Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

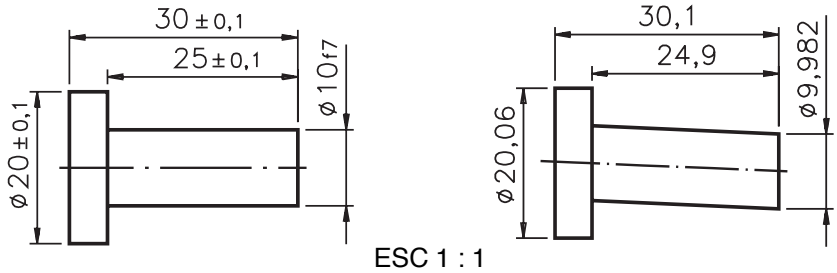
AULA
29

# Tolerância geométrica

## Introdução

A execução da peça dentro da tolerância dimensional não garante, por si só, um funcionamento adequado. Veja um exemplo.

A figura da esquerda mostra o desenho técnico de um pino, com indicação das tolerâncias dimensionais. A figura da direita mostra como ficou a peça depois de executada, com a indicação das dimensões efetivas.




Note que, embora as dimensões efetivas do pino estejam de acordo com a tolerância dimensional especificada no desenho técnico, a peça real não é exatamente igual à peça projetada. Pela ilustração você percebe que o pino está deformado.

Não é suficiente que as dimensões da peça estejam dentro das tolerâncias dimensionais previstas. É necessário que as peças estejam dentro das formas previstas para poderem ser montadas adequadamente e para que funcionem sem problemas. Do mesmo modo que é praticamente impossível obter uma peça real com as dimensões nominais exatas, também é muito difícil obter uma peça real com formas rigorosamente idênticas às da peça projetada. Assim, desvios de formas dentro de certos limites não chegam a prejudicar o bom funcionamento das peças.

Quando dois ou mais elementos de uma peça estão associados, outro fator deve ser considerado: a **posição relativa** desses elementos entre si.

As variações aceitáveis das **formas** e das **posições** dos elementos na execução da peça constituem as **tolerâncias geométricas**.

## Nossa aula

Interpretar desenhos técnicos com indicações de tolerâncias geométricas é o que você vai aprender nesta aula. Como se trata de um assunto muito complexo, será dada apenas uma visão geral, sem a pretensão de esgotar o tema. O aprofundamento virá com muito estudo e com a prática profissional.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

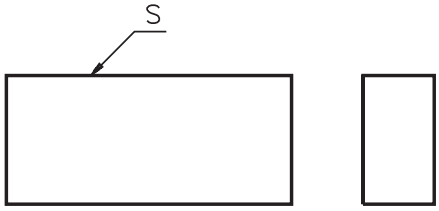
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



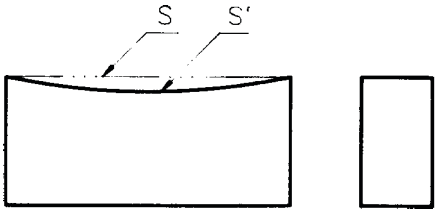
## Tolerâncias de forma

As tolerâncias de forma são os desvios que um elemento pode apresentar em relação à sua forma geométrica ideal. As tolerâncias de forma vêm indicadas no desenho técnico para **elementos isolados**, como por exemplo, uma superfície ou uma linha. Acompanhe um exemplo, para entender melhor.

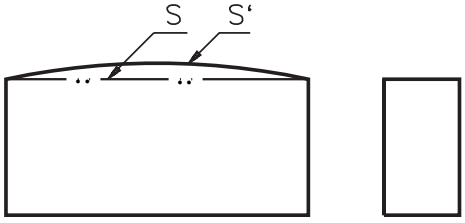
Analise as vistas: frontal e lateral esquerda do modelo prismático abaixo. Note que a superfície **S**, projetada no desenho, é uma superfície geométrica ideal **plana**.




Após a execução, a superfície real da peça **S'** pode não ficar tão plana como a superfície ideal **S**. Entre os desvios de **planeza**, os tipos mais comuns são a **concavidade** e a **convexidade**.

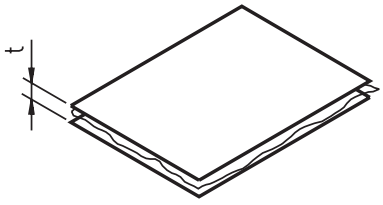



Forma real côncava




Forma real convexa

A **tolerância de planeza** corresponde à distância **t** entre dois planos ideais imaginários, entre os quais deve encontrar-se a superfície real da peça.



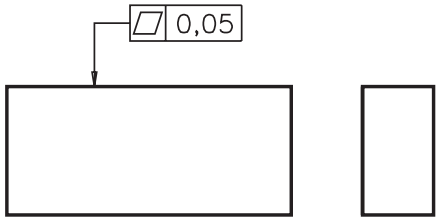

No desenho anterior, o espaço situado entre os dois planos paralelos é o campo de tolerância.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

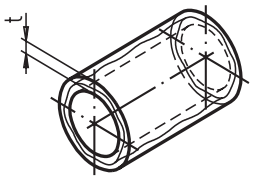


Nos desenhos técnicos, a indicação da tolerância de planeza vem sempre precedida do seguinte símbolo: ▱ .

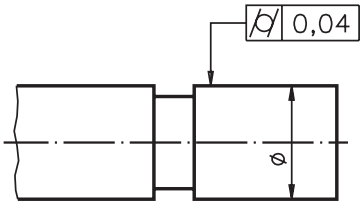



Um outro tipo de tolerância de forma de superfície é a tolerância de **cilindricidade**.

