

## Mancais de Rolamento

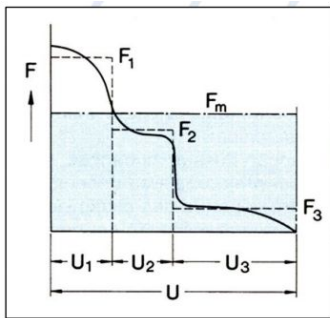
Tabela 9 Valores de referência para o valor de segurança  $s_0$

Tipo de operação	Rolamentos em rotação Exigência de giro silencioso sem importância normal						Rolamentos que não giram	
	Rolamentos de esferas	Rolamentos de rolos	Rolamentos de esferas	Rolamentos de rolos	Rolamentos de esferas	Rolamentos de rolos	Rolamentos de esferas	Rolamentos de rolos
Suave, sem vibração	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Cargas de choque pronunciadas <sup>1)</sup>	$\geq 1,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	$\geq 3$	$\geq 2$	$\geq 4$	$\geq 1$	$\geq 2$

Para rolamentos axiais autocompensadores de rolos recomenda-se o uso de  $s_0 \geq 4$

<sup>1)</sup> Quando a magnitude da carga é desconhecida, devem ser usados pelo menos valores de  $s_0$  tão grandes quanto os da tabela acima. Se a magnitude das cargas de choque são conhecidas exatamente, pode-se adotar valores menores de  $s_0$

$$C_0 = s_0 \times P_0$$



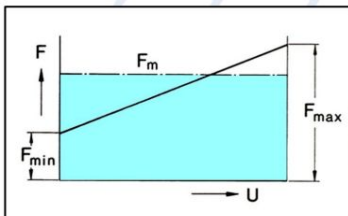
$$F_m = \left( \frac{F_1^3 \cdot n_1 + F_2^3 \cdot n_2 + \dots}{n} \right)^{1/3}$$

onde:

$F_m \Rightarrow$  carga média  
(entre as cargas de diversas intensidades)

$F_{1,2,\dots} =$  cargas constantes durante  
 $n_1, n_2, \dots$  revoluções

$n =$  número total de revoluções  
( $n = n_1 + n_2 + \dots$ )



$$F_m = \frac{F_{\min} + 2 \cdot F_{\max}}{3}$$

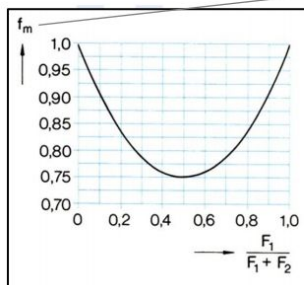
onde:

$F_m \Rightarrow$  carga média  
(entre as cargas de diversas intensidades)

$F_{1,2,\dots} =$  cargas constantes durante  
 $n_1, n_2, \dots$  revoluções

$U =$  nº total de revoluções

$$F_m = f_m \cdot (F_1 + F_2)$$



onde:

$F_m \Rightarrow$  carga média  
(entre as cargas de diversas intensidades)

$F_1 =$  carga radial constante

$F_2 =$  carga rotativa

$f_m =$  fator de carga rotativa (gráfico)

Variação da capacidade de carga (C) com a temperatura.

$T [^{\circ}C]$	150	200	250	300
C	1	0.9	0.75	0.5

## Mancais de Rolamento

### 3.3. Confiabilidade - R:

- É a probabilidade de um rolamento (ou lote) atingir uma vida (L) especificada.

$$R = \exp \left[ - \left( \frac{L}{6.84 \cdot L_{10}} \right)^{1.17} \right]$$

Obs.: quando  $L = L_{10} \Rightarrow R = 0.90$

Confiabilidade [%]	$L_{na}$	$a_1$
90	$L_{10a}$	1
95	$L_{5a}$	0.62
96	$L_{4a}$	0.53
97	$L_{3a}$	0.44
98	$L_{2a}$	0.33
99	$L_{1a}$	0.21

Vida nominal ajustada:

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^a = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$$

