

# Estudo complementar

**Nesta seção...**

Roscas ◀

Cotagem funcional ◀

4

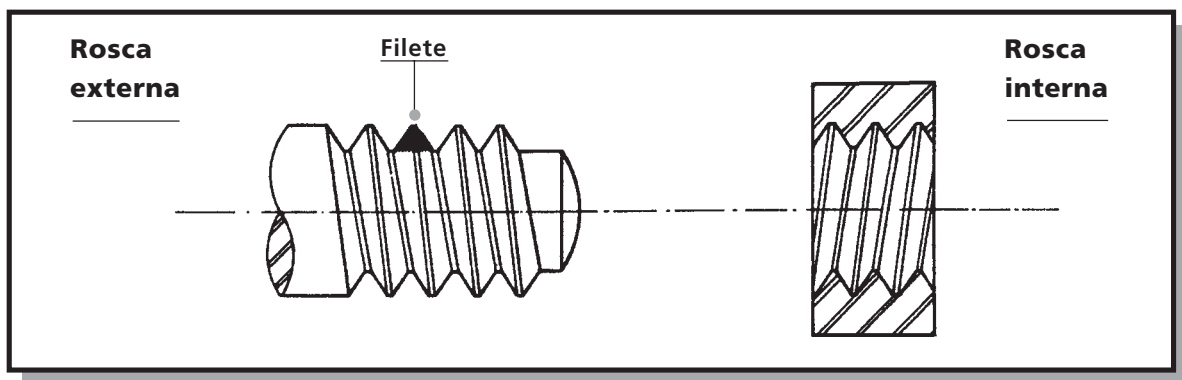




# Roscas

## Definição

Rosca é uma saliência de perfil constante, helicoidal, que se desenvolve de forma uniforme, externa ou internamente, ao redor de uma superfície cilíndrica ou cônica. Essa saliência é denominada filete.



## Emprego

O sistema parafuso-porca permite:

- ▲ Fixar duas peças, com possibilidade de desmontagem futura (ligação das rodas de um veículo, por exemplo).
- ▲ Transmitir um movimento (parafuso de torno).

O emprego de roscas é freqüente em construção mecânica.

## Nomenclatura

### Diâmetro nominal

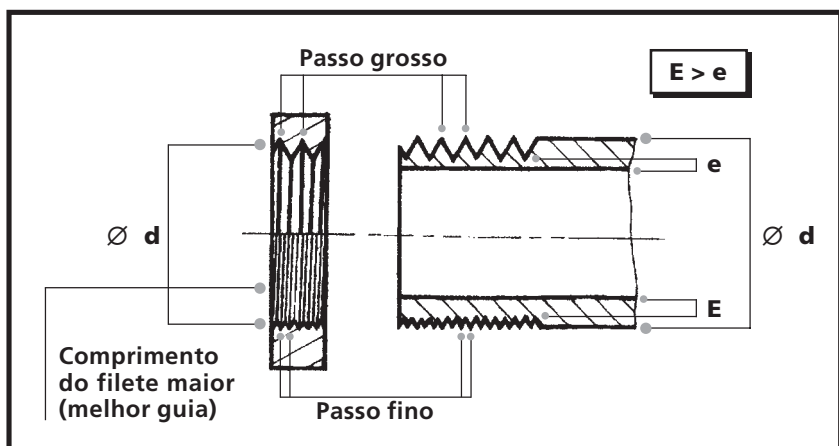
É o diâmetro maior da rosca (parafuso ou porca).



## Passo

É a distância que vai de um filete ao seguinte.

As normas estabelecem passos para cada diâmetro, mas também podemos ter passos diferentes para um mesmo diâmetro. Veja o exemplo no quadro ao lado.

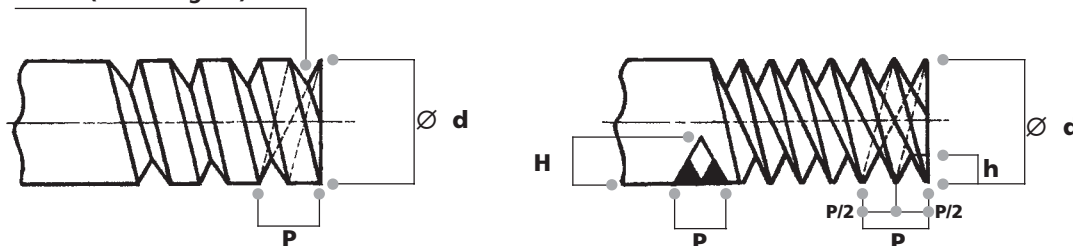


## Número de filetes

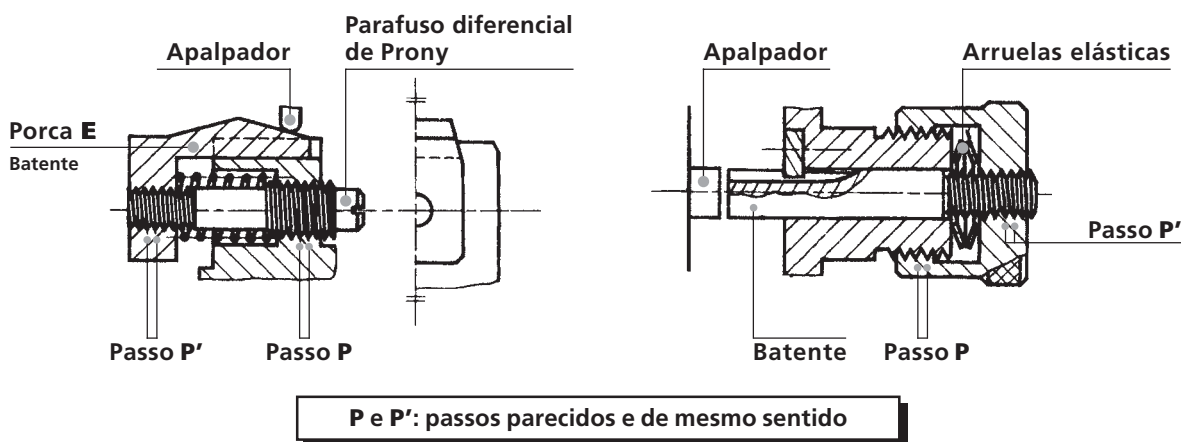
É o número de entrada na extremidade da peça. Veja o método para reconhecer o número de filetes:

▲ Repara sobre uma geratriz do cilindro de diâmetro  $d$  a distância que separa dois cumes consecutivos de uma mesma hélice (passo  $P$ ) e contar o número de entalhes usinados entre esses dois cumes.

Comprimento do filete maior (melhor guia)



Damos a seguir dois exemplos de aplicação de máquinas-ferramenta (a mola serve para manter o jogo/folga das roscas sempre no mesmo sentido).





- Parafusos com mais de uma entrada permitem obter um grande deslocamento da porca para um giro do parafuso.
- Se desejamos obter microdeslocamentos, o passo do parafuso deve enfraquecer até que a fabricação se torne bastante delicada. Podemos utilizar nesse caso o **parafuso diferencial de Prony**. Para um giro do parafuso, a porca *E* desloca-se de uma quantidade  $L = P - P'$ .

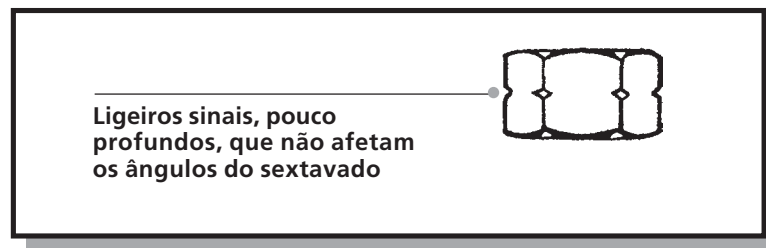
## Sentido da hélice

É o sentido de penetração do parafuso em relação à porca. Se o sentido for horário, teremos uma rosca direita, e se for anti-horário, uma rosca esquerda.

