



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3203 – INTRODUÇÃO À MANUFATURA MECÂNICA

LABORATÓRIO DE MANUFATURA MECÂNICA

PROJETO Nº 2 - METROLOGIA

O presente projeto consiste na determinação de medidas lineares, angulares e erros geométricos. Para tanto, os grupos realizarão quatro experiências.

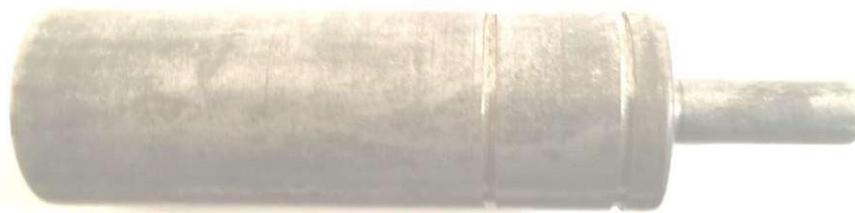
As instruções para a realização das experiências são descritas abaixo, com as instruções específicas para posicionar a peça, focalizar e executar as medições. Em cada uma das experiências deve-se atentar para o correto manuseio dos instrumentos e utilização do procedimento adequado.

Todos(as) os(as) alunos(as) do grupo deverão atuar no manuseio das peças e instrumentos, assim como participarem da execução do relatório.

Todos os valores medidos serão anotados para posteriormente serem apresentados no relatório. O relatório deverá seguir a orientação geral distribuída na primeira aula e as orientações específicas dadas abaixo. Independentemente da ordem de realização dos experimentos pelo seu grupo, apresente o relatório seguindo a ordem dos experimentos apresentada abaixo.

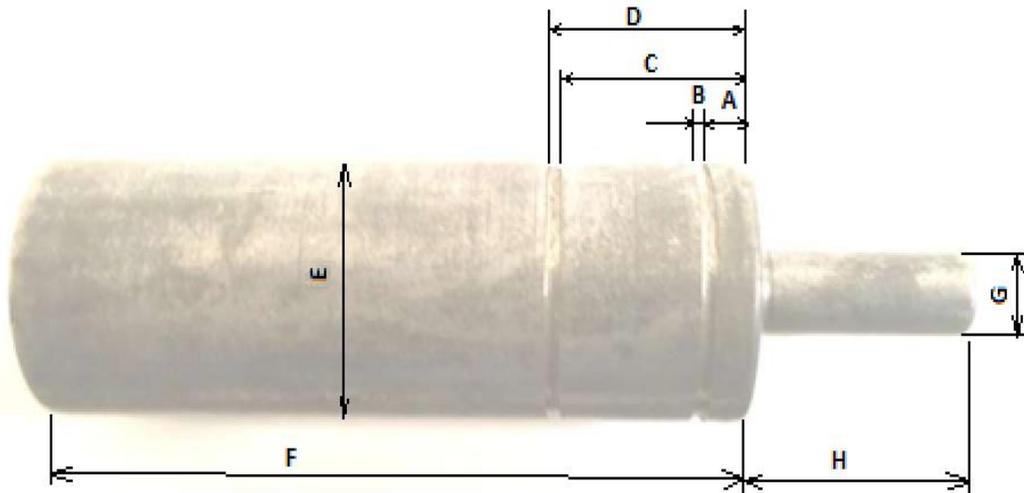
1. Determinação de Medidas Lineares

Nesta experiência o grupo deveria obter as dimensões da peça apresentada na foto abaixo. Os diâmetros das superfícies cilíndricas externas deveriam ser medidas com os micrômetros e as demais com o paquímetro. Deverão ser apresentadas tantas casas decimais quanto a precisão dos aparelhos permitirem. Para a anotação das medidas será feito uma indicação alfabética na peça para montagem de uma tabela com as respectivas medidas. O texto do arquivo anexo “PMR3203 - Lab-2-Metrologia-anexo.docx” descreve os principais equipamentos de medição utilizados na metrologia.



