

## 9 – Mancais de Rolamento

**Mancais** são elementos de máquinas que suportam eixo girante, deslizante ou oscilante. São classificados em mancais de:

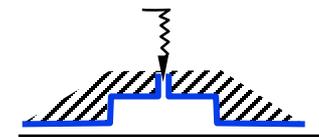
Mancais convencionais

- de rolamentos (de esferas, de rolos, de rolos cônicos, de agulhas);
- de deslizamento (buchas, hidrodinâmicos).



Mancais especiais

- Hidrostáticos
- Aerostáticos
- Aerodinâmicos
- Magnéticos



**Principais fabricantes :**

[www.skf.com.br](http://www.skf.com.br)

[www.nsk.com.br](http://www.nsk.com.br)

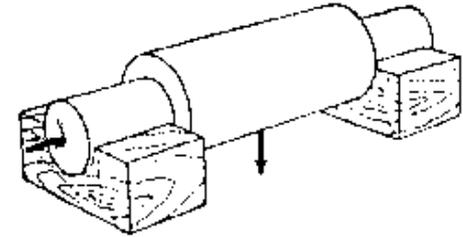
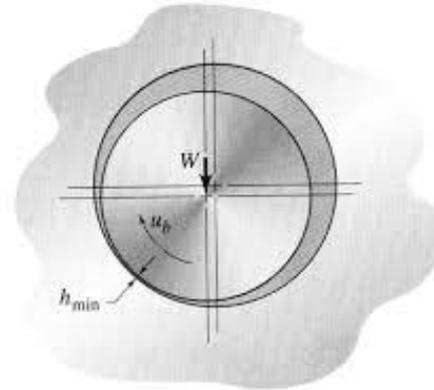
[www.schaeffler.com.br](http://www.schaeffler.com.br)

## 9.1 – Introdução

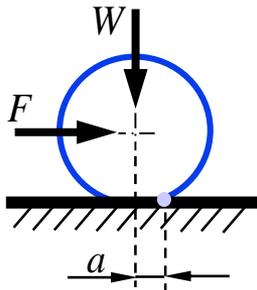
- **Atrito seco de deslizamento**

Atrito estático  $\mu_e = 0,2$  a  $0,3$

Atrito cinemático  $\mu_d = 0,1$  a  $0,15$



- **Atrito seco de rolamento**



$$F \cdot R \cong W \cdot a \Rightarrow F \cong \frac{a}{R} \cdot W$$

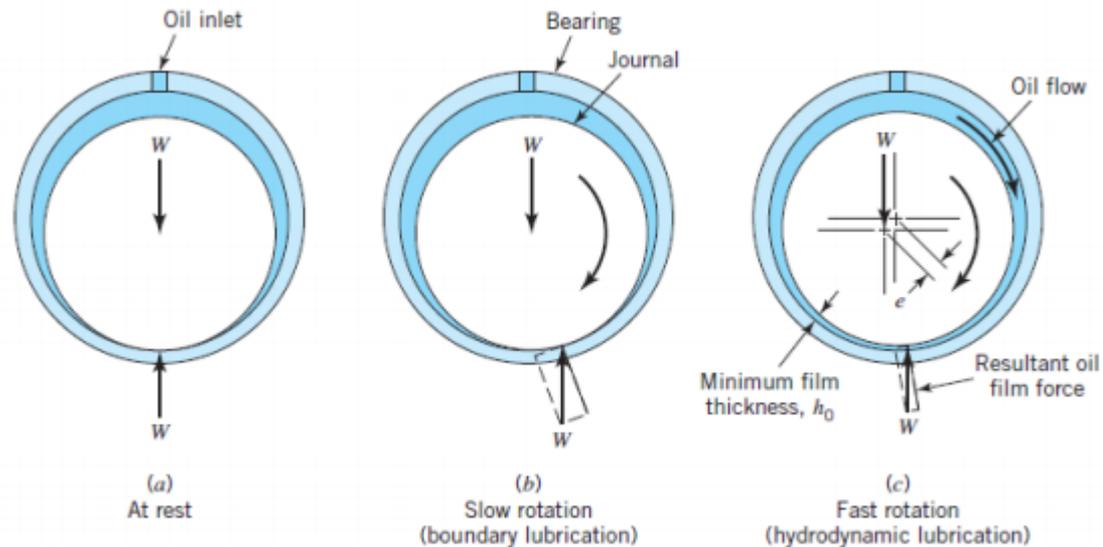
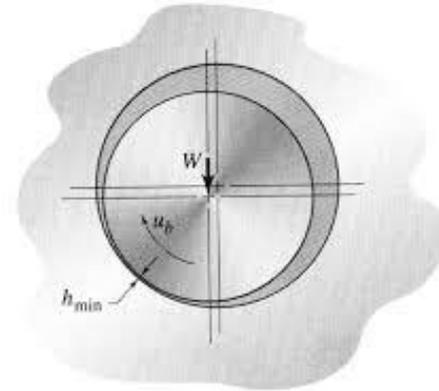
$$\mu_{rolam} = 0.0012 \sim 0.0015$$

$$\mu_{rolam} \ll \mu_d$$

Mancal de elementos rolantes e “rolamento”

Vantagens do mancal de rolamento sobre o mancal hidrodinâmico

- 1 - Menor atrito de partida (0,02 contra 0,12)
- 2 - Lubrificação mais fácil
- 3 - Amaciamento desnecessário
- 4 - Liberdade de escolha do material do eixo
- 5 - Maior capacidade de carga por largura
- 6 - Padronização



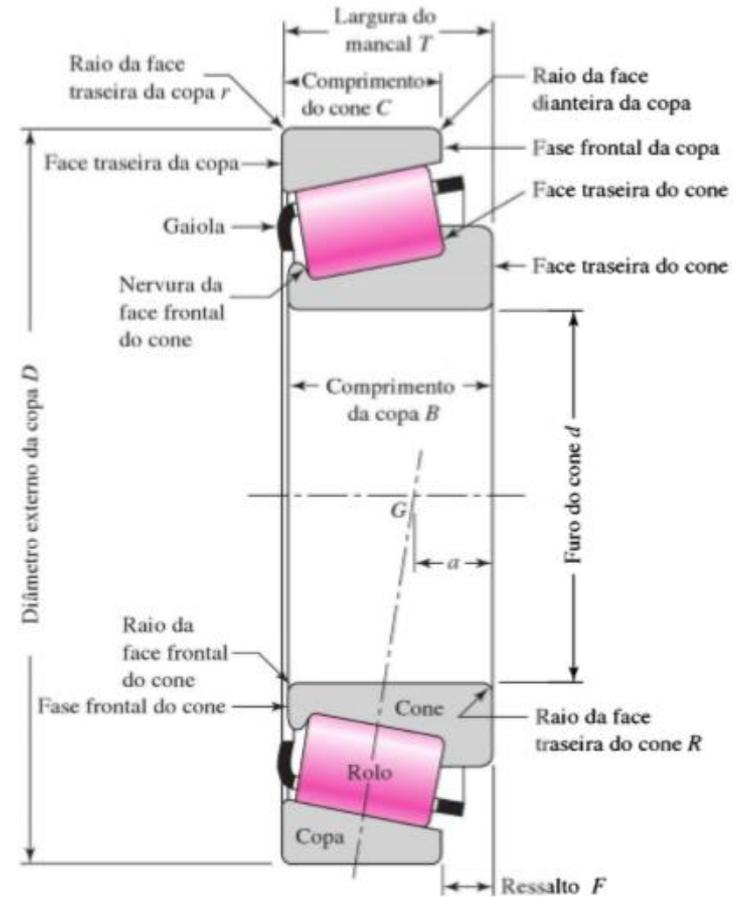
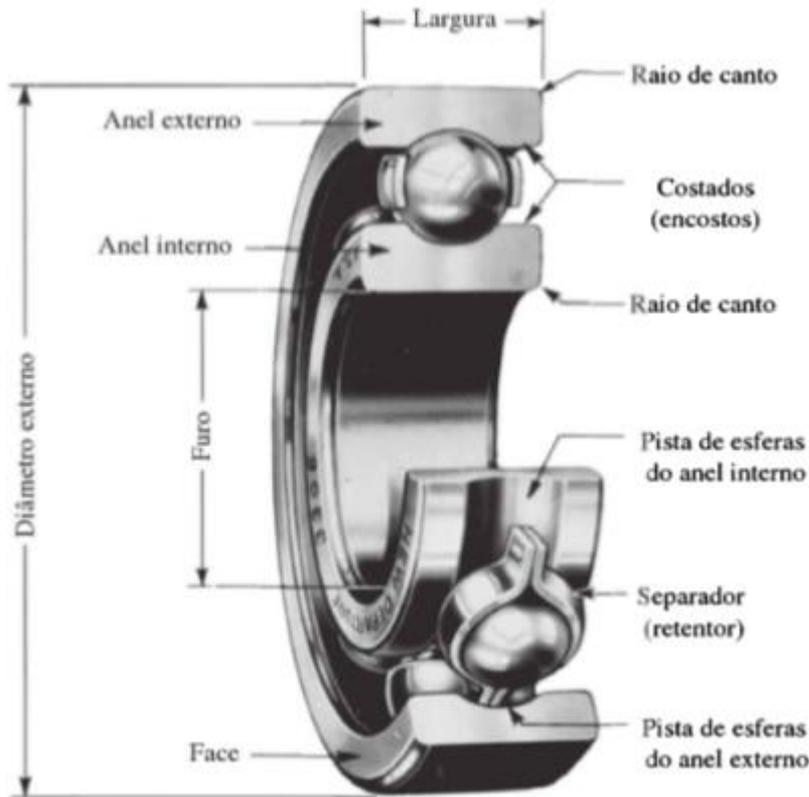
Tipos de elementos rolantes

- esférico
- cilíndrico
- cônico



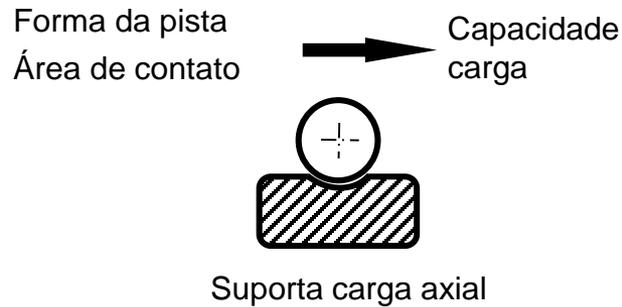
Tipo de contato	Capacidade de carga	Coefficiente de atrito
Contato puntiforme	↓	↓
Contato linear	↑	↑

Nomenclatura

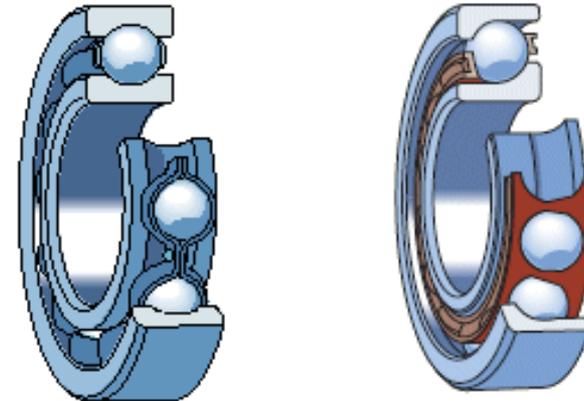


## 9.2 – Construção de Rolamentos

- anel externo
- anel interno
- elemento rolante
- gaiola
- pista externa
- pista interna