→ Fator de condição de funcionamento

→ Fator de material

→ Fator de confiabilidade

### 4. Fator combinado ( $a_2 \cdot a_3$ )

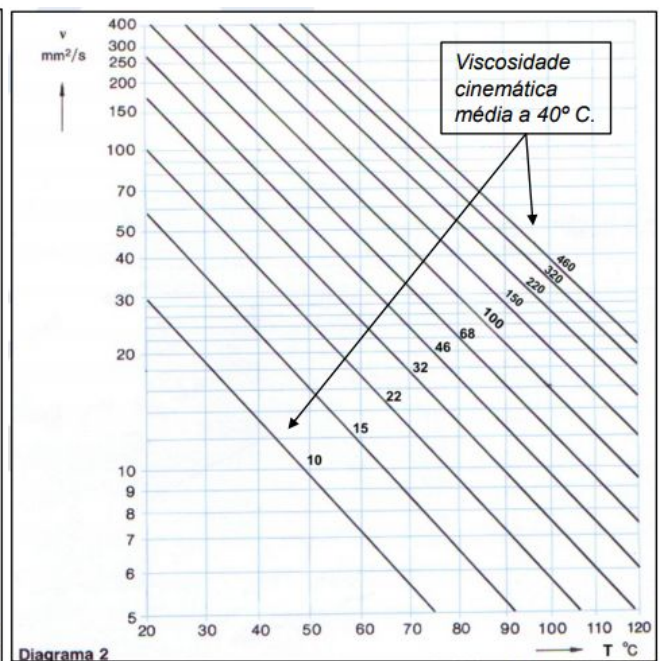
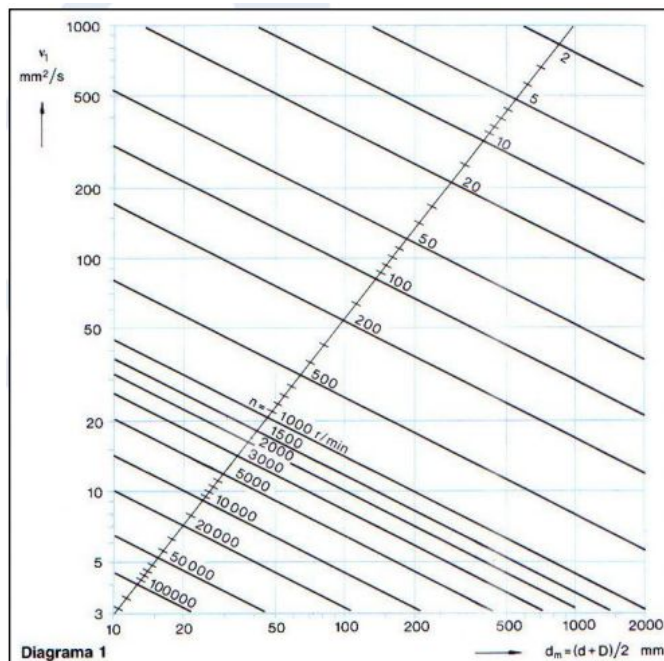
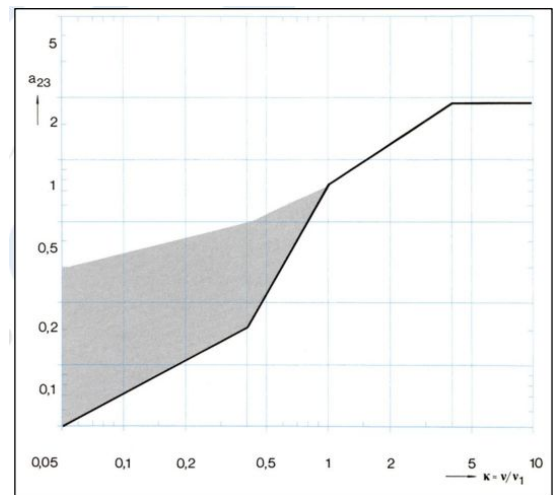
$a_{23}$

- fator material ( $a_2$ ) +  
+ fator de lubrificação ( $a_3$ )