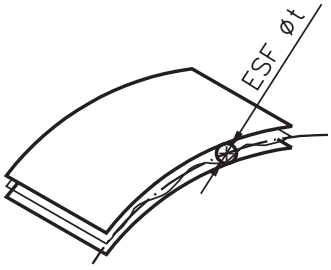
Quando uma peça é cilíndrica, a forma real da peça fabricada deve estar situada entre as superfícies de dois cilindros que têm o mesmo eixo e raios diferentes.



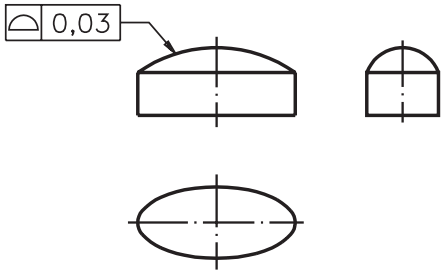

No desenho acima, o espaço entre as superfícies dos cilindros imaginários representa o campo de tolerância. A indicação da tolerância de cilindricidade, nos desenhos técnicos, vem precedida do seguinte símbolo: ⌭ . .




Finalmente, a superfície de uma peça pode apresentar uma forma qualquer. A tolerância de**forma de uma superfície qualquer** é definida por uma esfera de diâmetro**t**, cujo centro movimenta-se por uma superfície que tem a forma geométrica ideal. O campo de tolerância é limitado por duas superfícies tangentes à esfera **t**, como mostra o desenho a seguir.




A tolerância de forma de uma superfície qualquer vem precedida, nos desenhos técnicos, pelo símbolo: ⌓.




Resolva um exercício, antes de prosseguir.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



**Verificando o entendimento**

Ligue cada símbolo à tolerância de forma de superfície que ele representa:

**a)** ⌓ ·planeza

**b)** ⌭ ·circularidade

**c)** ▱ ·cilindricidade

·superfície qualquer

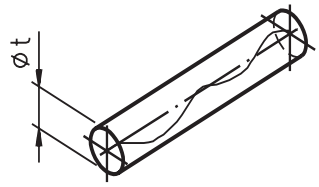
Verifique se você fez as associações acertadas: **a)** superfície qualquer; **b)** cilindricidade e **c)** planeza.

Até aqui você ficou conhecendo os símbolos indicativos de tolerâncias de forma de **superfícies**. Mas, em certos casos, é necessário indicar as tolerâncias de forma de **linhas**.

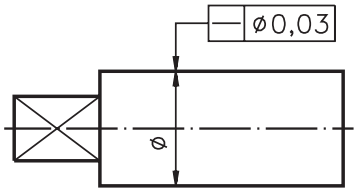
São três os tipos de tolerâncias de forma de linha: **retilineidade, circularidade** e **linha qualquer.**

A **tolerância de retilineidade** de uma linha ou eixo depende da forma da peça à qual a linha pertence.

Quando a peça tem forma cilíndrica, é importante determinar a tolerância de retilineidade em relação ao eixo da parte cilíndrica. Nesses casos, a tolerância de retilineidade é determinada por um cilindro imaginário de diâmetro **t**, cujo centro coincide com o eixo da peça.




Nos desenhos técnicos, a tolerância de retilineidade de linha é indicada pelo símbolo: ⏤ , como mostra o desenho abaixo.

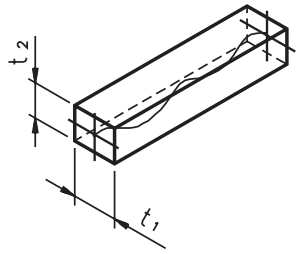



Quando a peça tem a forma cilíndrica, o campo de tolerância de retilineidade também tem a forma cilíndrica. Quando a peça tem forma prismática com **seção retangular**, o campo de tolerância de retilineidade fica definido por um paralelepípedo imaginário, cuja base é formada pelos lados **t1** e **t2**.

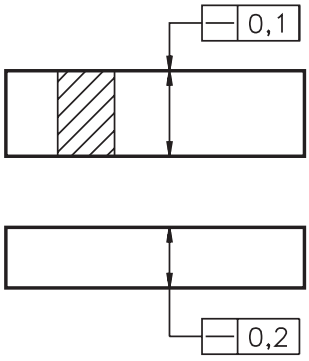
P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/





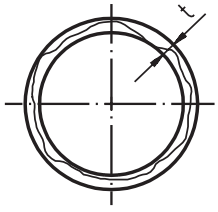

No caso das peças prismáticas a indicação de tolerância de retilineidade também é feita pelo símbolo: — que antecede o valor numérico da tolerância.



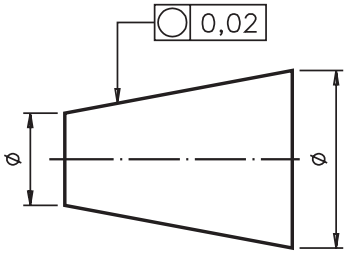

Em peças com forma de disco, cilindro ou cone pode ser necessário determinar a **tolerância de circularidade**.

A tolerância de circularidade é determinada por duas circunferências que têm o mesmo centro e raios diferentes. O centro dessas circunferências é um ponto situado no eixo da peça.

O campo de tolerância de circularidade corresponde ao espaço **t** entre as duas circunferências, dentro do qual deve estar compreendido o contorno de cada seção da peça.