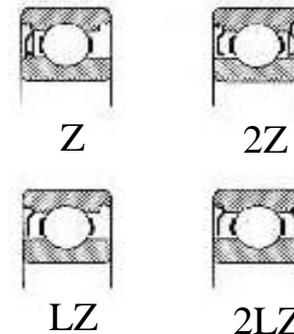


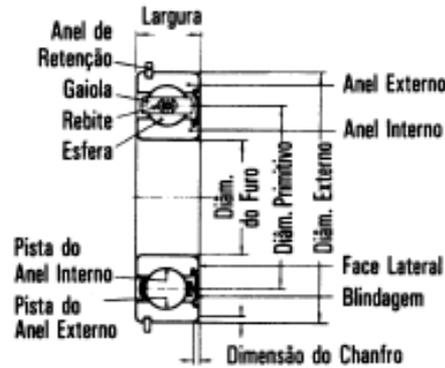
### Rolamento rígido de uma carreira de esferas



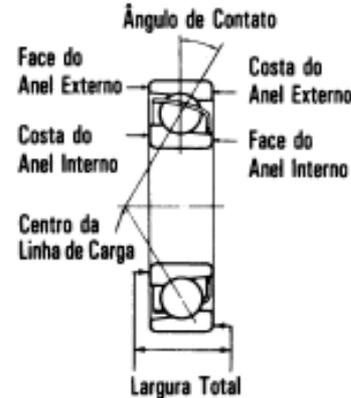
#### Blindagem ( opcional ) :

- proteção contra partículas externas
- placa protetora fixa no anel ext.
  - Z ( 1 placa )
  - 2Z ( 2 placas )
  - LZ ( pré lubrificadas )

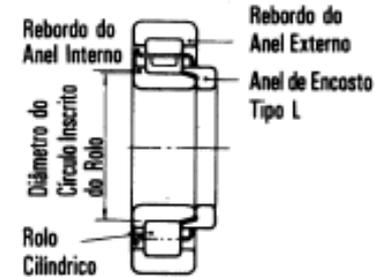




**Rolamento Fixo de Uma Carreira de Esferas**



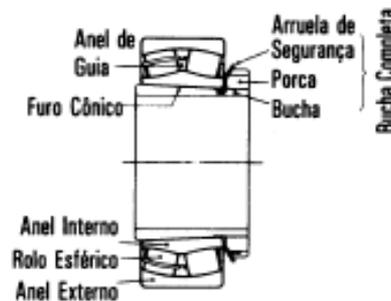
**Rolamento de Uma Carreira de Esferas de Contato Angular**



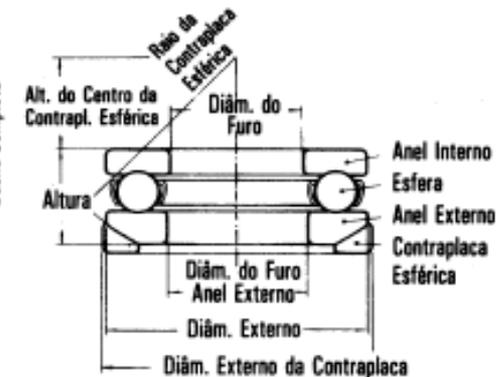
**Rolamento de Rolos Cilíndricos**



**Rolamento de Rolos Cônicos**



**Rolamento Autocompensador de Rolos**



**Rolamento Axial de Esferas de Escora Simples**

## Gaiola



Rebitada



Estampada



Gaiolas de latão

## Fabricação de rolamentos :

- Material : aço liga Cr-Mn

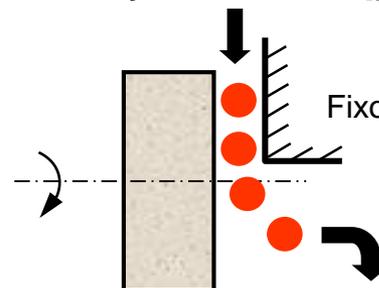
- Processo :

- **Anéis** tubo → torneamento → tratamento térmico → retífica → polimento da pista

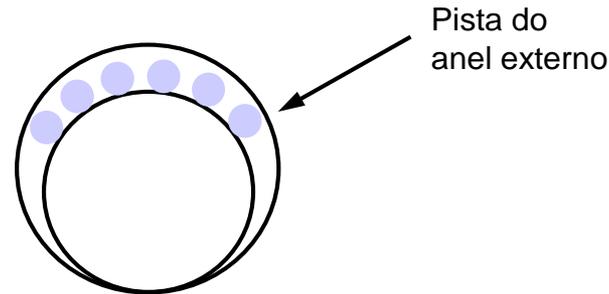
- **Elementos** barra → conformação a frio ( $d \leq 3/4''$ ) ou a quente → tratamento térmico → retificação frontal

1ª escolha : diferença máxima 1 [ $\mu\text{m}$ ] entre elementos

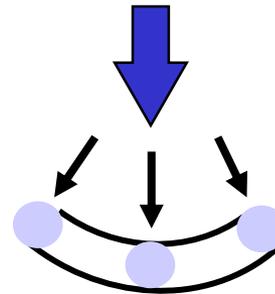
2ª escolha : diferença diâmetro < 1 [ $\mu\text{m}$ ] (casos especiais de precisão)



## Montagem :

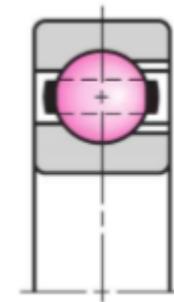


- Inserção é feita sem gaiola.
- Gaiola é rebitada depois.
- Exige grande distância entre esferas.

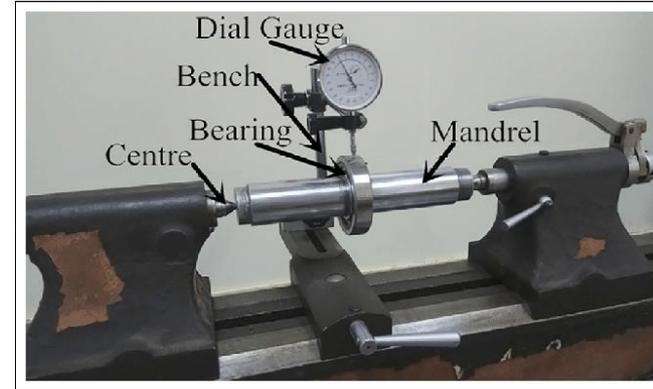
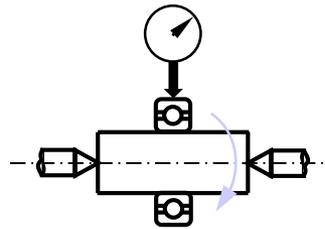


- Mais esferas → Melhorar distribuição de esforços
- Rolamentos especiais com maior número de esferas

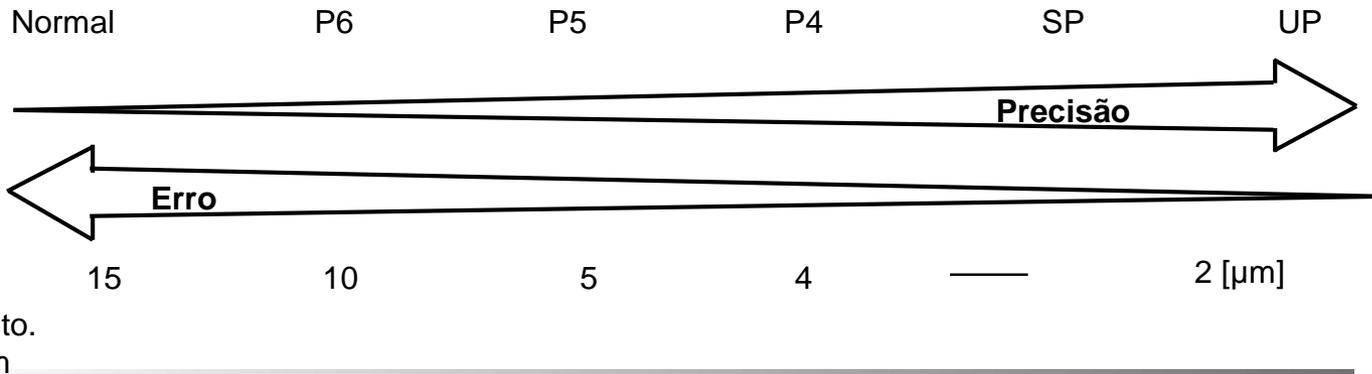
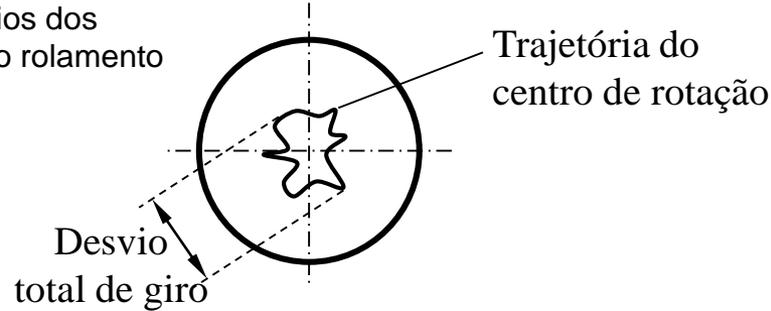
Canaleta no anel interno p/ inserção → menor carga axial



Desvio de batida radial  
(run out)



Soma dos desvios dos  
componentes do rolamento

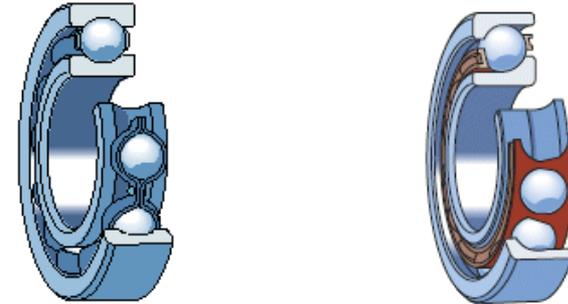


### 9.3 – Tipos de Rolamentos

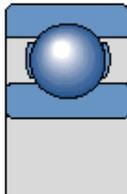
#### ROLAMENTO RÍGIDO DE ESFERAS

- mais comum, mais barato
- suporta cargas radiais e um pouco de carga axial
- baixo atrito → altas rotações
- cargas leves e médias

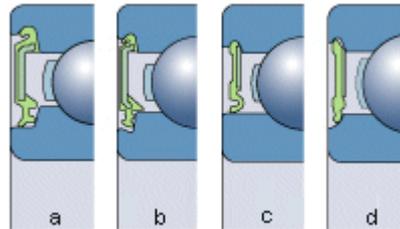
Rolamento rígido de uma carreira de esferas



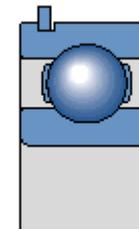
Rolamento do tipo básico aberto



Rolamentos vedados



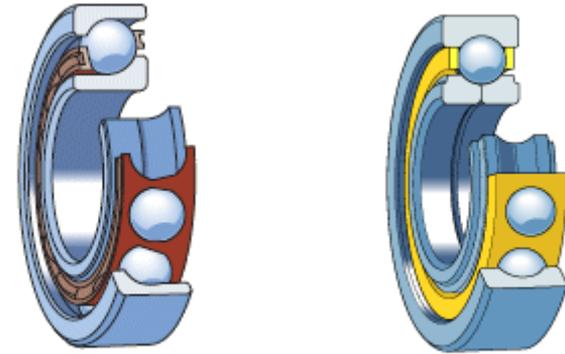
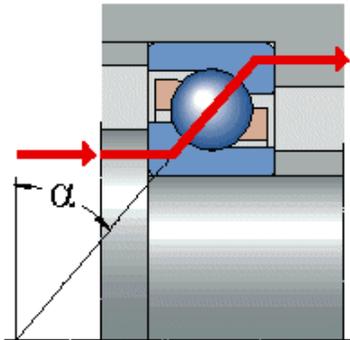
Rolamento com ranhura para anel de retenção e anel de retenção