As roscas à esquerda podem ser marcadas de acordo com as normas estabelecidas.

## Exemplos de marcação

### Porcas com rosca à esquerda



## Perfil dos filetes

É o perfil obtido no corte do parafuso ou da porca por um plano passante pelo eixo.

## Diferentes perfis de rosca

### Perfil métrico ISO

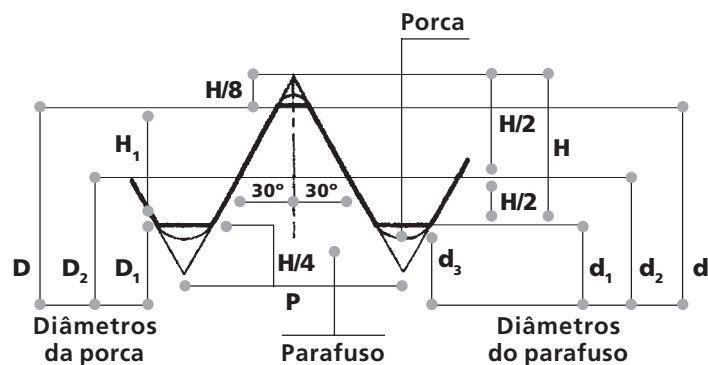
É utilizado para a maioria das peças filetadas.

Designação de uma rosca ISO:

Símbolo M segundo o diâmetro nominal (**d = 8**) e o passo (**P = 1,25**) separados por um sinal de multiplicação. Em seguida indica-se a tolerância da rosca.

**Para um parafuso – M8 x 1,25**

**Para uma rosca fêmea – M8 x 1,25**



Para os revestimentos de superfície, devemos normalmente utilizar uma espessura de aproximadamente 0,007mm.

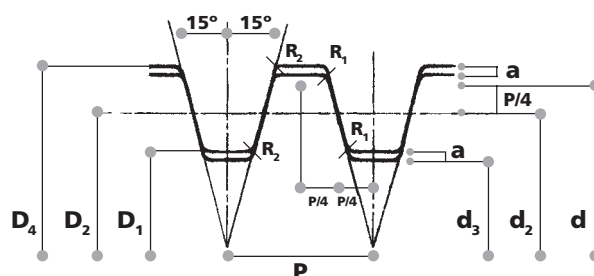
## Perfis especiais

Seus preços de custo são sempre muito maiores do que os do perfil ISO. Eles não devem ser utilizados a não ser em casos realmente justificados. Seu emprego é tão pouco frequente que é aconselhado se recordarem suas características ao lado de um desenho do perfil em grande escala.

## Perfil trapezoidal

É utilizado para os parafusos de transmissão de grande esforço.

$R_1 \text{ máx.} = 0,5$   
 $R_2 \text{ máx.} = a$



## Designação de uma rosca trapezoidal

Símbolo Tr seguido do diâmetro nominal:

- ▲ Para as roscas de uma entrada, indicar o passo.
- ▲ Para as roscas com mais de uma entrada, indicar o número de entradas e o passo.

### Exemplo

- ▲ Roscas de apenas uma entrada – Tr 20 x 3.
- ▲ Roscas de mais de uma entrada – Tr 20 x 3 x Ne (número de entradas).

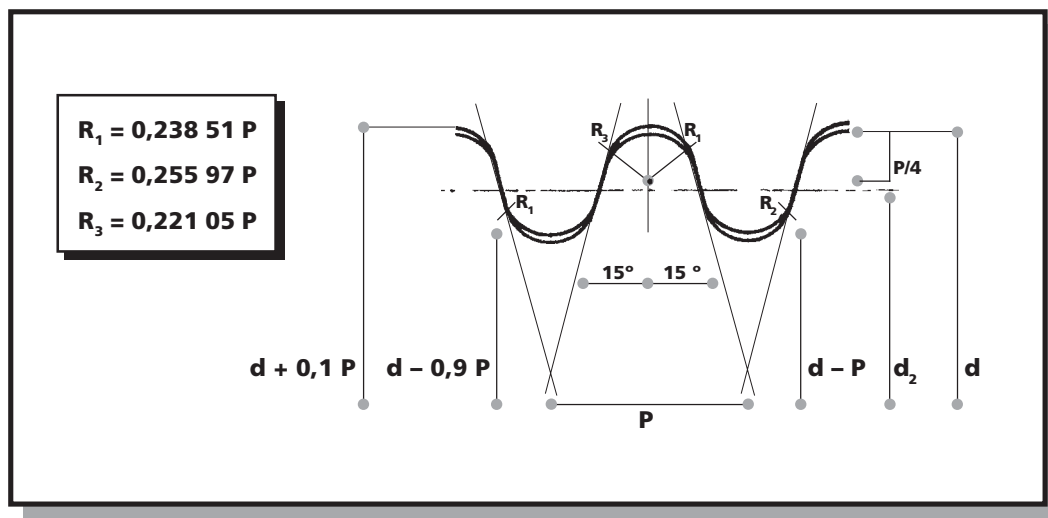


## Perfil redondo

O perfil arredondado reduz ao máximo as concentrações de aperto. Ele resiste muito bem aos grandes esforços e aos choques.

### Aplicação

Parafuso de atrelagem de vagões de trem/ lâmpadas.



## Designação de uma rosca redonda

Símbolo Rd seguido do diâmetro nominal (**d = 24**) e do passo (**P = 3**), separados pelo sinal de multiplicação.

**Exemplo:** Rd 24 x 3, mais informações complementares: à esquerda, duas entradas etc.

## Perfil assimétrico em “dentes-de-serra”

Esse perfil torna desprezível a componente radial de ação de contato de uma peça sobre a outra. Ele é utilizado quando uma rosca sobre tubo fino tem, subitamente, esforços relativamente grandes em um só sentido axial.

### Aplicação

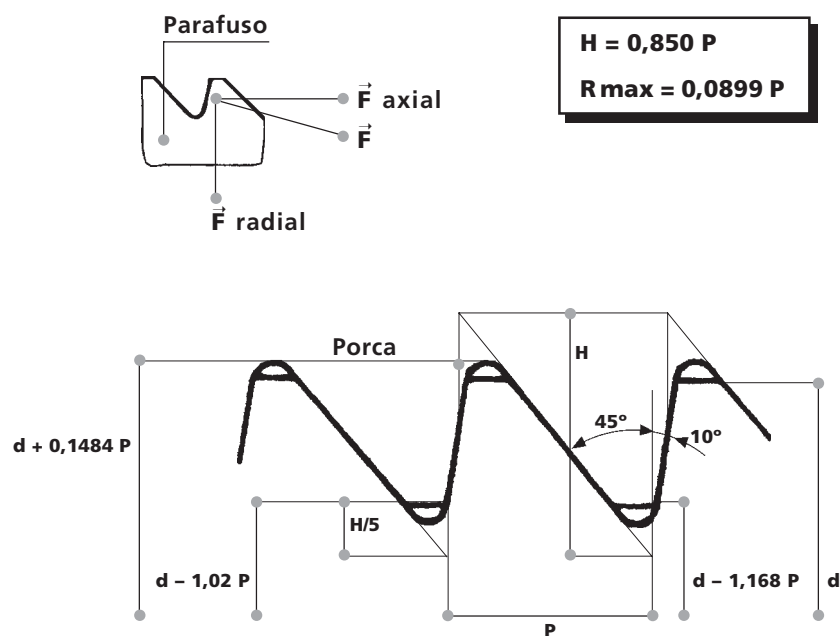
Pinças de giro/reguladores de um só sentido.