Nos desenhos técnicos, a indicação da tolerância de circularidade vem precedida do símbolo: ◯




P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

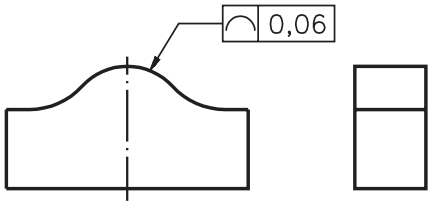
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



Finalmente, há casos em que é necessário determinar a tolerância de forma de uma linha qualquer. A tolerância de um perfil ou contorno qualquer é determinada por duas linhas envolvendo uma circunferência de diâmetro **t** cujo centro se desloca por uma linha que tem o perfil geométrico desejado.

Note que o contorno de cada seção do perfil deve estar compreendido entre duas linha paralelas, tangentes à circunferência.

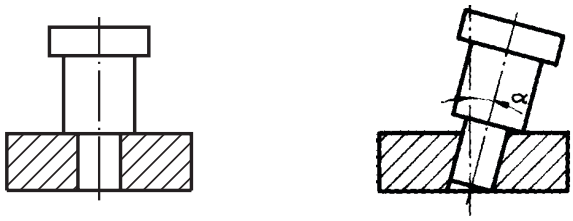
A indicação da tolerância de forma de uma linha qualquer vem precedida do símbolo: ⌒.




Cuidado para não confundir os símbolos! No final desta aula, você encontrará um quadro com o resumo de todos os símbolos usados em tolerâncias geométricas. Estude-o com atenção e procure memorizar todos os símbolos aprendidos.

## Tolerâncias de orientação

Quando dois ou mais elementos são associados pode ser necessário determinar a **orientação** precisa de um em relação ao outro para assegurar o bom funcionamento do conjunto. Veja um exemplo.




O desenho técnico da esquerda mostra que o eixo deve ser perpendicular ao furo. Observe, no desenho da direita, como um erro de perpendicularidade na execução do furo afeta de modo inaceitável a funcionalidade do conjunto. Daí a necessidade de se determinarem, em alguns casos, as **tolerâncias de orientação**. Na determinação das tolerâncias de orientação geralmente um elemento é escolhido como **referência** para indicação das tolerâncias dos demais elementos.

O elemento tomado como referência pode ser uma **linha**, uma **linha** por exemplo, o eixo de uma peça. Pode ser, ainda, um **plano**, como por exemplo, uma determinada face da peça. E pode ser até mesmo um **ponto** de referência, como por exemplo, o centro de um furo. O elemento tolerado também pode ser uma **linha**, uma **superfície** ou um **ponto**.

As tolerâncias de orientação podem ser de **paralelismo**, **perpendicularidade** e **inclinação**. A seguir, você vai aprender a identificar cada um desses tipos de tolerâncias.

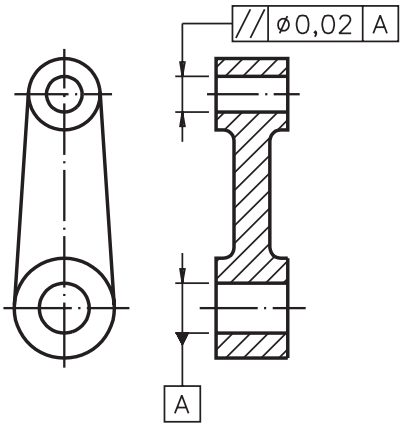
P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

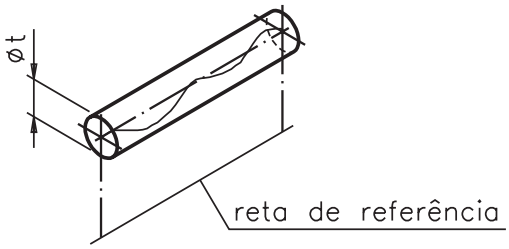


**Tolerância de paralelismo**

Observe o desenho técnico abaixo.




Nesta peça, o eixo do furo superior deve ficar paralelo ao eixo do furo inferior, tomado como referência. O eixo do furo superior deve estar compreendido dentro de uma zona cilíndrica de diâmetro **t**, paralela ao eixo do furo inferior, que constitui a reta de referência.

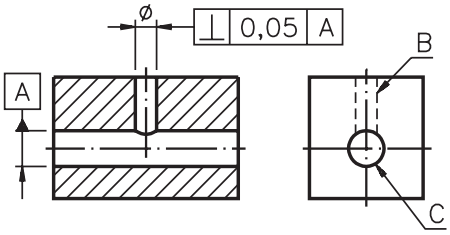



Na peça do exemplo anterior, o elemento tolerado foi uma linha reta: o eixo do furo superior. O elemento tomado como referência também foi uma linha: o eixo do furo inferior. Mas, há casos em que a tolerância de paralelismo de um eixo é determinada tomando-se como referência uma superfície plana.

Qualquer que seja o elemento tolerado e o elemento de referência, a indicação de tolerância de paralelismo, nos desenhos técnicos, vem sempre precedida do símbolo: **//**

**Tolerância de perpendicularidade**

Observe o desenho abaixo.



