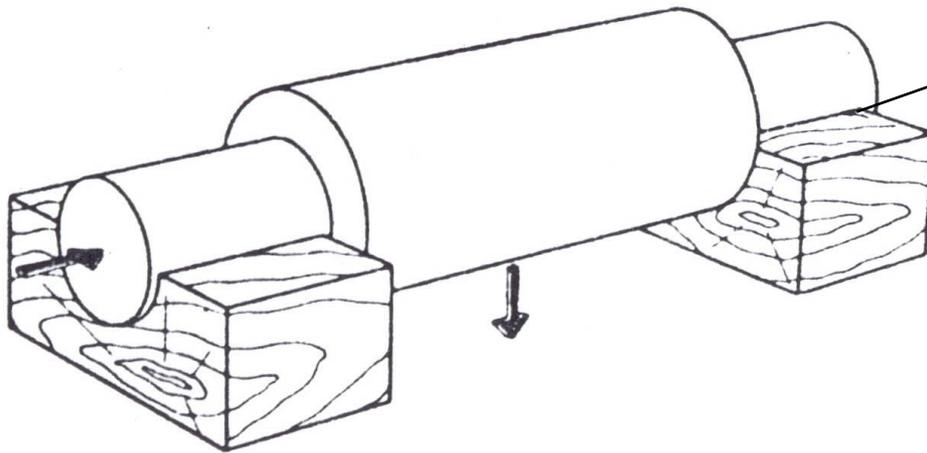


PMR 3103

Mancais

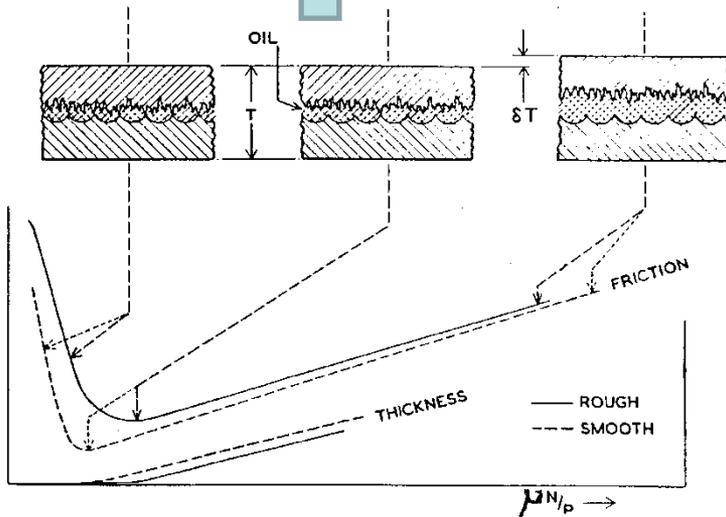
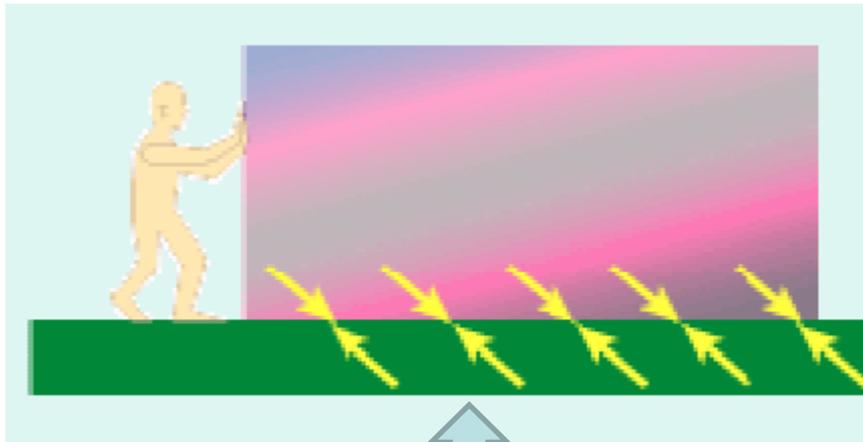
Mancais de Rolamento

1

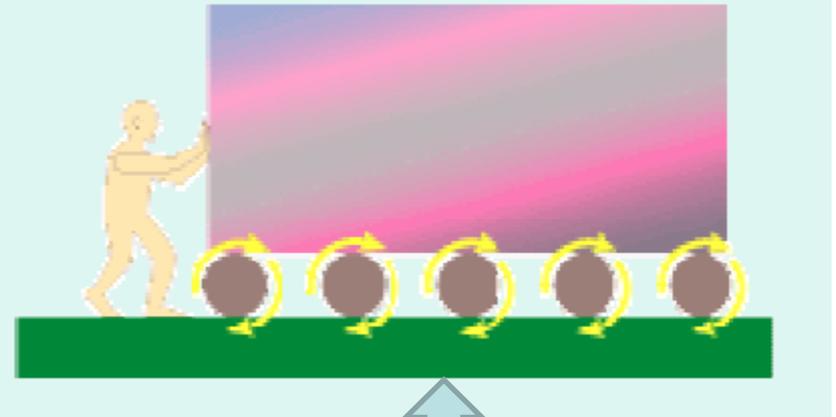


Problema: Como reduzir o atrito de rotação do eixo?

ATRITO DE DESLIZAMENTO



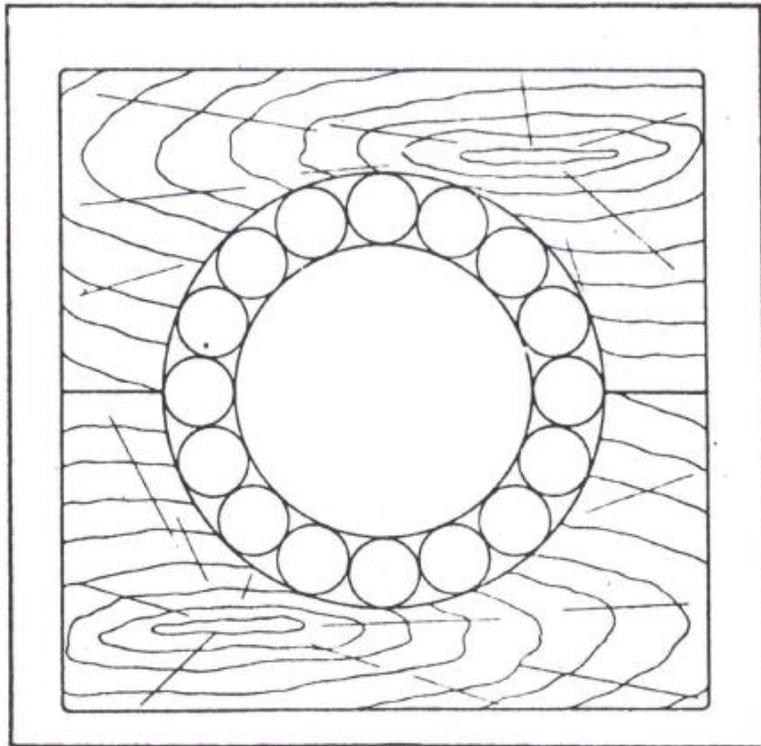
ATRITO DE ROLAMENTO



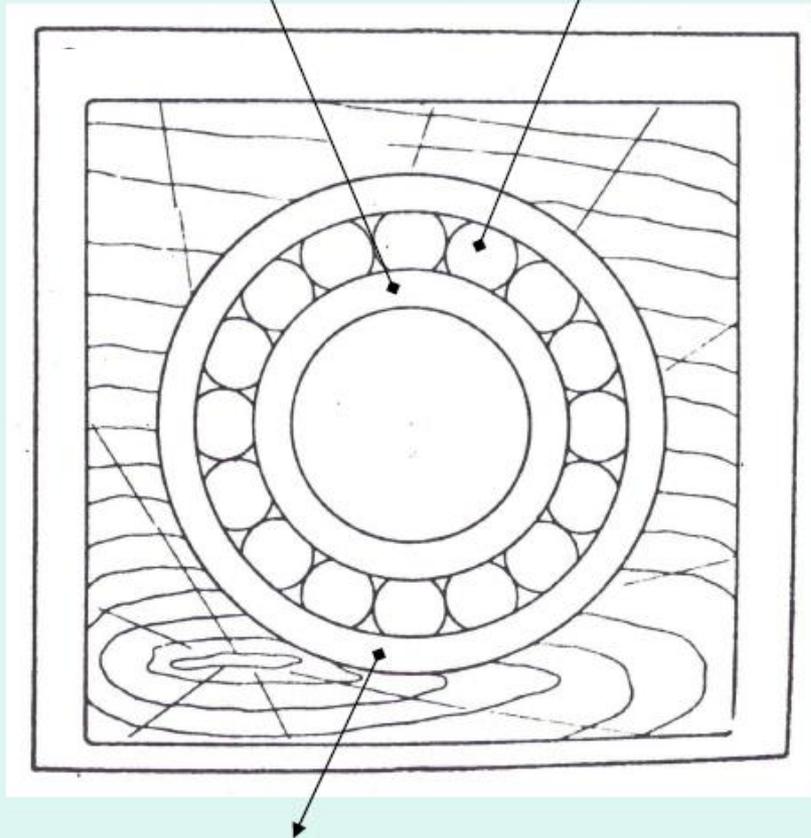
- Principal Característica: Baixo Atrito mesmo sem Lubrificação
- Valores Típicos do Coeficiente de Atrito:
 $f = 0.001 - 0.005$

MANCAL DE ROLAMENTO

UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS OU
CORPOS GIRANTES (RODANTES)



Pista Interna *Elemento Girante*

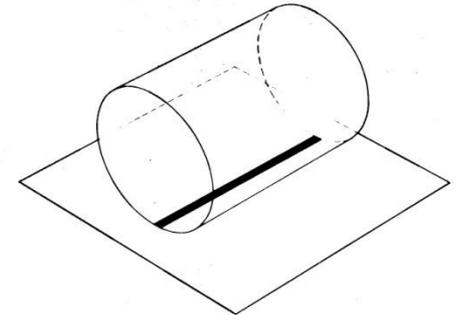
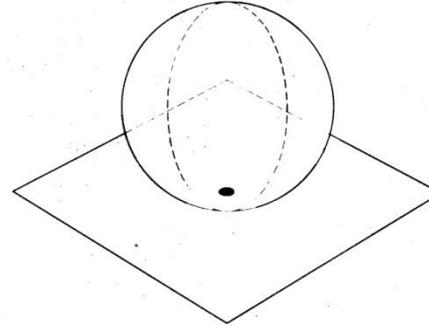


Pista Externa

Mancal de Rolamento

Mancais de Rolamento – Corpos Rodantes

Esfera (Bola)



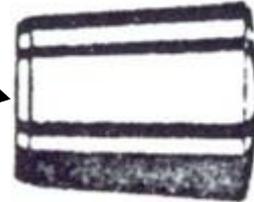
Rolo Cilíndrico



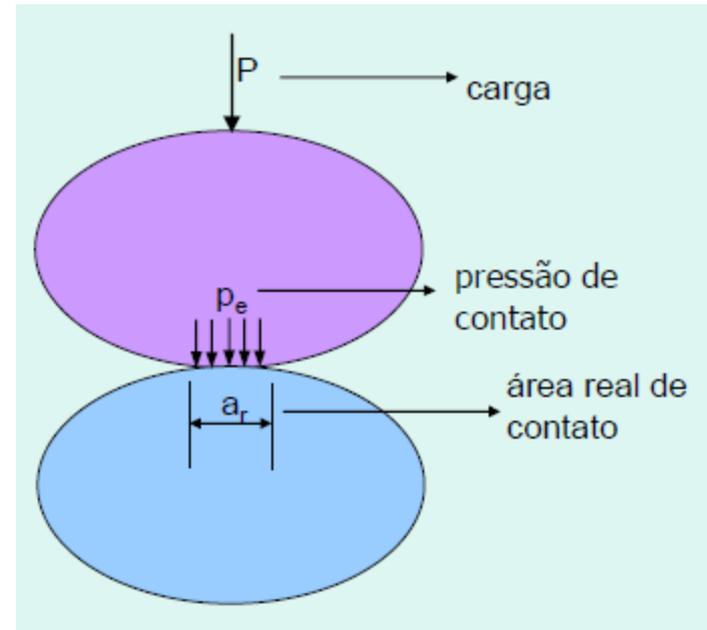
Contato puntiforme

Contato linear

Rolo Cônico



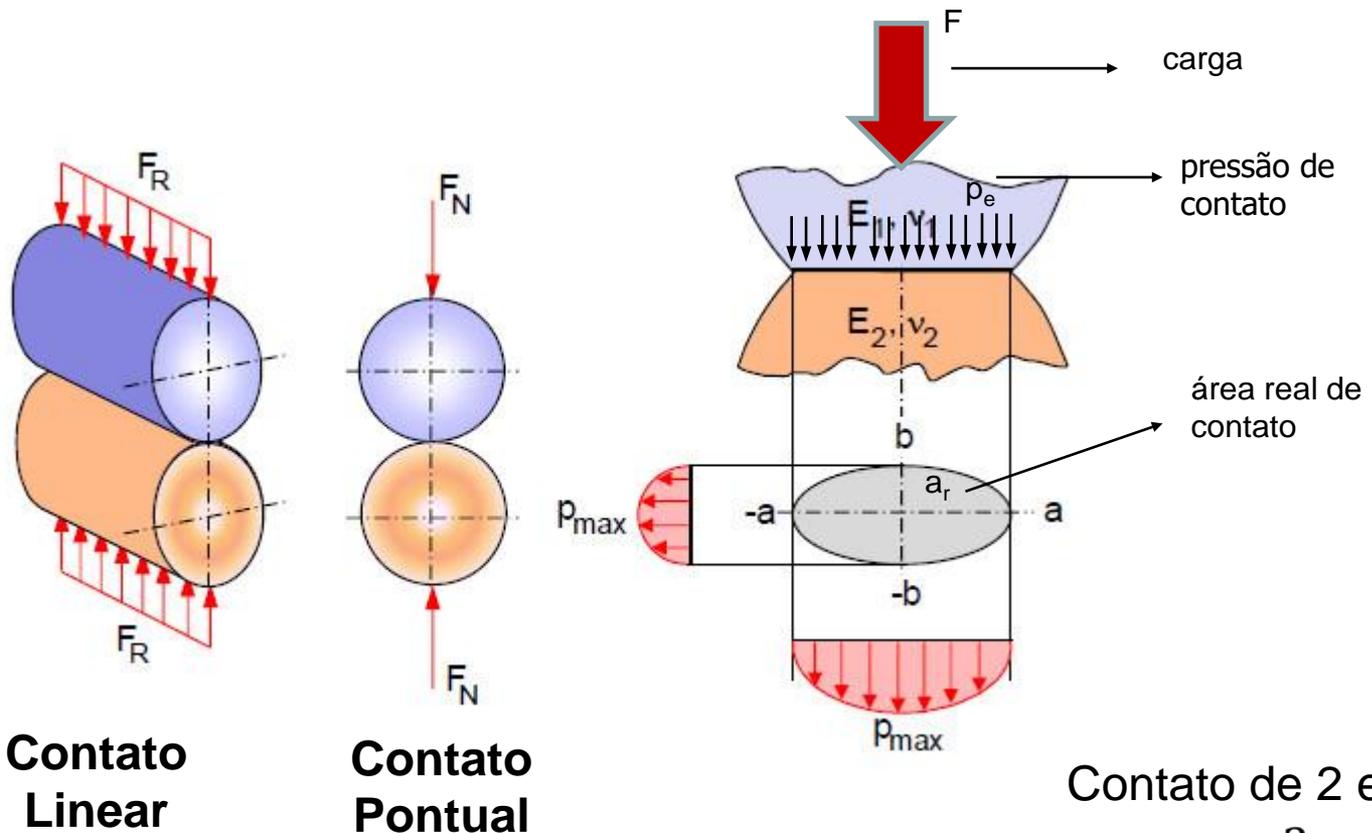
Rolo Esférico
(Abaulado)