## Designação de uma rosca em dentes-de-serra

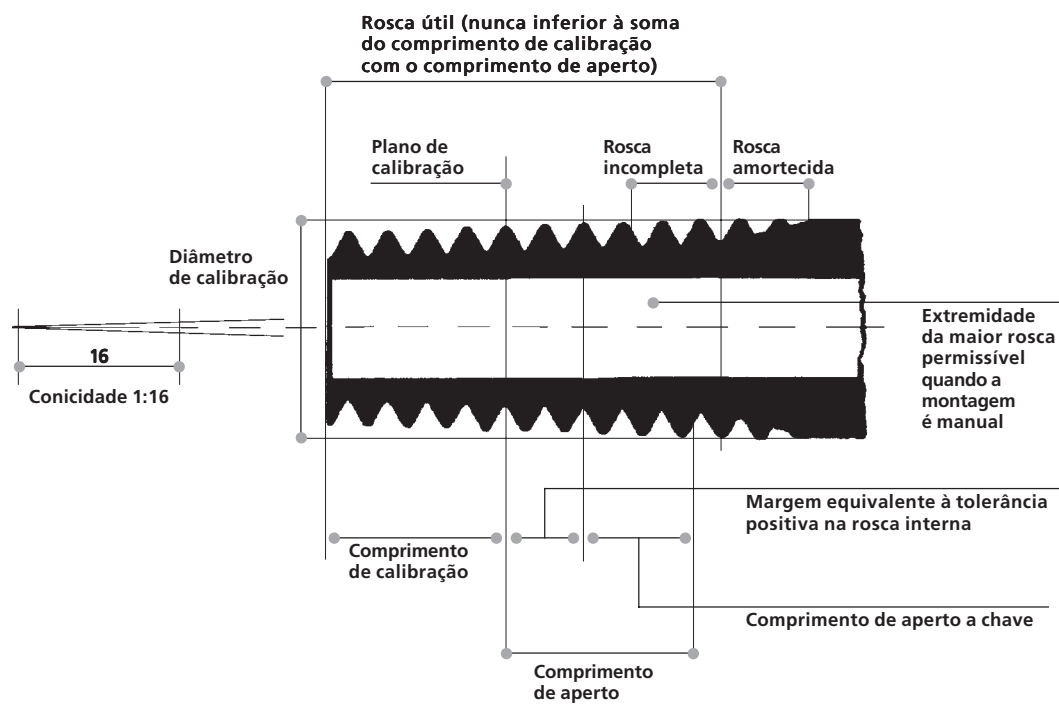
Escrever “dentes-de-serra” seguido do diâmetro nominal (**d = 36**) e do passo (**P = 3**), separados pelo sinal de multiplicação.



## Exemplo de “dentes-de-serra” 36x3



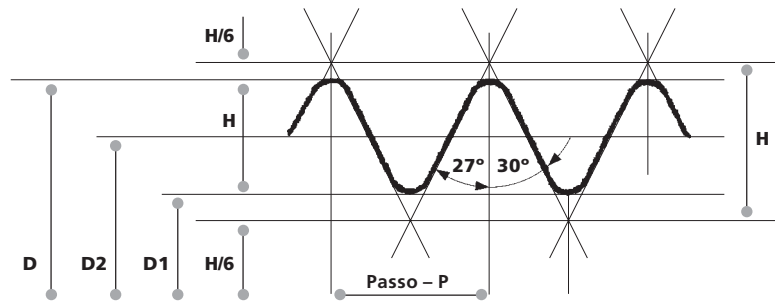
## Perfil gás para tubos e conexões



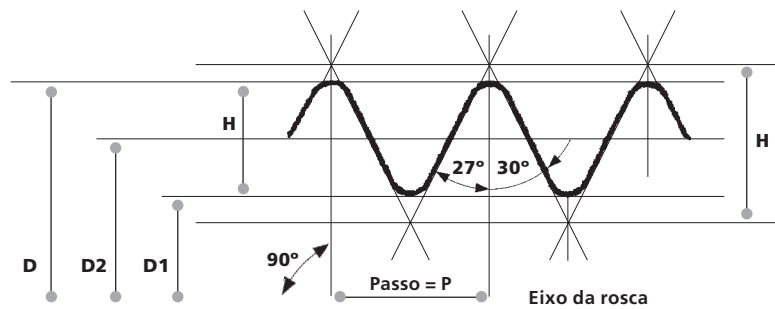




### Rosca paralela interna



### Rosca cônica externa ou interna

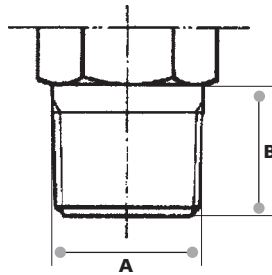


A seguir, algumas identificações normalizadas no Brasil.

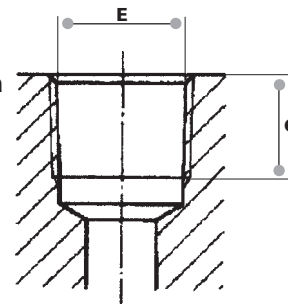
### Rosca NPT – Cônica

A rosca NPT cônica é autovedante e posicionável

Macho



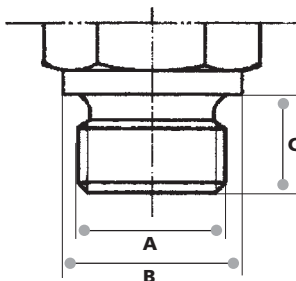
Fêmea



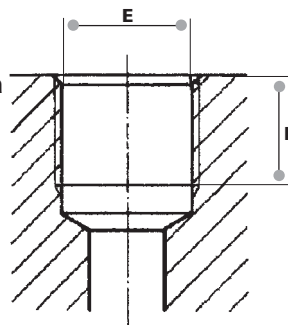
### Rosca BSP – Paralela

A vedação de roscas BSP é obtida por meio de juntas de cobre ou de juntas cortantes de aço

Macho



Fêmea

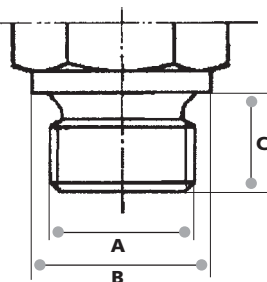




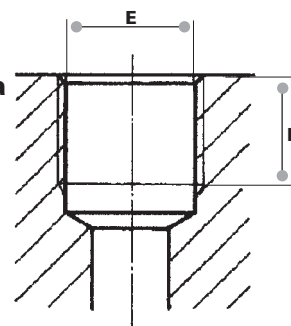
## Rosca Métrica – Paralela

A vedação de roscas métricas paralelas é obtida por meio de juntas de cobre ou de juntas cortantes de aço