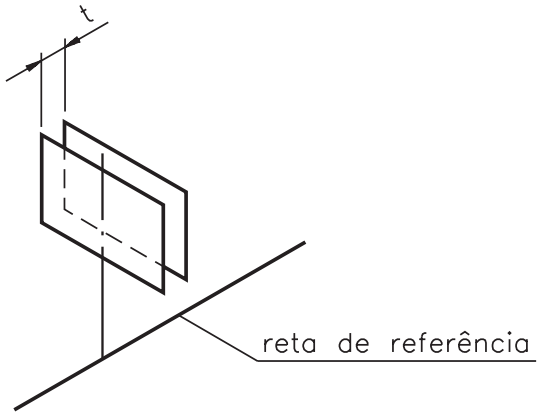

Nesta peça, o eixo do furo vertical **B** deve ficar perpendicular ao eixo do furo horizontal **C**. Portanto, é necessário determinar a tolerância de perpendicularidade de um eixo em relação ao outro.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



Tomando como reta de referência o eixo do furo **C**, o campo de tolerância do eixo do furo **B** fica limitado por dois planos paralelos, distantes entre si uma distância **t** e perpendiculares à reta de referência.

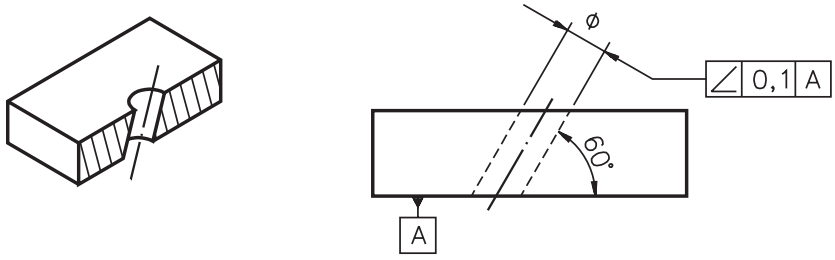



Dependendo da forma da peça, pode ser mais conveniente indicar a tolerância de perpendicularidade de uma linha em relação a um plano de referência.

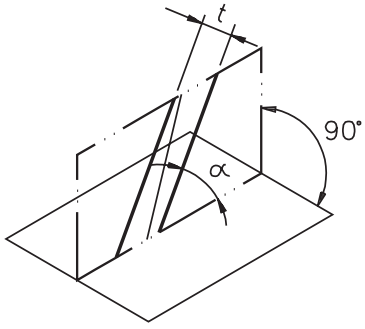
Nos desenhos técnicos, a indicação das tolerâncias de perpendicularidade vem precedida do seguinte símbolo: ⊥.

**Tolerância de inclinação**

O furo da peça representada a seguir deve ficar inclinado em relação à base.




Para que o furo apresente a inclinação correta é necessário determinar a tolerância de inclinação do eixo do furo. O elemento de referência para determinação da tolerância, neste caso, é o plano da base da peça. O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas, distantes entre si uma distância **t**, que formam com a base o ângulo de inclinação especificado $\alpha$.




Em vez de uma linha, como no exemplo anterior, o elemento tolerado pode ser uma superfície.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



Nos desenhos técnicos, a indicação de tolerância de inclinação vem precedida do símbolo: ∠ .

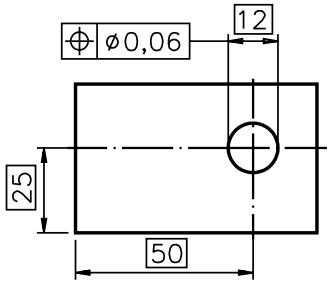
**Tolerância de posição**

Quando tomamos como referência a posição, três tipos de tolerância devem ser considerados: **de localização;** de**concentricidade** e de**simetria**.

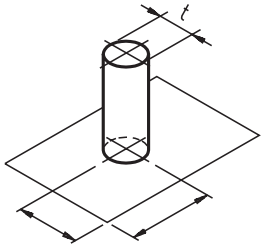
Saiba como identificar cada um desses tipos de tolerância acompanhando com atenção as próximas explicações.

**Tolerância de localização**

Quando a localização exata de um elemento, como por exemplo: uma linha, um eixo ou uma superfície, é essencial para o funcionamento da peça, sua **tolerância de localização** deve ser determinada. Observe a placa com furo, a seguir.



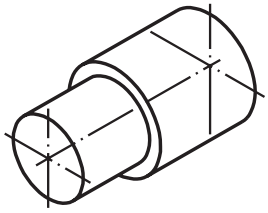

Como a localização do furo é importante, o eixo do furo deve ser tolerado. O campo de tolerância do eixo do furo é limitado por um cilindro de diâmetro **t**. O centro deste cilindro coincide com a localização ideal do eixo do elemento tolerado.




A indicação da tolerância de localização, nos desenhos técnicos, é antecedida pelo símbolo: ⊕.

**Tolerância de concentricidade ou coaxialidade**

Quando duas ou mais figuras geométricas planas regulares têm o mesmo centro, dizemos que elas são **concêntricas**. Quando dois ou mais sólidos de revolução têm o eixo comum, dizemos que eles são **coaxiais**. Emdiversas peças, a concentricidade ou a coaxialidade de partes ou de elementos, é condição necessária para seu funcionamento adequado. Mas, determinados desvios, dentro de limites estabelecidos, não chegam a prejudicar a funcionalidade da peça. Daí a necessidade de serem indicadas as tolerâncias de concentricidade ou de coaxialidade. Veja a peça abaixo, por exemplo:

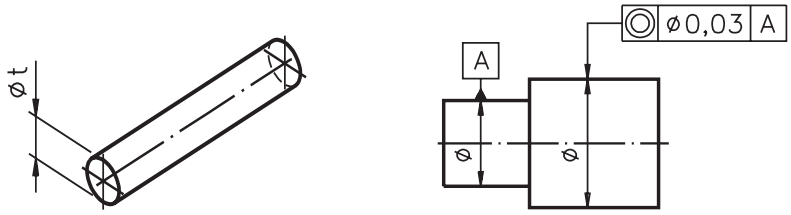


P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



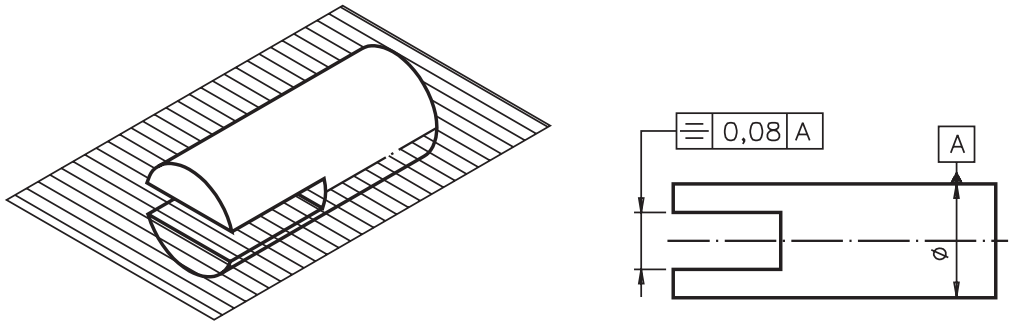
Essa peça é composta por duas partes de diâmetros diferentes. Mas, os dois cilindros que formam a peça são coaxiais, pois têm o mesmo eixo. O campo de tolerância de coaxialidade dos eixos da peça fica determinado por um cilindro de diâmetro **t** cujo eixo coincide com o eixo ideal da peça projetada.



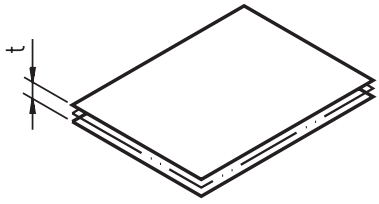

A tolerância de concentricidade é identificada, nos desenhos técnicos, pelo símbolo: ◎

**Tolerância de simetria**

Em peças simétricas é necessário especificar a tolerância de simetria. Observe a peça a seguir, representada em perspectiva e em vista única:




Preste atenção ao plano que divide a peça em duas partes simétricas. Na vista frontal, a simetria vem indicada pela linha de simetria que coincide com o eixo da peça. Para determinar a tolerância de simetria, tomamos como elemento de referência o plano médio ou eixo da peça. O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos, equidistantes do plano médio de referência, e que guardam entre si uma distância **t**. É o que mostra o próximo desenho.




Nos desenhos técnicos, a indicação de tolerância de simetria vem precedida pelo símbolo : ⌯

Há ainda um outro tipo de tolerância que você precisa conhecer para adquirir uma visão geral deste assunto: tolerância de **batimento**.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

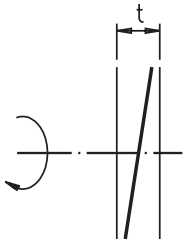
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

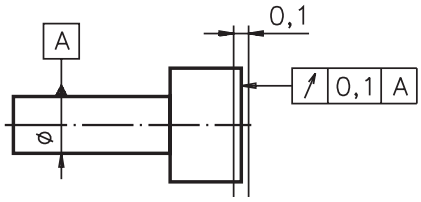


**Tolerância de batimento**

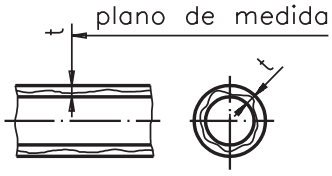
Quando um elemento dá uma volta completa em torno de seu eixo de rotação, ele pode sofrer **oscilação**, isto é, deslocamentos em relação ao eixo. Dependendo da função do elemento, esta oscilação tem de ser controlada para não comprometer a funcionalidade da peça. Por isso, é necessário que sejam determinadas as tolerâncias de batimento, que delimitam a oscilação aceitável do elemento. As tolerâncias de batimento podem ser de dois tipos: **axial** e **radial**.

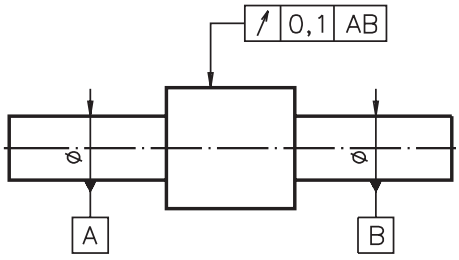
**Axial**, você já sabe, refere-se a eixo. Batimento axial quer dizer balanço no sentido do eixo. O campo de tolerância, no batimento axial, fica delimitado por dois planos paralelos entre si, a uma distância **t** e que são perpendiculares ao eixo de rotação.




O batimento radial, por outro lado, é verificado em relação ao raio do elemento, quando o eixo der uma volta completa. O campo de tolerância, no batimento radial é delimitado por um plano perpendicular ao eixo de giro que define dois círculos concêntricos, de raios diferentes. A diferença **t** dos raios corresponde à tolerância radial.



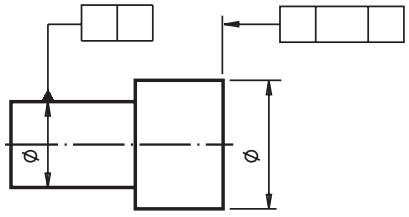




As tolerâncias de balanço são indicadas, nos desenhos técnicos, precedidas do símbolo: ↗. .