TEORIA DE HERTZ

Contato nos elementos rodantes

Teoria de Hertz



Contato de 2 esferas

$$p_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F}{\pi \cdot a^2}$$

SELEÇÃO DE MANCAIS DE ROLAMENTO

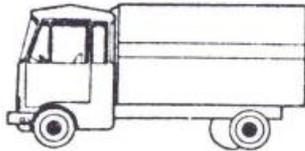
MAGNITUDE DA CARGA



CARGAS LEVES
ROLAMENTOS DE ESFERAS

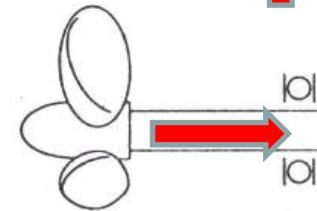
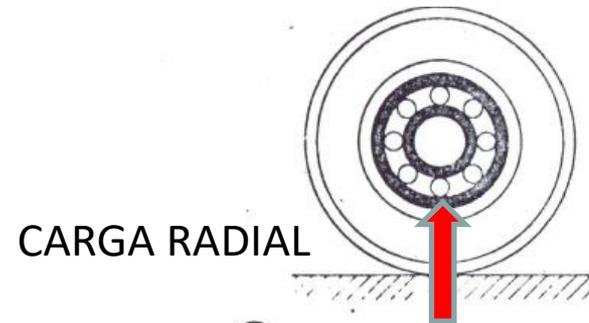


CARGAS MÉDIAS
ROLAMENTOS DE ESFERAS
ROLAMENTOS DE ROLOS



CARGAS PESADAS
ROLAMENTOS
DE ROLOS

SENTIDO DA CARGA



CARGA AXIAL (HÉLICE DE NAVIO)



Grande variedade de tipos de mancais de rolamento

Mancais de Rolamento

Mancais de Elementos Rodantes

➤ Classificação quanto ao carregamento resistido (Sentido da Carga)



Radiais



Radiais/Axiais



Axiais

TIPOS DE ROLAMENTOS RADIAIS E AXIAIS

ROLAMENTOS RADIAIS	ROLAMENTOS AXIAIS
RADIAIS RÍGIDOS DE ESFERAS	AXIAIS DE ESFERAS
RADIAIS DE ESFERAS DE CONTATO ANGULAR	AXIAIS DE ESFERAS DE CONTATO ANGULAR
RADIAIS AUTOCOMPENSADORES DE ESFERAS	AXIAIS AUTOCOMPENSADORES DE ROLOS
RADIAIS DE ROLOS CILÍNDRICOS	
RADIAIS DE AGULHAS	
RADIAIS AUTOCOMPENSADORES DE ROLOS	
RADIAIS DE ROLOS CÔNICOS	

Características dos Mancais de Rolamento



1 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS ROLAMENTOS

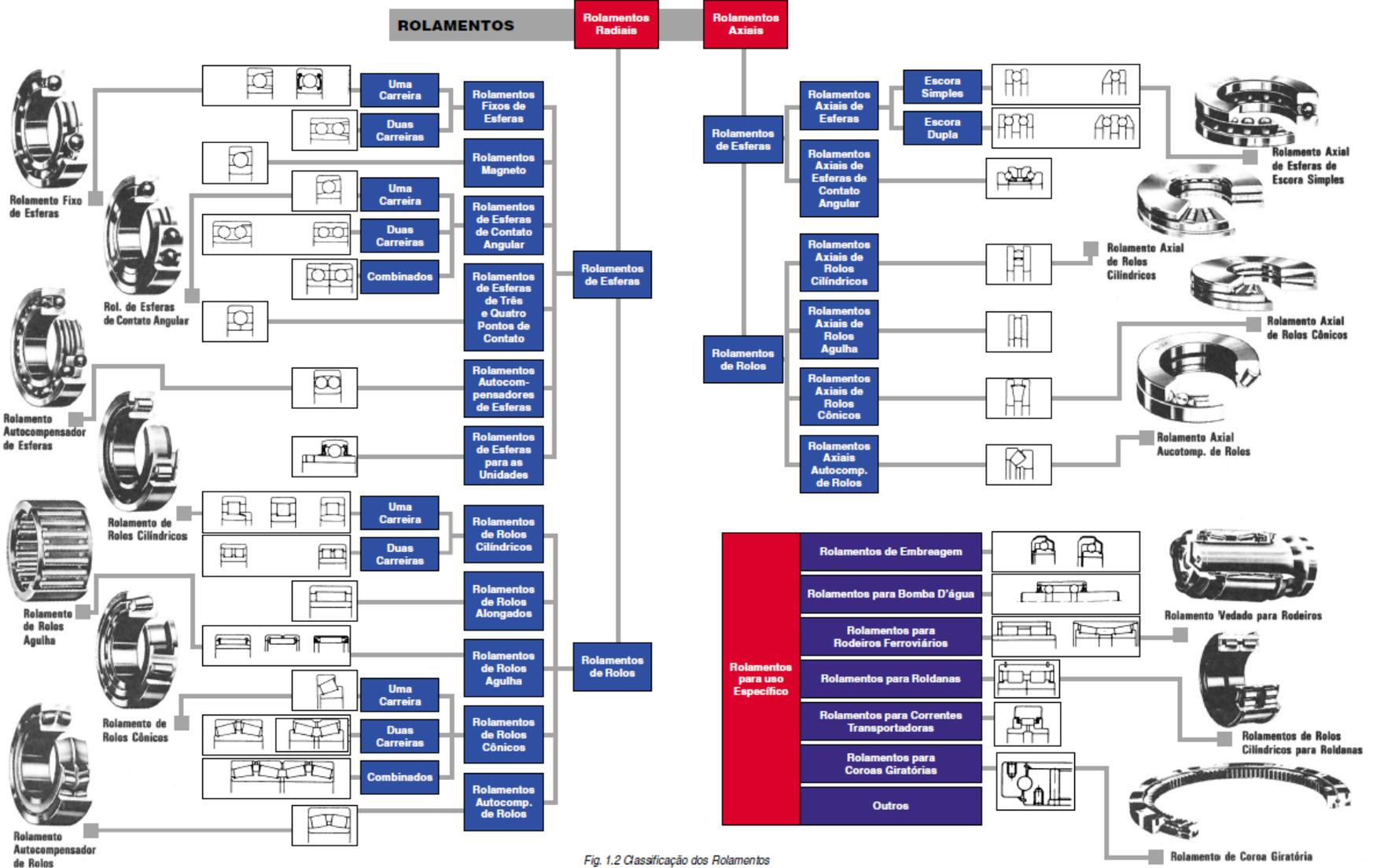
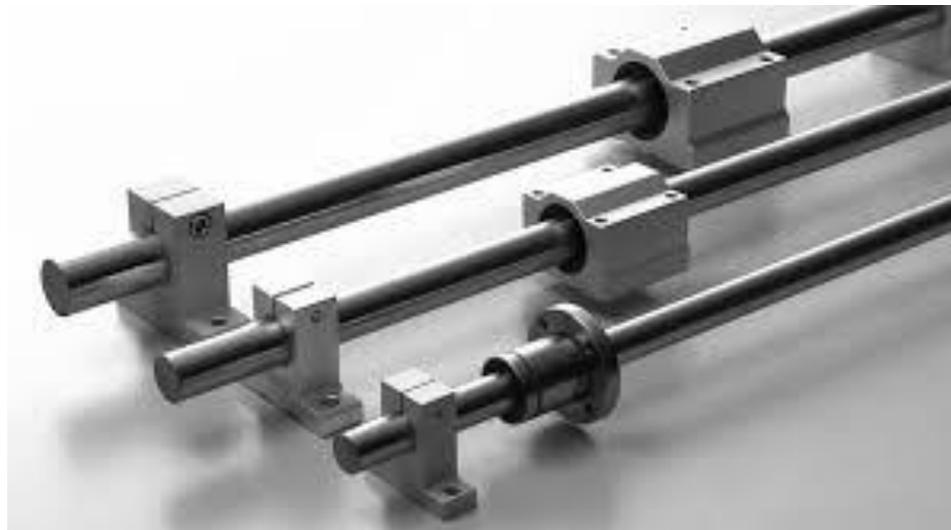
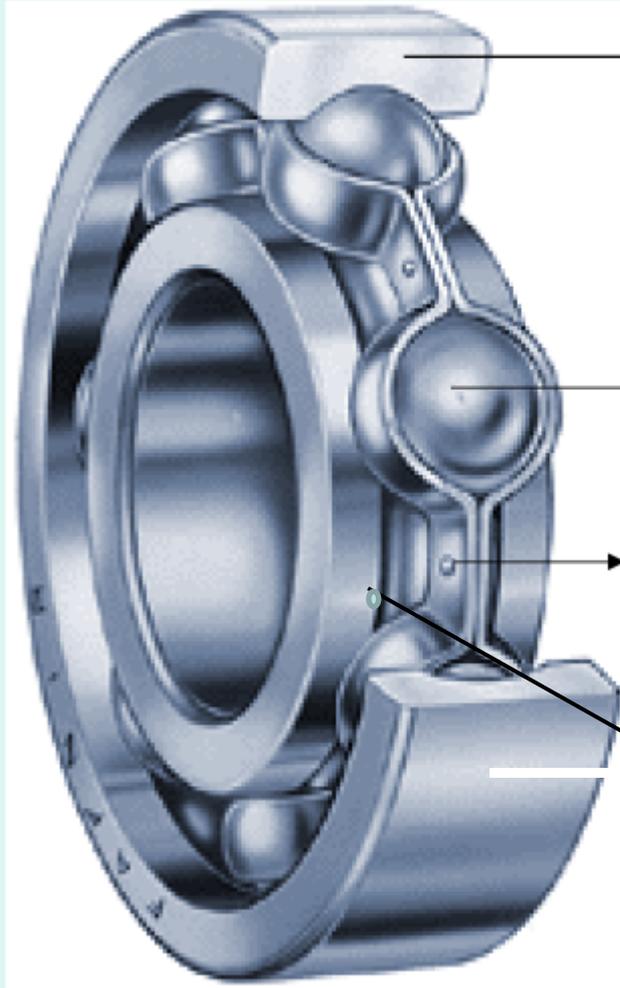


Fig. 1.2 Classificação dos Rolamentos

Mancais de Rolamento Lineares



Mancal de Rolamento Rígido de uma Carreira de Esferas



Pista externa
(anel externo)

Esfera

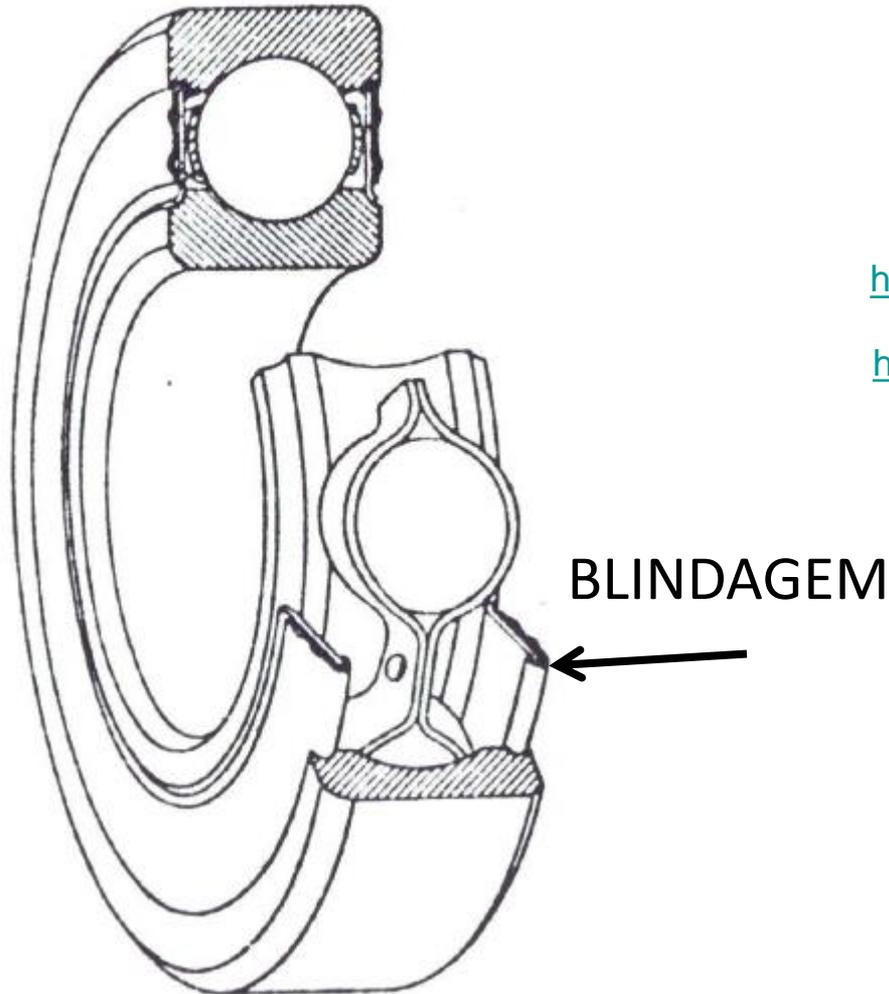
Gaiola

Pista
interna
(anel
interno)

