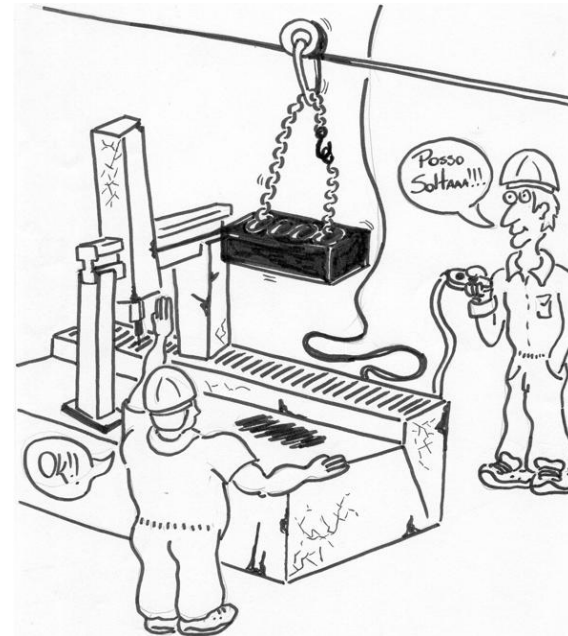


FORMA 3D

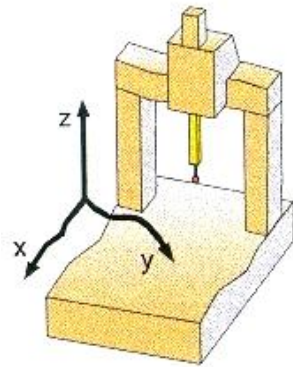
Formação Avançada em Metrologia 3D

www.forma3d.com.br

Colisões em Máquinas de Medir 3D



Colisões em Máquinas de Medir



Este material informativo aborda a questão de colisões em máquinas de medir por coordenadas, suas causas e consequências, recomendações para evitar sua ocorrência e avaliar possíveis danos na geometria da máquina e palpador.

SEGURANÇA OPERACIONAL

A boa estratégia de medição, além de garantir resultados confiáveis, precisa ser criteriosa no que diz respeito à segurança na operação. Nesse sentido, especial atenção deve ser destinada para evitar colisões da máquina com a peça, com o dispositivo, com a própria mesa ou com elementos externos.

As colisões podem impedir uma máquina de funcionar mas, na maior parte das vezes, as máquinas são robustas o suficiente para continuarem em operação.

*No entanto, **há um perigo invisível**: numa colisão a máquina pode prejudicar a sua geometria e o seu apalpador, levando a erros de medição que podem causar grandes perdas, muito maiores do que os danos mecânicos na máquina.*

Assim, é um grande risco para o usuário continuar a utilizar uma máquina após uma colisão sem antes se certificar de o comportamento da máquina não se alterou.

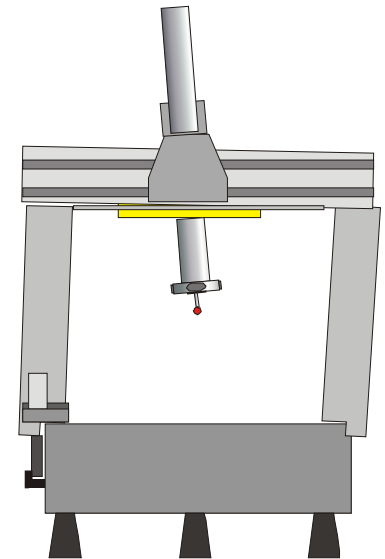
COLISÃO

É um contato indesejado de uma parte da MMC com a peça, o sistema de fixação, a mesa de trabalho ou mesmo o operador.

As MMC em geral possuem sistemas de segurança que evitam que as colisões causem alterações na condição da máquina. No entanto, devido à intensidade ou a forma como as colisões acontecem, mesmo os sistemas mais modernos de segurança não são suficientes para evitar modificações na condição de operação da MMC.

Por este motivo, o usuário deve saber como avaliar, mesmo nos casos aparentemente inofensivos, a condição da MMC ou de suas partes após uma colisão.