Procedimento:

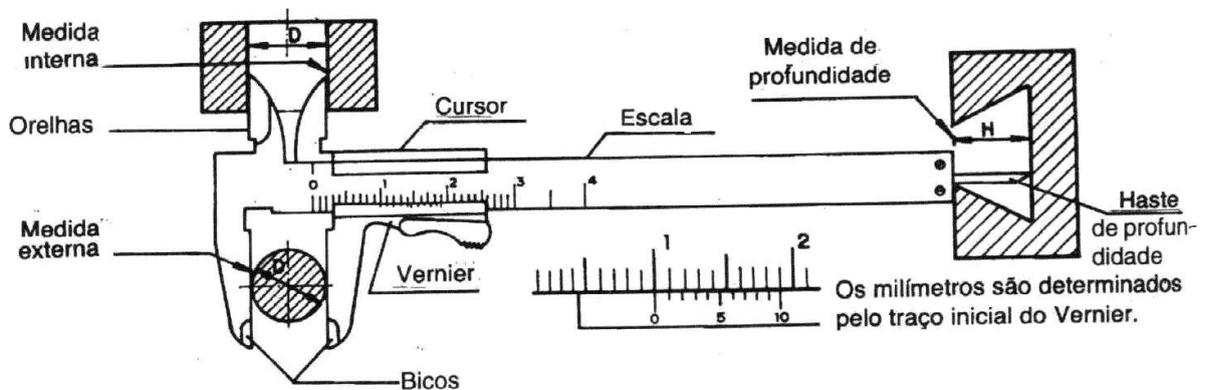
- i. Faça um esboço da peça, com vista de frente como na foto e o furo interno, e anote, da forma convencional, todas as medidas levantadas.
- ii. Utilize o paquímetro e o micrometro de acordo com as instruções de operação do instrumento selecionado (arquivo anexo).
- iii. No relatório, além de anexar a folha do esboço, faça um desenho detalhado, com todas as medidas, de acordo com o aprendido na disciplina do PCC.
- iv. Finalize o relatório apresentado as observações e conclusões do grupo.



| Letra cota | 1ª medida | 2ª medida | 3ª medida | Média |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| A | 5,00 | 5,05 | 4,95 | |
| B | 1,85 | | | |
| C | 28,05 | 28,00 | 28,10 | |
| D | 30,00 | 30,10 | 30,05 | |
| E | 35,05 | 35,05 | 35,00 | |
| F | 90,05 | 90,00 | 90,05 | |
| G micrometro | 9,015 | 9,000 | 9,010 | |
| H | 30,25 | 30,20 | 30,30 | |

As duas medidas de B faltantes deverão ser lidas no vernier abaixo.

Indicar ao lado da letra cota, qual a parte do paquímetro da figura abaixo é a mais indicada para realizar a medição.



Obs.: A peça a ser medida deve ficar numa posição tal que deixe o vernier do paquímetro perpendicular à sua visão para evitar erros de paralaxe.

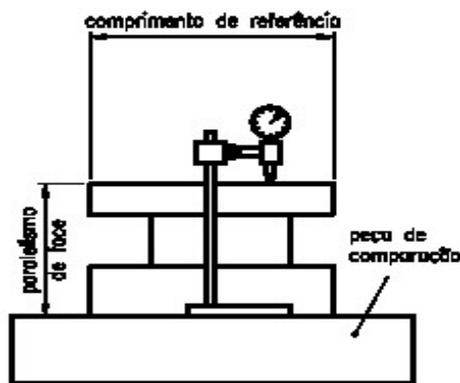
Para determinar as tolerâncias geométricas de forma a seguir, assistir ao video antes para melhor compreensão: <https://youtu.be/DYsWIZ53sME>

2. Tolerância de Planicidade



O símbolo significa que a distância entre dois planos paralelos que comportam todos os pontos da superfície paralela à referência "A" deve ser menor ou igual a 0,01 mm. A superfície de referência deve ser apoiada em um plano de referência (mesa de seno ou mesa de desempenho, parecido com a base do riscador de altura usada no experimento de bancada) e a superfície a ser verificada deve ser varrida pelo relógio comparador fixado a uma base que irá deslizar sobre a mesa de seno. A diferença entre a maior e a menor leitura corresponde à maior distância entre os planos paralelos. Este valor da diferença é o erro de planicidade, que no caso, deve ser menor que 0,01mm.

Utilizando a montagem disponível no laboratório, semelhante ao do desenho abaixo, o grupo deve avaliar o erro de planicidade das duas superfícies laterais ao rebaixo da peça apresentada na foto abaixo.

