



1. OBJETIVO

Este procedimento tem como objetivo descrever um processo de medição de tolerâncias geométricas com a utilização de instrumentos básicos de medição.

Com este procedimento podem ser medidos os desvios de: perpendicularidade, paralelismo, concentricidade, cilindridade, batimento circular radial e batimento circular axial.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Portaria N° 29 de 1995 do INMETRO - Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM)

- Norma ABNT NBR 6409 – Tolerâncias geométricas – Tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento – Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenho.

3. TERMINOLOGIA

São adotadas as definições do VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia.

4. INSTRUMENTOS

- Desempeno;
- Relógio comparador com resolução de 0,001 mm;
- Relógio apalpador com resolução de 0,002 mm;
- Esquadro padrão;
- Paquímetro com resolução de 0,01 mm ou 0,02 mm.

5. DESVIOS A SEREM VERIFICADOS

- perpendicularidade;
- paralelismo;
- concentricidade;
- cilindridade;
- batimento circular radial;
- batimento circular axial.

6. ROTEIRO DE AVALIAÇÃO

6.1 Preparação

Limpeza: Utilizar benzina, éter ou álcool isopropílico, tecido de popeline branco, guardanapo de papel ou papel toalha, escova e luvas de látex. Devem ser limpos a peça e os instrumentos a serem empregados nessa verificação.

Exame visual: Utilizar luvas de látex para manusear as peças. O exame da peça consiste em fazer um controle visual, verificando oxidações ou danos/amassamentos/batidas que comprometam a verificação. Verificar se a peça possui rebarbas, oxidações, se os cantos vivos não se encontram amassados ou quebrados. Anotar no registro de medição as condições da peça medida.

Estabilização da temperatura: Colocar as peças a serem medidas juntamente com os padrões sobre a mesa de medição para estabilização da temperatura. A temperatura do ambiente, das peças e dos instrumentos empregados, deve ser de $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e verificada com um termômetro de resolução máxima 1,0 $^\circ\text{C}$.

Verificação da calibração dos padrões: os padrões e instrumentos utilizados devem estar calibrados garantindo rastreabilidade a padrões nacionais, e dentro do prazo de validade da calibração. Anotar os dados dos padrões e instrumentos e dos seus certificados de calibração no relatório de calibração.

6.2 Procedimento de medição do desvio de perpendicularidade

Uma tolerância de perpendicularidade define uma zona formada por dois planos paralelos, duas linhas paralelas ou por um cilindro perpendicular a uma referência. A perpendicularidade é um controle de orientação sendo necessário sempre definir uma referência.

A figura 1 mostra a medição do desvio de perpendicularidade entre duas superfícies, uma delas recebe a indicação de tolerância e a outra é considerada o elemento de referência, geometricamente perfeito. A superfície de referência fica apoiada contra a superfície lateral do esquadro padrão, sem que haja contato entre a peça e a superfície do desempenho – use um apoio cônico para evitar o contato. Prenda a peça no esquadro de modo que a mesma não possa ser movimentada durante a verificação. Faça a zeragem do relógio comparador sobre a superfície tolerada e movimente-o em todas as direções. O desvio de perpendicularidade corresponde a amplitude máxima registrada pelo relógio comparador durante a verificação.

Anote no registro de resultados (Anexo 1) a leitura máxima, a leitura mínima e o cálculo do desvio.

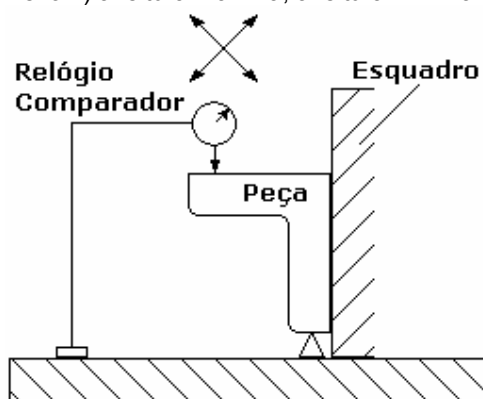


Figura 1 – Controle do desvio de perpendicularidade

6.3 Procedimento de medição do desvio de paralelismo

Uma tolerância de paralelismo define uma zona formada por dois planos paralelos, duas linhas paralelas ou por um cilindro paralelo a uma referência. Por ser uma tolerância de orientação, o paralelismo necessita que seja especificada uma referência.

A figura 2 mostra um exemplo de medição do desvio de paralelismo de uma superfície em relação a uma superfície de referência. Na figura podemos observar que a superfície de referência está apoiada sobre a mesa do desempenho que, estando em condições, estabelece um plano de referência. A verificação consiste em movimentar o relógio comparador sobre a superfície tolerada, em várias direções. O desvio de paralelismo corresponde à amplitude máxima registrada pelo relógio comparador durante a verificação.

Anote no registro de resultados (Anexo 1) a leitura máxima, a leitura mínima e o cálculo do desvio.