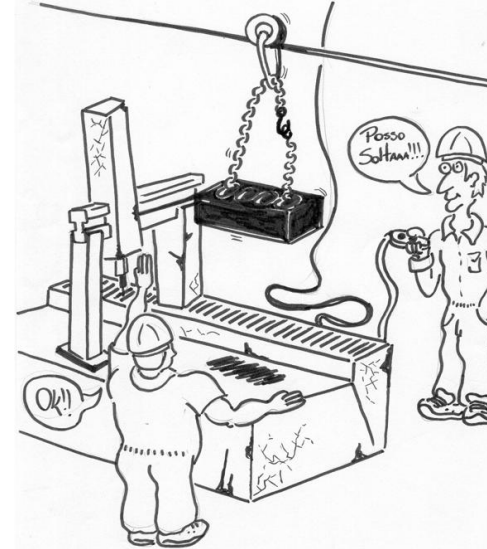
Não se pode garantir o tempo todo que acidentes nunca ocorrerão, mas é possível e é necessário empregar certos procedimentos que evitem ao máximo a ocorrência desses problemas.



PRINCIPAIS CAUSAS

- ***Em qualquer máquina:***

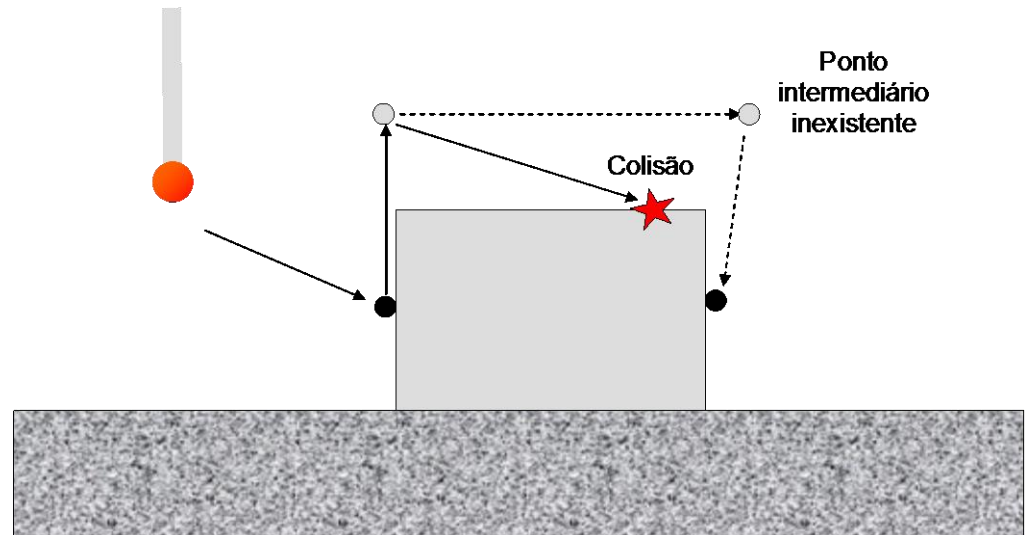
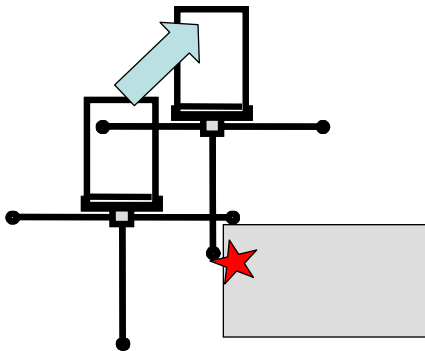
- **Uso incorreto de talhas ou sistemas de transporte de peça e até mesmo movimentação da peça durante o posicionamento ou medição devido a sistema de suporte ineficientes.**