### 9.3 – Tipos de Rolamentos

#### ROLAMENTOS DE CONTATO ANGULAR

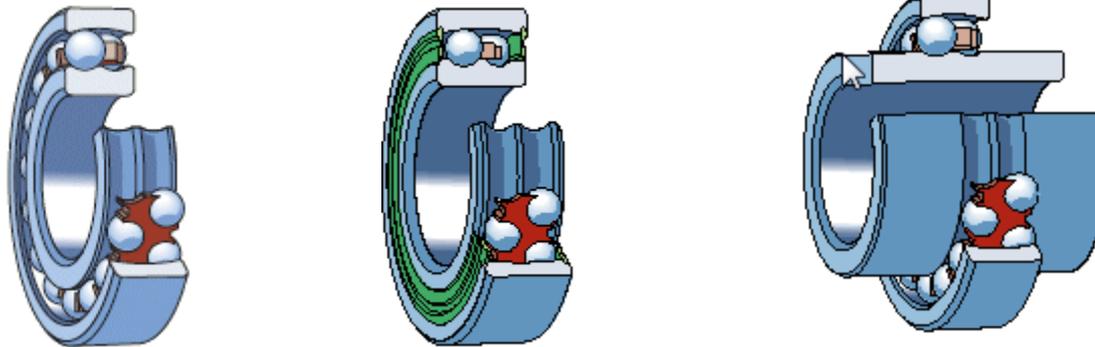
- uso parecido ao anterior
- inclinação do contato aumenta cargas axiais suportadas
- carga axial só num sentido



### 9.3 – Tipos de Rolamentos

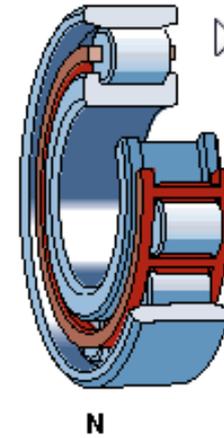
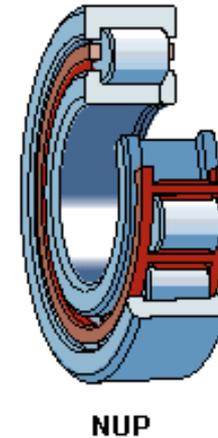
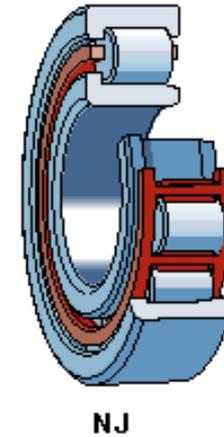
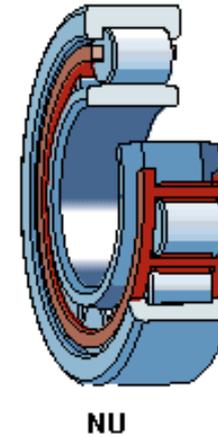
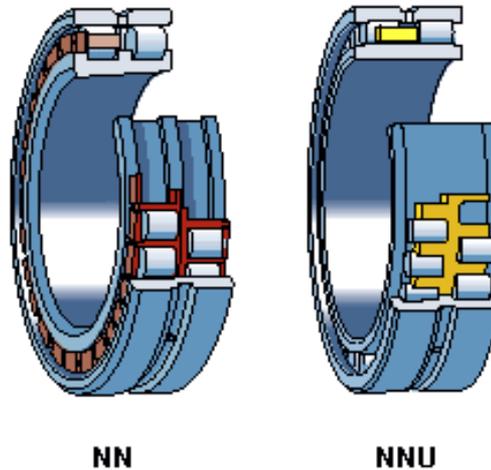
#### ROLAMENTO AUTOCOMPENSADOR DE ESFERAS

- uma ou duas fileiras de esferas
- compensam desalinhamento angular de até 3 graus
- suporta cargas radiais e axiais leves

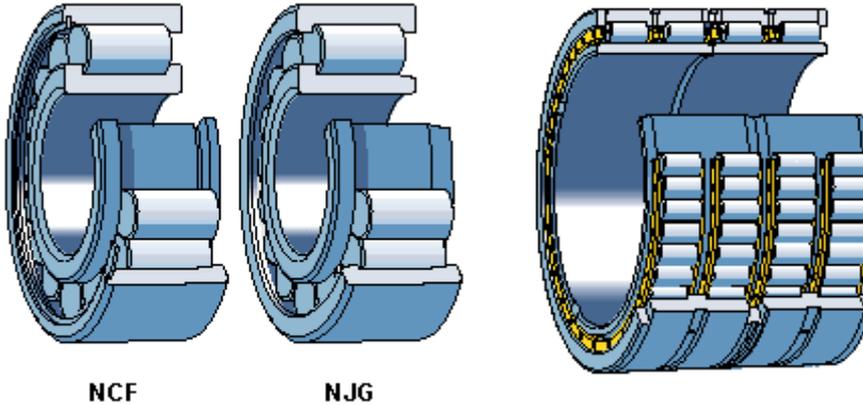


## ROLAMENTOS DE ROLOS CILÍNDRICOS

- maior capacidade de carga
- os anéis são separáveis
- com duas flanges não suporta carga axial ( N, NU )
- com três flanges → axial em um sentido
- com quatro flanges → axial em dois sentidos

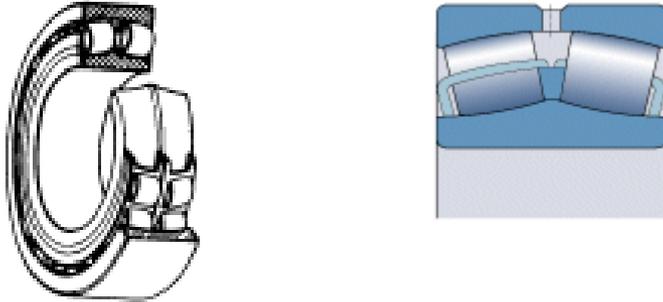


## ROLAMENTOS DE ROLOS CILÍNDRICOS



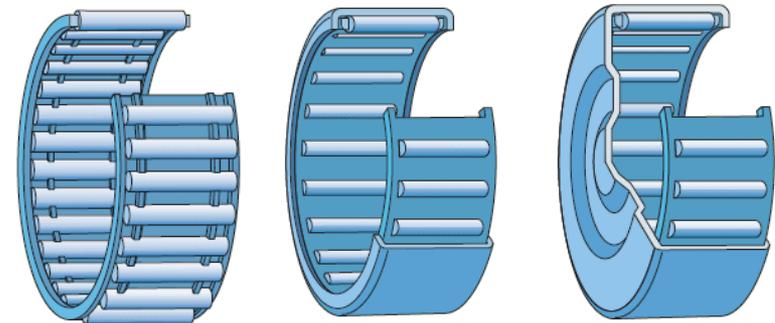
## ROLAMENTO AUTOCOMPENSADOR DE ROLOS

- cargas axiais e radiais maiores que anterior



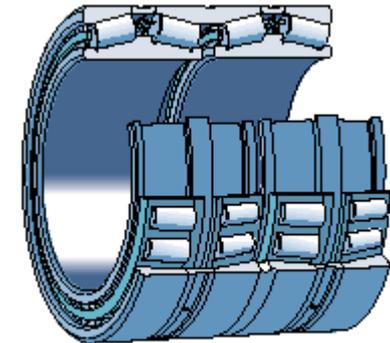
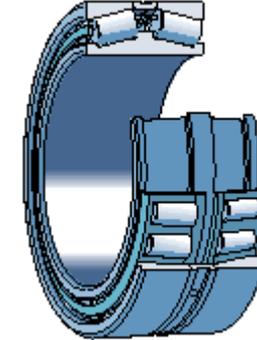
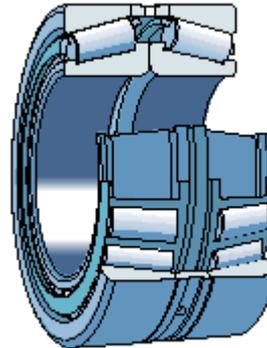
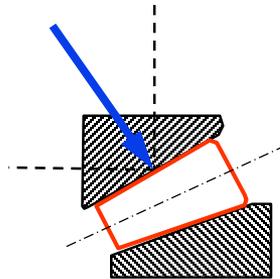
## ROLAMENTOS DE AGULHAS

- $d = 1,5 \sim 5 \text{ mm}$ ,  $L = 2,5 \cdot d$
- Usados nos casos de falta de espaço na direção radial
- São separáveis
- Somente carga radial



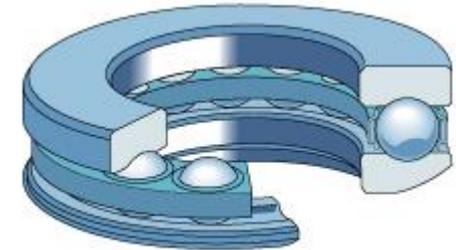
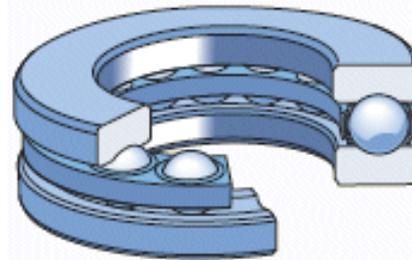
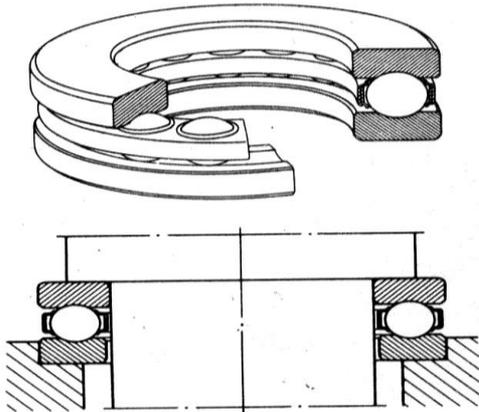
## ROLAMENTO DE ROLOS CÔNICOS

- Grandes forças inclinadas  $\rightarrow \uparrow F_a, \uparrow F_r$
- São separáveis. Montados aos pares, pois recebem carga axial num só sentido

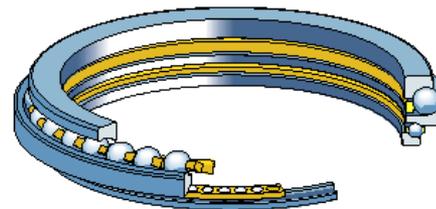
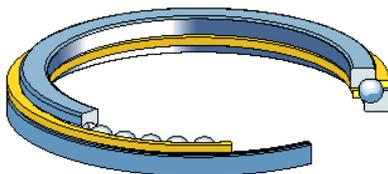


## ROLAMENTOS AXIAIS DE ESFERAS

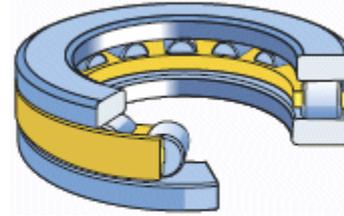
- Somente cargas axiais num só sentido
- Anel do eixo tem  $d$  menor
- Anel da caixa tem  $D$  maior



