



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG  
Paper CREEM2010-FP-09

## CALIBRAÇÃO DE RELÓGIO COMPARADOR COM MÁQUINA UNIVERSAL

**Monique Alves Franco de Moraes, Cláudio Costa Souza, Lucas Lopes Lemos, Rosenda Valdés  
Arecibia**

UFU, Universidade Federal de Uberlândia.  
Campus Santa Mônica - Bairro Santa Mônica - CEP 38400-902 - Uberlândia - Minas Gerais.  
E-mail para correspondência: monique\_afm@hotmail.com

### Introdução

Atualmente, os relógios comparadores representam uma importante categoria de instrumentos de medição, sendo frequentemente utilizados para avaliação dos desvios de planeza, circularidade, cilindridade, batida radial e axial com bastante eficácia. Porém, para que os resultados dessas medições sejam rastreáveis aos padrões é imprescindível que o relógio comparador esteja calibrado. A calibração dos relógios comparadores não é uma tarefa fácil, pois requer equipamentos com elevada exatidão e um operador altamente capacitado.

### Objetivo

Este trabalho tem como objetivo adaptar a Máquina Universal de Medição de Comprimentos para calibrar relógios comparadores e efetuar a calibração utilizando um procedimento normalizado.

### Fundamentos Teóricos

Apesar da grande variedade de relógios comparadores que o mercado coloca a disposição, os comparadores de amplificação mecânica são os mais comuns. O princípio de funcionamento dos mesmos é baseado em um conjunto de engrenagens e cremalheira-pinhão que amplifica o movimento linear da haste e o converte em movimento angular de um ponteiro. Tal característica construtiva torna os relógios comparadores susceptíveis a um erro de medição conhecido como histerese. A histerese pode ser avaliada por meio da calibração do instrumento.

A NBR 6388 (1983) regulamenta o procedimento necessário para a calibração dos relógios comparadores com resolução de 0,01 mm. Este procedimento envolve a determinação do erro de indicação, da histerese. O erro de indicação é avaliado a partir de leituras realizadas em pontos adequadamente espaçados que representem todo o curso útil do instrumento. É recomendável realizar uma leitura para cada décimo de volta nos sentidos crescente e decrescente, possibilitando assim a análise da histerese do equipamento.

A NBR ISO/IEC 17025 estabelece que todo resultado de uma calibração deve estar acompanhado de um parâmetro que represente a qualidade a ele associada, isto é, da incerteza de medição.

### Metodologia

O relógio comparador calibrado apresenta resolução de 0,01mm e faixa nominal de 10 mm. Para calibração do mesmo foram utilizados: um cabeçote micrométrico, uma Máquina Universal para Medição de Comprimentos com resolução de 0,2  $\mu$ m e faixa de indicação de 100 mm e uma base magnética (Figura 1).

A calibração foi efetuada no Laboratório de Metrologia Dimensional da FEMEC/UFU à temperatura de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ . Para adaptar a máquina universal à calibração pretendida foi necessário projetar e fabricar um dispositivo de medição. De posse de todos os instrumentos e dispositivos se procedeu a limpeza e montagem dos mesmos. Antes da calibração foram aguardadas 12 horas para atingir o equilíbrio térmico com o ambiente. A temperatura ambiente foi monitorada com um termo-higrômetro digital de resolução 0,1  $^\circ\text{C}$ .

Para verificação do erro de indicação o eixo móvel da Máquina Universal foi deslocado por meio do cabeçote micrométrico, garantindo um movimento suave e em sentido único. Foram selecionados 10 pontos da faixa de indicação da máquina universal para se obter a deflexão do ponteiro do relógio comparador e verificar os correspondentes valores indicados por este instrumento. Foram avaliados ambos os sentidos de

medição e anotadas as indicações do relógio para 5 ciclos de medição. Em seguida, o erro de indicação e a histerese foram estimados e a curva de erros traçada. Finalmente, a incerteza foi calculada.



Figura 1 – Montagem realizada para a calibração do relógio comparador.

## Resultados e Discussões

A seguir é apresentada a curva de erros da calibração do relógio comparador (Figura 2).

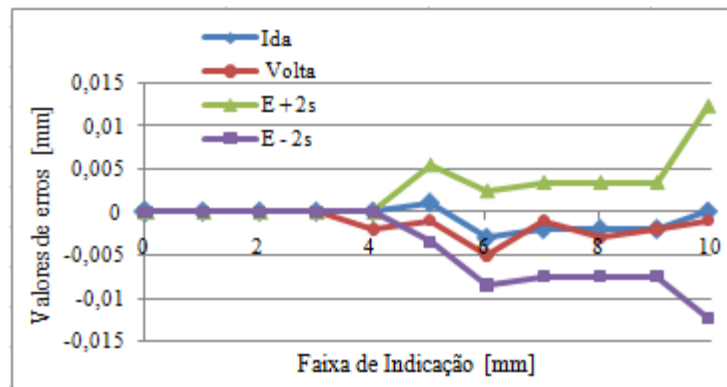


Figura 2 – Curva de calibração do relógio comparador.

Analisando o gráfico, é possível observar que o erro de indicação do relógio atinge valores pequenos da ordem de  $-3$  e  $-5 \mu\text{m}$  para os sentidos de ida e de volta, respectivamente. Assim sendo, o maior valor de histerese observado foi de  $2 \mu\text{m}$ , no intervalo entre o quinto e o sétimo ponto. Pode-se concluir que os erros observados estão dentro do especificado pela NBR 6388.

O máximo valor de incerteza associado à calibração foi observado no fim da faixa de utilização do relógio e assume valor de  $0,8 \mu\text{m}$  para  $k$  igual a  $2,10$  e probabilidade de abrangência de  $95,45 \%$ .

## Conclusões

Neste trabalho foi efetuada de forma simples a calibração de um relógio comparador com resolução de  $0,01 \text{ mm}$  utilizando uma máquina universal. A montagem experimental pode ser utilizada, também, para calibrar relógios com resolução de  $0,001 \text{ mm}$ .

## Agradecimentos

Oferecemos nossos sinceros agradecimentos à FAPEMIG e à PIBIC-UFU pelo apoio financeiro.

## Referências Bibliográficas

- ISO GUM. “Guia para Expressão da Incerteza de Medição”, INMETRO, Rio de Janeiro, 3ª Edição Brasileira, 2003.
- NBR 6388: “Relógios comparadores com leitura de  $0,01 \text{ mm}$ ”, 1987.
- NBR ISO/IEC 17025 “Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração”, Rio de Janeiro, 2001.
- SUGA, N. “Metrologia Dimensional: A Ciência da Medição”, São Paulo: Vox Editora, 2007.
- VIM “Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados” INMETRO, 1ª Edição Brasileira, Rio de Janeiro, 2009.