- ***Em máquinas manuais:***

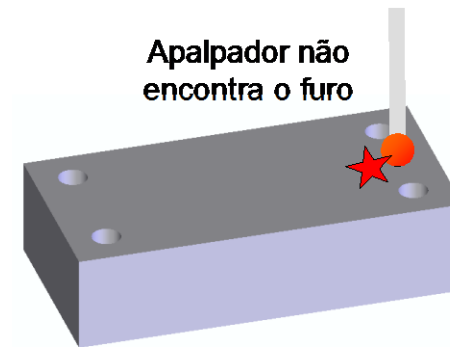
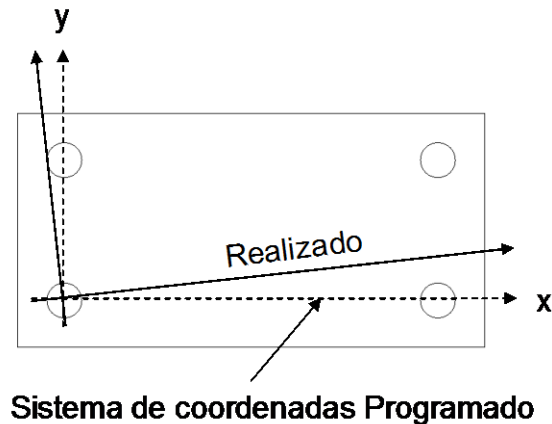
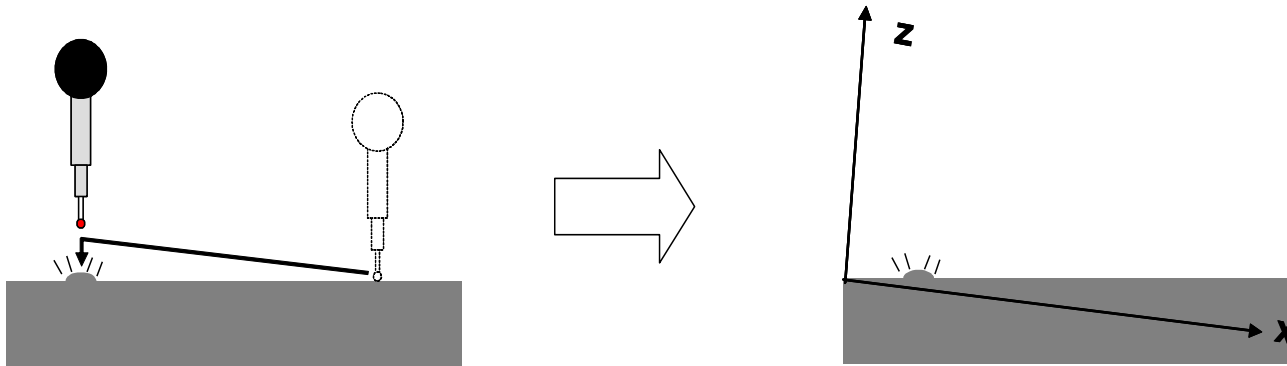
- **O operador pode ter descuido ao movimentar a máquina,**
- **Em máquina desnivelada, ao soltar o eixo ela se move sozinha, colidindo com a peça ou dispositivo de fixação.**
- **O esforço excessivo, de um operador inexperiente.**
- ***Etc.***

- **Em máquinas CNC:**
 - **Esquecimento de pontos intermediários**
 - **Espaços de movimentação insuficientes**
 - **Desatenção na programação da rota de movimentação;**
 - **Programação off-line com erros**
 - **Alteração das dimensões da peça, sem previa correção do programa.**
 - **Etc.**



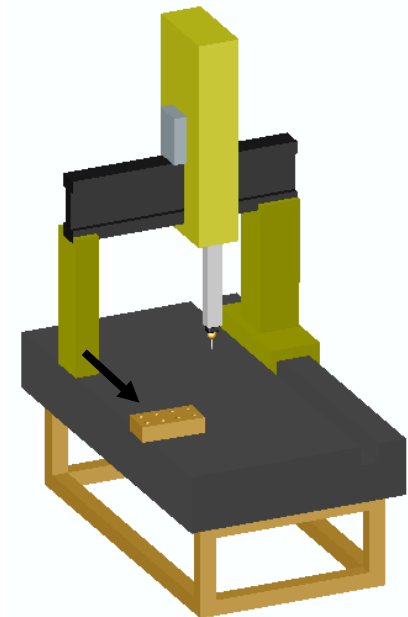
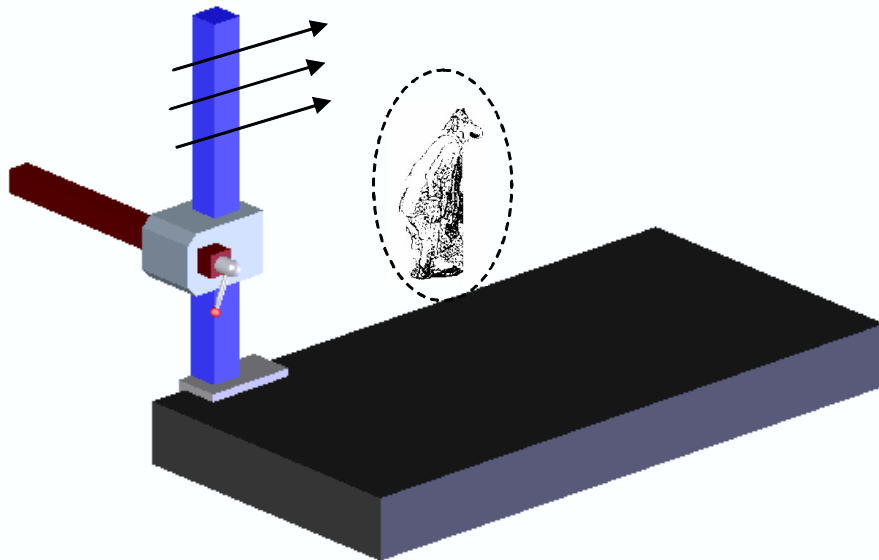
- **Erro no alinhamento da peça**