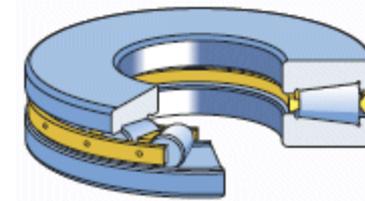
## ROLAMENTOS AXIAIS DE ESFERAS DE CONTATO ANGULAR



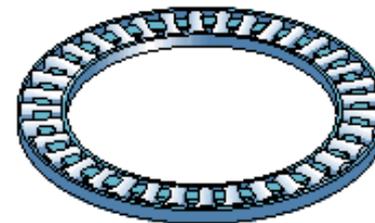
## ROLAMENTOS AXIAIS DE ROLOS CILINDRICOS



## ROLAMENTOS AXIAIS DE ROLOS CÔNICOS

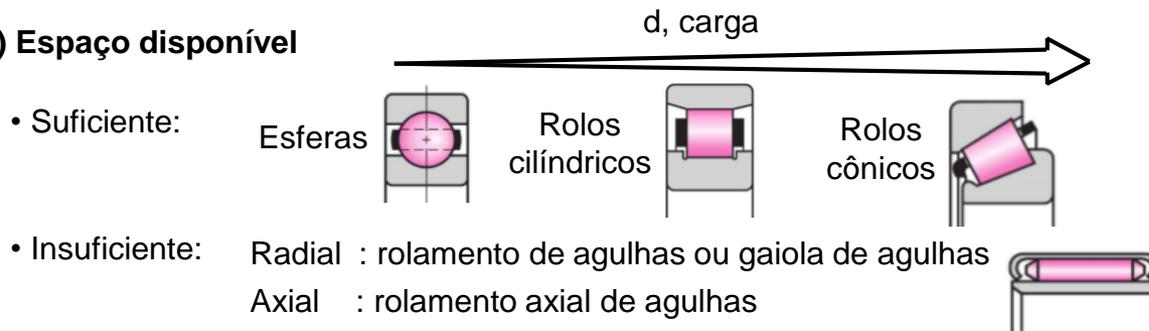


## ROLAMENTOS AXIAIS DE ROLOS DE AGULHAS



### 9.4 – Seleção de Rolamentos

#### a) Espaço disponível



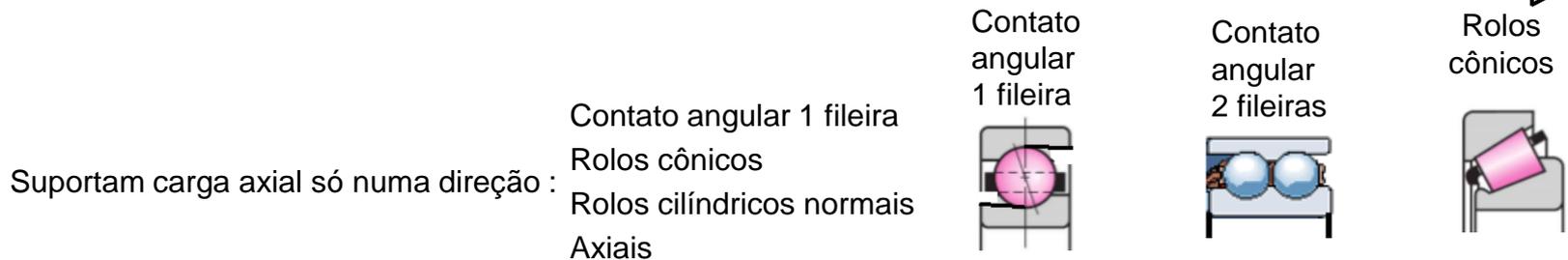
#### b) Carga

- Magnitude: Cargas leves / médias **rolamento rígido de esferas**  
Cargas médias / pesadas **rolamento de rolos cilíndricos**
- Direção
  - Rolamentos de rolos sem flanges e de agulhas: **só carga radial**
  - Todos os demais suportam  $F_a + F_r$  até certo ponto
  - Cargas combinadas :

Leves → rígido de esferas

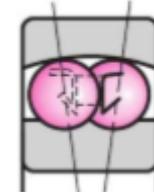
Médios / pesados →

$$F_a + F_r$$



### c) Desalinhamento angular

- Rolamentos autocompensadores (cada tipo tem desalinhamento máximo suportado)



### d) Rotação

- Rolamentos pequenos chegam a 40000 [rpm]
- Cargas radiais → máxima rotação com rolamento rígido de esferas
- Cargas combinadas → contato angular de esferas

### e) Precisão

- Rolamentos com folga pequena ou pré-carga
- Máquinas de precisão (alta rotação) → classes P4, SP e UP

### f) Funcionamento silencioso

- Mais silencioso → rolamento rígido de esferas

### g) Rigidez – de 30 a 150 [Kgf/μm]

- Rolos são mais rígidos que esferas
- Importante em equipamentos de precisão e máquinas ferramentas
- Pré-carga aumenta rigidez → aumenta número de esferas efetivas ativas

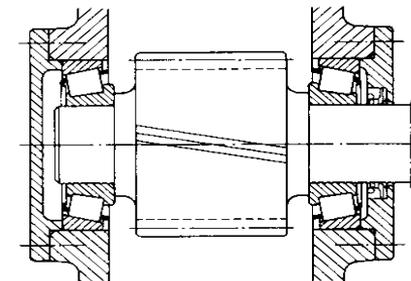
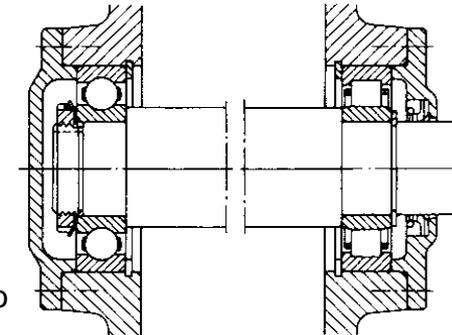
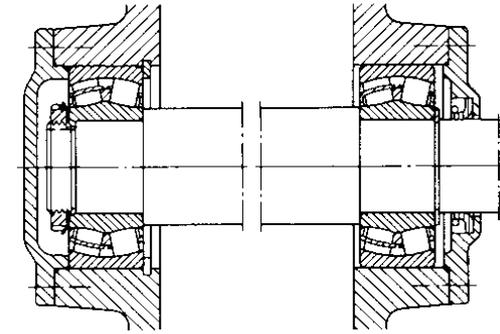
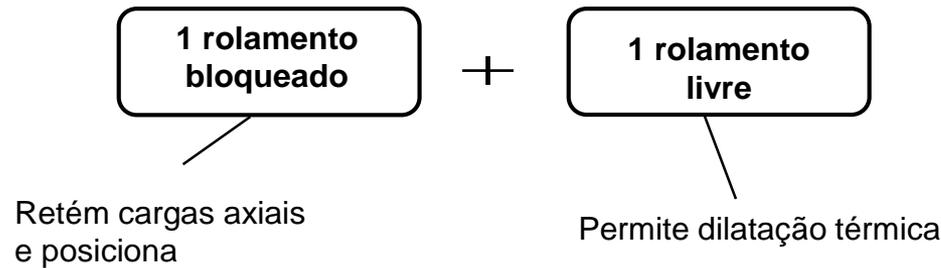
### h) Facilidade de montagem

- Rolamentos separáveis
- Furo cônico

## 9.5 – Aplicação de Rolamentos

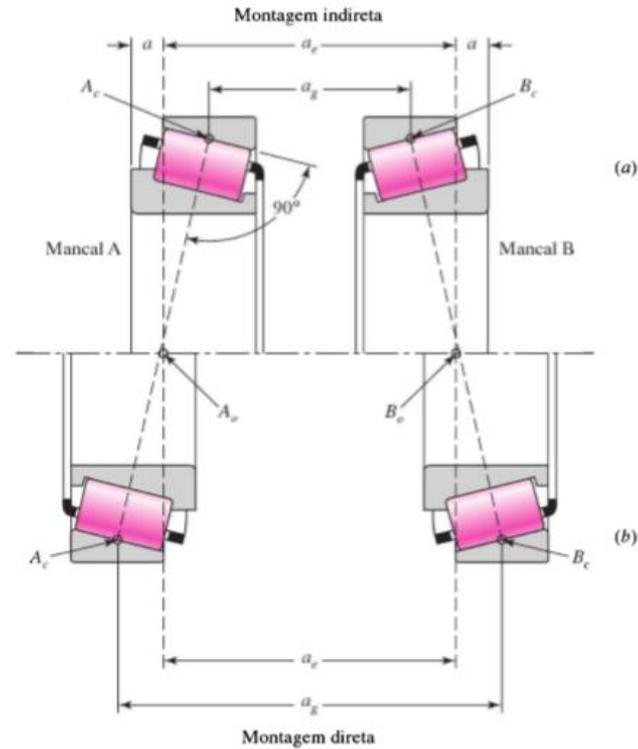
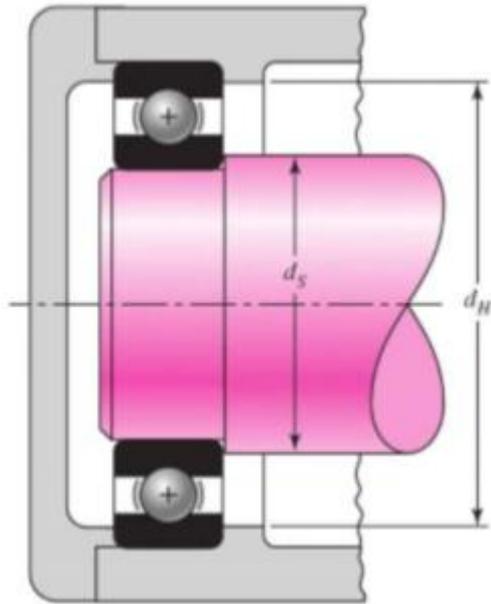
### 9.5.1 – Fixação Axial

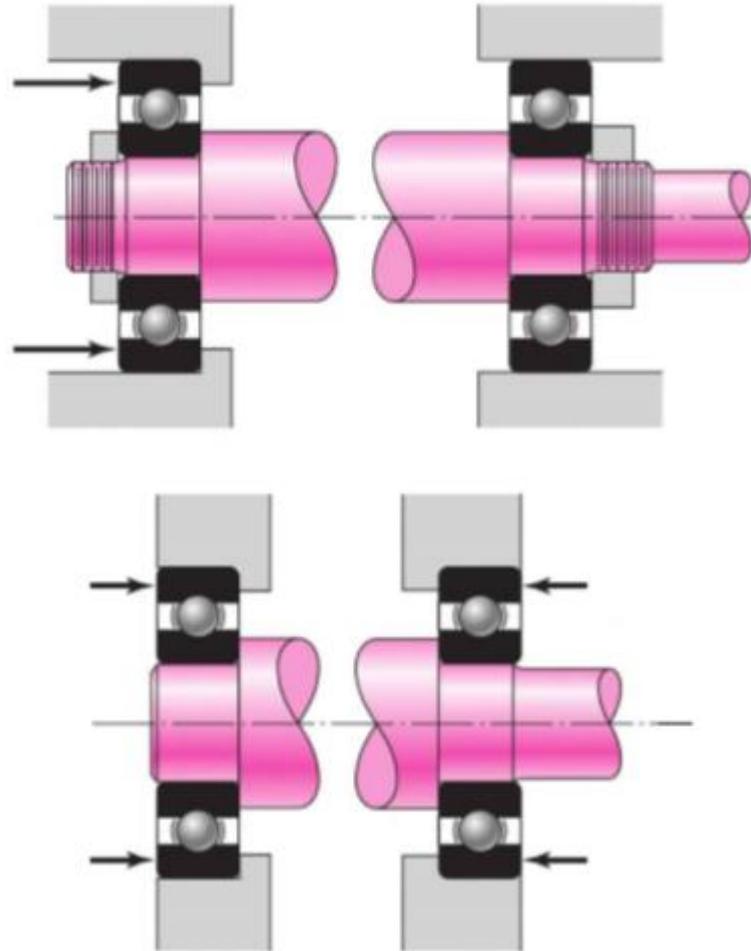
Princípio básico :