Macho



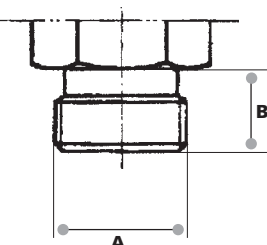
Fêmea



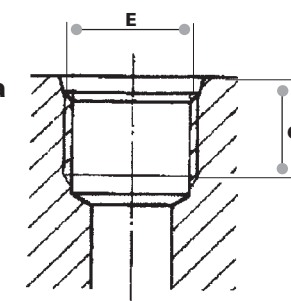
## Rosca UNF – Paralela

A vedação de roscas UNF é obtida por meio de anel de borracha sintética *O-ring*

Macho



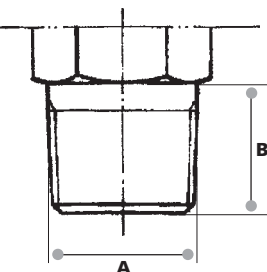
Fêmea



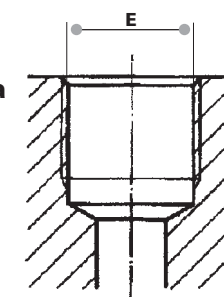
## Rosca BSPT – Cônica

A rosca BSPT cônica é autovedante e posicionável

Macho

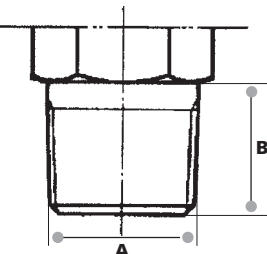


Fêmea

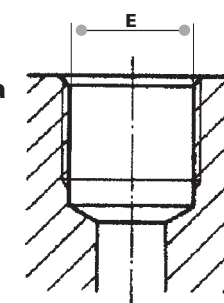


## Rosca Métrica – Cônica

Macho



Fêmea

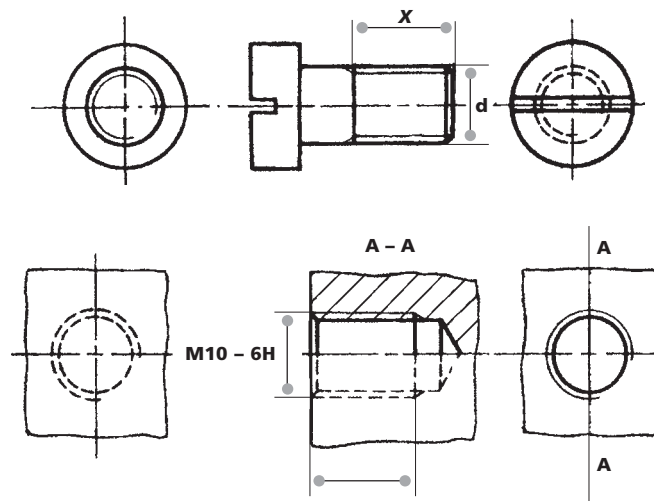




## Representação das peças filetadas

Uma peça filetada deve ser representada como uma peça lisa não-filetada, com a junção do cilindro passante no fundo dos filetes em traço fino ou interrompido fino, segundo o que está à vista ou oculto.

O comprimento de rosca **x** utilizável para o parafuso ou **p** para a porca é indicado por um traço forte (ou interrompido fino, se ele for oculto). Os filetes incompletos formados são representados por dois pequenos traços finos inclinados a 30° aproximadamente, ou por dois traços interrompidos finos se eles forem ocultos. Veja as figuras a seguir.



## Montagem de peças filetadas

Deve-se aplicar a seguinte regra:

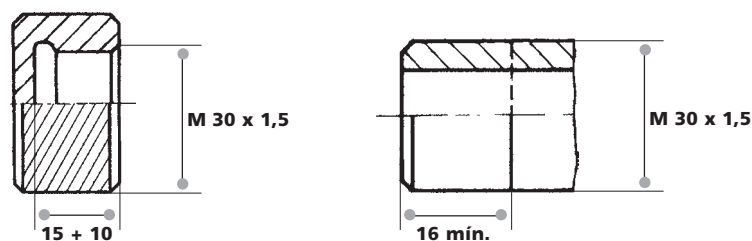
**As roscas exteriores escondem sempre as roscas interiores**

## Cotagem das roscas

O diâmetro a cotar é o diâmetro nominal comum ao parafuso e à porca. O perfil utilizado deve ser indicado ao lado das designações normalizadas.

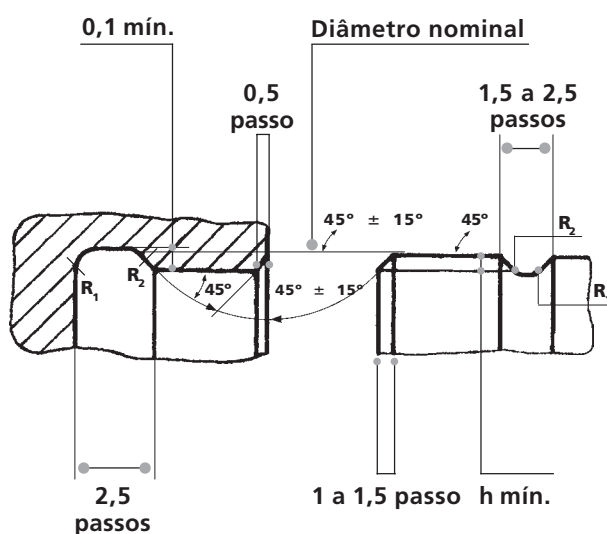
O comprimento a cotar é o comprimento útil da rosca (cotas 15 e 16 da figura a seguir)

Ela deve ser indicada de acordo com os princípios de cotagem funcional.





- O comprimento dos filetes imperfeitamente formados está entre 1,5 passo e 2,5 passos.
- As dimensões habitualmente respeitadas para os chanfros de entrada e os canais de saída de ferramenta são indicados na figura abaixo.
- No caso de troca de lugar de um parafuso pouco acessível, devemos terminar sua extremidade por um cilindro.
- O cilindro sem dúvida assegura a centragem correta do parafuso, e a montagem se torna rápida e fácil.



## Ajuste de peças filetadas à esquerda

Nós indicamos a intenção de utilização de peças filetadas à esquerda por meio dos símbolos destacados abaixo.

Um ou dois sangramentos ligeiros

Um triângulo ou uma flecha orientada  
no sentido de aperto da rosca



## Usinagem das roscas

Existe uma padronização para a escolha da broca para furação, antes de se roscar com o macho. Podemos citar alguns exemplos:

### **Rosca métrica**

M8 (passo 1,25) – diâmetro da broca 6,8mm

### **Rosca métrica fina**

M8 (passo 0,75) – diâmetro da broca 7,2mm

M8 (passo 1) – diâmetro da broca 7mm

### **Rosca R (BSP)**

R 1/2 (N/1" = 14) diâmetro da broca 19mm

### **Rosca BSW**

1/2 (N/1" = 12) diâmetro da broca 10,5mm

### **Rosca UNC**

1/2 (N/1" = 13) diâmetro da broca 10,8mm

### **Rosca UNF**

1/2 (N/1" = 20) diâmetro da broca 11,5mm

### **Rosca NPT/NPTF**

1/2 (N/1" = 14) diâmetro da broca 18mm

### **Rosca NPS/NPSF**

1/2 (N/1" = 14) diâmetro da broca 18,3mm

## Parafusos com sextavado interno

Conhecidos popularmente como parafusos “Allen” (fabricante), são confeccionados em aço SAE 1045, tratados termicamente com têmpera (a 850°C) e revenimento (a 550°C), sem limpeza superficial após o tratamento, o que lhe dá uma cor escura. O tratamento térmico visa a dar mais resistência ao parafuso e também proteção à corrosão. Seu custo é maior, e a tolerância empregada nesses parafusos é a fina (4H-5H/4h), tabelada e em função das dimensões dos filetes.



## Vamos praticar?

- 1.** O passo usual encontrado no comércio, nas roscas de parafusos e porcas, é o passo grosso.

☐

Certo

☐

Errado

- 2.** Para reconhecer o número de filetes de um parafuso, devemos reparar sobre uma geratriz do cilindro de diâmetro **d** a distância que separa dois cumes consecutivos de hélices diferentes.