- **Erro na apalpação manual**
- **Em alinhamento CNC, máquina apalpa irregularidade sobre a peça, etc.**



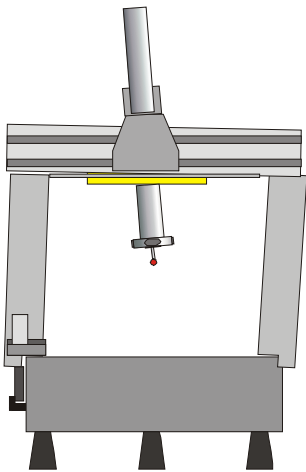
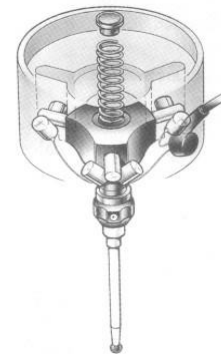
- ***Obstáculos inesperados no movimento da máquina***

- Grande variação dimensional da peça
- Erros na fabricação da peça (ex. ausência de um furo)
- Alteração não avisada no dispositivo de fixação
- Colocação de material nas linhas de trajetória
- Operador na linha de deslocamento
- Etc.



ESTRAGOS POSSÍVEIS

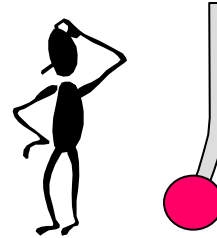
- ***Danos mecânicos na estrutura da máquina (mesa, mancais, eixos, guias, etc.);***
- ***Possíveis danos nos componentes do apalpador alterando o seu comportamento na função de localizar pontos:***
 - ***Quebra de pontas***
 - ***Danos no mecanismo de toque ou scanning***
 - ***Danos no cabeçote indexador***



- ***Mudanças na geometria da máquina, principalmente a perpendicularidade entre os eixos (alteração de esquadro).***

DÚVIDAS COMUNS

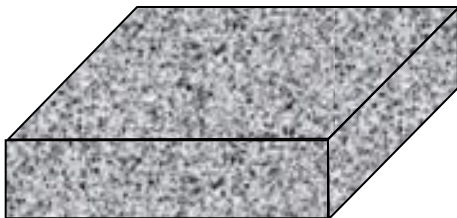
Uma ponta “torta” pode continuar sendo usada?



Sim, desde que:

- a) Não houver problemas no mecanismo de toque ou scanning, verificado após um teste no apalpador;**
- b) A deformação não causa toque da haste ao medir a peça;**
- c) A ponta não se danificou (trinca, quebra ou folgou na haste;**
- d) A ponta possa ser calibrada adequadamente.**

Pequenos danos na mesa impedem o uso da Máquina?