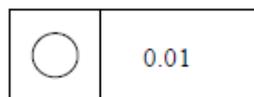


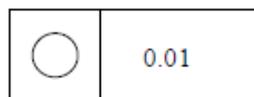
Procedimento:

- Posicione a peça sobre a mesa de desempenho ou mesa de seno, colocando a superfície de referência em contato com a mesa.
- Ajuste a altura do relógio comparador de forma que o mesmo opere na faixa de medição. Caso o grupo desloque muito ou pouco o apalpador, durante a varredura da peça, o apalpador poderá perder o contato com a superfície ou atingir o fundo de escala do relógio, em ambos os casos a medida estará errada. (nessa medida foi dado duas voltas no contador de voltas do relógio comparador para evitar esse tipo de erro)
- Varra a superfície da peça a ser verificada deslocando a base do relógio comparador (não desloque a peça, para não perder a referência) e anote o maior e o menor valor medidos. Pegar o valor da maior variação na figura do relógio comparador abaixo.
- No relatório apresente esboço da peça, conceito de tolerância de paralelismo, procedimento de medição, valores medidos, valor calculado (erro de paralelismo) e conclusão (comparação entre a tolerância especificada e o erro determinado).

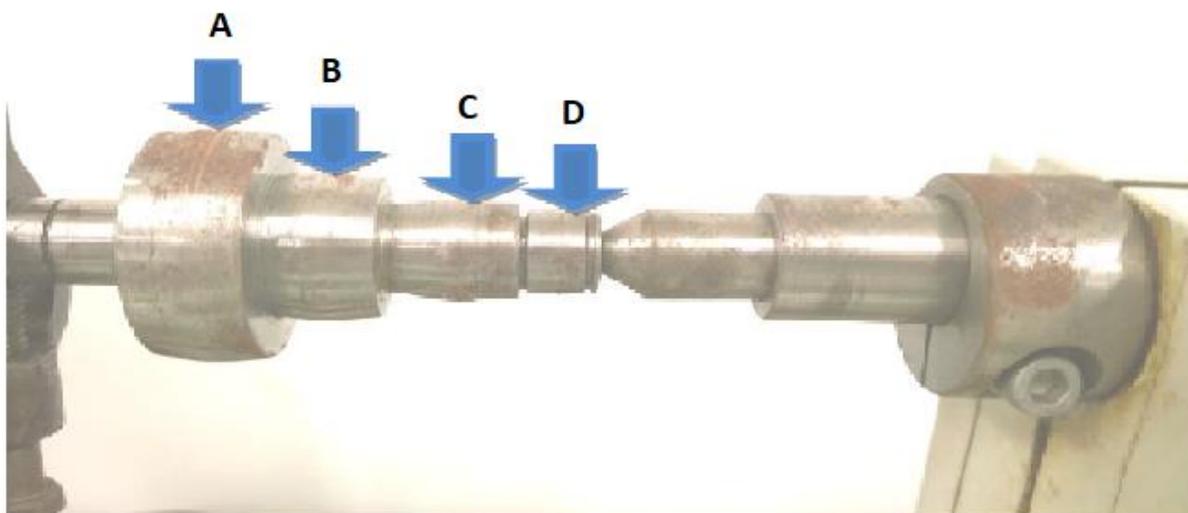


3. Tolerância de Circularidade



O símbolo  significa que a distância radial entre dois círculos concêntricos que englobam todos os pontos da seção deve ser menor ou igual a 0,01mm. A circularidade pode ser verificada centrando-se a seção circular a ser medida e a seguir posiciona-se um relógio comparador sobre a superfície e gira-se a peça, a diferença entre o maior e menor valor indicados é a distância radial entre o maior e o menor círculo concêntrico.

Utilizando o sistema disponível no laboratório, já montado com a peça mostrada na foto abaixo, o grupo deve avaliar os erros de circularidade das quatro superfícies indicadas pelas setas.

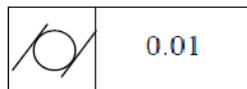


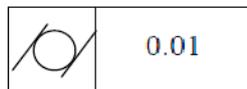
Na tabela seguinte estão colocadas as maiores variações (diferença entre a maior e a menor leitura feita no relógio comparador por volta da peça:

| Superfície | 1ª volta | 2ª volta | 3ª volta | Média |
|----------------|----------|----------|----------|-------|
| A ϕ 30,00 | 0,005 | 0,007 | 0,006 | |
| B ϕ 20,00 | 0,008 | 0,012 | 0,009 | |
| C ϕ 15,00 | 0,009 | 0,011 | 0,012 | |
| D ϕ 10,00 | 0,007 | 0,008 | 0,007 | |

Obs.: A fixação do relógio comparador sobre a superfície em análise foi feita com muito cuidado, de forma a manter a direção da haste de medição do relógio comparador perpendicular à superfície, numa direção radial ao eixo de simetria, e a haste de medição foi pressionada na superfície até o ponteiro de medição dar duas voltas no relógio comparador, para garantir a medição na posição máxima e mínima da superfície.