☐

Certo

☐

Errado

- 3.** A mola utilizada no parafuso diferencial de Prony serve para manter o jogo/ folga das roscas sempre no mesmo sentido.

☐

Certo

☐

Errado

- 4.** Na rosca de um parafuso M8 x 1,25-6H, indicar o que representa cada símbolo relacionado abaixo.

**M**

---

**8**

---

**1,25**

---

**6**

---

**H**

---



**5.** Para revestimentos de superfícies de parafusos, utilizamos geralmente uma espessura de aproximadamente 0,07mm.

☐

Certo

☐

Errado

**6.** Nos homogeneizadores, utilizamos um tipo de rosca para movimentar os cilindros de trabalho. Essa rosca é do tipo:

☐

Trapezoidal

☐

Triangular

☐

“Dentes-de-serra”

☐

Redonda

☐

N.R.A.

**7.** Existem roscas perfil “gás” que não possuem estanqueidade no filete.

☐

Certo

☐

Errado

**8.** Um exemplo de rosca autovedante:

☐

BSP-Paralela

☐

Métrica-Paralela

☐

NPT-Cônica

☐

UNF-Paralela

**9.** A conicidade de uma rosca UNF paralela é de 1:16.

☐

Certo

☐

Errado



**10.** Para se fazer uma rosca métrica fina M8 (passo 0,75), o diâmetro da broca deve ser de:

☐ 6,8mm

☐ 7mm

☐ 7,2mm

☐ 6,5mm

**11.** Para se fazer uma rosca R (BSP) de 1/2 (N/1"=14), o diâmetro da broca deve ser de:

☐ 11mm

☐ 19mm

☐ 13mm

☐ 10mm

☐ 14mm

## Anotações

---

---

---

---

---

---





# Cotagem funcional

## Princípios

### Unidade de comprimento

Todas as dimensões lineares (cotas e tolerâncias) devem ser expressas em uma mesma unidade. Em mecânica, a unidade normalizada é o milímetro (mm).

Isso resulta nas seguintes vantagens:

- ▲ Evita-se a indicação da unidade adotada.
- ▲ A leitura se faz sem risco de confusão.

**NOTA**

- É evidente que o valor a ser registrado é aquele que deve se obter sobre a peça, qualquer que seja a dimensão sobre o desenho.

The diagram illustrates the principle of functional dimensioning. It shows two representations of a stepped part. The top representation uses mixed units (mm and cm) and is crossed out with a large 'X', indicating it is incorrect. The bottom representation uses only millimeters (mm) for all dimensions, which is the correct functional dimensioning.

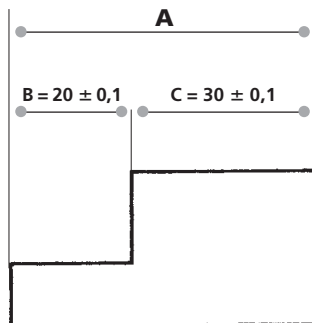
Dimension	Top Representation (Incorrect)	Bottom Representation (Correct)
Height	9mm	9
Total Width	2,5cm ± 0,05mm	25 ± 0,05
Inner Width	13mm	13
Outer Width	7mm	7



## Cotas excessivas

Não se devem jamais inscrever cotas excessivas.

Nós dizemos que uma cota é excessiva (ou complementar) porque pode ser deduzida por adição ou subtração das outras dimensões dadas.



Por exemplo, a cota **A** é excessiva porque ela pode ser obtida pela adição das cotas **B** e **C**.

Determinamos o valor mínimo (**A** mín.) e máximo (**A** máx.) de **A**:

$$\mathbf{A \text{ mín.} = 19,9 + 29,9 = 49,8}$$

$$\mathbf{A \text{ máx.} = 20,1 + 30,1 = 50,2}$$

A cota **A** varia entre os limites  $50 \pm 0,2$ . Vamos supor que nós inscrevamos esse valor sobre o desenho e que o operário, para controlar a peça, meça as cotas **A** e **C**.

### Exemplo:

$$\mathbf{A = 49,8}$$

e

$$\mathbf{C = 30,1}$$

Deduzimos logicamente que a peça é boa. Agora faremos a verificação do valor correspondente de **B**:

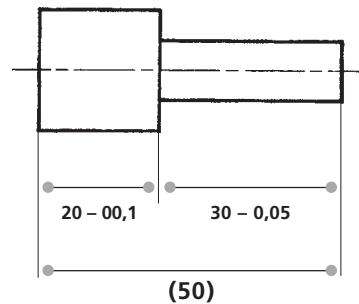
$$\mathbf{B = 49,8 - 30,1 = 19,7}$$

O valor obtido é claramente fora de tolerância. A cotação excessiva apresenta tolerâncias incompatíveis.



## Cota auxiliar

Se uma cota excessiva é estimada útil (por exemplo, para decréscimo de uma peça), devemos escrevê-la entre parênteses a fim de indicar que não é necessário fazer a verificação. Uma cota auxiliar não deve ser tolerada.

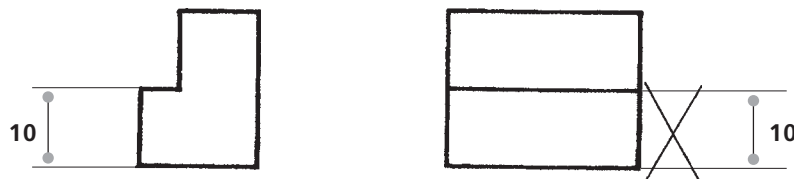


## Inscrição das cotas

Uma cota não deve ser inscrita mais do que uma vez. Além disso, o elemento cotado deve ser representado o mais claramente possível.

### Exemplo:

Repetição da cota 10 no desenho abaixo:



- ▲ Ela aumenta o tempo passado sobre o desenho.
- ▲ No caso de uma eventual modificação do valor da cota, há o risco de se modificar uma cota e não a outra, o que pode conduzir a outras confusões antes, na fabricação e no controle da peça.
- ▲ Ela não leva nenhuma informação nova para a fabricação.

## Cotagem funcional

Cotar funcionalmente um desenho é fazer uma escolha racional entre suas diversas dimensões geometricamente equivalentes, e não cotar e tolerar aquelas (ditas “dimensões funcionais”) que expressam diretamente as condições de capacidade do produto a empregar (ditas “cotas condicionais”).



### Método geral para cotar funcionalmente

1. Fazer uma análise completa do produto a fim de colocar em evidência as cotas condicionais para assegurar um funcionamento normal.
2. Trocar as cotas que expressam diretamente, para cada peça, as cotas condicionais.

## Desenho de definição

Os desenhos de detalhes feitos a partir de uma montagem se chamam “desenhos de definição”.

Eles determinam as exigências funcionais às quais deve satisfazer o processo de produção.

Um desenho de definição deve ser cotado funcionalmente. A cota indicada corresponde à dimensão da peça acabada e a informações complementares sobre o revestimento de proteção, o tratamento de superfície etc.

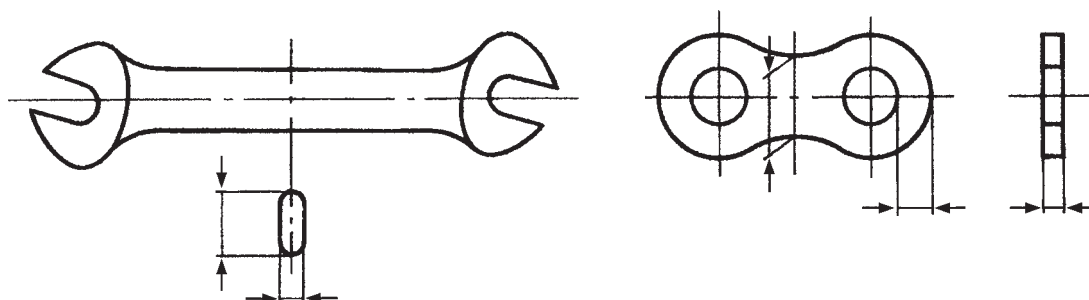
### Indicação dos elementos não-constituintes de uma montagem

Indicar no desenho abaixo os elementos não-constituintes de uma montagem, como:

- Resistência ou deformação mecânica
- Encobrimento
- Economia de massa ou material
- Estética, etc.