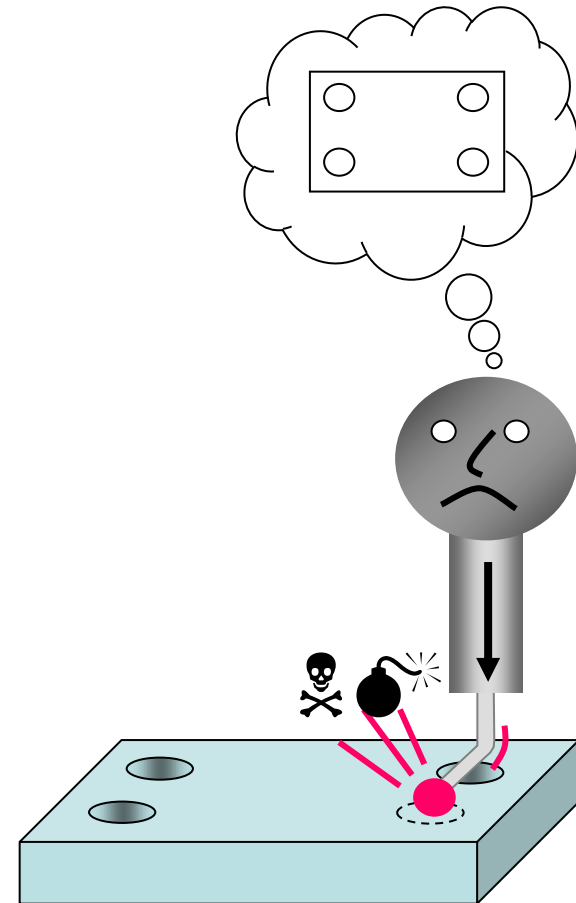


Normalmente não, desde que:

- a) Não seja a parte da mesa que é guia do portal da máquina;**
- b) Esse local da mesa não seja referência para para nivelar a peça.**

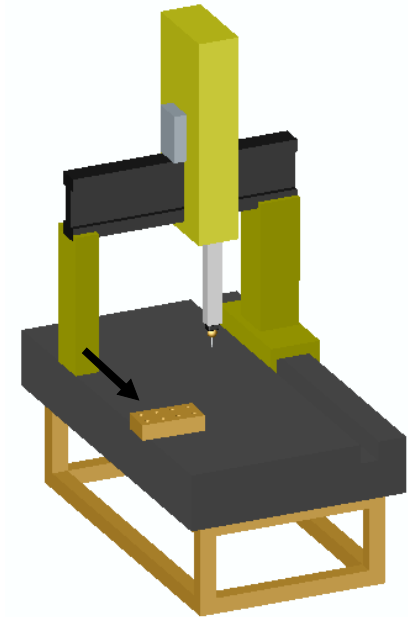
EVITANDO AS COLISÕES

- *Planejar bem a medição e o programa CNC*
- *Simular virtualmente a execução do programa antes de executar*
- *Executar um programa CNC na primeira vez em velocidade lenta*
- *Maiores distâncias de segurança, principalmente em peças com baixa precisão e acabamento grosseiros*
- *Inserir funções lógicas no programa CNC para verificar se o alinhamento foi bem realizado*



EVITANDO AS COLISÕES

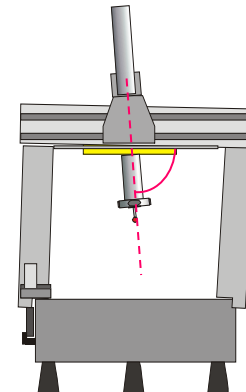
- *Não deixar obstáculos na linha de deslocamento das colunas da máquina*
- *Evitar trabalhar em alta velocidade e não entrar em furos na velocidade de descolamento, mas com a velocidade de toque*
- *Implementar no programa, funções lógicas e de cálculo de checagem de geometrias (na ocorrência de um erro acima de certo valor, parar a máquina)*
- *Etc.*



COLIDIU!! O QUE DEVO FAZER ?

- *Analisar os danos mecânicos na máquina: quebras, arranhões, marcas de impacto, etc.*
- *Verificar se a máquina continua operacional*
- *Movimentar a máquina e verificar se os deslocamentos ocorrem sem impedimentos*
- *Contactar a assistência técnica em caso de mal funcionamento*
- *Caso não ocorra problema operacional, realizar alguns testes para avaliar se houve alteração no comportamento metrológico do equipamento*