A execução de peças com indicação de tolerâncias geométricas é tarefa que requer grande experiência e habilidade. A interpretação completa deste tipo de tolerância exige conhecimentos muito mais aprofundados, que escapam ao objetivo deste curso.

## Indicações de tolerâncias geométricas em desenhos técnicos

Nos desenhos técnicos, as tolerâncias de forma, de orientação, de posição e de batimento são inscritas em quadros retangulares divididos em **duas** ou **três** partes, como mostra o desenho abaixo:



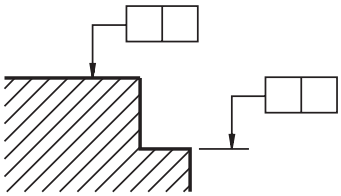
P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

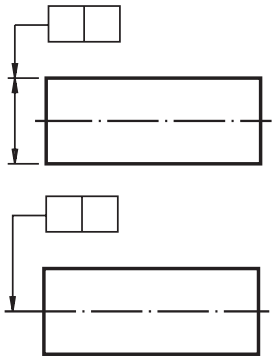


Observe que o quadro de tolerância aparece ligado ao elemento que se deseja verificar por uma linha de marcação terminada em seta.

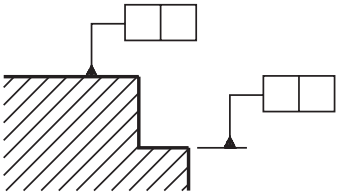
Veja, no detalhe do desenho, reproduzido a seguir, que a seta termina no contorno ou numa **linha de prolongamento** se a tolerância é aplicada numa superfície, como neste exemplo.



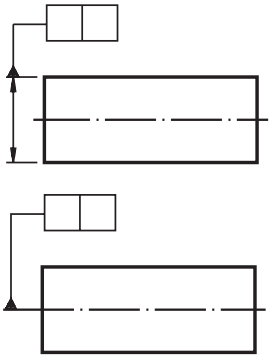
Mas, quando a tolerância é aplicada a um eixo, ou ao plano médio da peça, a indicação é feita na linha auxiliar, no prolongamento da linha de cota, ou diretamente sobre o eixo tolerado. Veja, no próximo desenho, essas duas formas de indicação.



Os elementos de referência são indicados por uma linha que termina por um triângulo cheio. A base deste triângulo é apoiada sobre o contorno do elemento ou sobre o prolongamento do contorno do elemento.



No exemplo acima, o elemento de referência é uma superfície. Mas, o elemento de referência pode ser, também, um eixo ou um plano médio da peça. Quando o elemento de referência é um eixo ou um plano médio, a base do triângulo se apoia sobre a linha auxiliar, no prolongamento da linha de cota ou diretamente sobre o eixo ou plano médio de referência.

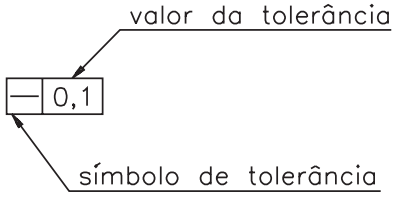


P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



Agora, vamos analisar o conteúdo do quadro dividido em duas partes. No primeiro quadrinho, da esquerda para a direita, vem sempre indicado o tipo de tolerância. No quadrinho seguinte, vem indicado o valor da tolerância, em milímetros:

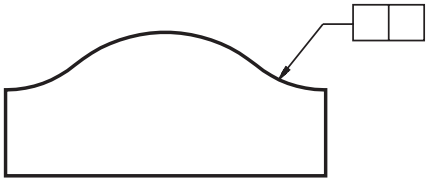



No exemplo acima, o símbolo: ⟶ indica que se trata de tolerância de retilineidade de linha. O valor **0,1** indica que a tolerância de retilineidade, neste caso, é de um décimo de milímetro.

Resolva o próximo exercício.

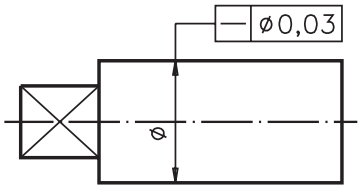
**Verificando o entendimento**

Indique a tolerância geométrica no quadro apropriado sabendo que: a tolerância é aplicada a uma superfície de forma qualquer; o valor da tolerância é de cinco centésimos de milímetro.



Verifique se você acertou. Você deve ter inscrito o símbolo de tolerância de forma para superfície qualquer no quadrinho da esquerda. No quadrinho da direita você deve ter inscrito o valor da tolerância: 0,05. Sua resposta deve ter ficado assim: ⌓ **0,05**

Às vezes, o valor da tolerância vem precedido do símbolo indicativo de diâmetro: ∅ como no próximo exemplo.



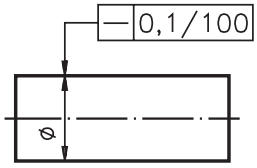

Aqui temos um caso de tolerância de forma: o símbolo ⟶ indica tolerância de retilineidade de linha. Observe o símbolo ∅ antes do valor da tolerância 0,03. Quando o valor da tolerância vem após o símbolo ∅ isto quer dizer que o campo de tolerância correspondente pode ter a forma circular ou cilíndrica.

