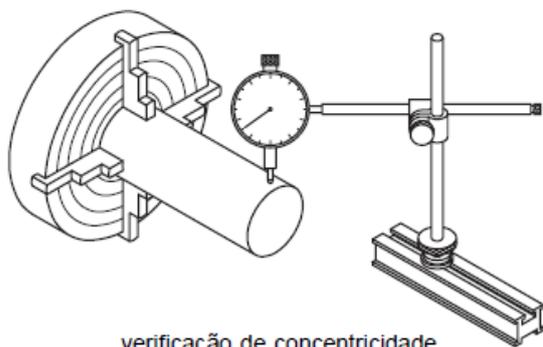


Figura 12 – Relógio comparador de uma volta

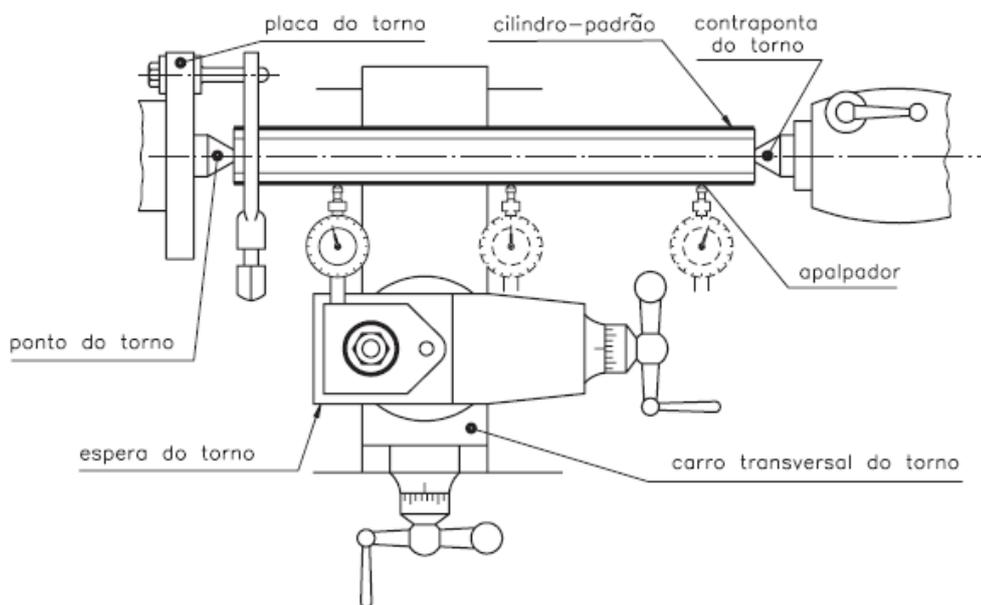
## 6. Aplicação

Dentre as aplicações do relógio comparador, as mais conhecidas são:

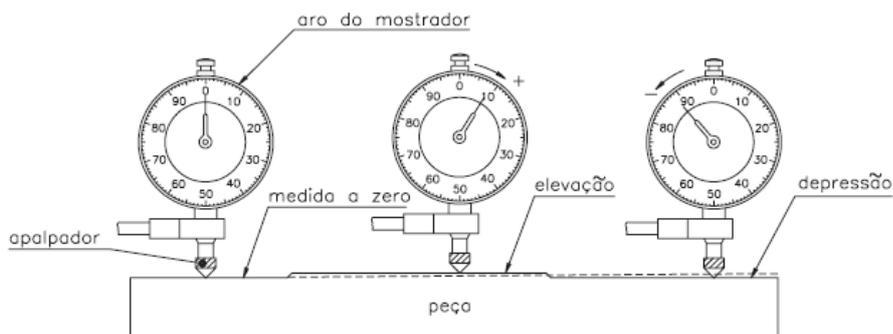




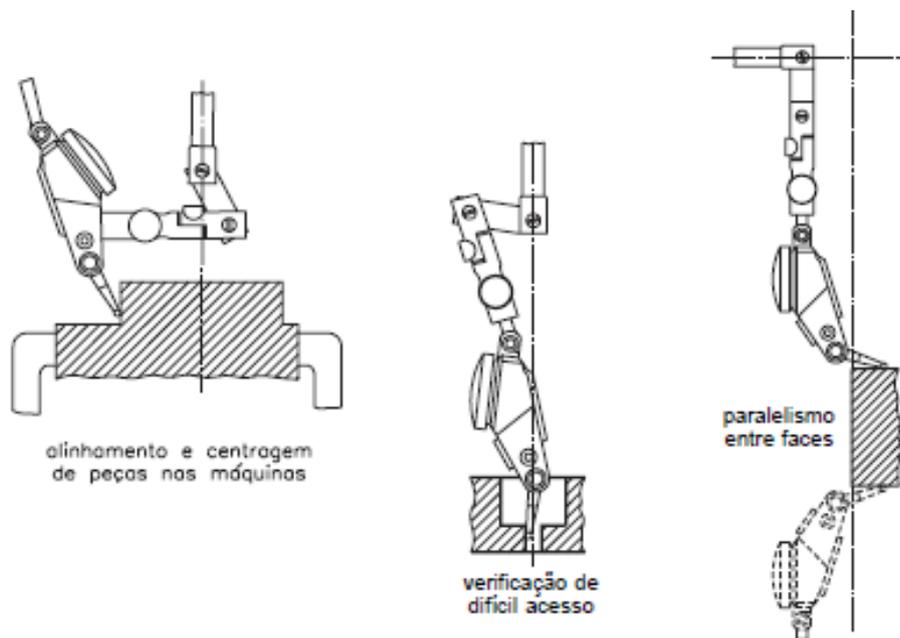
verificação de concentricidade



verificação do alinhamento das pontas de um torno



verificação de superfícies planas



## 7. Recomendações e Cuidados

Para que as medições realizadas apresentem resultados confiáveis, é necessário tomar alguns cuidados:

- Selecione o relógio comparador mais adequado para atender plenamente os requerimentos de medição pretendido (tamanho, curso, leitura e tipo);
- Calibre o relógio comparador num laboratório autorizado;
- Não exponha o instrumento diretamente à luz do sol;
- Evite o erro de paralaxe olhando o mostrador do relógio na posição frontal;
- Lembre-se que deve olhar primeiramente o ponteiro menor (contador de voltas) e a seguir, o maior.
- Use base rígida para montar o relógio e procure sempre deixá-lo o mais próximo possível da coluna e da base. Isso evitará erros devido à flexão do suporte;
- Proteja o relógio ao guardar por longos períodos. Usando um pano macio embebido em óleo fino anti-ferrugem, aplique suavemente uma camada bem fina e uniforme em todas as faces, exceto no visor, fuso e pontas de metal duro;
- Selecione a ponta de contato que melhor se adapte ao lugar da medição;
- Substitua oportunamente a ponta gasta;
- Não levante o fuso com a mão, use a alavanca apropriada. Isso evitará sujeiras e a possibilidade de alterar a posição do relógio;

## **8. Conclusão**

Com a pesquisa realizada, pode-se perceber que o relógio comparador, independente do tipo, é de extrema importância para o setor mecânico, onde se mede diâmetros e comprimentos de furos, superfícies planas o com desnivelamento entre outras funções. Pode-se concluir também que para esse tipo de instrumento de medição é necessários certos cuidados no momento de sua calibração de acordo com a NORMA NBR 6388/1983.

## **9. Referências**

Pesquisa online: Acesso em Maio de 2014

[http://www.fatecsorocaba.edu.br/principal/pesquisas/metrologia/apostilas/apostila\\_meditadores\\_de\\_deslocamento-relogios\\_comparadores.pdf](http://www.fatecsorocaba.edu.br/principal/pesquisas/metrologia/apostilas/apostila_meditadores_de_deslocamento-relogios_comparadores.pdf)

[http://www.albertoferes.com.br/menu\\_esquerdo/downloads/mecanica/Metrologia%20A15.pdf](http://www.albertoferes.com.br/menu_esquerdo/downloads/mecanica/Metrologia%20A15.pdf)

<http://www.edsolique.com/metrologia/relogio-comparador/>

[http://www.labmetro.ufsc.br/Disciplinas/EMC5236/Relogio\\_comparador.pdf](http://www.labmetro.ufsc.br/Disciplinas/EMC5236/Relogio_comparador.pdf)

[http://www.labmetro.ufsc.br/Disciplinas/EMC5236/Relogio\\_comparador.pdf](http://www.labmetro.ufsc.br/Disciplinas/EMC5236/Relogio_comparador.pdf)