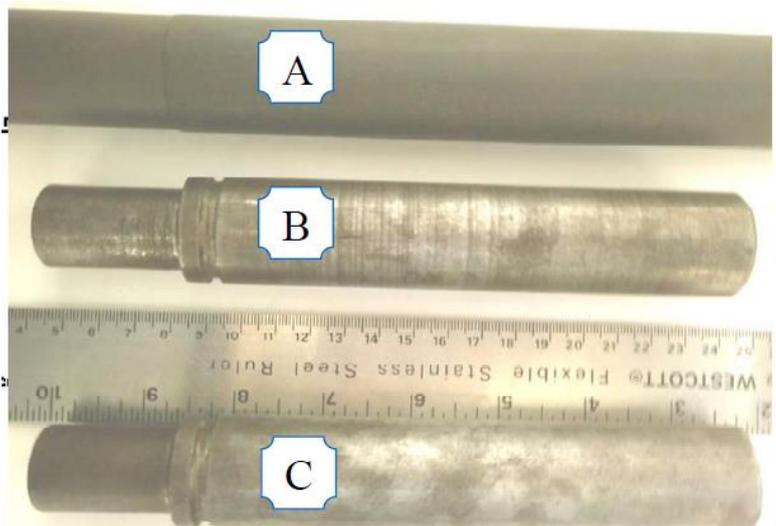
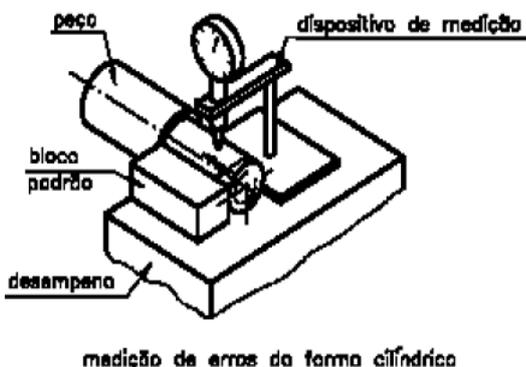
4. Tolerância de Cilindricidade



O Símbolo  representa a tolerância de cilindridade e significa que a distância radial entre dois cilindros perfeitos, concêntricos entre si e concêntrico à peça, cujo maior cilindro tangencia a superfície da peça no seu maior raio e o menor cilindro tangencia a peça no seu menor raio, deve ser menor ou igual a 0,01 mm. A inspeção da cilindridade pode ser feita centrando-se a peça e deslocando-se o relógio comparador sobre a superfície da peça em trajetória cilíndrica que pode ser obtida pelo giro da peça com deslocamento simultâneo do relógio em direção paralela a linha de centro da peça (movimento de hélice). A diferença entre o menor e maior valor indicados no relógio comparador pode ser menor que a tolerância especificada.

Outros procedimentos e equipamentos podem ser empregados, sendo que as máquinas de medição de coordenadas são especialmente úteis na verificação deste tipo de tolerância.

Utilizando a montagem disponível no laboratório, semelhante ao do desenho abaixo, o grupo deve avaliar o erro de cilindridade das três peças (A: laminada, B: torneada e C: retificada) apresentadas na foto abaixo:



Procedimento:

- i. A peça foi posicionada uma por vez, apoiando-a sobre o desampeno e o bloco padrão.
- ii. Fixei o relógio comparador com a haste perpendicular à superfície da peça e ajustei a altura do relógio comparador de forma que o mesmo operasse na faixa de medição.
- iii. Varri a superfície da peça a ser verificada girando e puxando a peça mantendo sempre o contato da mesma com o desampeno e o bloco padrão. Foi anotado o maior e o menor valor medidos.

iv. No relatório apresente o esboço da peça, conceito de tolerância de cilíndricidade, procedimento de medição, valores medidos, valor calculado (erro de cilíndricidade) e conclusão (comparação entre a tolerância especificada e o erro determinado).

Os desvios máximos obtidos no escaneamento em hélice (três escaneamentos para cada peça) estão listados na tabela abaixo.

| Peça | 1ª hélice | 2ª hélice | 3ª hélice | Média |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| A - Laminada | 0,053 | 0,074 | 0,027 | |
| B - Torneada | 0,011 | 0,008 | 0,028 | |
| C - Retificada | 0,004 | 0,007 | 0,005 | |

Com referência às tolerâncias de forma obtidas, quais conclusões podem ser obtidas com relação aos processos de obtenção da peça cilíndrica?