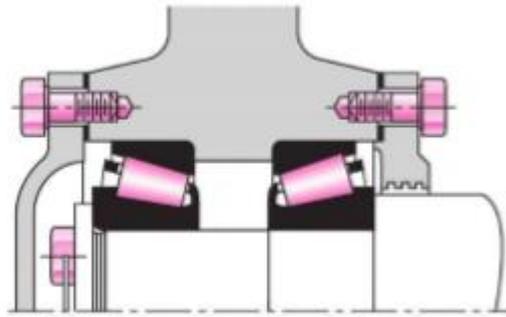


#### Rolamento bloqueado

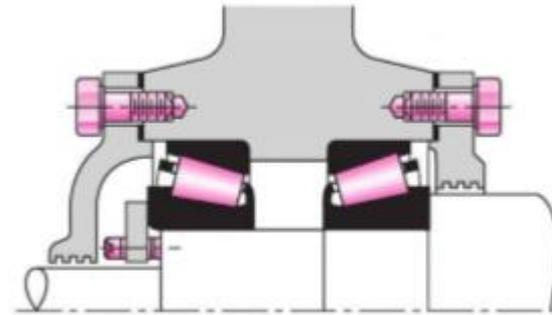
- necessariamente tipo que suporte cargas axiais
- deve ser o mancal mais próximo da carga axial
- só em casos especiais de ausência de  $F_{axial}$  dispensa-se o rolamento bloqueado
- Alguns casos há bloqueio duplo:
  - eixos curtos
  - ausência de dilatação
  - prevê-se folga mínima de projeto
  - controle de aperto com torquímetro
  - montagem na temperatura de trabalho



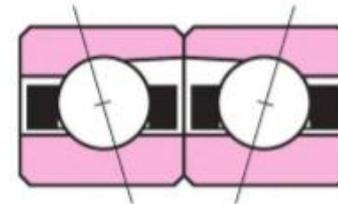
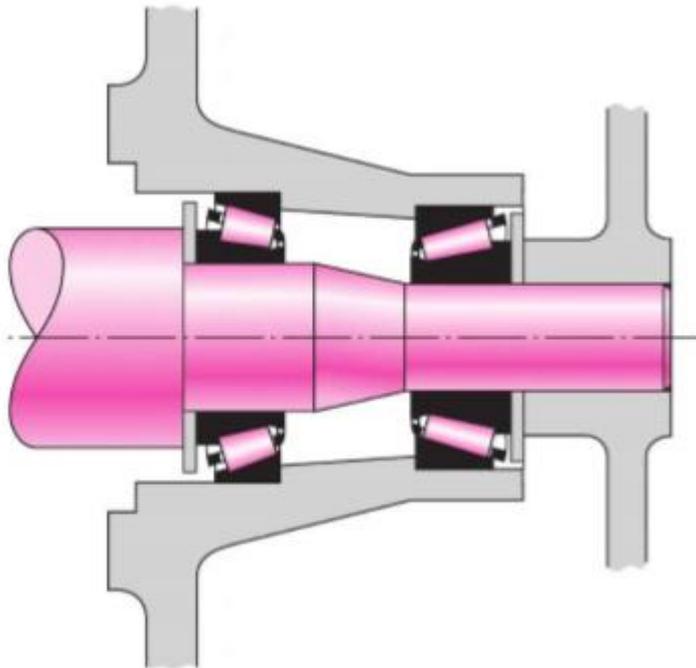




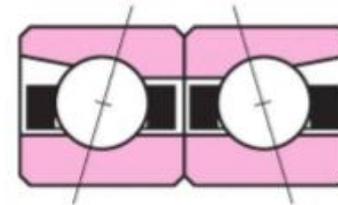
(a)



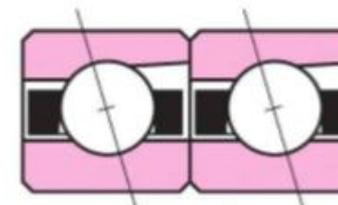
(b)



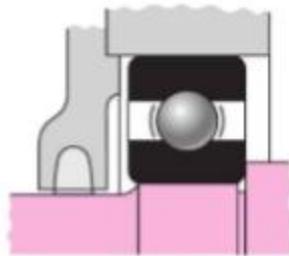
(a)



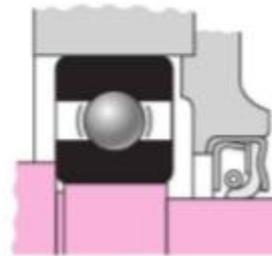
(b)



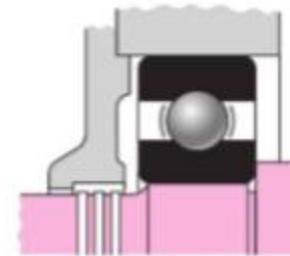
(c)



(a) Vedação de feltro



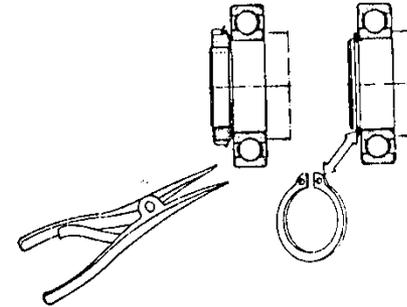
(b) Vedação comercial



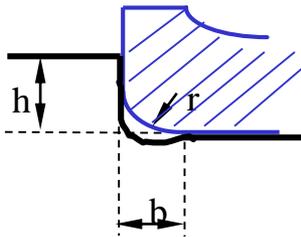
(c) Vedação de labirinto

**Fixação axial do anel interno :**

- Furo cilíndrico
- Furo cônico



Assentos dos rolamentos devem ser usinados ou retificados se possível → tirar erros de forma



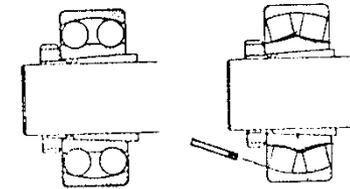
Canal dá melhor assento e saída de rebolo

$$b = (1.0 \sim 1.5) \cdot r$$

$$h_{\min} = (2.0 \sim 3.0) \cdot r$$

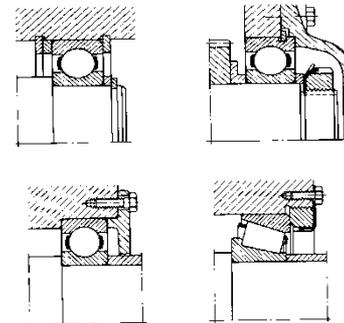
$r$  Catálogo de rolamento

Observar fadiga!!



**Fixação axial do anel externo:**

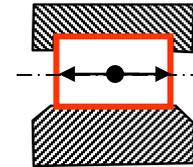
- Anel elástico
- Porca
- Tampa



## Rolamento Livre

- Os rolamentos de rolos cilíndricos e de agulhas permitem deslocamento axial dentro do rolamento → ambos os anéis podem ser presos ou montados com interferência mesmo no rolamento livre.
- Nos outros casos um dos anéis tem que ser livre (montado com ajuste indeterminado com tendência à folga).

anel sob carga giratória → interferência

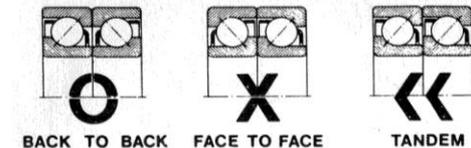


## Forças axiais elevadas ou predominantes

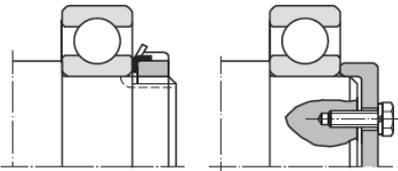
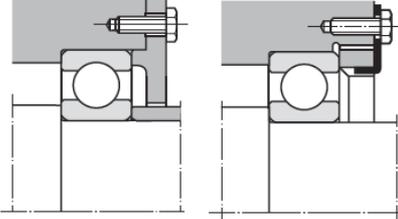
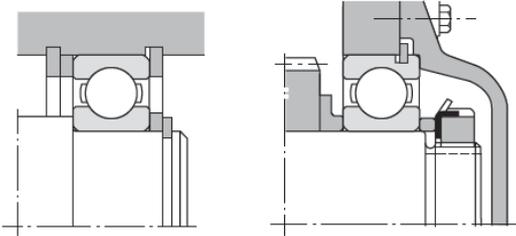
- Separar as ações e usar 1 rolamento específico para cargas axiais e 2 rolamentos radiais.
- Para cargas médias o “rol. específico” pode ser um que suporte carga combinada montado com grande folga radial → só recebe  $F_{ax}$ .

## Montagens especiais ( $F_{ax}$ elevadas)

- “O”  $F_{ax}$  elevadas 2 sentidos, oferece momento de reação de vínculo
- “X”  $F_{ax}$  elevadas 2 sentidos
- “TANDEM”  $F_{ax}$  muito elevada em 1 sentido, são rolamentos especiais para montagem aos pares.
- Rolamentos de rolos cônicos também podem ser montados em O, X e TANDEM

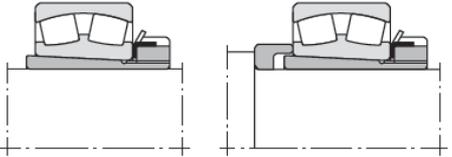
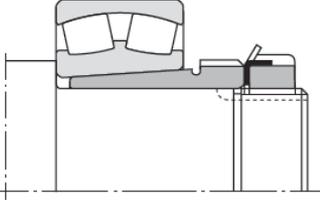
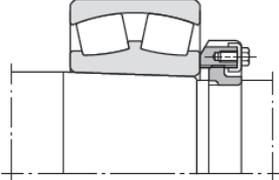


## Fixações axiais

Fixação do anel interno	Fixação do anel externo	Anel elástico
		
<p>O método mais comum de fixação de rolamentos é utilizar porcas ou parafusos de fixação para segurar a borda do rolamento ou o ombro do alojamento contra a face do anel.</p>		<p>A utilização de anéis elásticos regulamentados sob a norma JIS B 2804, B 2805 e B 2806 facilita muito a construção. Entretanto, a interferência com os chanfros, dimensões de montagem do rolamento e outras especificações relacionadas, devem ser consideradas com muito cuidado.</p> <p>Os anéis elásticos não são apropriados em aplicações que requerem alta precisão e onde recebem altas cargas axiais.</p>

Fonte: [www.ntn.com.br/servicos.htm](http://www.ntn.com.br/servicos.htm)

## Fixações axiais

Montagem com uma bucha de montagem	Montagem com uma bucha de desmontagem	Montagem com anel bi-partido
		
<p>Quando se faz a instalação de rolamentos em eixos cilíndricos, buchas de montagem ou buchas de desmontagem podem ser utilizadas para fixar o rolamento axialmente.</p> <p>Fixar o rolamento axialmente por este método depende da fricção entre a bucha e o eixo.</p>		<p>Para a instalação de rolamentos com furos cônicos diretamente sobre o eixo cônico, o rolamento é fixado no lugar com um anel bi-partido montado sobre uma ranhura do eixo, e afixado no lugar com uma porca ou parafuso para anéis bipartidos.</p>

Fonte: [www.ntn.com.br/servicos.htm](http://www.ntn.com.br/servicos.htm)