Gaiola + Esferas



MANCAL DE ROLAMENTO RÍGIDO DE UMA CARREIRA DE ESFERAS COM BLINDAGEM

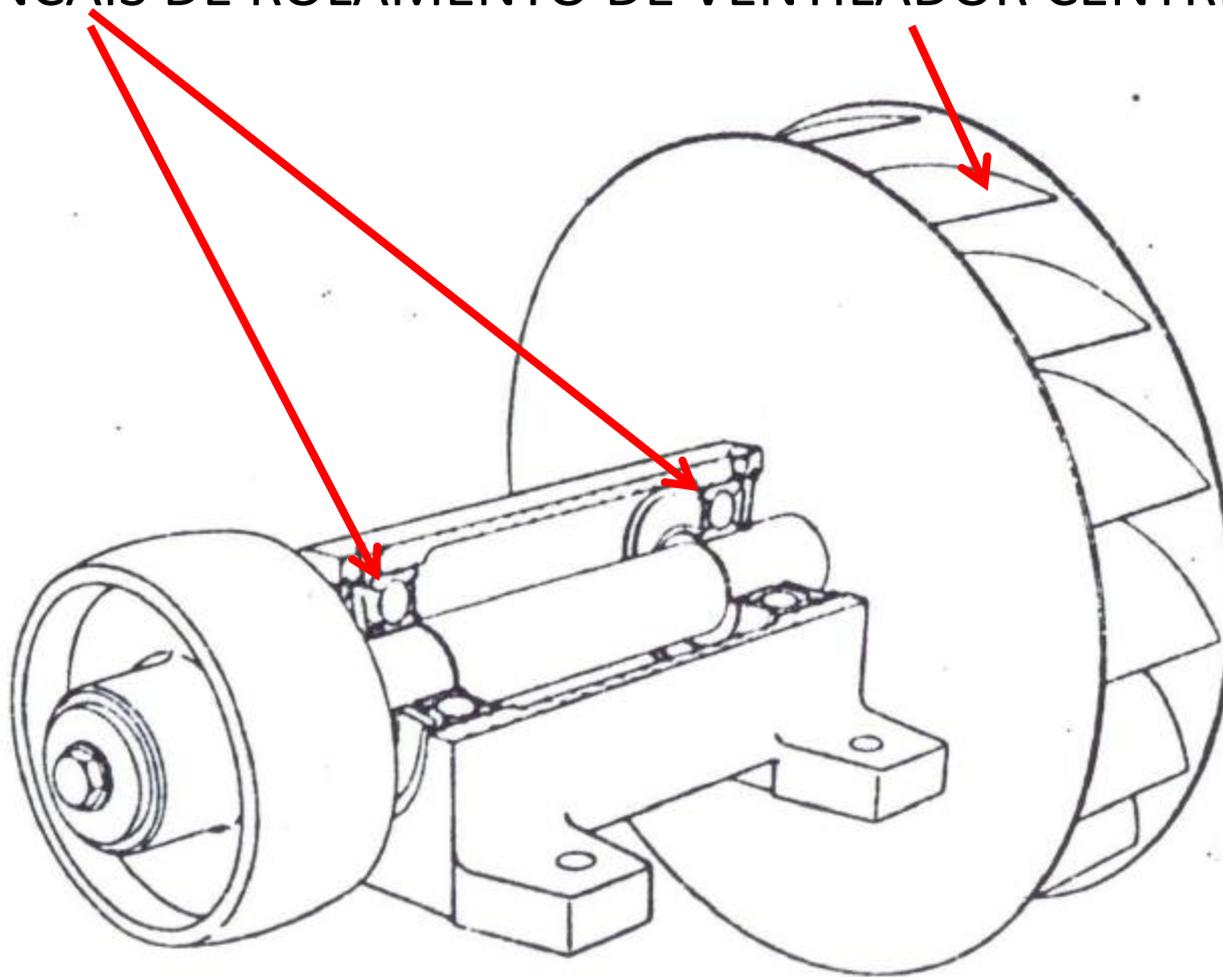


Fabricação de
Rolamentos de Esferas e
Esferas

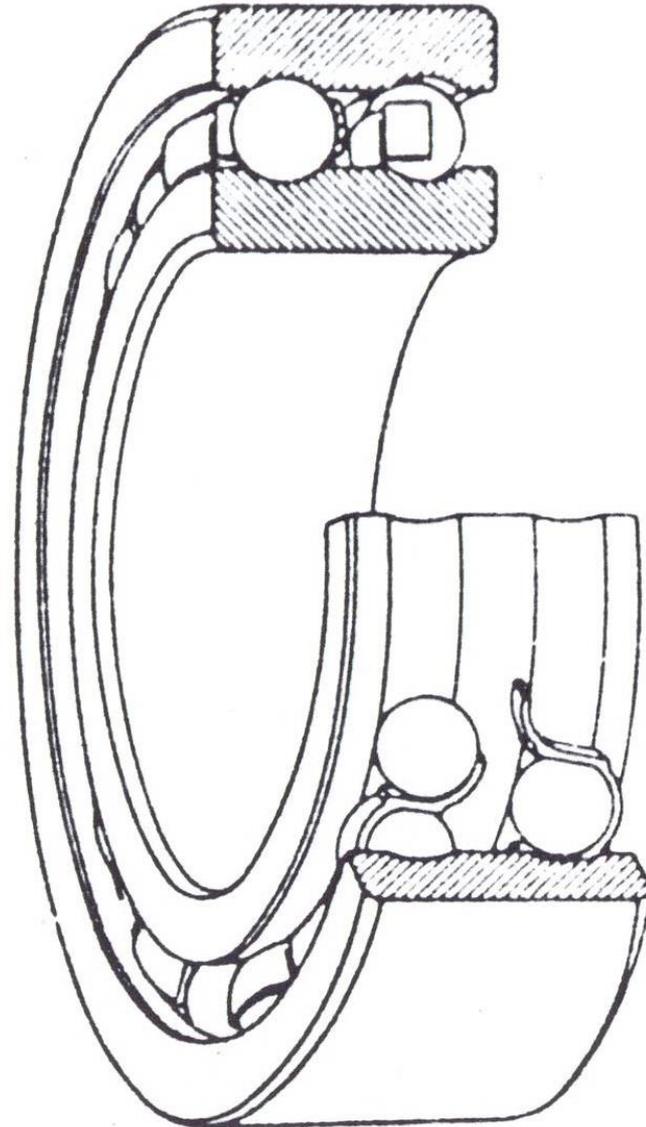
<https://www.youtube.com/watch?v=-e-oYUZ4ZhE>

<https://www.youtube.com/watch?v=19duYMdiXi0>

MANCAIS DE ROLAMENTO DE VENTILADOR CENTRÍFUGO



Rolamento Rígido de Duas Carreiras de Esferas

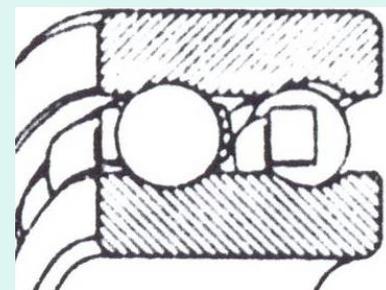


Rolamento Autocompensador

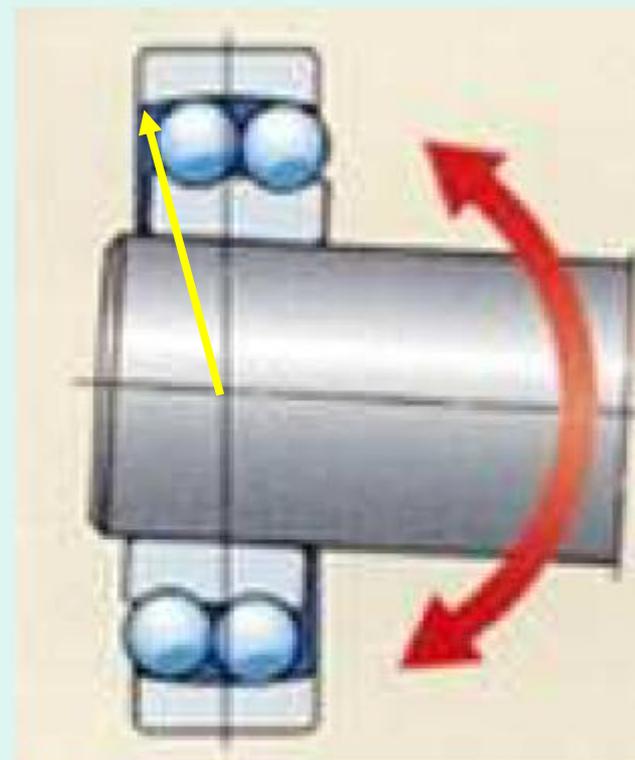
de Esferas



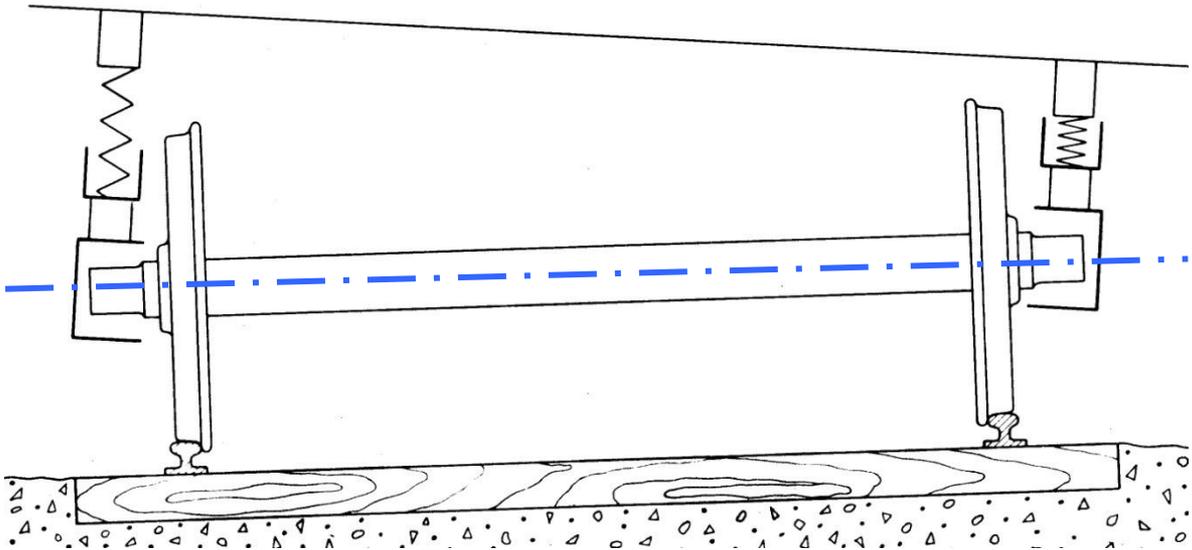
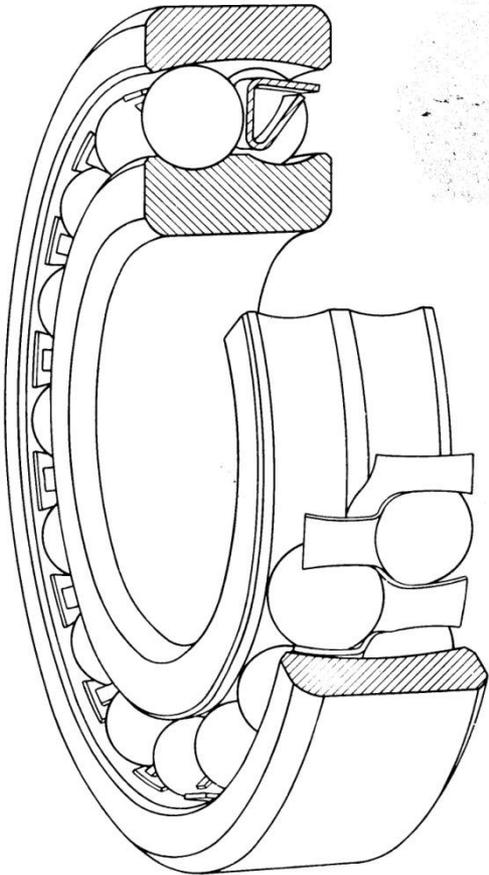
Rígido



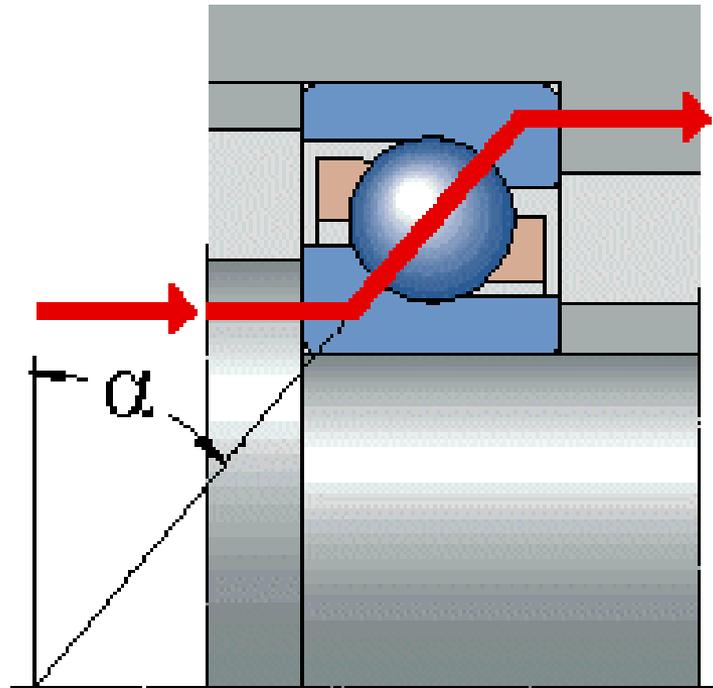
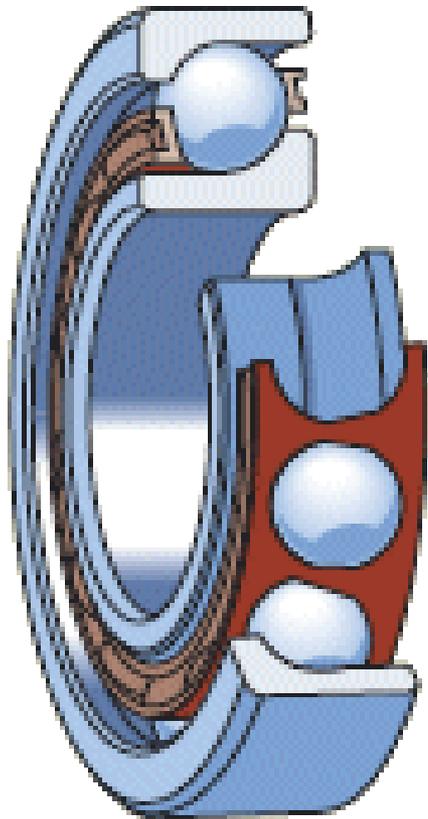
de Rolos



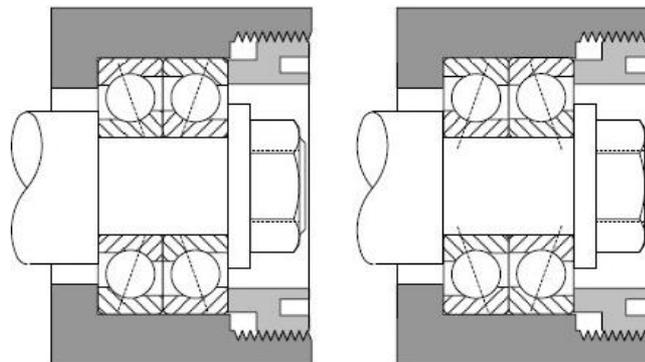
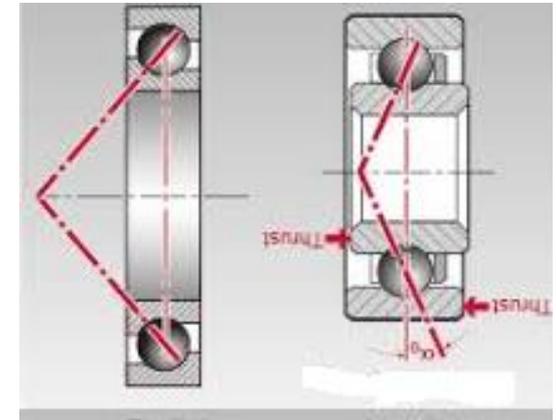
ROLAMENTO AUTOCOMPENSADOR DE ESFERAS