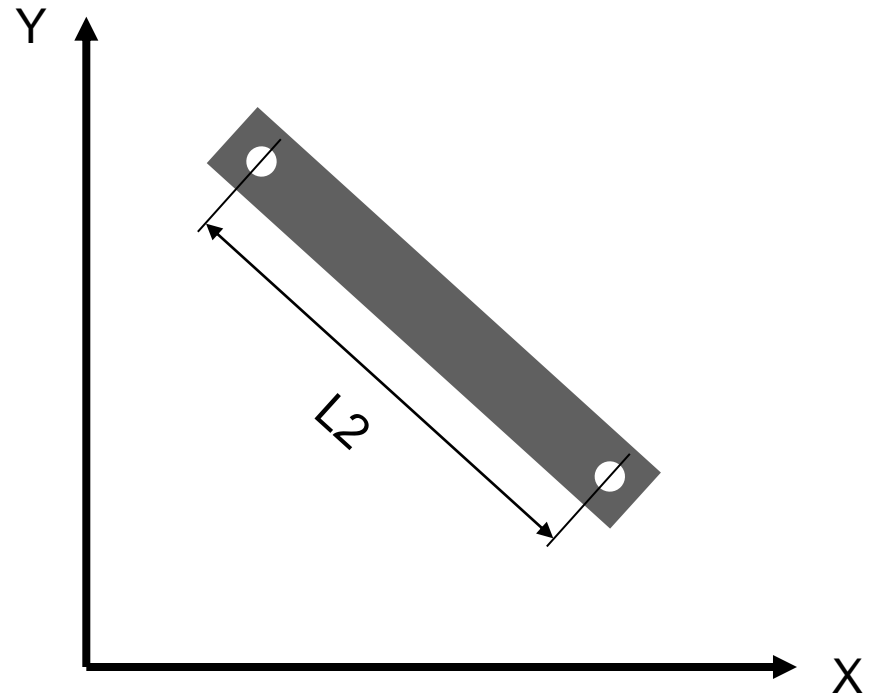
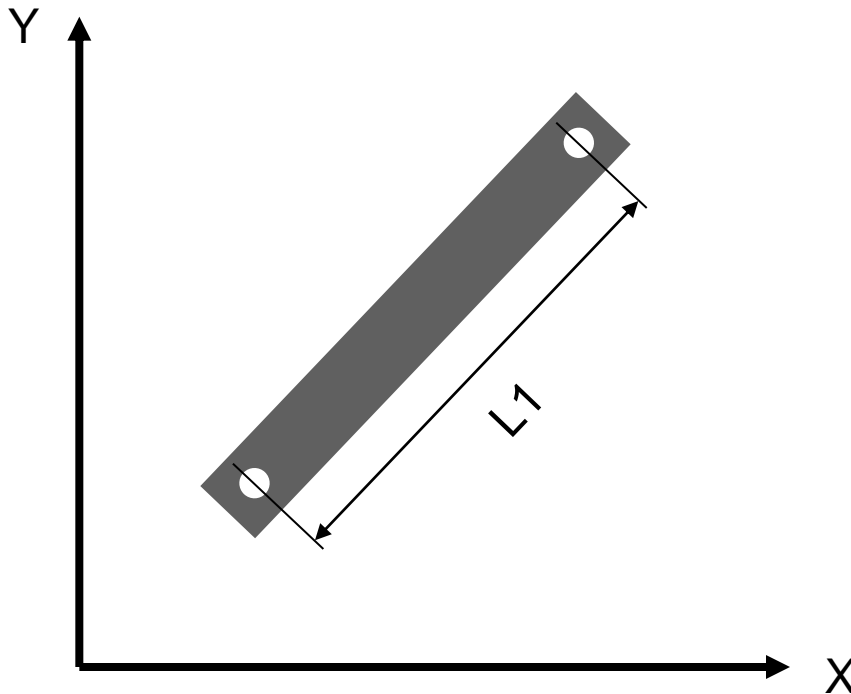
Na maior parte das vezes as principais características metrológicas que se alteram com uma colisão são o comportamento do apalpador e do cabeçote indexador, e a perpendicularidade entre os eixos da máquina de medir.



TESTE PARA AVALIAR A PERPENDICULARIDADE

Medir o comprimento de uma mesma peça em duas diagonais da máquina, em cada um dos 3 planos cartesianos: XY, XZ, YZ. Repita cada medição 3 vezes e calcule a média em cada posição.

Exemplo em XY



TESTE PARA AVALIAR A PERPENDICULARIDADE

A diferença entre os dois resultados não deve ser maior do que o erro máximo volumétrico especificado da máquina para a dimensão $(L1+L2)/2$.

Exemplo:

Dados da Máquina
 $MPE < 3 + L/300$

Dados dos Testes
(médias de 3 repetições)
 $L1 = 450,067 \text{ mm}$
 $L2 = 450,086 \text{ mm}$

$$L = (L1 + L2) / 2 = 450,0765 \text{ mm}$$

$$MPE < 3 + (450,0765/300) = 4,5 \text{ } \mu\text{m}$$

Diferença encontrada: 0,019 mm

Diagram illustrating the comparison between the calculated MPE and the found difference. A horizontal line with arrows at both ends connects the MPE value (4,5 μm) on the left and the found difference (0,019 mm) on the right. Below this line, the text "Diferença > MPE" is written, indicating that the found difference is greater than the maximum permissible error.

Erro de Perpendicularidade entre os eixos X e Y!