Figura 2 - Controle do desvio de paralelismo

6.4 Procedimento de medição do desvio de concentricidade

A tolerância de concentricidade cria uma zona de tolerância circular, limitada por um círculo de diâmetro “t”, onde o centro de referência deve estar contido.

A medição da espessura da parede da peça (figura 3) deve ser feita com um paquímetro em várias posições. O desvio de concentricidade é igual a metade da diferença entre a maior e a menor espessura encontrada e que não pode ser superior ao valor indicado no quadro da tolerância.

Anote no registro de resultados (Anexo 1) a espessura máxima, a espessura mínima e o cálculo do desvio.



Figura 3 - Controle do desvio de concentricidade

6.5 Procedimento de medição do desvio de cilindridade

A tolerância de cilindridade especifica uma zona de tolerância limitada por dois cilindros concêntricos dentro da qual a superfície controlada deve ficar. O valor da tolerância corresponde à distância radial entre os dois cilindros. A tolerância de cilindridade compreende desvios de forma ao longo da seção longitudinal do cilindro, que incluem erros de conicidade, concavidade e convexidade.

Conforme a figura 4, verifica-se os desvios de cilindridade pela medição de várias seções transversais da peça com o uso de um relógio comparador. Inicialmente mantém-se a peça encostada em um suporte em L e gira-se a peça, após repete-se esta operação para no mínimo outras duas seções do cilindro. Importante

ressaltar que se realiza a zeragem do instrumento somente no início da medição da primeira seção, servindo esta de referência para toda a medição.

O desvio de cilindridade é igual a metade da amplitude registrada pelo relógio comparador ao longo das medições e que não pode ser superior ao valor indicado no quadro da tolerância.

Anote no registro de resultados (Anexo 1) a leitura máxima, a leitura mínima e o cálculo do desvio.

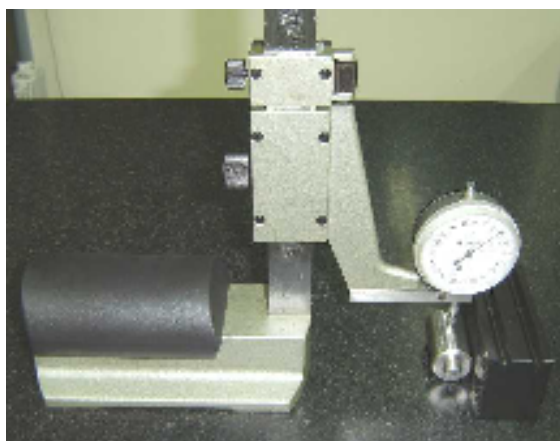


Figura 4 - Controle do desvio de cilindridade

6.6 Procedimento de medição do desvio de batimento circular radial

A tolerância de batimento circular radial é feita quando se verifica o desvio em apenas uma seção circular da peça e especifica-se uma zona de tolerância limitada por dois círculos concêntricos, afastados de uma distância "t", cujos centros coincidem com a linha de referência.

Conforme a figura 5, fixa-se a peça no suporte de contra pontas e realiza-se a medição através de um relógio comparador/apalpador em uma seção do eixo. Zera-se o relógio comparador/apalpador e durante uma revolução completa em torno do eixo de referência da peça faz-se a leitura máxima e mínima do instrumento, sendo que a amplitude calculada não pode ser superior ao valor indicado no quadro da tolerância.

Anote no registro de resultados (Anexo 1) a leitura máxima, a leitura mínima e o cálculo do desvio.



Figura 5 - Controle do desvio de batimento circular radial

6.7 Procedimento de medição do desvio de batimento circular axial

A tolerância de batimento circular axial refere-se ao deslocamento máximo admissível do elemento tolerado ao longo do eixo de simetria quando a peça sofre uma rotação completa.

Na figura 6 podemos verificar que o relógio apalpador realiza a medição do desvio de batimento circular axial. Com a peça posicionada no suporte de contra pontas, encosta-se a ponta do relógio apalpador o mais próximo possível da borda da peça e executa-se uma revolução completa na peça. O desvio de batimento circular axial é a diferença entre as medidas máxima e mínima e não deve exceder o valor indicado no quadro da tolerância.

Anote no registro de resultados (Anexo 1) a leitura máxima, a leitura mínima e o cálculo do desvio.