Rolamento de Contato Angular de uma Carreira de Esferas

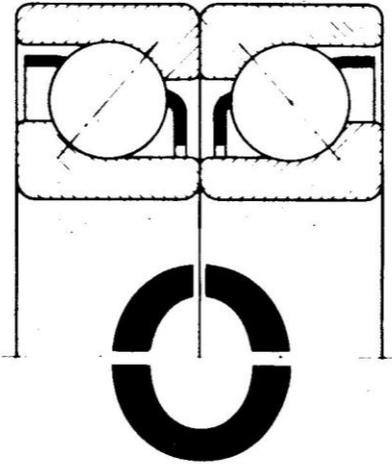


Contacto Angular Normal

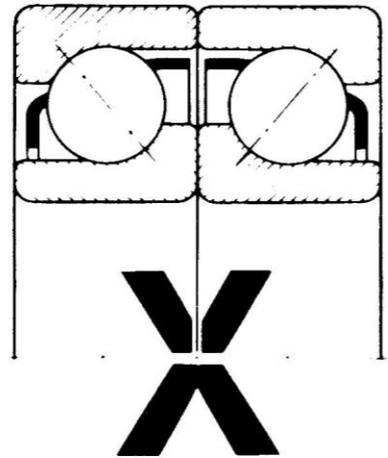


Rolamentos de Contacto Angular de Esferas

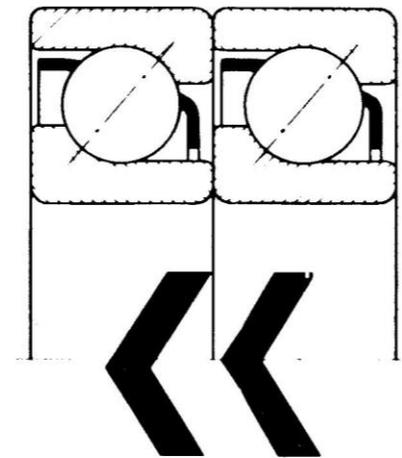
Montagens



Quando montados com arranjo em **O** as linhas de carga divergem em direção ao eixo do rolamento. É possível suportar cargas axiais atuando em ambas as direções, porém estas serão suportadas apenas por um rolamento em cada direção. Os rolamentos dispostos em **O** proporcionam um arranjo relativamente rígido e também podem suportar momentos de inclinação.

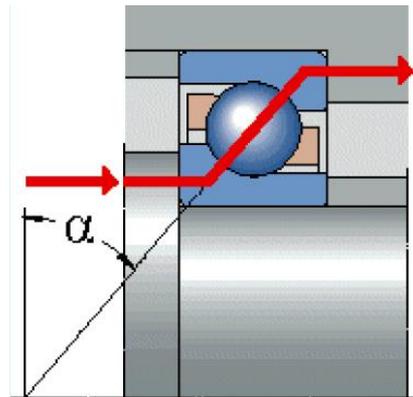
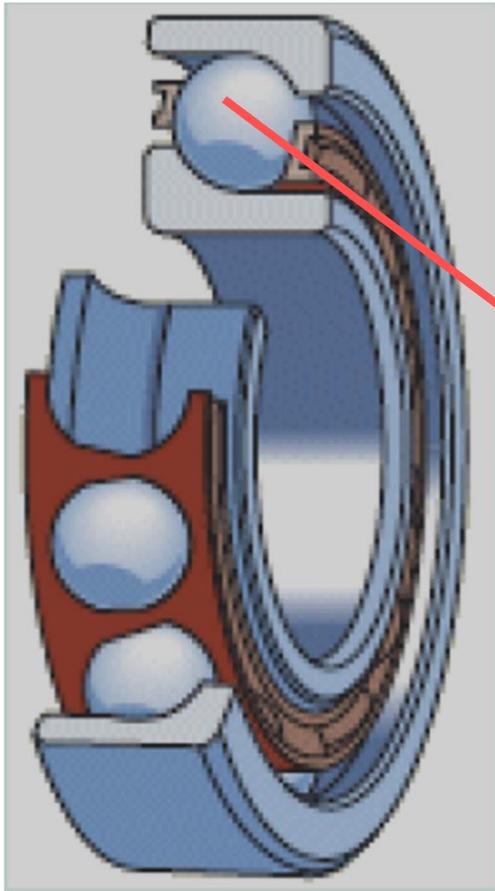


As linhas de carga dos rolamentos com arranjo em **X** convergem em direção ao eixo do rolamento. É possível suportar cargas axiais atuando em ambas as direções, porém estas serão suportadas apenas por um rolamento em cada direção. O arranjo em questão não é tão rígido quanto à disposição em **O**, e também é menos adequado para suportar momentos de inclinação.

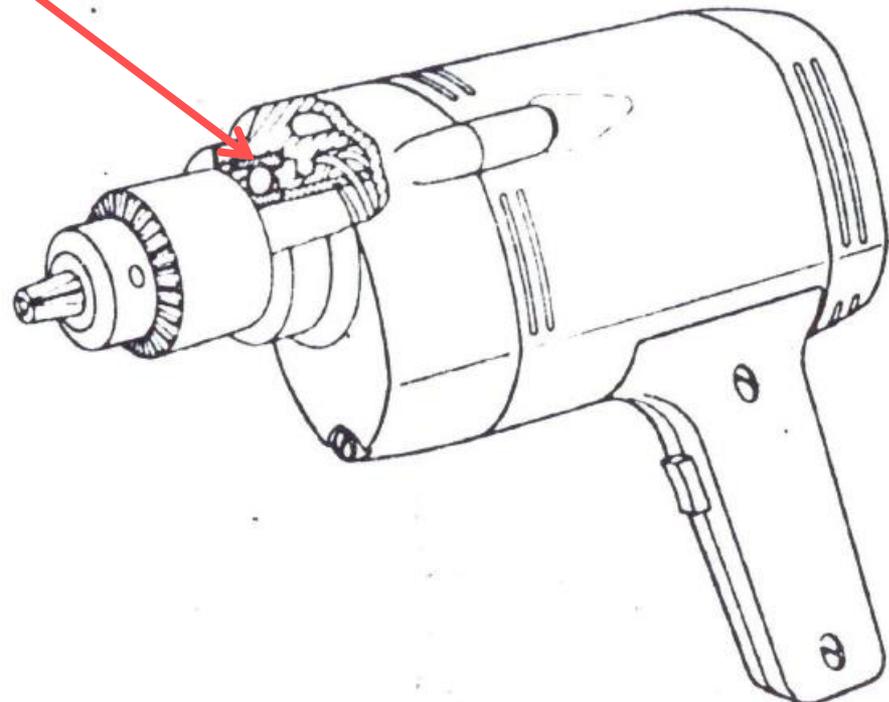
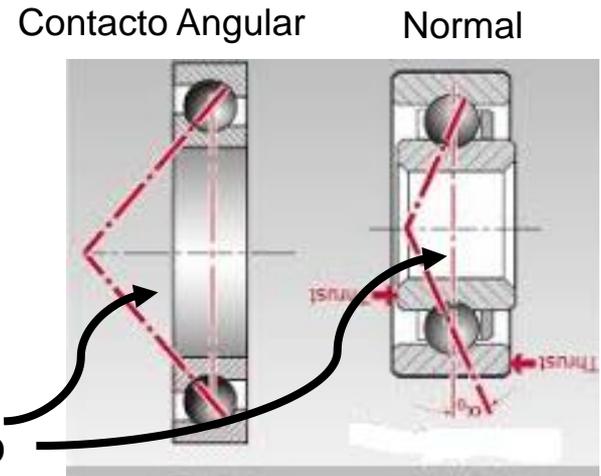


Quando montados em **tandem** as linhas de carga ficam paralelas e as cargas radial e axial são uniformemente divididas entre os rolamentos. No entanto, o conjunto de rolamentos somente pode suportar cargas axiais atuantes em uma direção. Se houver cargas axiais atuantes na direção oposta, ou se houver cargas combinadas, será necessário acrescentar um terceiro rolamento ajustado contra o par disposto em tandem

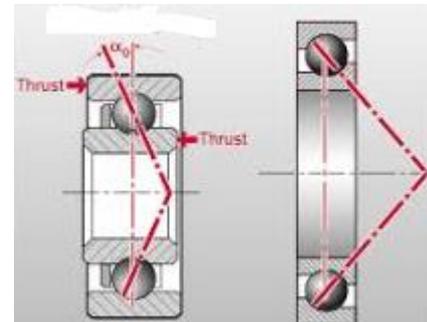
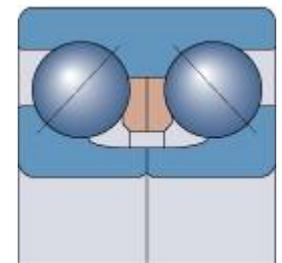
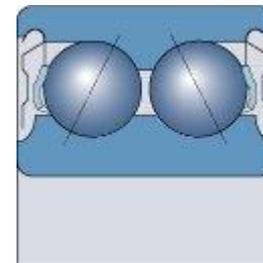
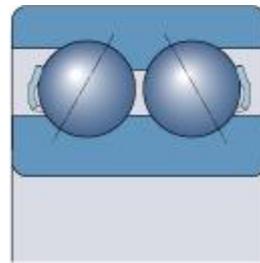
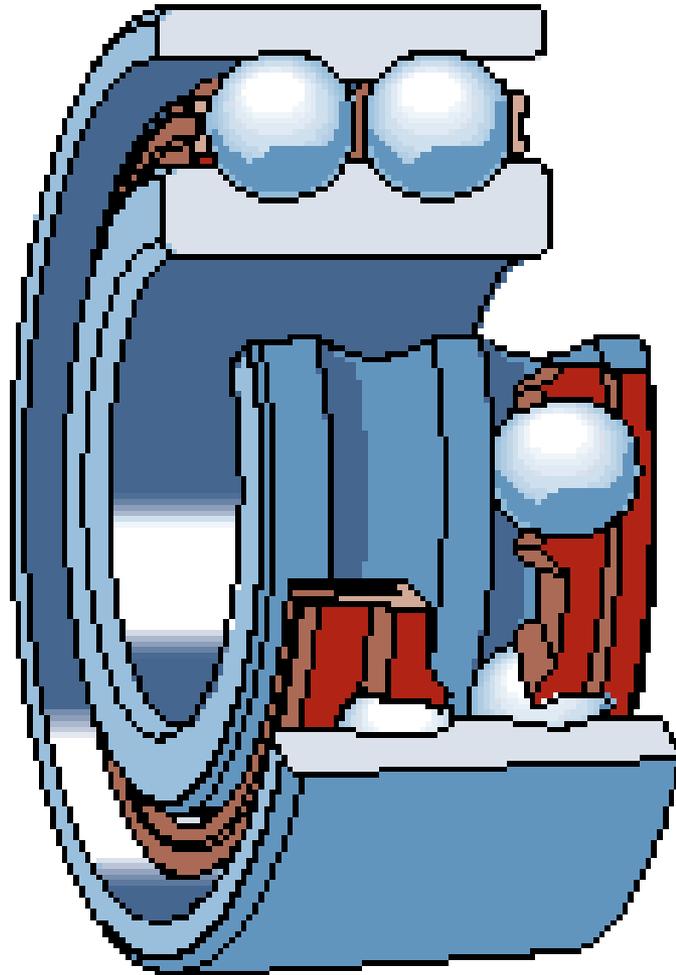
APLICAÇÃO DO ROLAMENTO DE CONTACTO ANGULAR- FURADEIRA MANUAL



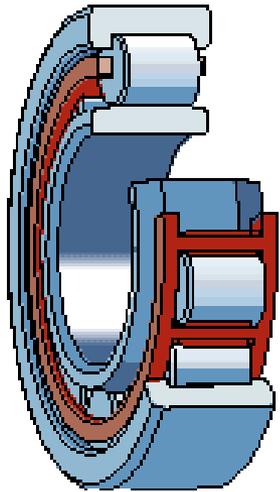
(α) Ângulo de Contacto



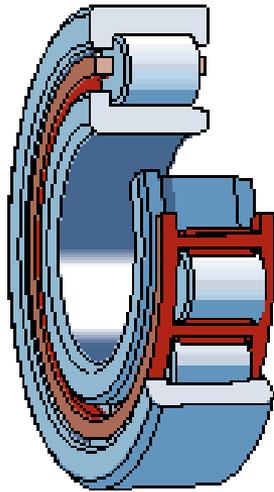
Rolamento de Contato Angular de 2 Carreiras de Esferas