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10}$$

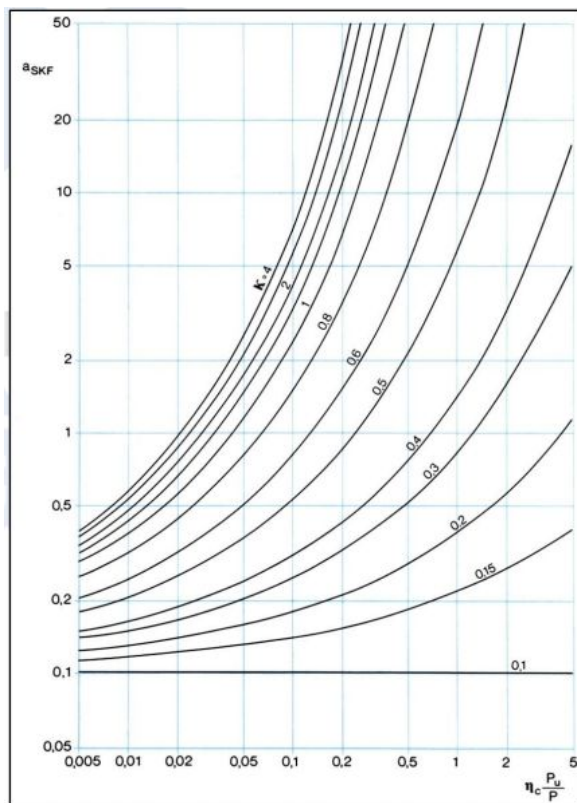
Fator de material -  $a_2$

- Rolamentos de aço comum:  $a_2 = 1$

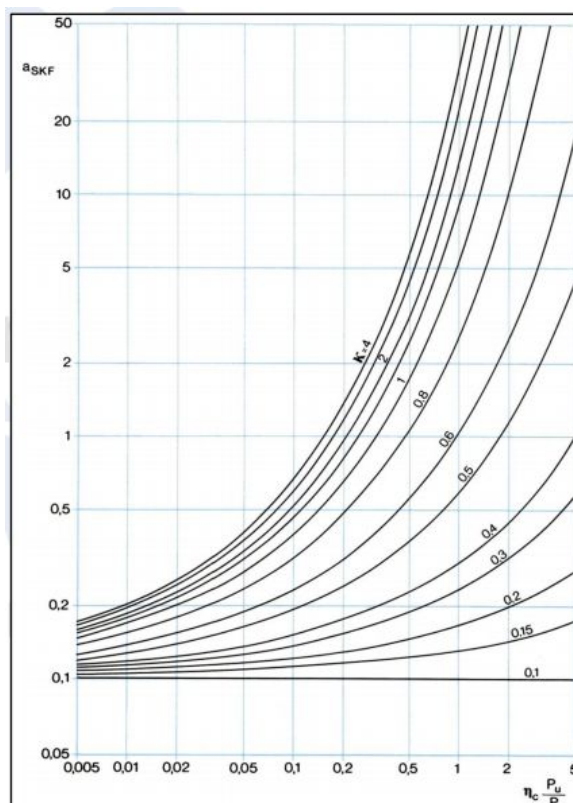


## Mancais de Rolamento

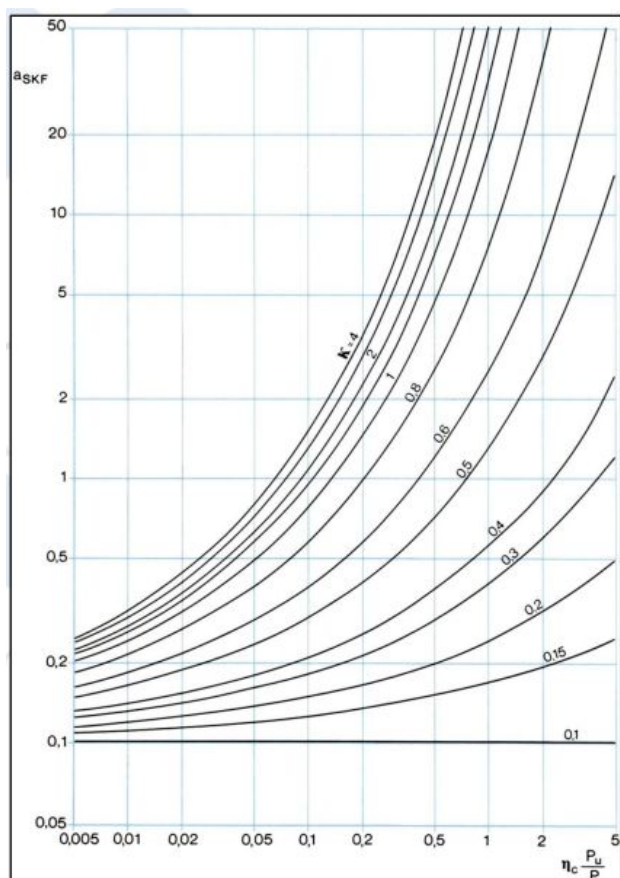
Rolamento radial de esferas:



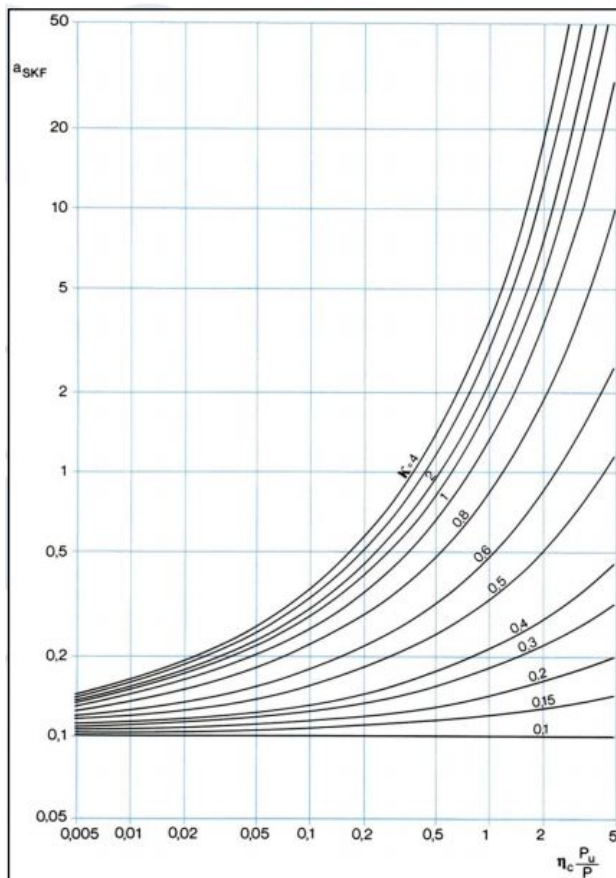
Rolamento radial de rolos:



Rolamento axial de esferas:



Rolamento axial de rolos:





## Mancais de Rolamento

VALORES DO FATOR $\eta_c$ PARA DIFERENTES GRAUS DE CONTAMINAÇÃO	
Condição	$\eta_c^{(1)}$
<b>MUITO LIMPO</b> Tamanho das partículas de contaminante da mesma ordem de grandeza da espessura do filme de lubrificante	1
<b>LIMPO</b> Condições típicas de rolamentos vedados e lubrificados para a vida	0.8
<b>NORMAL</b> Condições típicas de rolamentos com placas de proteção e lubrificados para a vida	0.5
<b>CONTAMINADO</b> Condições típicas de rolamentos sem placas de vedação; filtros lubrificantes grosseiros e/ou penetração de partículas do ambiente	0.5...0.1
<b>MUITO CONTAMINADO</b> <sup>(2)</sup>	0

5. Fator de condições de funcionamento -  $a_{SKF}$

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{SKF} \cdot L_{10}$$

$P_u$  = carga limite de fadiga

- carga abaixo da qual não haverá fadiga no rolamento (tabela de rolamentos)

$\eta_c$  = grau de contaminação

$$T = \mu \cdot F \cdot \frac{D}{2}$$

onde:

$T \rightarrow$  torque para vencer o atrito

$D \rightarrow$  diâmetro do eixo

$F \rightarrow$  carga

Tabela 8:

Valores de coeficiente de atrito ( $\mu$ ) para diferentes tipos de rolamentos.

$\mu$	Tipo de rolamento (mancal)
0.0010	Auto-compensador
0.0011	Rolos cilíndricos guiados
0.0013	Mancal axial (escora)
0.0015	esferas
0.0018	Rolos cônicos

Tabela 1 Coeficiente de atrito $\mu$ para diferentes tipos de rolamentos	
Tipo de rolamento	Coeficiente de atrito $\mu$
Rolamentos rígidos de esferas	0,0015 <sup>1)</sup>
Rolamentos autocompensadores de esferas	0,0010 <sup>1)</sup>
Rolamentos de esferas de contato angular de uma carreira	0,0020
de duas carreiras	0,0024 <sup>1)</sup>
Rolamentos de esferas de quatro pontos de contato	0,0024
Rolamentos de rolos cilíndricos com gaiola	0,0011 <sup>2)</sup>
com o máximo número de rolos	0,0020 <sup>1)2)</sup>
Rolamentos de agulhas	0,0025 <sup>1)</sup>
Rolamentos autocompensadores de rolos	0,0018
Rolamentos de rolos cônicos	0,0018
Rolamentos axiais de esferas	0,0013
Rolamentos axiais de rolos cilíndricos	0,0050
Rolamentos axiais de agulhas	0,0050
Rolamentos axiais autocompensadores de rolos	0,0018