### 9.5.2 – Fixação Radial

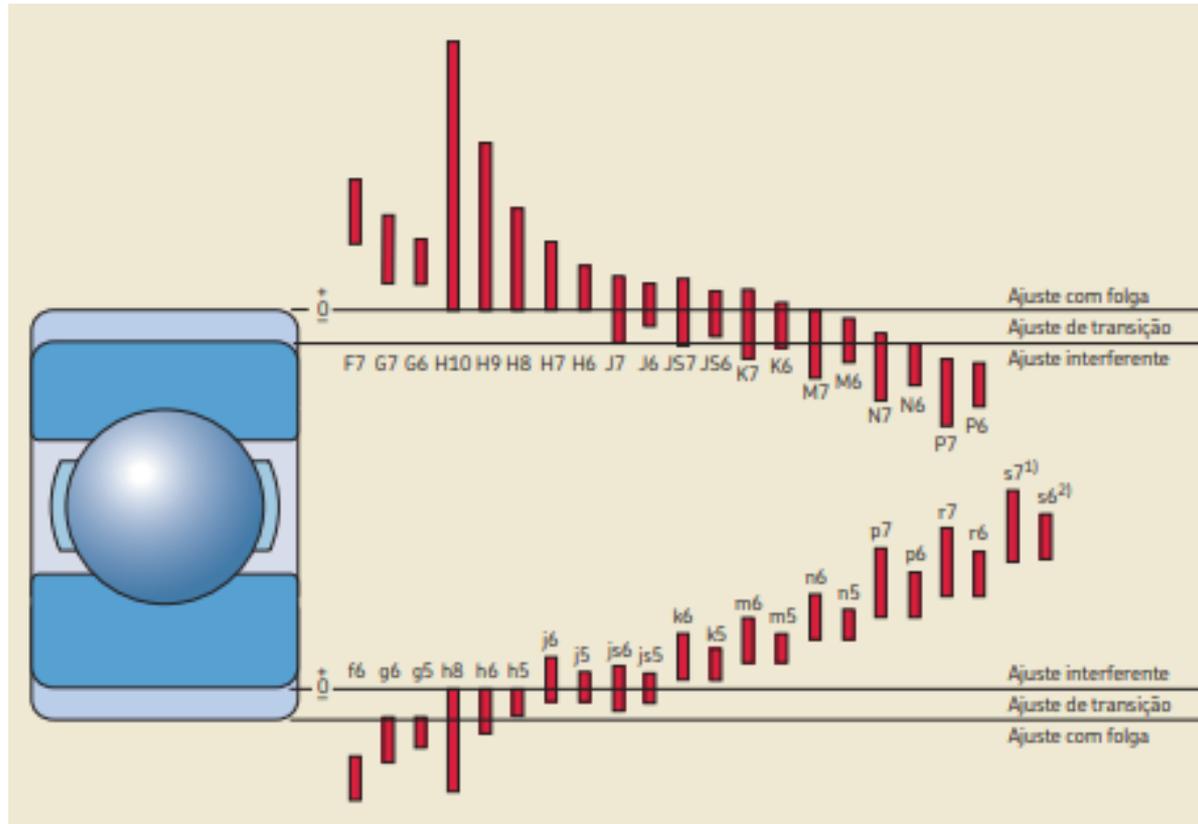
Fixação radial → ajustes indeterminados (de precisão) c/ tendência a folga  $H_7g_6; H_7h_6$

c/ tendência a interferência  $H_7j_6; H_7k_6; H_7m_6$

carga giratória → ajuste com tendência a interferência

Carga radial e ajuste do rolamento

Ilustração	Rotação do rolamento	Carga do anel	Ajuste
<p>Carga estática</p>	<p>Anel interno: com rotação Anel externo: estacionário</p>	Carga rotativa no anel interno	Anel interno: ajuste por interferência
<p>Carga desbalanceada</p>	<p>Anel interno: estacionário Anel externo: com rotação</p>	Carga estática no anel externo	Anel externo: ajuste com folga
<p>Carga estática</p>	<p>Anel interno: estacionário Anel externo: com rotação</p>	Carga estática no anel interno	Anel interno: Ajuste com folga
<p>Carga desbalanceada</p>	<p>Anel interno: com rotação Anel externo: estacionário</p>	Carga rotativa no anel externo	Anel externo: Ajuste por interferência



Fonte: Catálogo SKF

### Folga interna de rolamentos

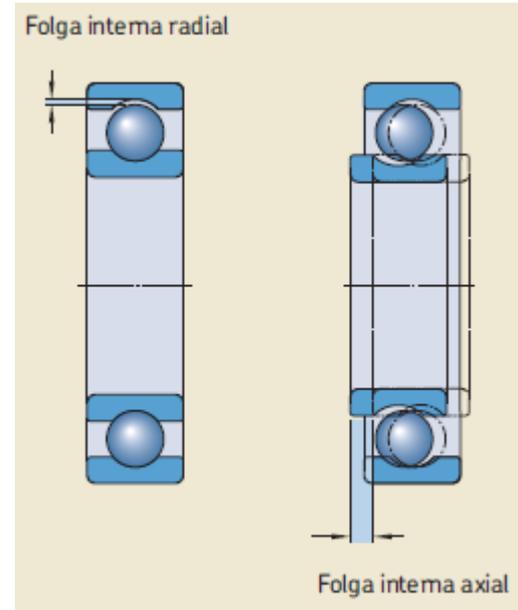
- Folga radial
- Folga axial

Folga ideal : } Bom funcionamento  
 Vida longa  
 Precisão

Montagem com pré-carga diminui folga

Folga excessiva: Ruído  
 Baixa rigidez

Folga insuficiente: vida menor



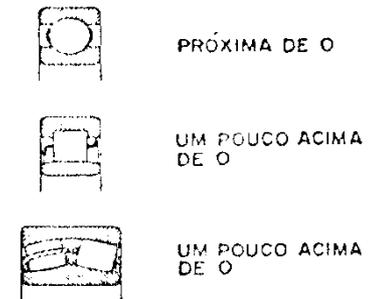
### Denominação :

	C1	C2	Normal	C3	C4	C5
~	1	8	23	38	55	
	a	a	a	a	a	
~	15 μm	28	43	61	90	

Folga ➔

p/ rolamento esferas d = 50 mm

### FOLGA RADIAL



### Folga interna inicial exigida

$$r = r_{op} + \Delta r_{fit} + \Delta r_{temp}$$

onde

$r$  = folga interna inicial necessária do rolamento desmontado [mm]

$r_{op}$  = folga operacional desejada [mm]

$\Delta r_{fit}$  = redução da folga causada pelo ajuste [mm]

$\Delta r_{temp}$  = redução da folga causada pela diferença de temperatura [mm]

$$\Delta r_{fit} = \Delta_1 f_1 + \Delta_2 f_2$$

onde

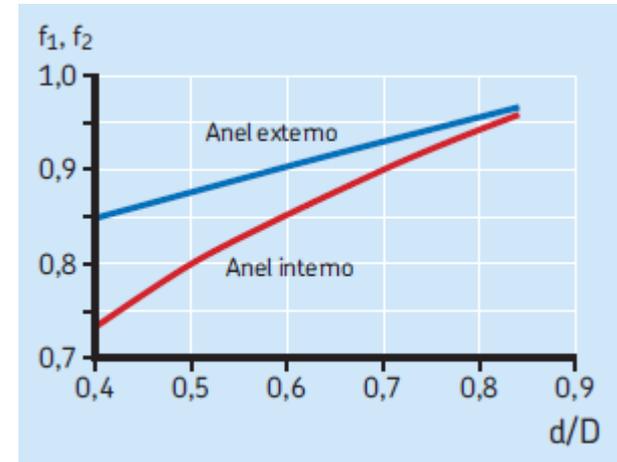
$\Delta r_{fit}$  = redução da folga causada pelo ajuste [mm]

$f_1$  = fator de redução para o anel interno

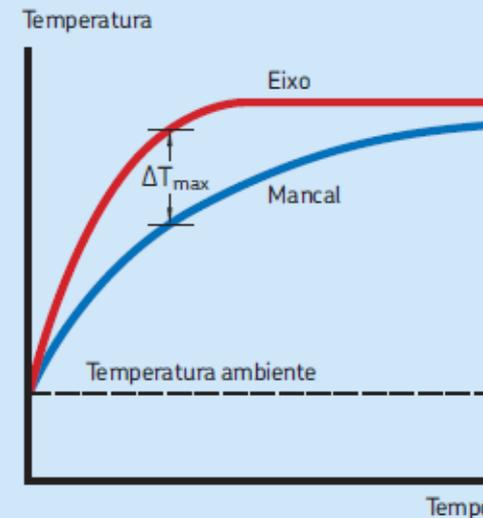
$f_2$  = fator de redução para o anel externo

$\Delta_1$  = interferência efetiva entre o anel interno e o eixo [mm]

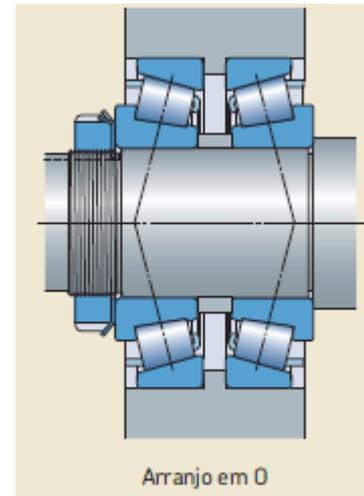
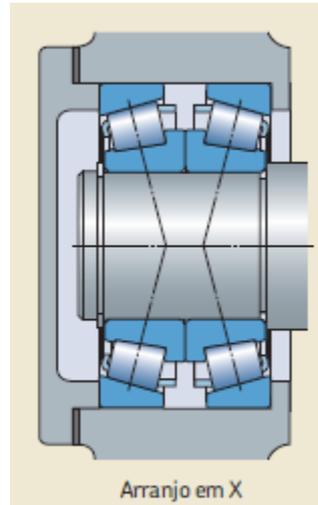
$\Delta_2$  = interferência efetiva entre o anel externo e o mancal [mm]

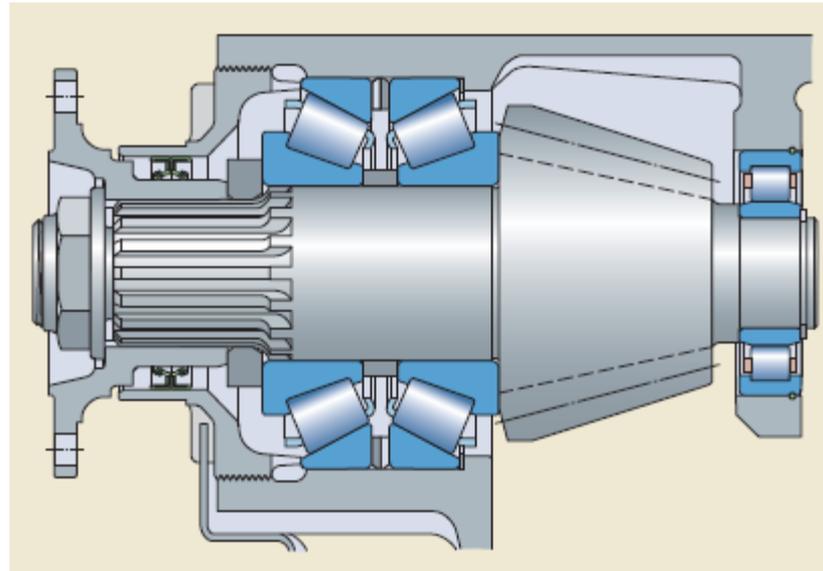


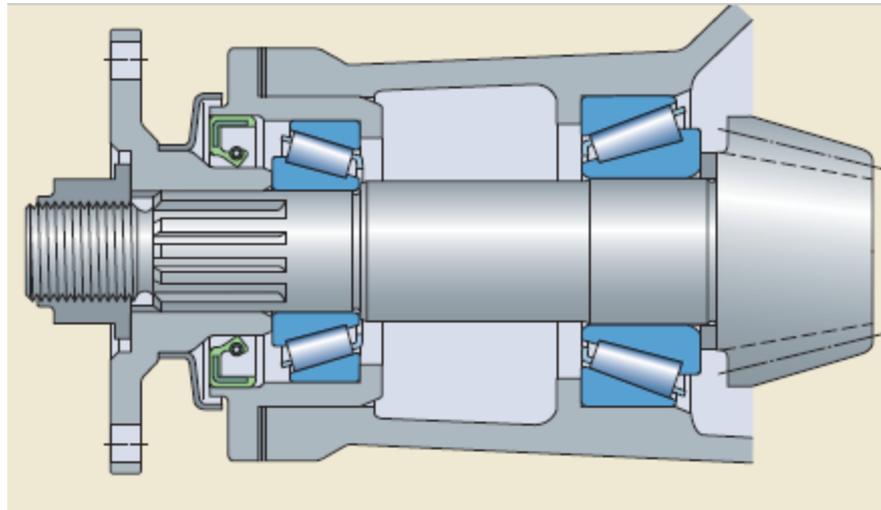
### Diferenças de temperatura durante o início de operação