#### Notas

- Em geral, as cotas condicionais se exprimem diretamente (a cota a ser inscrita é igual à cota condicional).
- Para essas cotas, o modo de tolerar mais conveniente muitas vezes é o “princípio de independência”.





## Indicação dos elementos constituintes de uma montagem

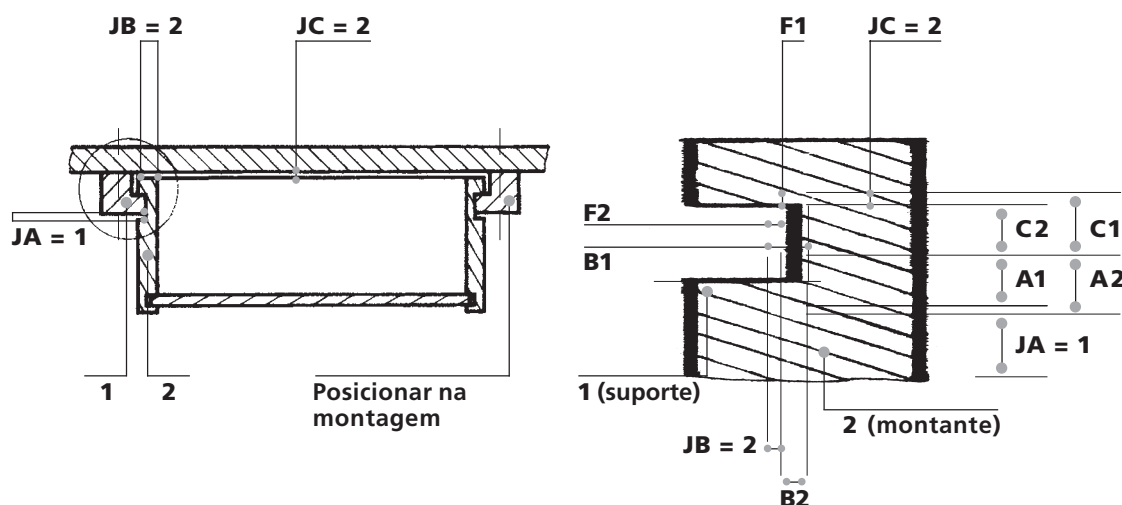
As cotas que se devem inscrever resultam de cotas condicionais, sendo limitada uma distância necessária entre dois elementos à parte de cada uma de duas peças distintas, conforme está explicitado nos desenhos abaixo.

Fique atento aos comentários que seguem.

### Nota

• Em função das necessidades funcionais, nós podemos ser conduzidos a utilizar o “princípio da cobertura”. Agora acompanhe o exemplo a seguir sobre cotagem funcional para o registro de mesa da figura abaixo.

A-Escala 1 : 1



## Análise funcional

- ▲ O detalhe **A** representa o suporte esquerdo e uma porção do montante lateral esquerdo do registro.
- ▲ Pesquisa das cotas condicionais para obter o funcionamento pesquisado.
- ▲ O entalhe do suporte **1** deve poder penetrar dentro da ranhura do montante **2**. Aí supõe-se um jogo **JA**.
- ▲ A face **F1** não se deve apoiar contra a face **F2**. Ela supõe um jogo **JB**.
- ▲ A parte superior do registro não deve entrar em contato com a parte superior do prato da mesa. Ela supõe um jogo **JC**. A fim de conservar a esse exemplo a simplicidade necessária, nos limitamos a determinar somente a cota que experimentam diretamente esses três jogos funcionais.



## Escolha das dimensões a cotar

### Cota condicional JA

As cotas **A1** e **A2** exprimem diretamente o jogo **JA**. Essas três dimensões são lidas pela relação:

$$JA = A2 - A1$$

As cotas **B1** e **B2** experimentam o jogo **JB**. Essas três dimensões são ligadas pela relação:

$$JB = B1 - B2$$

### Cota condicional JC

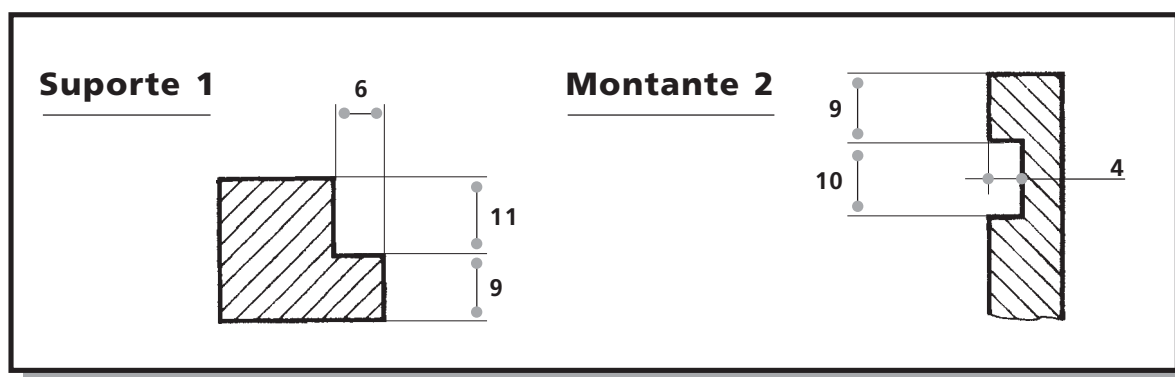
As cotas **C1** e **C2** experimentam diretamente o jogo **JC**. Essas três dimensões são ligadas pela relação:

$$JC = C1 - C2$$

## Desenhos parciais de produtos acabados das peças 1 e 2

O valor das cotas a serem levantadas na escala sobre o desenho de montagem.

As tolerâncias de fabricação não devem ser indicadas. Esta cotação (cotas não-toleradas) poderá ser aceitável para uma fabricação unitária.



Esse exemplo permite enunciar o seguinte princípio:

Não é possível cotar funcionalmente uma peça da qual não se conhece exatamente a utilização.



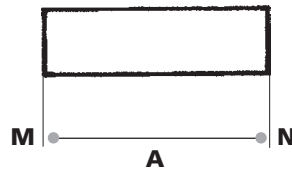
## Cadeia de cotas

É uma montagem de cotas necessárias e suficientes em consideração à cota condicional.

Cada cota se constitui num “elo”.

Para comodidade de raciocínio, trocamos as linhas de cota por vetores. Um vetor **MN** é um segmento de reta orientado, **M** é a origem e **N** a extremidade.