TESTE PARA AVALIAR A PERPENDICULARIDADE

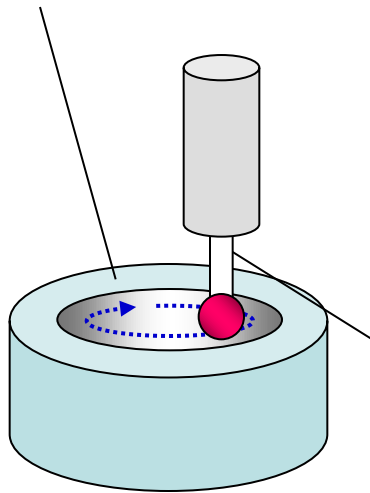
Observações:

- O mesmo procedimento deve ser repetido nos planos XZ e YZ;
- A peça não precisa ser calibrada, pois a comparação se dá entre posições e não em relação a um valor verdadeiro convencional;
- O mesmo procedimento de medição (ponta, número de pontos, posição de apalpação, etc.) deve ser aplicado em todo o teste;
- Se disponível, pode-se utilizar padrões dimensionais como blocos padrão, padrão escalonado, barras de esferas, etc;
- A peça deve ser limpa e as pontas calibradas antes dos testes;
- Na interpretação dos resultados o conhecimento e o bom senso do metrologista são fundamentais, para evitar erros e perfeccionismos sem sentido;
- É importante realizar testes periódicos para se ter um histórico da máquina e poder avaliar os resultados com base em valores típicos do equipamento.

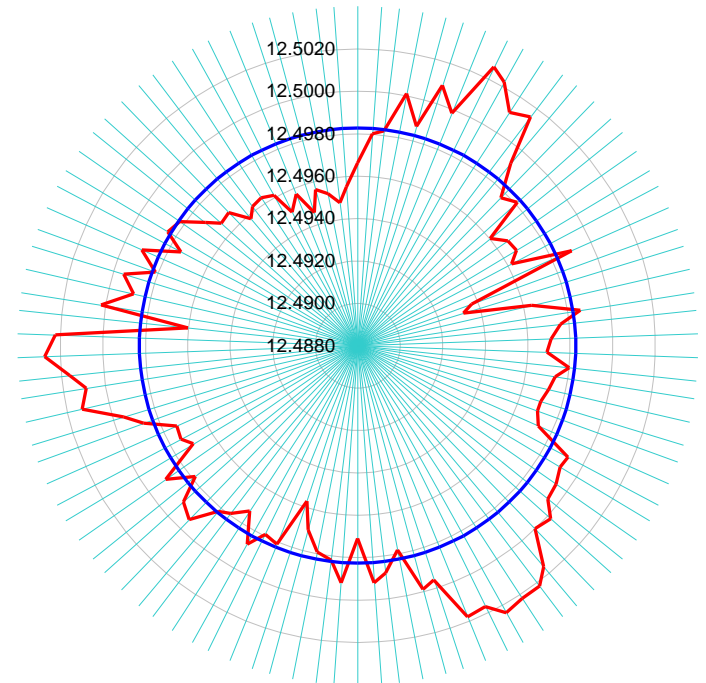
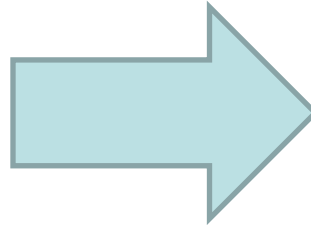
TESTES PARA AVALIAR O APALPADOR

Avaliar o erro de forma de um anel padrão de pequenas dimensões, medindo-o com, pelo menos, 50 pontos.