Quando a tolerância deve ser verificada em relação a determinada extensão da peça, esta informação vem indicada no segundo quadrinho, separada do valor da tolerância por uma barra inclinada (/) . Veja, no próximo desenho:

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

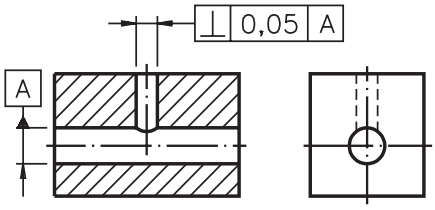
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/





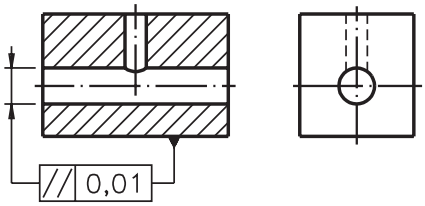

A tolerância aplicada nesta peça é de retilineidade de linha. O valor da tolerância é de **0,1**, ou seja, um décimo de milímetro. O número **100**, após o valor da tolerância, indica que sobre uma extensão de 100 mm, tomada em qualquer parte do comprimento da peça, o eixo real deve ficar entre duas retas paralelas, distantes entre si 0,1 mm.

Os casos estudados até agora apresentavam o quadro de tolerância dividido em duas partes. Agora você vai aprender a interpretar a terceira parte do quadro:



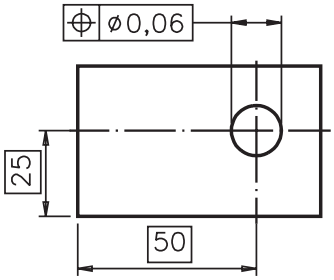

A letra A identifica o elemento de referência, que, neste exemplo, é o eixo do furo horizontal. Esta mesma letra A aparece no terceiro quadrinho, para deixar clara a associação entre o elemento tolerado e o elemento de referência. O símbolo ⊥ no quadrinho da esquerda, refere-se à tolerância de perpendicularidade. Isso significa que, nesta peça, o furo vertical, que é o elemento tolerado, deve ser perpendicular ao furo horizontal. O quadrinho A é ligado ao elemento a que se refere pela linha que termina em um triângulo cheio. O valor da tolerância é de 0,05 mm.

Nem sempre, porém, o elemento de referência vem identificado pela letra maiúscula. Às vezes, é mais conveniente ligar diretamente o elemento tolerado ao elemento de referência. Veja.




O símbolo **//** indica que se trata de tolerância de paralelismo. O valor da tolerância é de 0,01 mm. O triângulo cheio, apoiado no contorno do bloco, indica que a base da peça está sendo tomada como elemento de referência. O elemento tolerado é o eixo do furo horizontal, paralelo ao plano da base da peça.

Acompanhe a interpretação de mais um exemplo de desenho técnico com aplicação de tolerância geométrica.



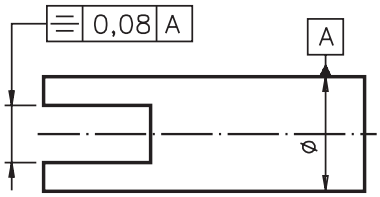

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



Aqui, o elemento tolerado é o furo. O símbolo ⊕ indica que se trata de tolerância de localização. O valor da tolerância é de 0,06 mm. O símbolo ∅ antes do valor da tolerância indica que o campo de tolerância tem a forma cilíndrica. As cotas 25 e 50 são cotas de referência para localização do furo. As cotas de referência sempre vêm inscritas em retângulos.

Analise o próximo desenho e depois resolva o exercício.




**Verificando o entendimento**

Responda às questões:

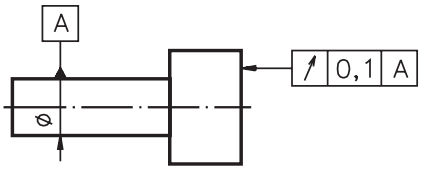
**a)** Que tipo de tolerância está indicada nesse desenho? R.:.....

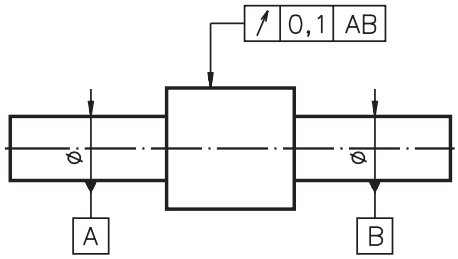
**b)** Qual o valor da tolerância? R: .....

**c)** Qual o elemento tomado como referência? R:.....

Você deve ter respondido que **a)** Nesse desenho está indicada a tolerância de simetria; **b)** O valor da tolerância é de 0,08 mm e **c)** O elemento tomado como referência é o plano médio da peça. Você deve ter concluído que o plano médio da peça é o elemento de referência, já que o triângulo cheio da letra A ( A )está apoiado sobre o prolongamento da linha de cota do diâmetro.

Finalmente, observe dois exemplos de aplicação de tolerância de batimento:




No desenho da esquerda temos uma indicação de batimento axial. Em uma volta completa em torno do eixo de referência **A**, o batimento da superfície tolerada não pode se deslocar fora de duas retas paralelas, distantes entre si de 0,1 mm e perpendiculares ao eixo da peça.

No desenho da direita o batimento é radial em relação a dois elementos de referência: **A** e **B**. Isto quer dizer que durante uma volta completa em torno do eixo definido por A e B, a oscilação da parte tolerada não pode ser maior que 0,1 mm.

Muito bem! Depois de analisar tantos casos, você deve estar preparado para responder a algumas questões básicas sobre tolerâncias geométricas indicadas em desenhos técnicos. Então, resolva os exercícios a seguir.