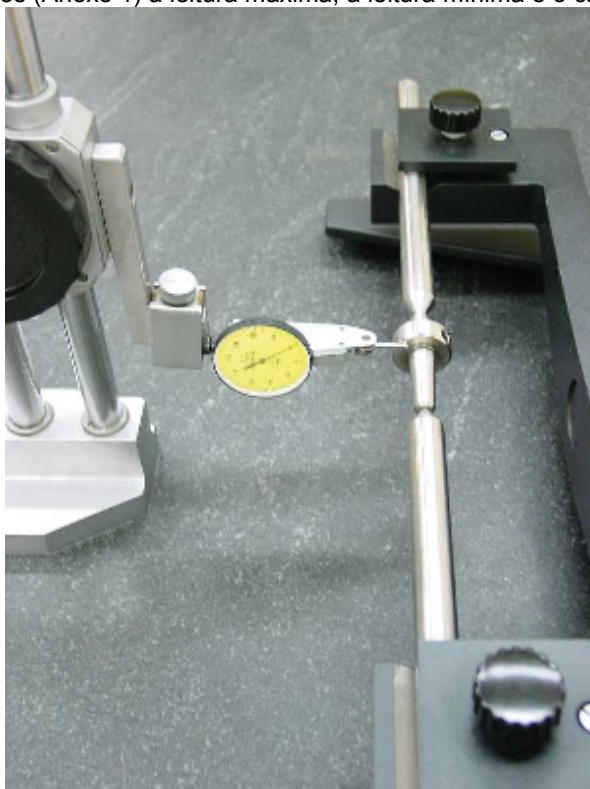


Figura 6 - Controle do desvio de batimento circular axial

7. REGISTRO DOS RESULTADOS

Deve ser preparado um registro dos resultados de medição das peças contendo:

- característica dos instrumentos utilizados para a medição – capacidade de medição, resolução, marca e identificação (número de série, etc.), certificados de calibração;
- condições ambientais;
- dados da inspeção visual (riscos, oxidação, batidas e outros danos);
- tabela contendo as medições efetuadas;
- croqui da peça com marcação da referência.

8. ANEXOS

ANEXO 1 - REGISTRO DOS RESULTADOS DE DESVIOS VERIFICADOS PARA AS TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS

ANEXO 2 – CONTROLE DOS DESVIOS DE FORMA E POSIÇÃO



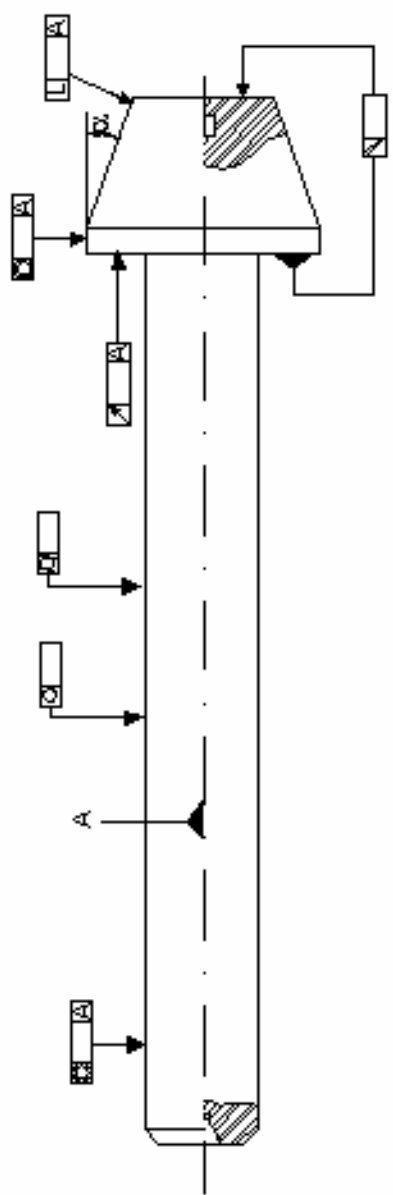
ANEXO 1

RELATÓRIO DE MEDIÇÃO DE TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS

	RELATÓRIO DE MEDIÇÃO DE TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICA	Procedimento REV. 1 Out/2008
1) Características dos padrões utilizados		
2) Condições ambientais Temperatura ambiente: _____		
3) Medições		
3.1) Perpendicularidade		
Leitura Máxima		Croqui
Leitura Mínima		
Desvio		
3.2) Paralelismo		
Leitura Máxima		Croqui
Leitura Mínima		
Desvio		
3.3) Concentricidade		
Espessura Máxima		Croqui
Espessura Mínima		
Desvio		
3.4) Cilindricidade		
Leitura Máxima		Croqui
Leitura Mínima		
Desvio		
3.5) Batimento circular radial		
Leitura Máxima		Croqui
Leitura Mínima		
Desvio		
3.6) Batimento circular radial		
Leitura Máxima		Croqui
Leitura Mínima		
Desvio		
4) Observações		
Inspetor: _____ SNQC: _____ Data: ____/____/____		

ANEXO 2

CONTROLE DOS DESVIOS DE FORMA E POSIÇÃO

	CONTROLE DOS DESVIOS DE FORMA E POSIÇÃO	Procedimento REV. 1 Out/2008
CONTROLE DOS DESVIOS DE FORMA E POSIÇÃO 		
Inspetor: _____ SNQC: _____ Data: ____ / ____ / ____		