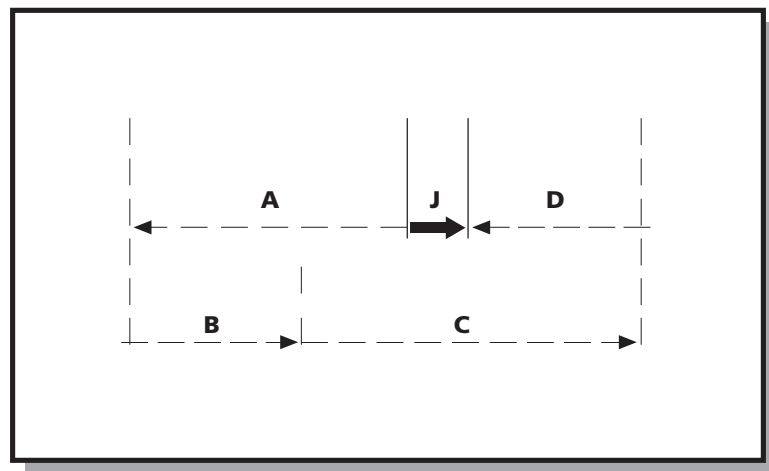
No exemplo, **A** representa a cota da peça.



## Estabelecimento de uma cadeia de cotas

### Execução material

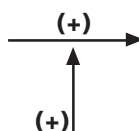
1. Traçar o vetor cota condicional **J**.
2. A partir da origem do vetor **J**, traçar o primeiro vetor **A**.
3. O segundo vetor **B** tem como origem a extremidade do vetor **A** (ou a extremidade do vetor **A** e a origem do vetor **B** estão, como no caso da figura, sobre uma mesma linha de chamada).
4. Proceder da mesma forma com os diferentes vetores sucessivos.
5. A extremidade do último vetor **D** confunde-se com a extremidade do vetor **J**.





## Propriedade de uma cadeia de cotas

O sentido positivo é dado pelo sentido do vetor **J**. O sentido positivo habitual vai da esquerda para a direita, para as cotas horizontais, e de baixo para cima para as cotas verticais.



O vetor cota condicional **J** é igual à soma dos vetores de sentido positivo menos a soma dos vetores de sentido negativo.

## Cálculo dos jogos-limite

▲ O jogo é máximo se as dimensões dos vetores positivos são máximas e as dos vetores negativos são mínimas.

▲ O jogo é mínimo se as dimensões dos vetores positivos são mínimas e as dos vetores negativos são máximas.

Praticamente, quanto mais importante o número de cotas componentes da cadeia de cotas, menor a chance de que seus limites sejam alcançados.

## Estudo das tolerâncias

• A condição funcional **J** deve ser aplicada a partir de uma tolerância, porque é impossível obtê-la na fabricação de cotas exatas. Essa tolerância é escolhida de maneira a obter um jogo mínimo e um jogo máximo compatíveis com um funcionamento correto. A tolerância **j** sobre o jogo **J** é em seguida repartida sobre as cotas componentes da cadeia de cotas, originando os princípios seguintes:

Cota	J	A	B	C	D
Tolerância		a	b	c	d

1. A tolerância **j** sobre a cota condicional **J** é igual à soma das tolerâncias das cotas componentes da cadeia de cotas.

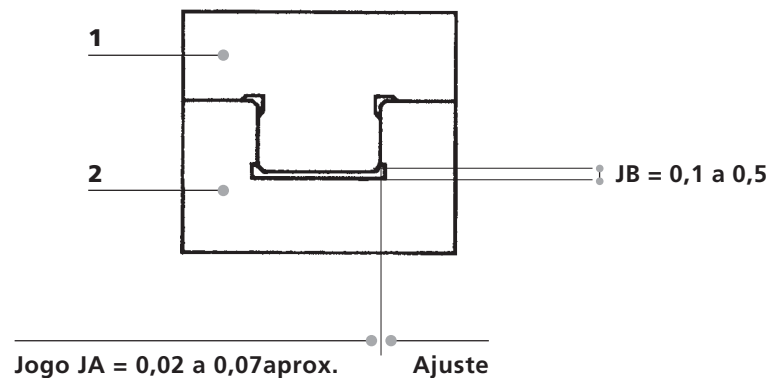
2. Se a cadeia de cotas é mínima, cada cota é afetada pela maior tolerância possível.

$$j = a + b + c + d$$





Agora acompanhe o exemplo apresentado a seguir, para estabelecer as cadeias mínimas de cotas relativas à guia da corrediça **1** sobre a guia **2**. Fique atento aos comentários que seguem.



### Análise funcional

Para que o movimento da corrediça **1** dentro da guia **2** possa ser obtido, é necessário:

- Que o entalhe da corrediça possa penetrar a ranhura com um jogo **JA = 0,02 a 0,07**, aproximadamente, seja uma tolerância **ja = 0,05**, aproximadamente.
- Que entre a extremidade do entalhe e o fundo da ranhura seja encontrado um jogo **JB = 0,1 a 0,5**; suponhamos uma tolerância **jb = 0,4**.

Os jogos **JA** e **JB** são considerados dados. Eles deverão ser determinados seja por cálculo, seja por experiência de casos similares anteriores, seja por ensaios prévios.

### Cadeia mínima de cotas

#### Definições prévias

Superfície de apoio: superfícies em contato com uma montagem de diversas peças.

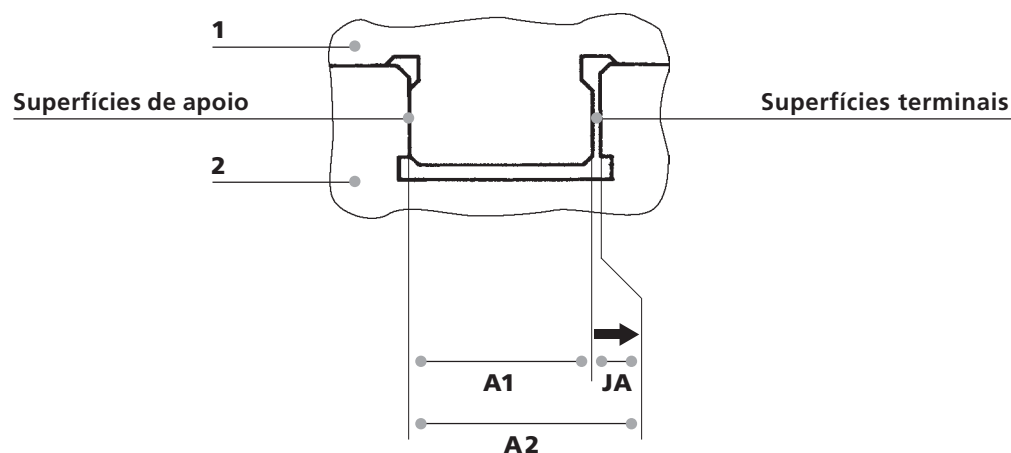
Superfícies terminais: superfícies de uma montagem de diversas peças entre aquelas em que o jogo está compreendido.

#### Condição funcional JA

Está claro que a cadeia mínima de cotas para definir diretamente esta cota condicional é composta pelas cotas **A1** e **A2**, supondo-se uma cota por peça.

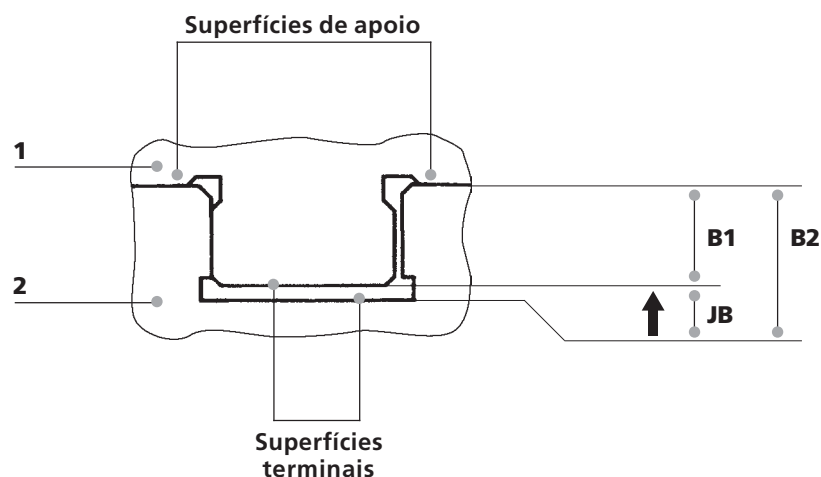


Estas são as duas cotas: **A1** para a peça **1** e **A2** para a peça **2**, que constituem as cotas funcionais **1**.