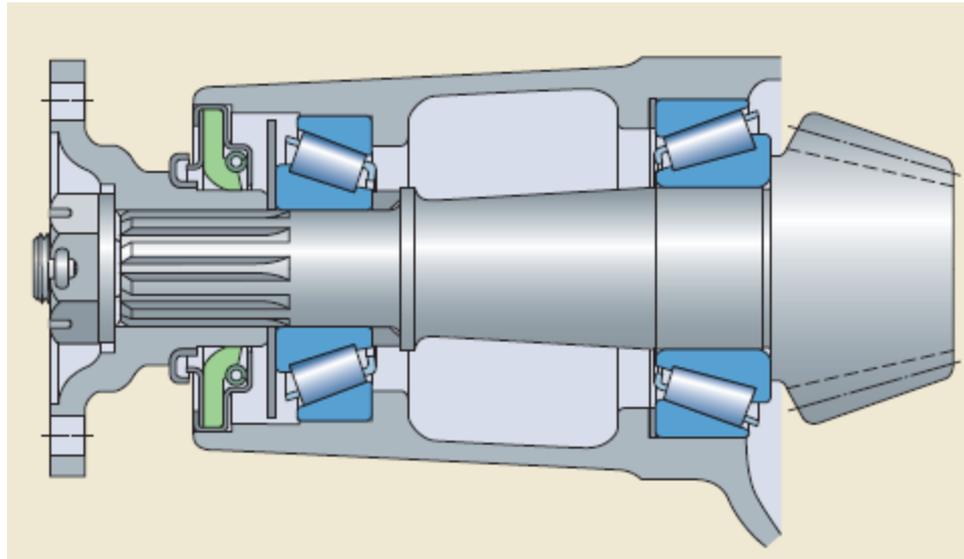


Fonte: Catálogo SKF









## Ajustes

	Eixo - $H_7^*$	Caixa - $h_6^*$
Indeterminado com tendência à folga	$g_6, h_6$	$F_7, G_7, H_7$
Indeterminado com tendência à interferência	$j_6, k_6, m_6, n_6$	$J_7, K_7, M_7$
Com interferência	$r_6, r_7$	$P_7$

- Para aplicações grosseiras usar até IT8 / IT9
- Consultar sempre Catálogo do Fabricante de rolamentos

d) Temperatura elevada de trabalho

- aumento do furo interno  $\rightarrow$  interferência  $\downarrow$  (folga  $\uparrow$ )
- aumento do diâmetro externo do anel externo interferência  $\uparrow$  (folga  $\downarrow$ )

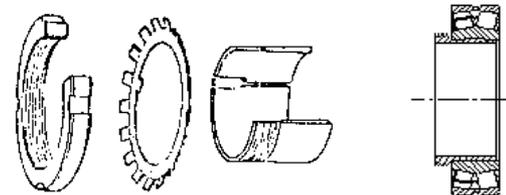
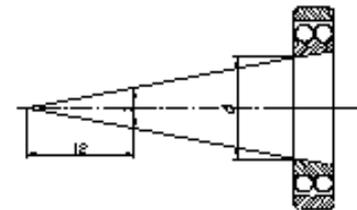
e) Se material / rigidez do eixo e / ou caixa permitirem deformações,

escolher interferência maior para resultar em interferência efetiva adequada

f) Facilidade de montagem / desmontagem  $\rightarrow$  ajuste com tendência a folga

### Rolamento com furo cônico

- facilita montagem e desmontagem;
- elimina folgas internas;
- controle de torque no aperto de montagem.



### Uso de mais de dois rolamentos num só eixo

- Eixos muito esbeltos → uso de rolamento intermediário
- Cálculo → situação hiperestática
- Fabricação → difícil de obter colinearidade de três assentos de mancais.

O do meio pode ter seu assento preenchido, depois, com resina epóxi.

Examinar figuras do catálogo SKF/NSK

Observar : - rolamento selecionados  
- montagens

Catálogo geral NSK: [http://www.nsk.com.br/7\\_catalogo.asp](http://www.nsk.com.br/7_catalogo.asp)

## Tipos de rolamentos - projeto e características

A matriz pode oferecer apenas uma orientação aproximada de maneira que em cada caso individual é necessário fazer um mais seleção qualificada referente às informações fornecidas

### Símbolos

+++ excelente - pobre  
 ++ bom - não apropriado  
 + justo + direção única  
 ↔ direção dupla

### Projeto

- 1 Furo cônico
- 2 Placas de proteção ou vedantes
- 3 Autocompensador
- 4 Não separável
- 5 Separável

### Características

#### Adequação de rolamentos para

- 6 Carga puramente radial
- 7 Carga puramente axial
- 8 Carga combinada
- 9 Carga de momento
- 10 Alta velocidade
- 11 Alta precisão de giro
- 12 Alta rigidez
- 13 Funcionamento silencioso
- 14 Baixa fricção
- 15 Compensação para desalinhamento em funcionamento
- 16 Compensação de erros de alinhamento (inicial)
- 17 Arranjos de rolamentos bloqueados
- 18 Arranjo de rolamentos livres
- 19 Deslocamento axial possível no rolamento

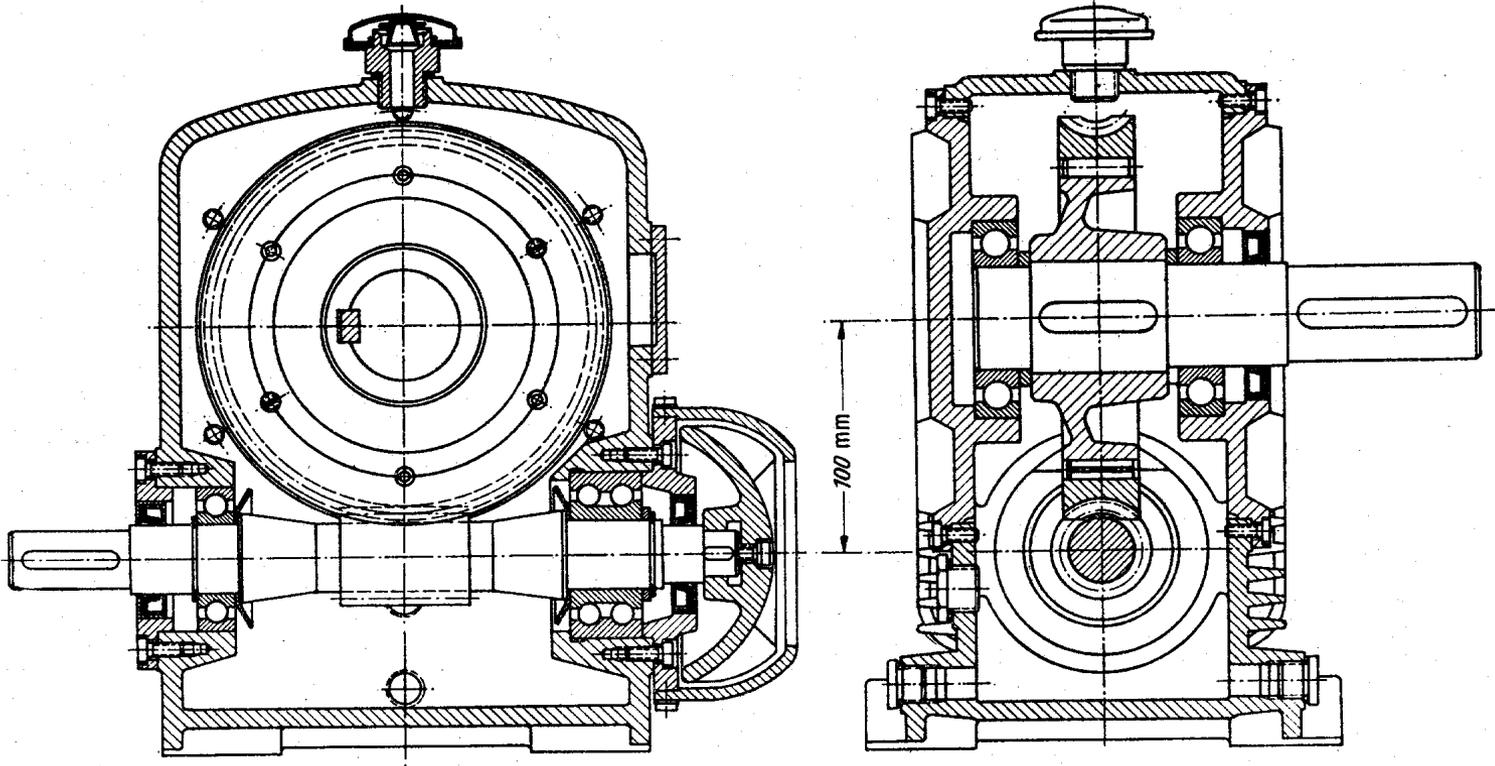
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rolamentos rígidos de esferas  a  b		a				+	+	+	-	+++	+++	+	+++	+++	-	-	++	+	--
Rolamentos de esferas de contato angular  a  b  c		b		a,b	c	++	+	++	+	+	++	++	+	+	--	--	++	+	--
Rolamentos autocompensadores de esferas 						-	++	+	+	++	+	+	+	+	--	--	++	-	--
Rolamentos de rolos cilíndricos  a  a  b  b						++	--	--	--	++	++	++	++	++	-	-	--	+++	+++
conjunto completo de rolos  a  b				a	b	+++	-	+	--	-	+	+++	-	-	-	-	+	+	+
 a  b  c		a	c			++	--	--	--	+	+	a+++	+	-	--	--	a+++	+	+
 a  b  c		b,c				++	--	--	--	+	+	++	+	-	--	--	--	+++	+++
 a  b  c		b,c				+	c+++	+	-	+	+	++	+	-	--	--	+	--	--
Rolamentos de rolos cônicos  a  b						++	+	+++	-	+	+	++	+	+	-	-	+++	--	--
Rolamentos autocompensadores de rolos 						+++	+	+++	--	+	+	++	+	+	+++	+++	++	+	--
Rolamentos CARB 						+++	--	--	--	+	+	++	+	+	+++	+++	--	+++	+++
conjunto completo de rolos 						+++	--	--	--	-	+	+++	+	+	+++	+++	--	+++	+++
Rolamentos axiais de esferas  a  b						--	a+++	--	--	-	++	+	-	+	-	--	a+++	--	--
 a  b						--	a+++	--	--	-	+	+	-	+	-	++	a+++	--	--
Rolamentos axiais de rolos  a  b - de agulhas  b - cilíndricos						--	++	--	--	-	a+++	++	-	-	--	--	++	--	--
Rolamentos axiais de rolos esféricos 						--	+++	+	--	-	+	++	-	+	+++	+++	+++	--	--