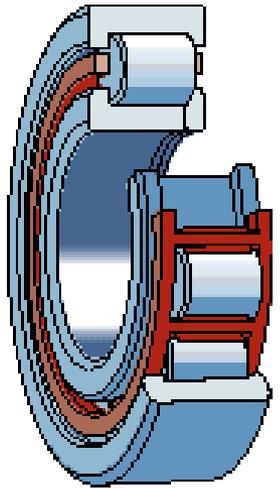
ROLAMENTOS DE ROLOS CILINDRICOS



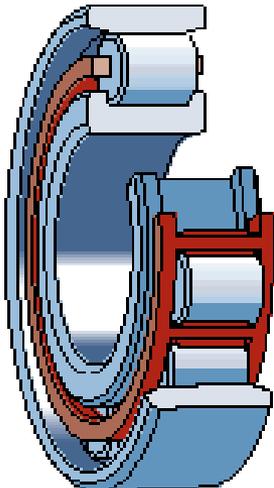
NU



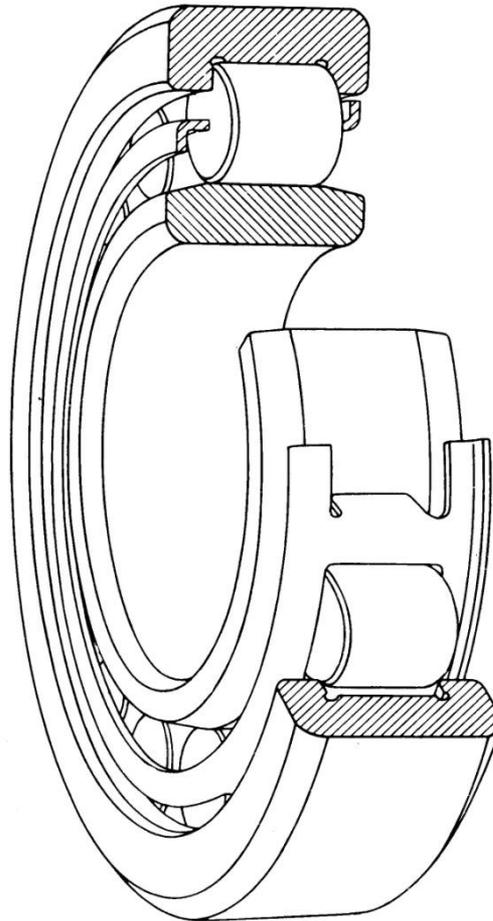
NJ



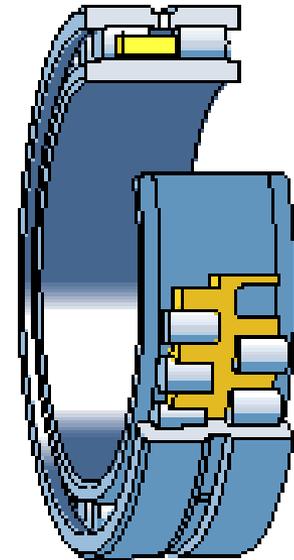
NUP



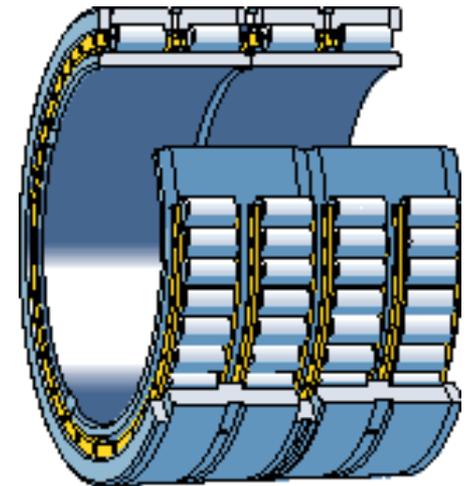
N



1 CARREIRA DE ROLOS

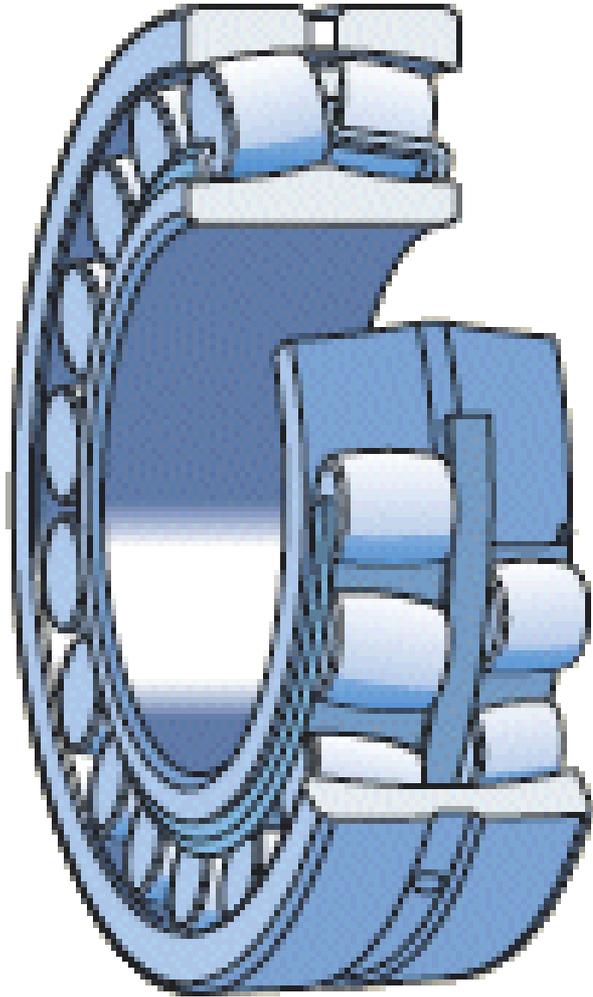


2 CARREIRAS

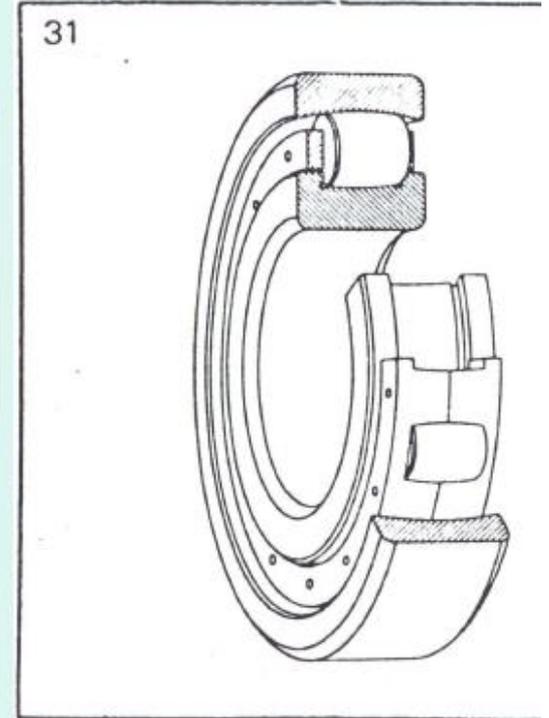


4 CARREIRAS

ROLAMENTO AUTOCOMPENSADOR DE ROLOS

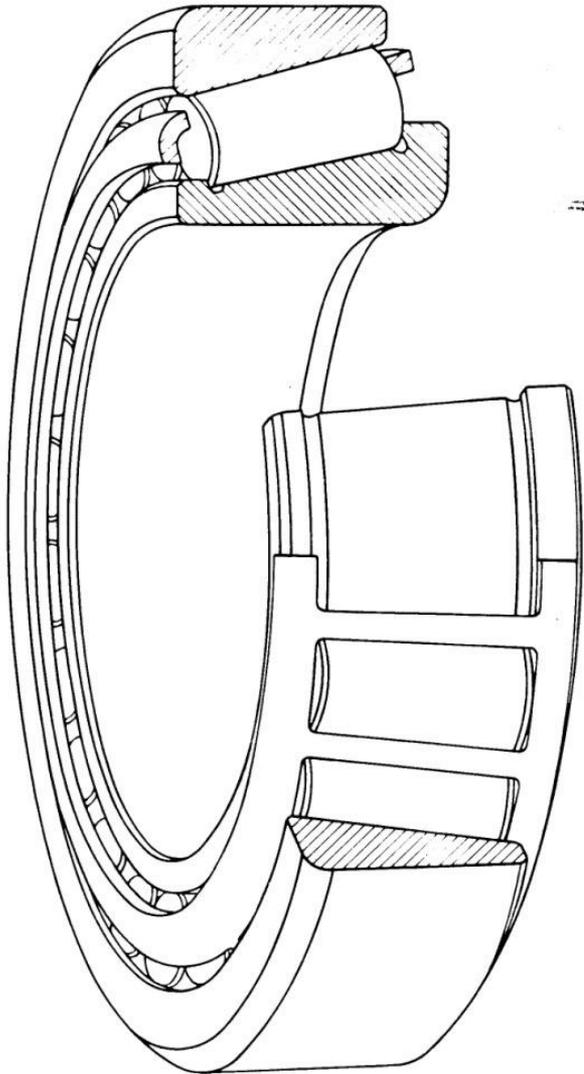


2 CARREIRAS

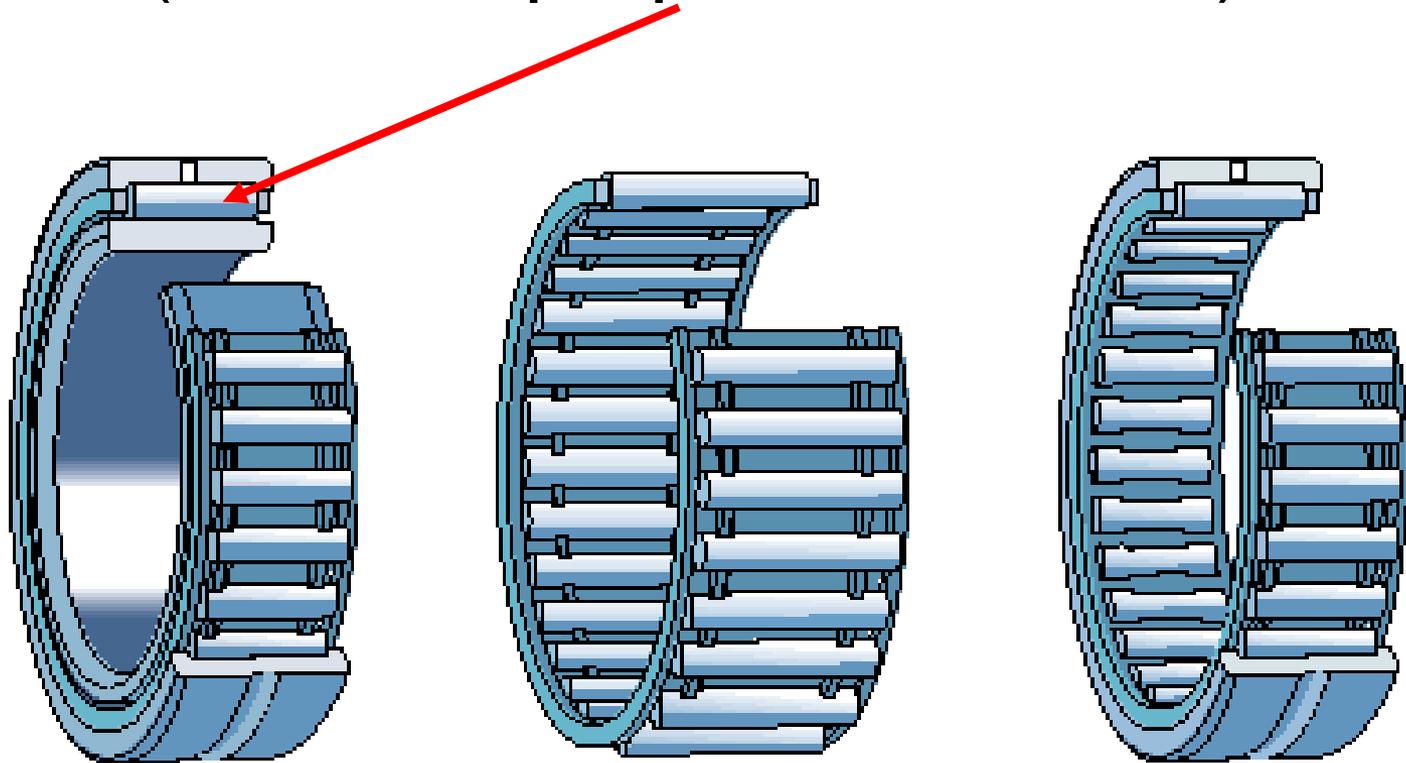


1 CARREIRA

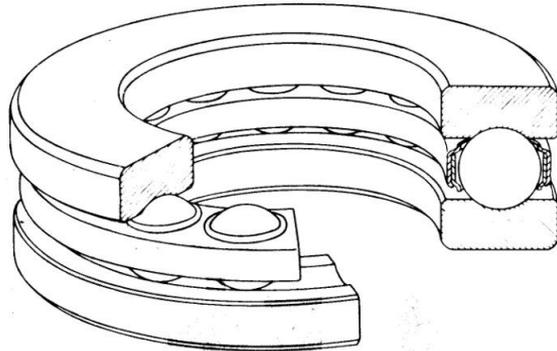
ROLAMENTO DE ROLOS CÔNICOS



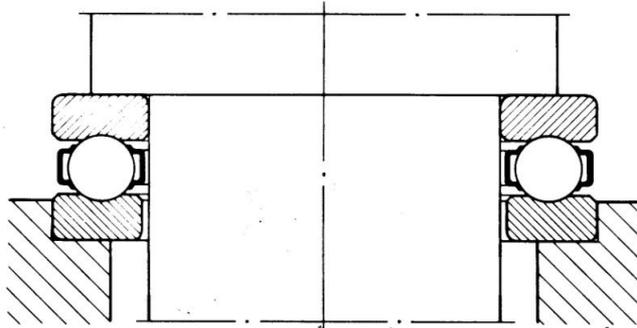
Rolamento de Agulhas (rolos de pequeno diâmetro)