### Cota condicional JB

A cadeia mínima de cotas é composta pelas cotas funcionais **B1** e **B2**. Essas cotas permitem passar de uma superfície terminal à outra por intermédio das superfícies de apoio.

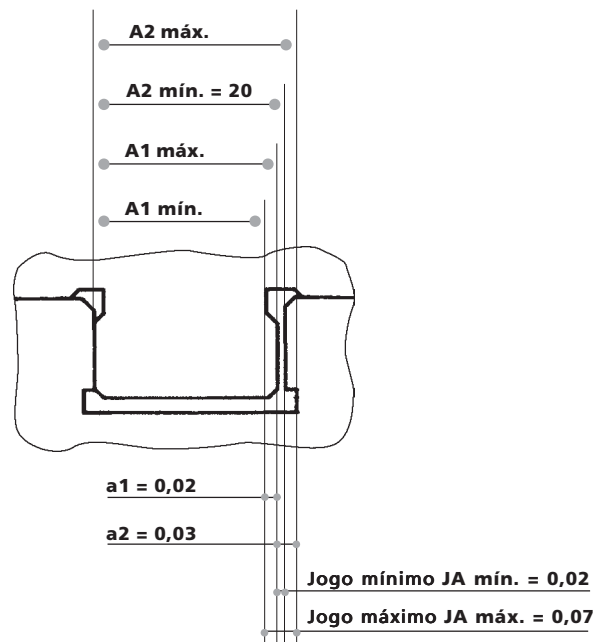


### Princípio fundamental da cotação funcional

A partir de uma dada cota condicional, a cadeia de cotas é mínima se nela há uma cota por peça.

Para determinar essa cadeia de cotas, partimos de uma superfície terminal para rejuntrar a outra superfície terminal passando para a intermediária das superfícies de apoio. As superfícies de apoio a escolher são aquelas que concorrem à colocação no lugar das superfícies terminais.

Para algumas das peças, a cota funcional a inscrever é aquela a partir da cadeia de cotas assim determinadas.



### Cadeia de cotas JA

A tolerância sobre o jogo **JA** ( $ja \pm 0,05$ ) será repartida entre cada uma das cotas **A1** e **A2**. Essa repartição deve ser efetuada em função dos custos de fabricação.

Podemos admitir, de um modo geral, que as tolerâncias iguais à fabricação de um “contingente” são mais onerosas do que aquelas do “contido”.

Somos conduzidos a prever para a cota **A2** uma tolerância mais larga do que para a cota **A1**, sendo:

Tolerância sobre A1:  $a1 + 0,02$   
Tolerância sobre A2:  $a2 + 0,02$

### Verificação do estudo das tolerâncias

$JA = a1 + a2$   
Seja  $0,05 = 0,02 + 0,03$

### Determinação das cotas-limite

Os valores-limite das cotas **A1** e **A2** devem respeitar pelo menos uma das duas relações abaixo:

$JA \text{ máx.} = A2 \text{ máx.} - A1 \text{ mín.} = 0,07 \text{ (1)}$   
 $JA \text{ mín.} = A2 \text{ mín.} - A1 \text{ máx.} = 0,02 \text{ (2)}$



Se, por exemplo, o valor nominal do ajuste for 20mm (cota colocada em escala no desenho de montagem) e se o jogo mínimo **JA mín.** for igual a **0,02**, tomados às custas da largura do entalhe, teremos:

$$A2 \text{ mín.} = 20 \text{ e } A1 \text{ máx.} = 19,98$$

A relação (2) se verifica. De outra parte:

$$A1 \text{ mín.} = A1 \text{ máx.} - a1 = 19,98 - 0,02 = 19,96$$

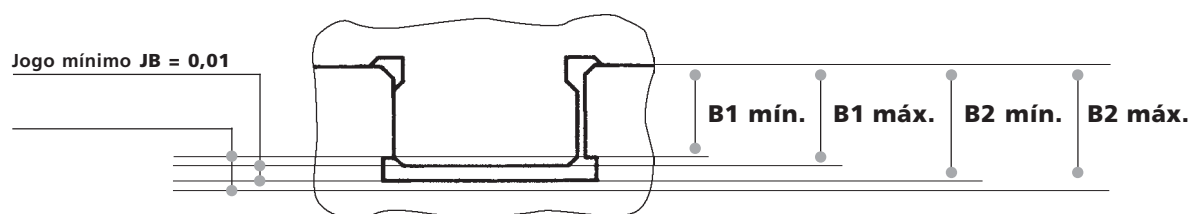
$$A2 \text{ máx.} = A2 \text{ mín.} + a2 = 20 + 0,03 = 20,03$$

Estes valores verificam a relação (1).

Em resumo:

$$A1 = 20 (-0,027 - 0,04)$$

$$A2 = 20 (+0,03/0)$$



### Observação

Se o controle das peças for feito com o auxílio de calibres de verificação do sistema internacional de tolerâncias, é necessário pesquisar os valores normalizados que mais se aproximam daqueles anteriormente determinados.

Sabendo que:

$$a1 = 0,020$$

$$a2 = 0,030$$

nós podemos consultar a tabela de tolerâncias. Para **a1**, **IT 7 = 0,021**, e para **a2**, **IT 8 = 0,033**, valores vizinhos dos precedentes.



A tolerância já permanece praticamente sem alteração.

$$j_a = IT\ 7 + IT\ 8 = 0,021 + 0,033 = 0,054$$

Consultando a tabela e considerando que o jogo mínimo **JA mín. = 0,02**, podemos concluir que:

$$A1 = 20\ f\ 7\ (-\ 0,020/-0,041)$$

$$A2 = 20\ H\ 8\ (+\ 0,033/0)$$

### Cadeia de cotas JB

O jogo **JB = 0,3** é afetado por uma tolerância  $\pm 0,2$ . Como anteriormente pelo jogo **JA**, a repartição dessa tolerância sobre cada uma das cotas **B1** e **B2** deve ser feita em função das cotas de fabricação. Nós podemos ter uma tolerância idêntica para **B1** e **B2**, sendo:

$$\text{Tolerância sobre B1: } b1 \pm 0,1$$

$$\text{Tolerância sobre B2: } b2 \pm 0,1$$

Levantamos sobre o plano de montagem a altura do entalhe, ou seja, 12mm, e tomamos o jogo nominal de 0,3mm sobre a profundidade da ranhura.

A partir desses elementos, os valores de **B1** e **B2** são fáceis de obter:

$$B1 = 12 \pm 0,1$$

$$B2 = 12,3 \pm 0,1$$

### Verificação

$$JB\ \text{máx.} = B2\ \text{máx.} - B1\ \text{mín.} = 12,4 - 11,9 = 0,5$$

$$JB\ \text{mín.} = B2\ \text{mín.} - B1\ \text{máx.} = 12,2 - 12,1 = 0,1$$







---

*FIRJAN  
Federação  
das Indústrias  
do Estado do  
Rio de Janeiro*

*SENAI  
Serviço Nacional  
de Aprendizagem  
Industrial do  
Rio de Janeiro*

Av. Graça Aranha, 1  
Centro – CEP: 20030-002  
Rio de Janeiro – RJ  
Tel.: (21) 2563-4526  
Central de Atendimento:  
0800-231231