Anel com diâmetro entre 20 e 30 mm



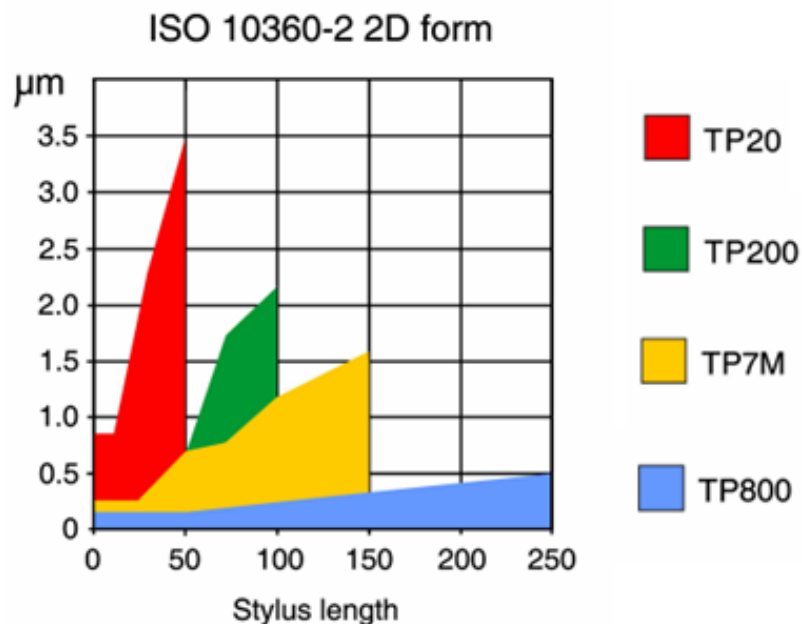
Utilizar a haste mais curta disponível.



Erro de circularidade

TESTES PARA AVALIAR O APALPADOR

O erro de forma encontrado deve ser menor do que o especificado para o modelo de apalpador utilizado.



Dados Renishaw

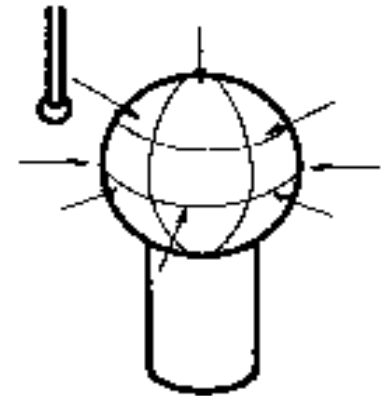
É importante comparar o valor encontrado com o histórico de testes realizados na máquina, por isso a importância de testes periódicos.

Muitas vezes o erro da geometria da máquina e instabilidades na movimentação influenciam este teste, mesmo tendo o anel padrão pequenas dimensões.

TESTES PARA AVALIAR O APALPADOR

- **Avaliação com a esfera de calibração da máquina, medida e processada de acordo com a norma ISO10360-4:**

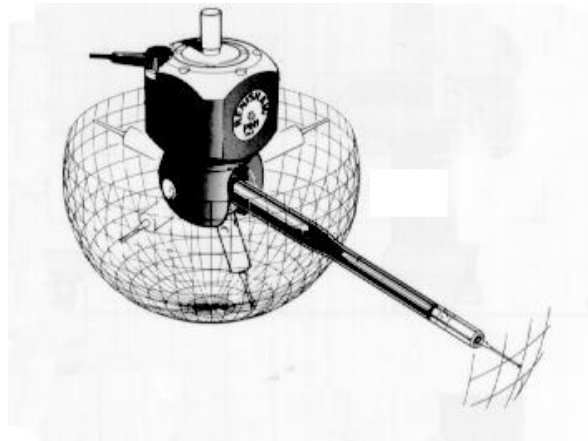
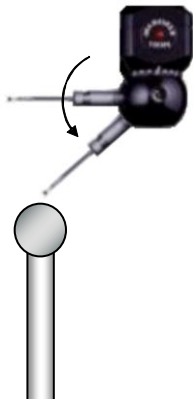
- Medir esfera de precisão com 25 pontos distribuídos na calota superior, de acordo com a norma.
- Calcular uma esfera média com estes 25 pontos.
- Calcular a distância espacial entre cada um dos 25 pontos e o centro da esfera.
- Calcular a diferença entre a maior e a menor distância
- Comparar este valor com valor de referência do fabricante do apalpador ou com valores obtidos antes da colisão



AVALIANDO POSSÍVEIS DANOS NO CABEÇOTE INDEXADOR

- Avaliação com a esfera de calibração da máquina:

Medir a esfera padrão com diferentes posições de indexação e verificar a dispersão de valores do centro da esfera, utilizando a primeira posição como origem espacial para facilitar a análise.



Posição	X	Y	Z
1	0.000	0.000	0.000
2	0.001	0.002	0.001
3	-0.002	0.001	-0.001
...
n	0.001	0.001	0.000

Os cuidados e recomendações aqui apresentados em nenhuma hipótese substituem a assistência técnica do fabricante da sua máquina de medir.

A manutenção periódica da máquina, independente se os erros encontram-se dentro dos limites de especificação da máquina, é fundamental para assegurar a continuidade de operação segura do equipamento e para garantir a sua confiabilidade metrológica.

BOM TRABALHO