Rolamentos Axiais de Esferas e Rolos

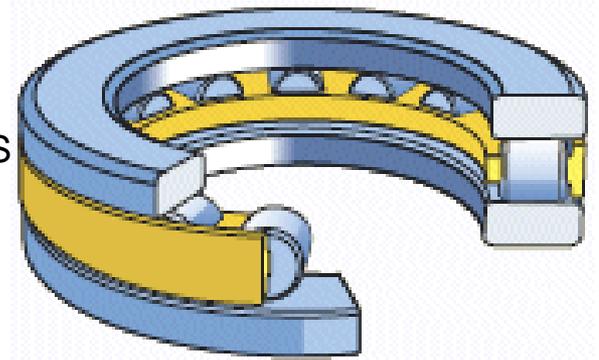


AXIAL DE ESFERAS

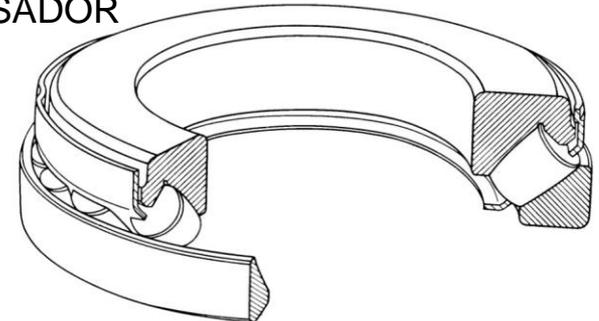


Mancal Axial de Rolos Cilíndricos

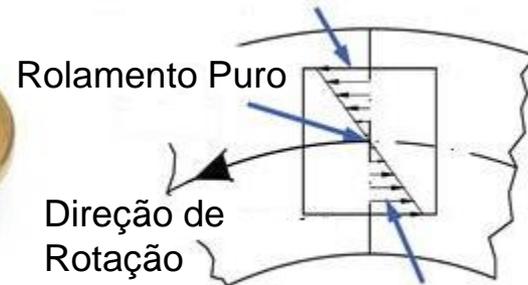
AXIAL DE ROLOS
CILINDRICOS



AXIAL
AUTOCOMPENSADOR
DE ROLOS

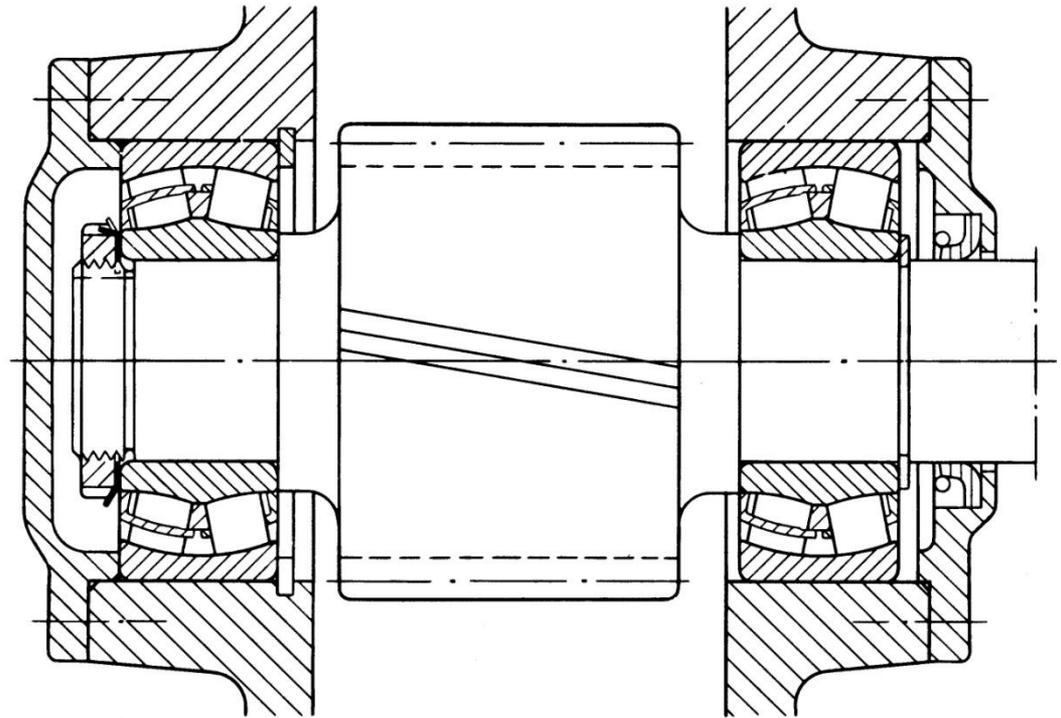
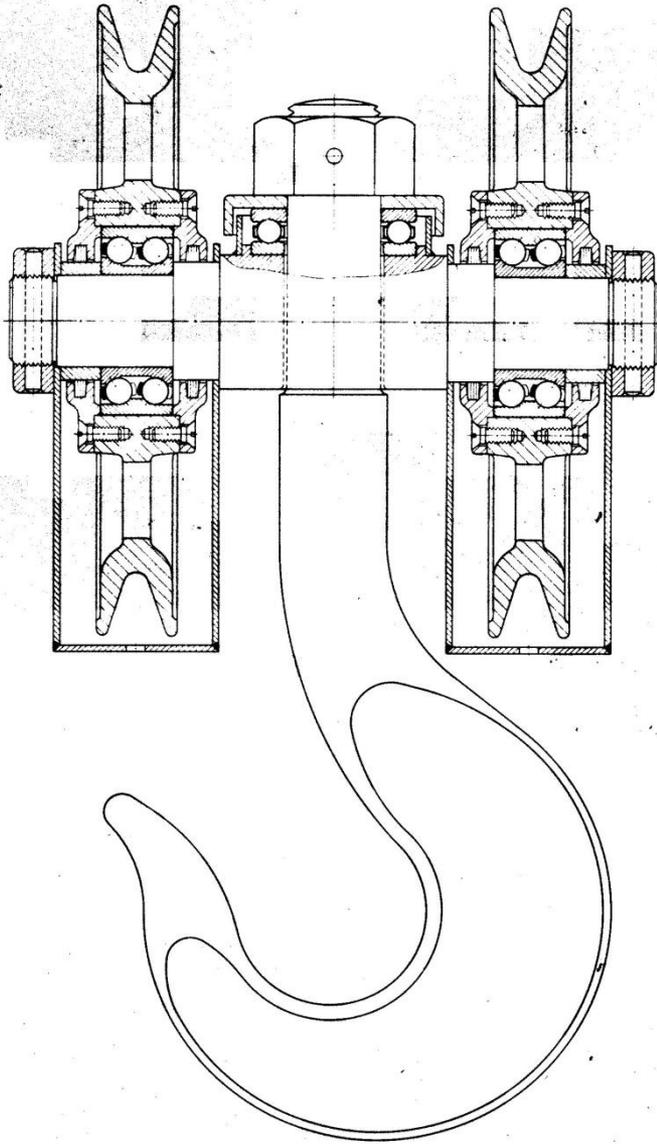


Deslizamento Positivo



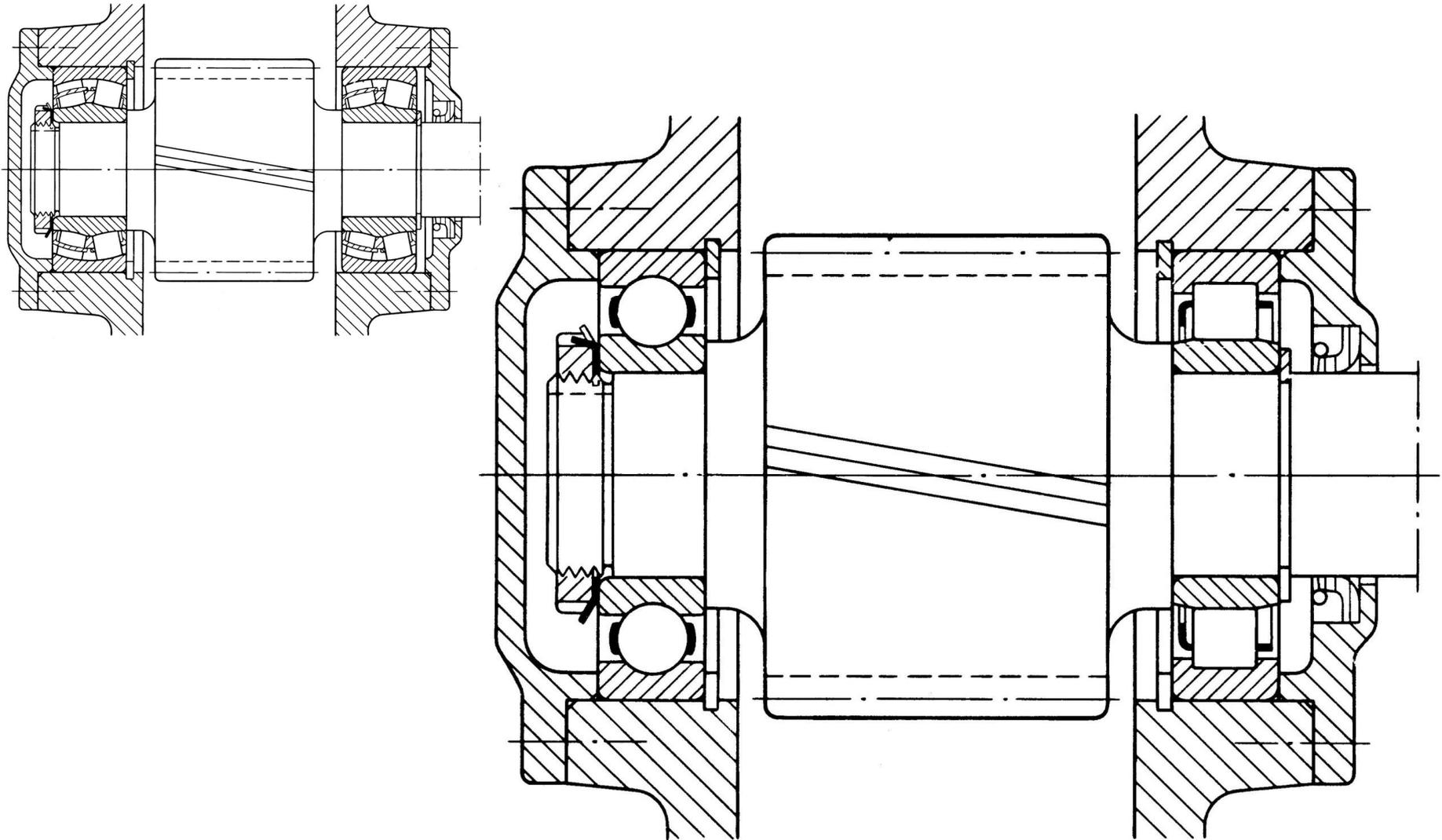
Deslizamento Negativo

Rolamentos – Montagens



Rolamentos – Montagens

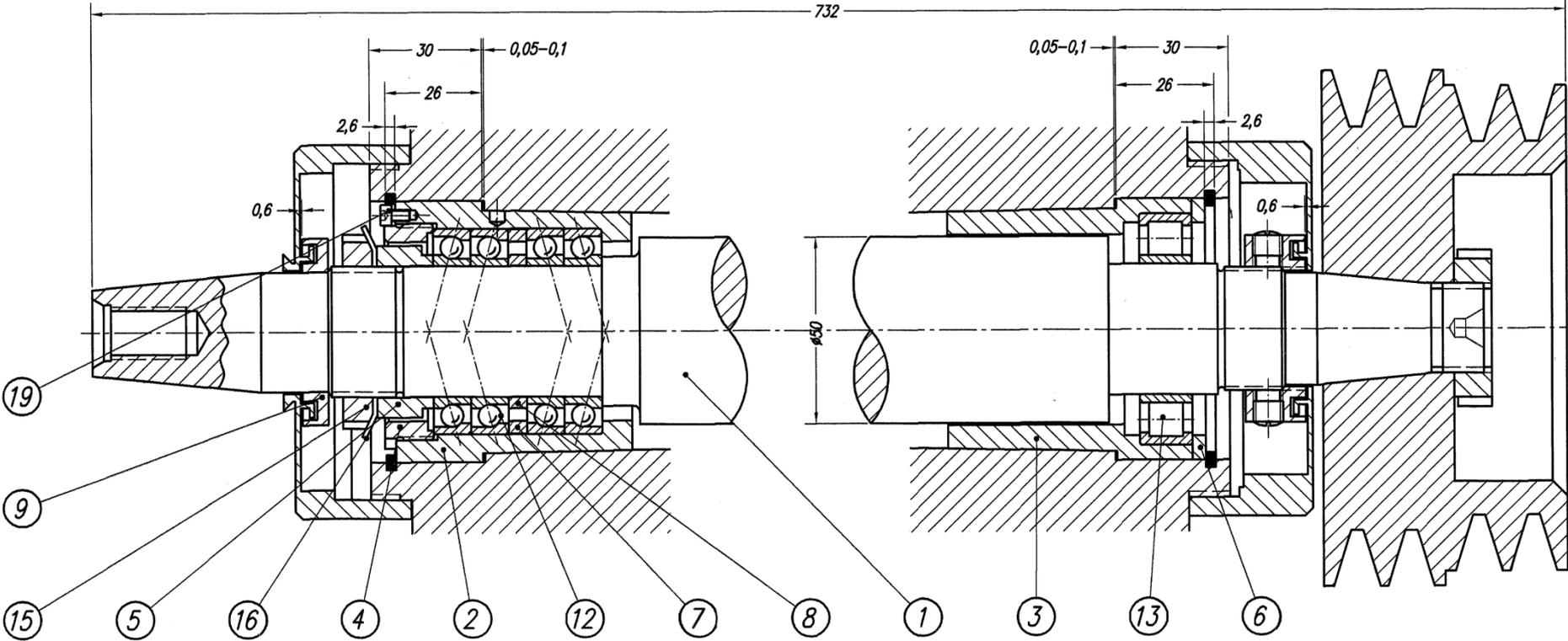
2 soluções para o mesmo projeto



Retificadora Tangencial Plana Horizontal

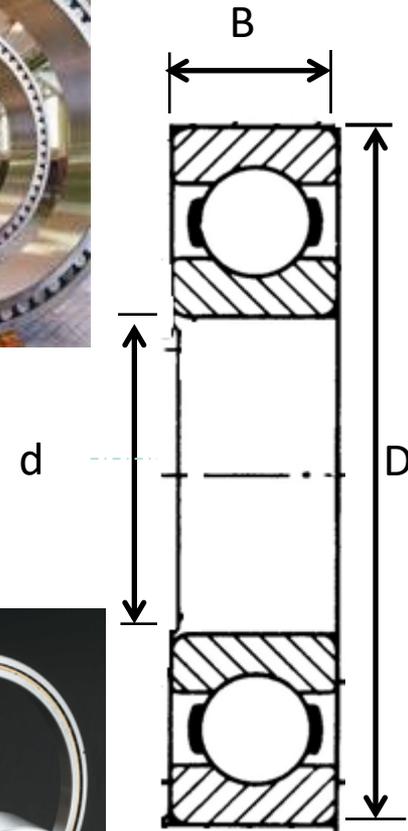
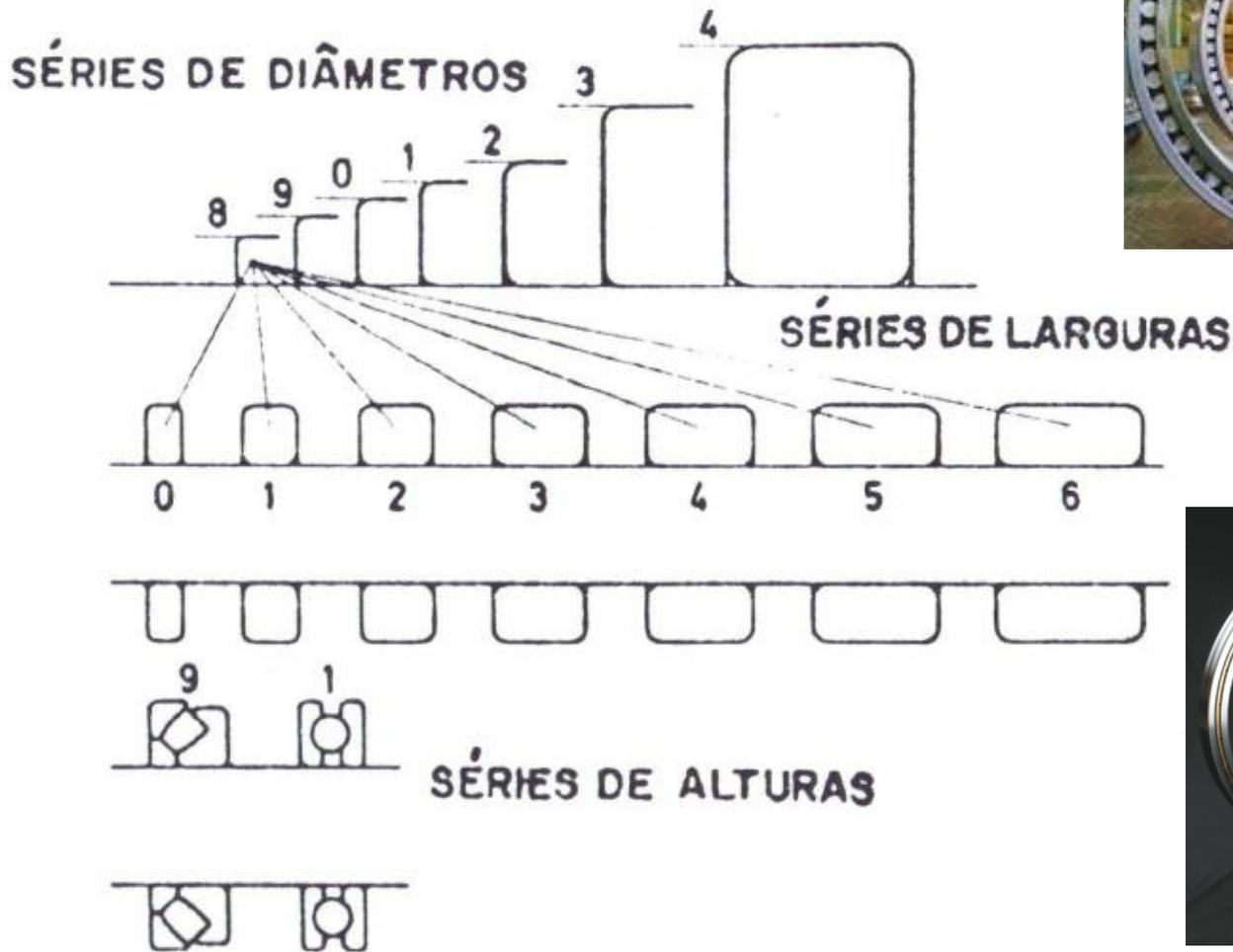


Eixo Principal



Como especificar os rolamentos?