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

## Exercícios

**Exercício 1**Exercício 1

Faça um círculo em torno dos símbolos que indicam tolerâncias de forma:

**a)** ⊥ **b)** ∅ **c)** ⌒ **d)** ▱

**Exercício 2**Exercício 2

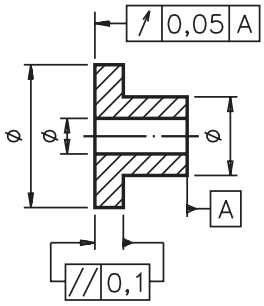
Faça um círculo em torno do símbolo que indica tolerância de concentricidade.

**a)** ≡ **b)** ◎ **c)** ⊕ **d)** ∠

**Exercício 3**Exercício 3

Analise o desenho e assinale com um X os tipos de tolerâncias indicados.

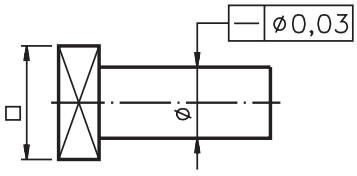
**a)** ( ) batimento;
**b)**( ) paralelismo;
**c)** ( ) inclinação;
**d)**( ) simetria.




**Exercício 4**Exercício 4

Analise o desenho abaixo e assinale com X qual o elemento tolerado:

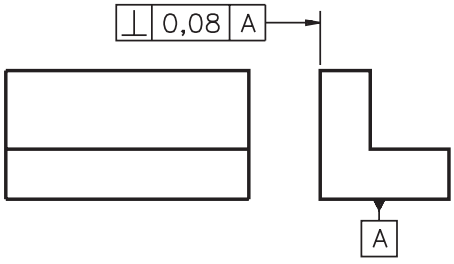
**a)** ( ) eixo da parte cilíndrica
**b)** ( ) eixo da parte prismática




R.: .....

**Exercício 5**Exercício 5

Analise o desenho técnico e responda:



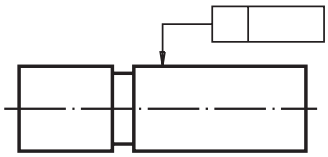

**a)** qual o elemento tolerado? R.: .....
**b)** qual o elemento de referência? R.: .....

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



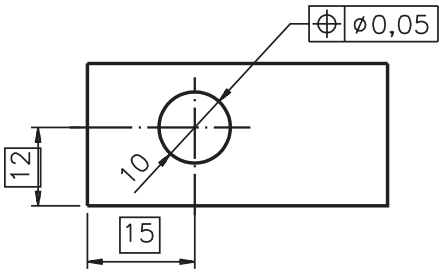
**Exercício 6**Exercício 6

No desenho técnico abaixo, preencha o quadro de tolerância sabendo que a tolerância aplicada é de cilindricidade e o valor da tolerância é de dois centésimos de milímetro.



**Exercício 7**Exercício 7

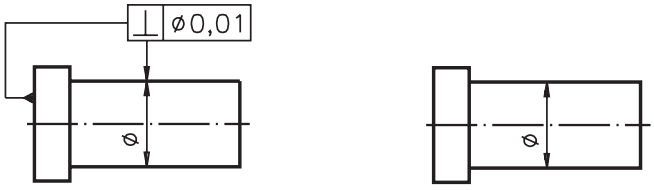
Analise o desenho técnico e complete as frases.




**a)** A tolerância aplicada neste desenho é de .....;.
**b)** O valor da tolerância é de .....;
**c)** Os elementos de referência são as cotas ..... e ..... .

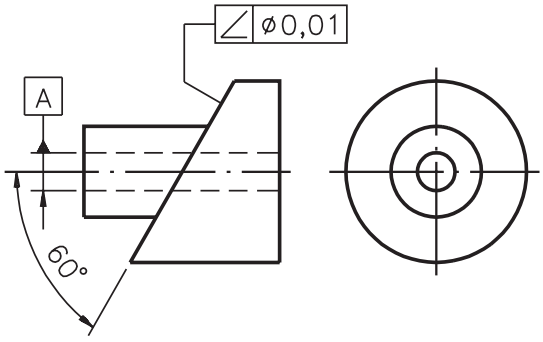
**Exercício 8**Exercício 8

No desenho técnico da esquerda, o elemento de referência está ligado diretamente ao elemento tolerado. Complete o desenho da direita, identificando o elemento de referência como A.




**Exercício 9**Exercício 9

Analise o desenho técnico e complete as frases corretamente.




**a)** A tolerância indicada neste desenho é de ..... .
**b)** O elemento de referência é o ..... .

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



| TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS (QUADRO SINÓTICO) | | |
|---|---|---|
| TOLERÂNCIA DE FORMA PARA ELEMENTOS ISOLADOS | | |
| | **Denominação** | **Símbolo** |
| **de linhasde linhas** | Retilineidade<br>Circularidade<br>Forma de linha qualquer | —<br>○<br>⌒ |
| **de superfícies** | Planeza<br>Cilindricidade<br>Forma de superfície qualquer | ▱<br>⌭<br>⌓ |
| TOLERÂNCIA PARA ELEMENTOS ASSOCIADOS | | |
| | **Denominação** | **Símbolo** |
| **de orientação** | Paralelismo<br>Perpendicularidade<br>Inclinação | //<br>⊥<br>∠ |
| **de posiçãode posição** | Localização<br>Concentricidade ou coaxialidade<br>Simetria | ⌖<br>◎<br>⌯ |
| TOLERÂNCIA DE BATIMENTO | | |
| | Radial<br>Axial | ↗ |

P/ as outras apostilas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/leitura-interpretacao-desenho-tecnico-mecanico/apostila-3/