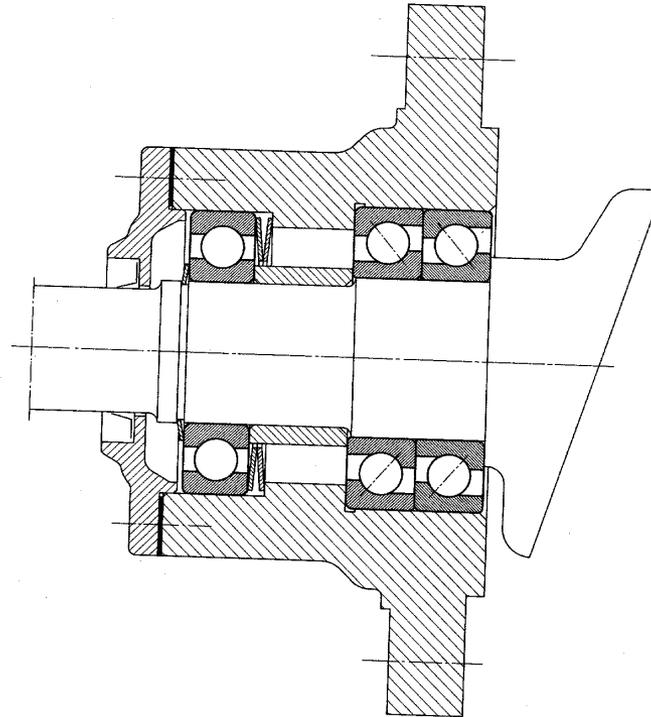
1 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS ROLAMENTOS

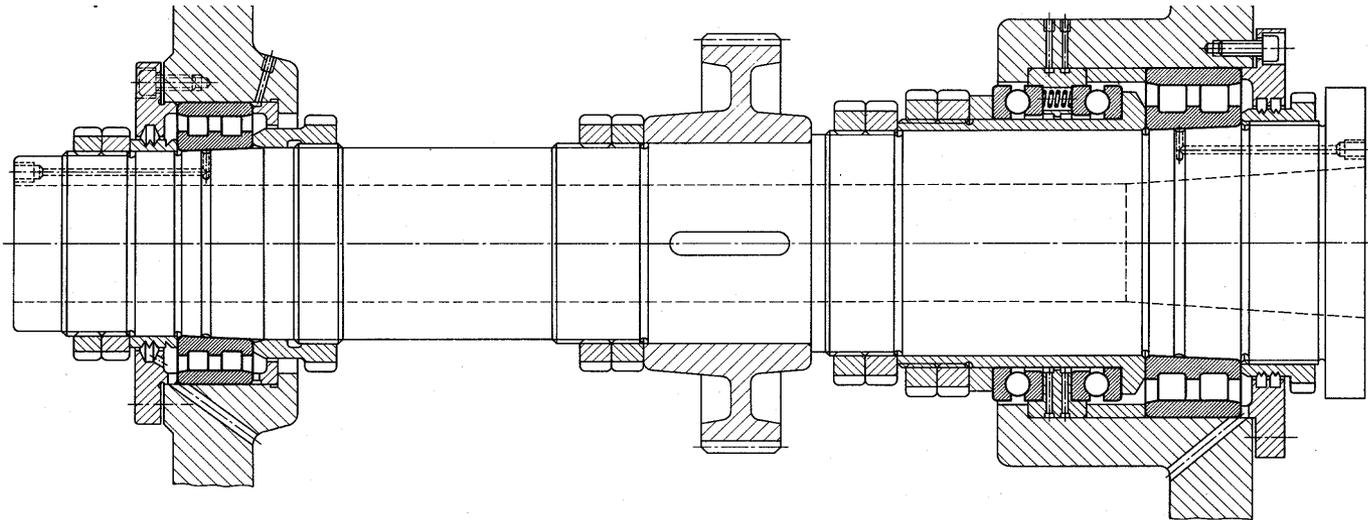
Tabela 1.1 Tipos e Características dos Rolamentos

Tipos de Rolamentos		Fixos de uma carreira de esferas	Mag-neto	Uma carreira de esfe-ras de contato angular	Duas carreiras de esfe-ras de contato angular	Combi-nados	Esfe-ras de Quatro pontos de contato	Auto-com-pensadores de esfe-ras	Rolos Cilindri-cos	Duas carreiras de rolos Cilindri-cos	Rolos Cilindri-cos com Rebordo em um lado	Rolos Cilindri-cos com anel de encosto	Rolos Agulha	Rolos Cônicos	Duas e multi-pias carreiras de rolos Cônicos	Auto-com-pensadores de rolos	Axiais de esfe-ras	Axiais de esfe-ras com contra-pressão esférica	Duas carreiras de esfe-ras de contato angular	Axiais de Rolos Cilindri-cos	Axiais de Rolos Cônicos	Axiais auto-com-pensadores de rolos	Refe-rência na Página	
Características																								
Capacidade de carga	Carga Radial																							
	Carga Axial																							
	Carga Combinada																							
Alta Velocidade																							A 18 A 37	
Alta Pressão																							A 19 A 58 A 81	
Baixo Torque e Ruído																							A 19	
Rigidez																								A 19 A 96
Desalinhamento Permissível																							A 18 Não Distribu- do de cada tipo	
Ação de Compensação																							A 18	
Separação dos Anéis																								A 19 A 20
Rolamento Lado Fixo																							A 20- A 21	
Rolamento lado Livre																							A 20- A 27	
Furo Cônico																							A 80 A 118 A 122	
Observação		Usa-se duas peças contrapostas	Ângulo de contato de 15°, 25°, 30° e 40°. Duas peças contrapostas, a folga deve ser ajustada		Além disso, existem as combinações DF e DT, mas não permitem uso no lado livre	o ângulo de contato é de 35°		Inclui o tipo N	Inclui o tipo NNU	Inclui o Tipo NF	Inclui o tipo NUP		Usa-se duas peças contrapostas, a folga deve ser ajustada	Além disso, existem tipos KH e KV, mas igualmente não permitem uso no lado livre						Inclui os Rolamentos axiais de rolos Agulha		Usados com lubrifi- cação a óleo		

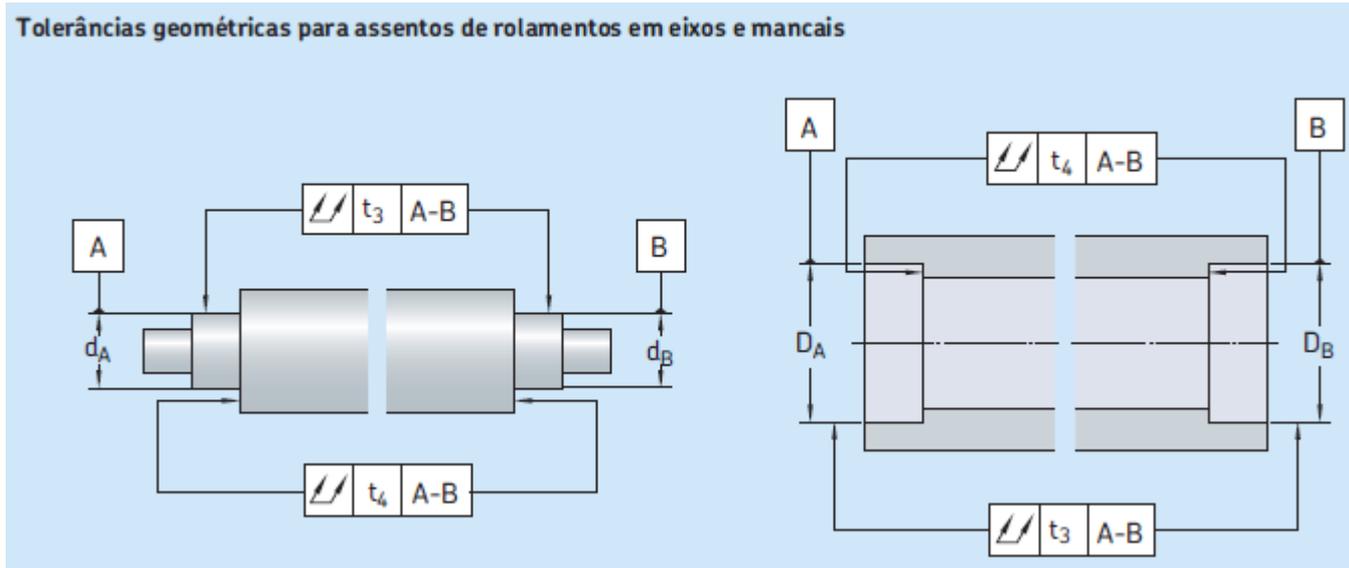
Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Precário  
 Inviável  
 Somente em um sentido  
 Dois sentidos  
 Aplicável  
 Aplicável, porém deve permitir a fuga da dilatação ou contração do eixo na superfície de ajuste do rolamento





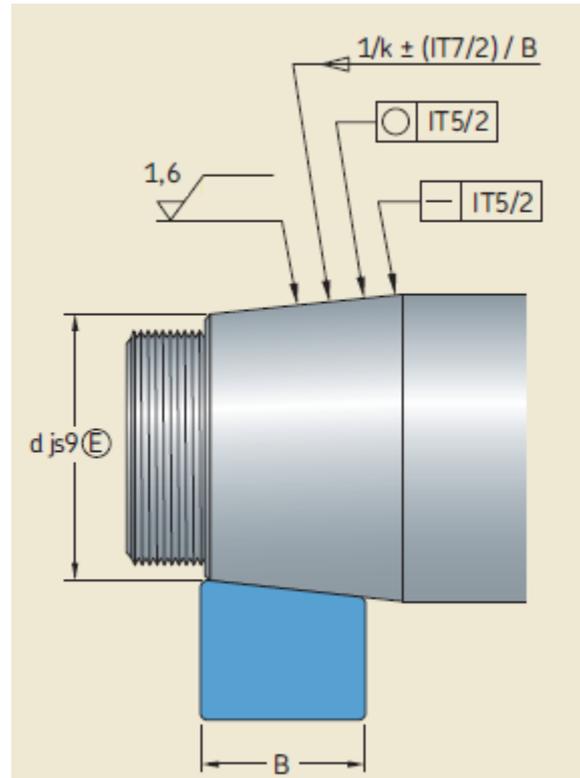


### 9.5.3 CONSIDERAÇÕES DE PROJETO



zona de tolerância	Desvios permitidos		
	Rolamentos da classe de tolerância <sup>1)</sup>		
	Normal, CLN	P6	P5
$t_3$	IT5/2	IT4/2	IT3/2
$t_4$	IT5	IT4	IT3

Tolerâncias para assento cônico



Rugosidade dos assentos de rolamentos

<b>Rugosidade superficial de assentos de rolamentos</b>				
<b>Diâmetro do assento</b>		<b>Valor de <math>R_a</math> recomendado para ajustes retificados</b>		
<b><math>d</math> (D)<sup>1)</sup></b>	<b>a</b>	<b>Grau de tolerância do diâmetro</b>		
<b>de</b>	<b>incl.</b>	<b>IT7</b>	<b>IT6</b>	<b>IT5</b>
<b>mm</b>		<b><math>\mu\text{m}</math></b>		
–	80	1,6	0,8	0,4
80	500	1,6	1,6	0,8
500	1 250	3,2 <sup>2)</sup>	1,6	1,6