SÉRIES DE DIMENSÕES DOS ROLAMENTOS



SÉRIES DE DIMENSÕES DOS ROLAMENTOS

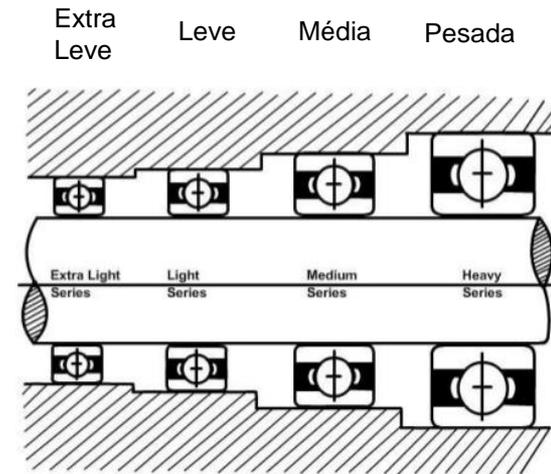
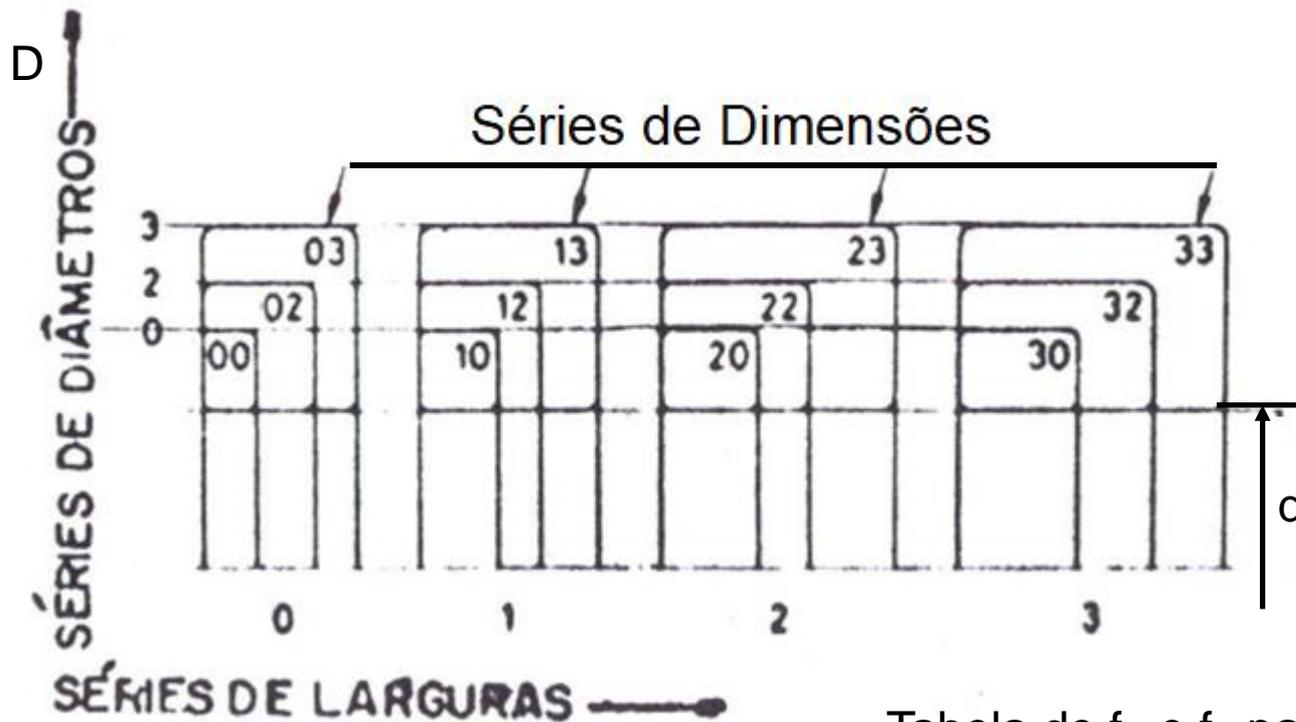


Tabela de f_D e f_B para Rolamentos Radiais

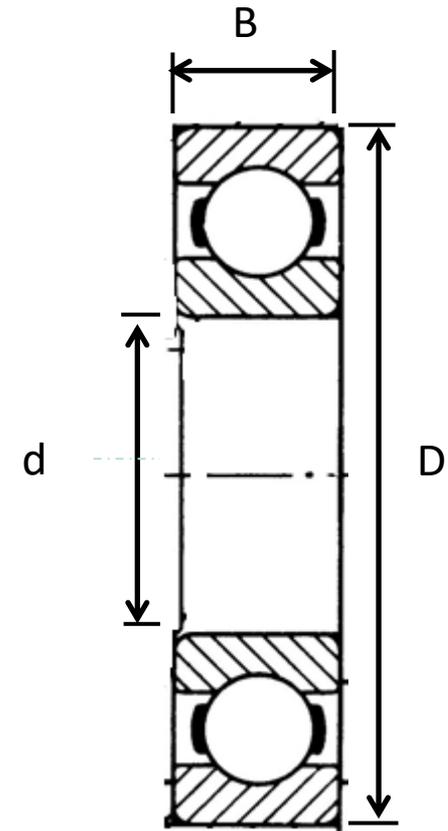
Séries de Diâmetros	7	8	9	0	1	2	3	4
f_D	0.34	0.45	0.62	0.84	1.12	1.48	1.92	2.56
Séries de Larguras	0	1	2	3	4	5	6	7
f_B	0.64	0.88	1.15	1.5	2.0	2.7	3.6	4.8

$$D = d + f_D \times d^{0,9}$$

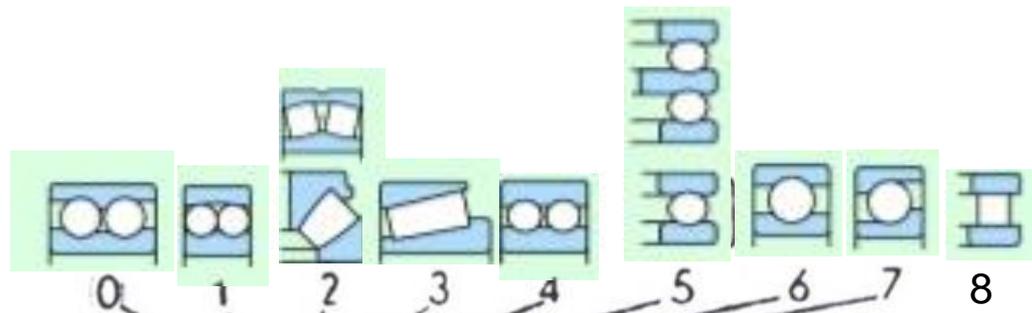
$$B = f_B \times \frac{(D - d)}{2}$$

DIMENSÕES CARACTERÍSTICAS DE ROLAMENTO

Diam. furo	Série de diâmetros 1				
	Série de dimensões				
		11	21	31	41
d	D	B			
mm	mm				
160	270	51	66	86	109
170	280	51	66	88	109
180	300	56	72	96	118
190	320	60	78	104	128
200	340	65	82	112	140
220	370	69	88	120	150
240	400	74	95	128	160
260	440	82	106	144	180
280	460	82	106	146	180
300	500	90	118	160	200



Designação do Rolamento – 5 Dígitos (XXXXX)



SÉRIE DO ROLAMENTO

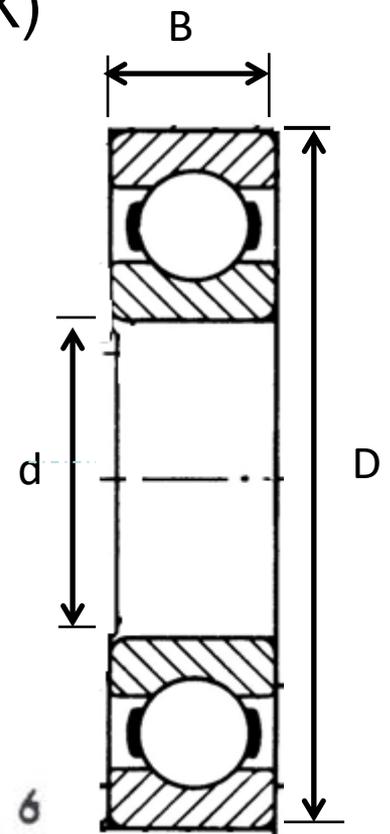
X X X X X

B D $d/5$

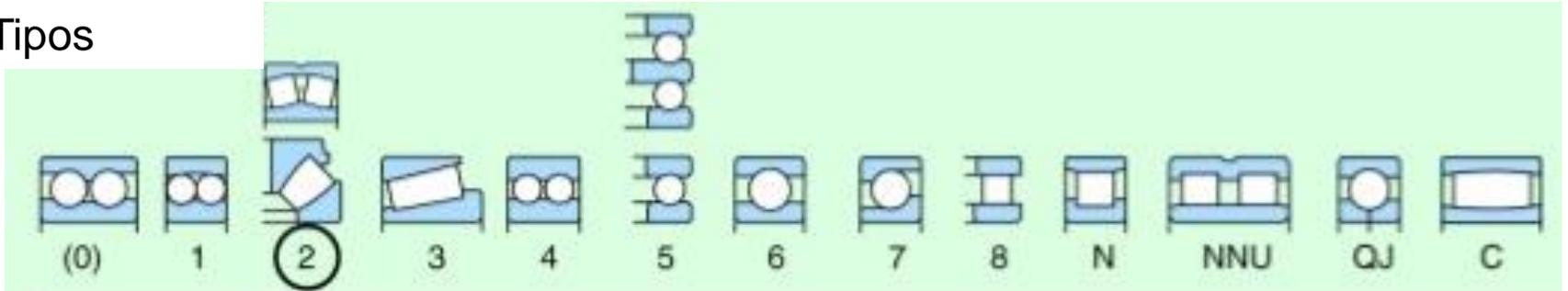
SÉRIES DE DIÂMETROS

0 1 2 3 4 5 6

SÉRIES DE LARGURAS



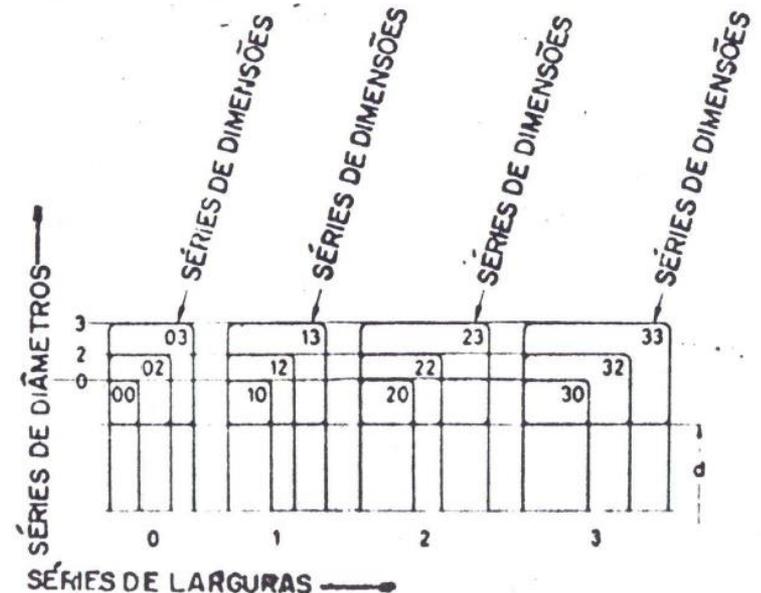
Tipos



22214

$$d = 14 \cdot 5 = 70 \text{ mm}$$

ROLAMENTO AUTOCOMPENSADOR
DE ROLOS, SÉRIE 222



Designação de Rolamentos de Esferas Normalizados

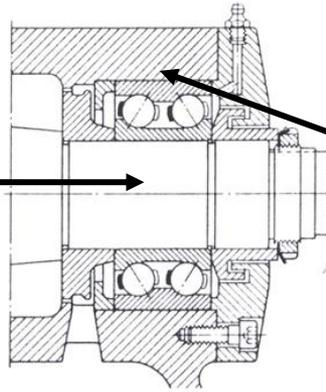
Para rolamento radial de esferas (normalizado) o símbolo da série de larguras é omitido e o número do rolamento é expresso por 4 dígitos



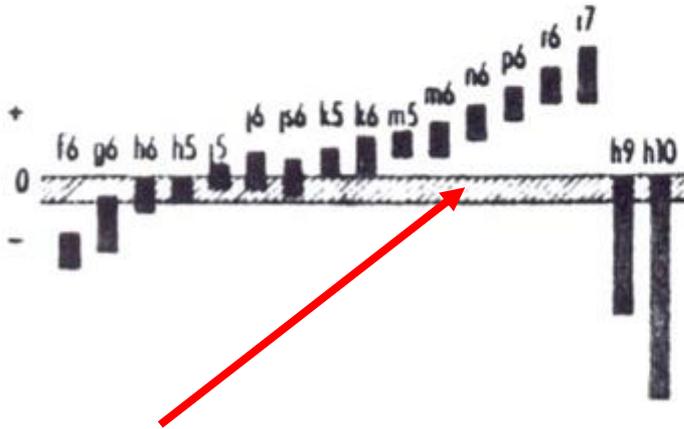
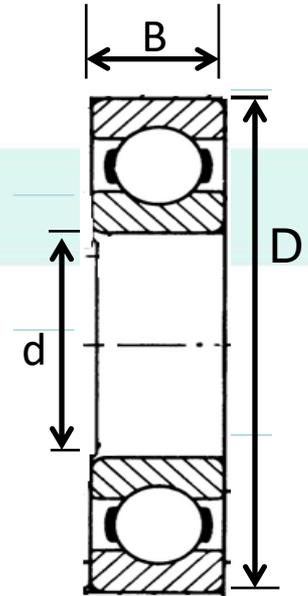
- Que tipo de rolamento é este de acordo com a numeração?
- Qual o diâmetro do furo do rolamento?
- Qual a série de diâmetros à qual este rolamento pertence?

Ajustes para montagem dos Rolamentos

• Eixo



• Carcaça



Tolerância do Furo do Rolamento (d)

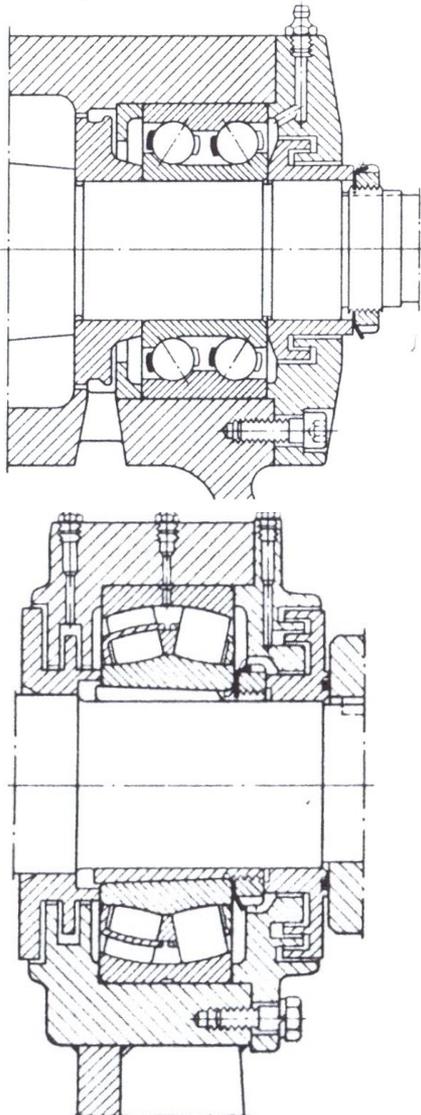


Tolerância do Diâmetro Externo do Rolamento (D)

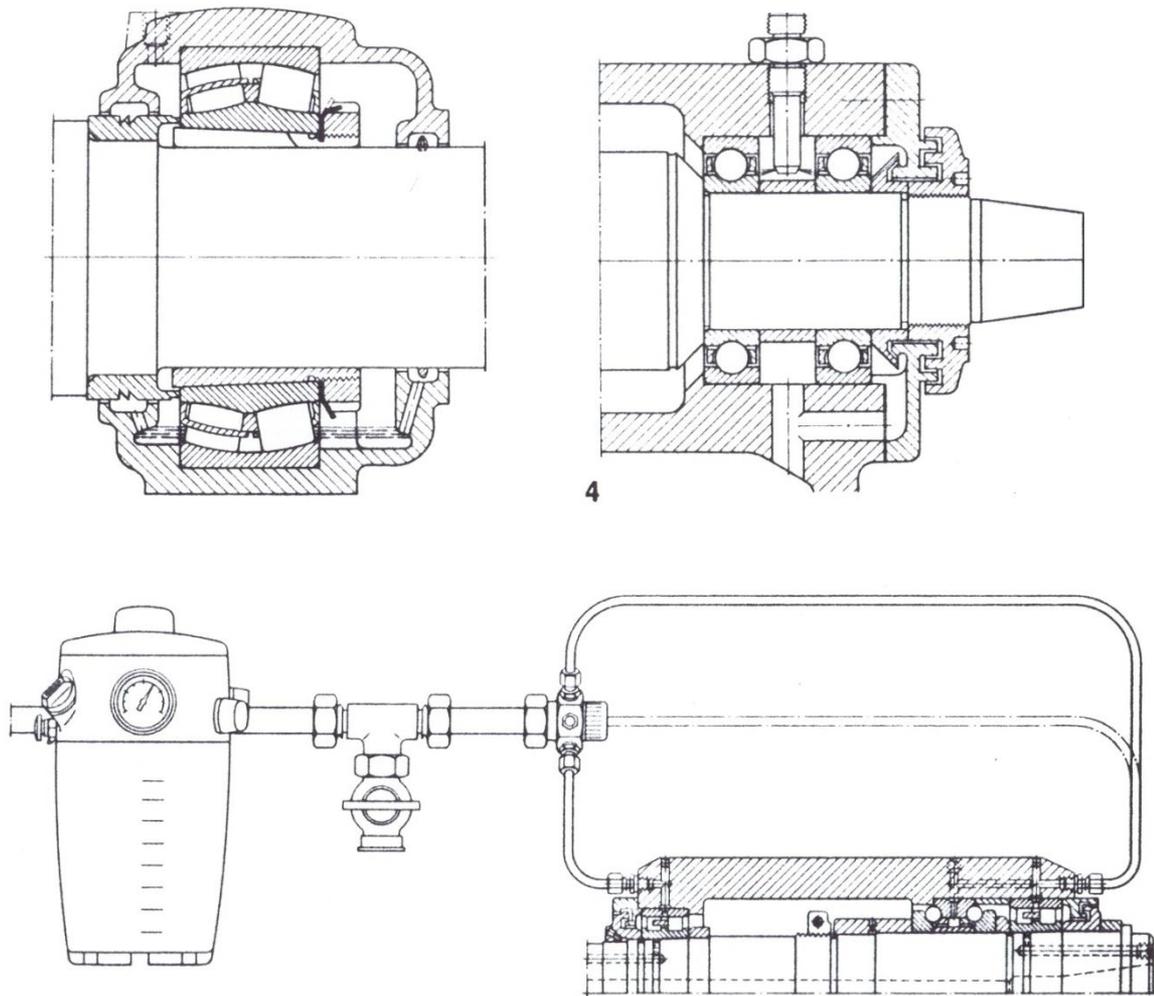
➔ <https://www.skf.com/ph/products/rolling-bearings/principles-of-rolling-bearing-selection/bearing-selection-process/bearing-interfaces/tolerances-and-resultant-fits>

Lubrificação de Mancais

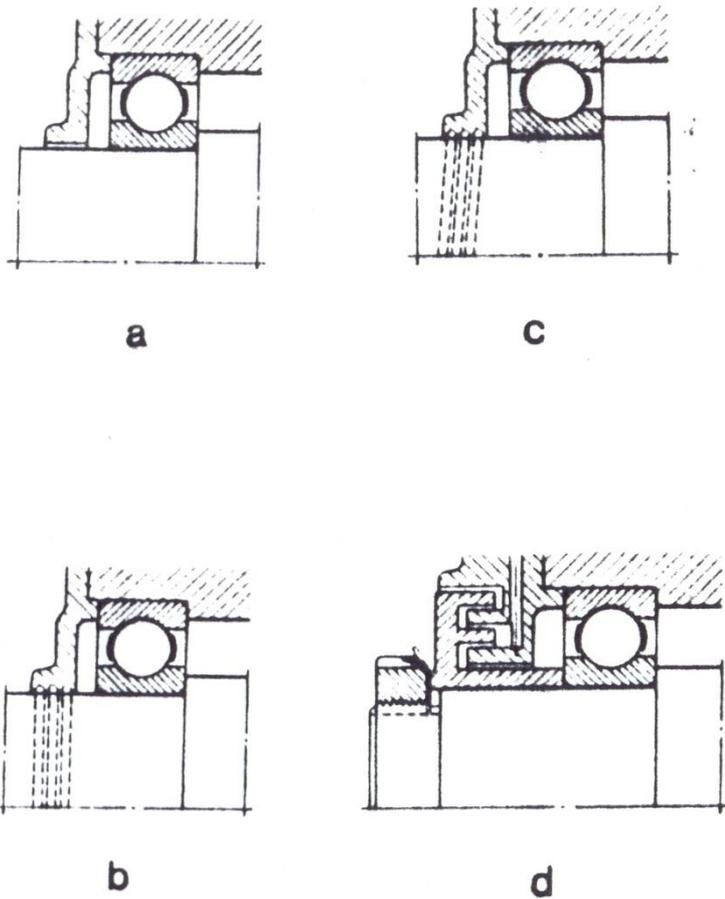
➤ Graxa



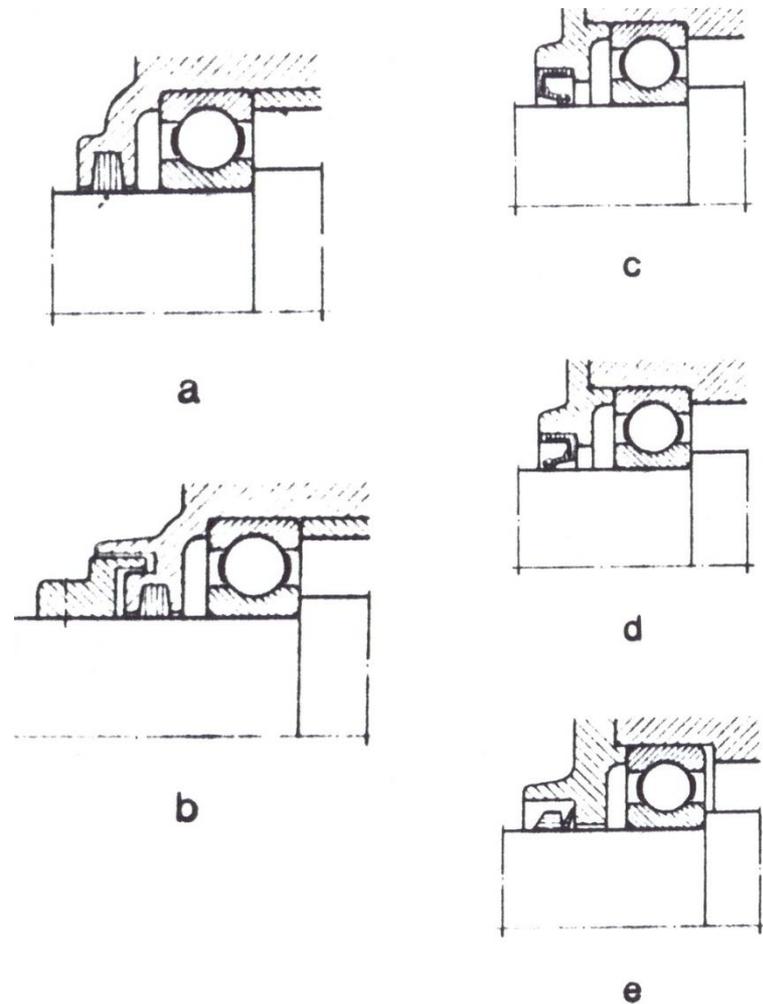
➤ Óleo



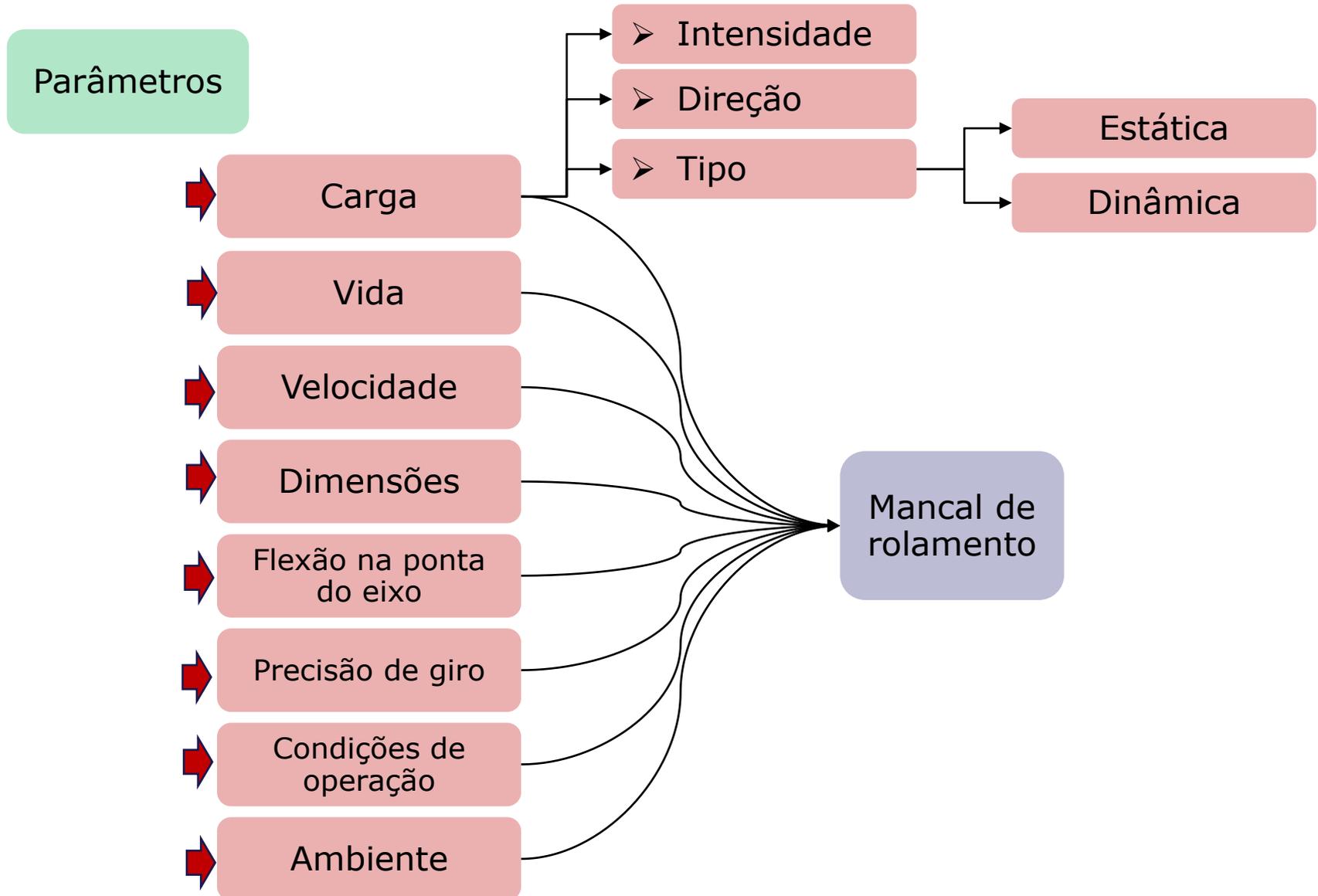
Vedação sem Contato



Vedação com Contato



Seleção de Mancais de Rolamento



Características dos Mancais de Rolamento

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 esferas de contato angular	Dois carreiras de esferas de contato angular	Combinados	Esferas de Quatro pontos de contato	Auto-compensadores de esferas	Rolos Cilindricos	Dois carreiras de rolos Cilindricos	Rolos Cilindricos com Rebordo em um lado	Rolos Cilindricos com anel de encosto	Rolos Agulha	Rolos Cônicos	Dois e multi-plex carreiras de rolos Cônicos	Auto-compensadores de rolos	Axiais de esferas	Axiais de esferas com contra-placa esférica	Dois carreiras de esferas de contato angular	Axiais de Rolos Cilindricos	Axiais de Rolos Cônicos	Axiais auto-compensadores de rolos	Referência 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 Normas base 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°. Dois pontos de contato e biga de ser ajustada			Além desta, existem as combinações DT e DT, mas não permitem o uso no lado livre e o ângulo de contato é de 35°		Inclui o tipo N	Inclui o tipo NUU	Inclui o Tipo NF	Inclui o tipo NJP		Usa-se duas peças contrapostas, a biga deve ser ajustada	Além desta, existem os tipos RI e RV, mas igualmente permitem o uso no lado livre							Inclui os Rolamentos axiais de rolos Agulha		Usados com lubrificação 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

Mancais de Rolamento comparados aos Mancais de Deslizamento

Vantagens

- Menor atrito e aquecimento
- Coeficiente de atrito de partida (estático) não superior ao de operação (dinâmico)
- Pouca variação do coeficiente de atrito com carga e velocidade
- Baixa exigência de lubrificação
- Intercambialidade internacional
- Ocupa menor espaço axial
- Pequeno aumento da folga durante a vida útil

Desvantagens

- Maior sensibilidade aos choques
- Maiores custos de fabricação
- Tolerância pequena para carcaça e alojamento do eixo
- Não suporta cargas tão elevadas como os mancais de deslizamento
- Ocupa maior espaço radial