

INTRODUÇÃO AOS ELEMENTOS DE MÁQUINAS

TEMA: MANCAIS DE ROLAMENTOS

PROFESSOR: MARLIO ANTONIO



DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO



DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO

Para dimensionar um rolamento, é importante definir inicialmente o tipo de solicitação ao qual estará submetido, carga estática ou dinâmica.

Na carga estática, o rolamento encontra-se parado ou oscila lentamente ($n < 10\text{rpm}$).

Na carga dinâmica, o rolamento se movimenta com ($n \geq 10\text{rpm}$)

Para a maior parte das máquinas projetadas, as solicitações dinâmicas estarão presentes!

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO

Carga Dinâmica: Quando o rolamento atuar com movimento ($n \geq 10\text{rpm}$), é dimensionado pela capacidade de carga dinâmica (C).

Capacidade de Carga Dinâmica (C) É a carga sob a qual 90% de um lote de rolamentos alcança um milhão de rotações, sem apresentar sinais de fadiga.

A capacidade de carga dinâmica dos diversos tipos de rolamento é encontrada nas tabelas que compõem os catálogos.

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO

- A capacidade de carga dinâmica que deve ter o rolamento para suportar com segurança as cargas aplicadas é determinada por:

$$C = \frac{f_h}{f_n} P$$

Em que:

C - capacidade de carga dinâmica [kN]

P - carga dinâmica equivalente [kN]

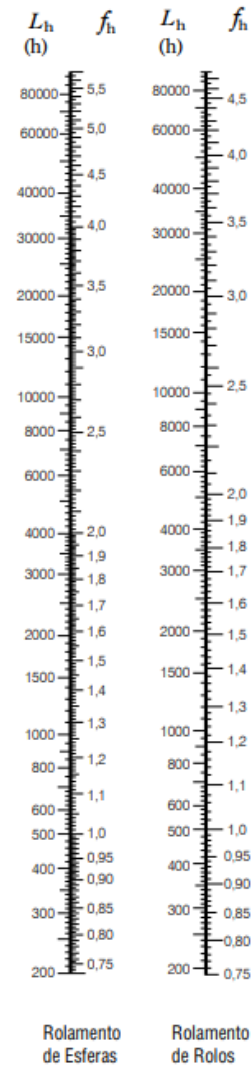
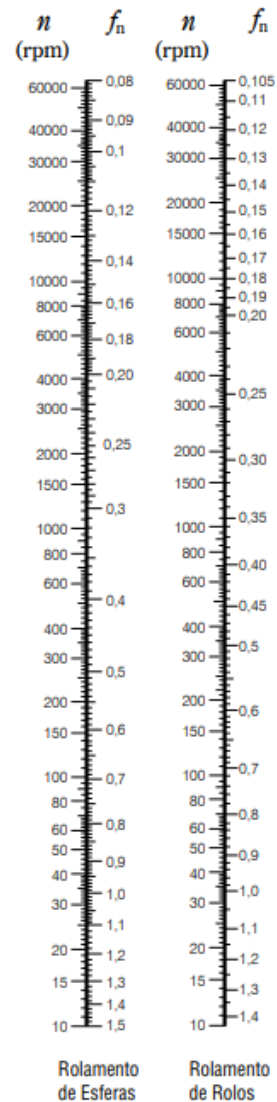
f_h – coeficiente de vida [adimensional]

f_n – coeficiente de rotação [adimensional]

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO

- O objetivo do projetista é comparar o valor da capacidade de carga dinâmica C com o " C_R " obtido no catálogo do fabricante (Página 8 e 9 deste manual).
- O valor da capacidade de carga dinâmica **C DEVE SER MENOR QUE O C_R** para que o rolamento seja adequado.
- O coeficiente de vida f_h e o coeficiente de rotação f_n devem ser obtidos pelo projetista através da figura da página seguinte:

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO



Dimensões (mm)				Capacidade de Carga Básica (N) {kgf}				Fator	Limite de Rotação (rpm)			Número do Rolamento			
d	D	B	r mín.	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	f_0	Graxa		Óleo	Aberto	Blindado	Vedado	
									Aberto Z - ZZ V - VV	DU DDU	Aberto Z				
25	37	7	0,3	4 500	3 150	455	320	16,1	18 000	10 000	22 000	6805	ZZ	VV	DD
	42	9	0,3	7 050	4 550	715	460	15,4	16 000	10 000	19 000	6905	ZZ	VV	DDU
	47	8	0,3	8 850	5 600	905	570	15,1	15 000	—	18 000	16005	—	—	—
	47	12	0,6	10 100	5 850	1 030	595	14,5	15 000	9 500	18 000	6005	ZZ	VV	DDU
	52	15	1	14 000	7 850	1 430	800	13,9	13 000	9 000	15 000	6205	ZZ	VV	DDU
	62	17	1,1	20 600	11 200	2 100	1 150	13,2	11 000	8 000	13 000	6305	ZZ	VV	DDU
28	52	12	0,6	12 500	7 400	1 270	755	14,5	14 000	8 500	16 000	60/28	ZZ	VV	DDU
	58	16	1	16 600	9 500	1 700	970	13,9	12 000	8 000	14 000	62/28	ZZ	VV	DDU
	68	18	1,1	26 700	14 000	2 730	1 430	12,4	10 000	7 500	13 000	63/28	ZZ	VV	DDU
30	42	7	0,3	4 700	3 650	480	370	16,4	15 000	9 000	18 000	6806	ZZ	VV	DD
	47	9	0,3	7 250	5 000	740	510	15,8	14 000	8 500	17 000	6906	ZZ	VV	DDU
	55	9	0,3	11 200	7 350	1 150	750	15,2	13 000	—	15 000	16006	—	—	—
	55	13	1	13 200	8 300	1 350	845	14,7	13 000	8 000	15 000	6006	ZZ	VV	DDU
	62	16	1	19 500	11 300	1 980	1 150	13,8	11 000	7 500	13 000	6206	ZZ	VV	DDU
	72	19	1,1	26 700	15 000	2 720	1 530	13,3	9 500	6 700	12 000	6306	ZZ	VV	DDU
32	58	13	1	15 100	9 150	1 530	935	14,5	12 000	7 500	14 000	60/32	ZZ	VV	DDU
	65	17	1	20 700	11 600	2 120	1 190	13,6	10 000	7 100	12 000	62/32	ZZ	VV	DDU
	75	20	1,1	29 900	17 000	3 050	1 730	13,2	9 000	6 300	11 000	63/32	ZZ	VV	DDU
35	47	7	0,3	4 900	4 100	500	420	16,7	14 000	7 500	16 000	6807	ZZ	VV	DD
	55	10	0,6	10 600	7 250	1 080	740	15,5	12 000	7 500	15 000	6907	ZZ	VV	DDU
	62	9	0,3	11 700	8 200	1 190	835	15,6	11 000	—	13 000	16007	—	—	—
	62	14	1	16 000	10 300	1 630	1 050	14,8	11 000	6 700	13 000	6007	ZZ	VV	DDU
	72	17	1,1	25 700	15 300	2 620	1 560	13,8	9 500	6 300	11 000	6207	ZZ	VV	DDU
	80	21	1,5	33 500	19 200	3 400	1 960	13,2	8 500	6 000	10 000	6307	ZZ	VV	DDU
40	52	7	0,3	6 350	5 550	650	565	17,0	12 000	6 700	14 000	6808	ZZ	VV	DD
	62	12	0,6	13 700	10 000	1 390	1 020	15,7	11 000	6 300	13 000	6908	ZZ	VV	DDU
	68	9	0,3	12 600	9 650	1 290	985	16,0	10 000	—	12 000	16008	—	—	—
	68	15	1	16 800	11 500	1 710	1 180	15,3	10 000	6 000	12 000	6008	ZZ	VV	DDU
	80	18	1,1	29 100	17 900	2 970	1 820	14,0	8 500	5 600	10 000	6208	ZZ	VV	DDU
	90	23	1,5	40 500	24 000	4 150	2 450	13,2	7 500	5 300	9 000	6308	ZZ	VV	DDU
45	58	7	0,3	6 600	6 150	670	625	17,2	11 000	6 000	13 000	6809	ZZ	VV	DD
	68	12	0,6	14 100	10 900	1 440	1 110	15,9	9 500	5 600	12 000	6909	ZZ	VV	DDU
	75	10	0,6	14 900	11 400	1 520	1 160	15,9	9 000	—	11 000	16009	—	—	—
	75	16	1	20 900	15 200	2 140	1 550	15,3	9 000	5 300	11 000	6009	ZZ	VV	DDU
	85	19	1,1	31 500	20 400	3 200	2 080	14,4	7 500	5 300	9 000	6209	ZZ	VV	DDU
	100	25	1,5	53 000	32 000	5 400	3 250	13,1	6 700	4 800	8 000	6309	ZZ	VV	DDU

Dimensões (mm)				Capacidade de Carga Básica (N) {kgf}				Fator	Limite de Rotação (rpm)			Número do Rolamento			
d	D	B	r mín.	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	f_0	Graxa		Óleo	Aberto	Blindado	Vedado	
									Aberto Z - ZZ V - VV	DU DDU	Aberto Z				
50	65	7	0,3	6 400	6 200	655	635	17,2	9 500	5 300	11 000	6810	ZZ	VV	DDU
	72	12	0,6	14 500	11 700	1 480	1 200	16,1	9 000	5 300	11 000	6910	ZZ	VV	DDU
	80	10	0,6	15 400	12 400	1 570	1 260	16,1	8 500	—	10 000	16010	—	—	—
	80	16	1	21 800	16 600	2 220	1 700	15,6	8 500	4 800	10 000	6010	ZZ	VV	DDU
	90	20	1,1	35 000	23 200	3 600	2 370	14,4	7 100	4 800	8 500	6210	ZZ	VV	DDU
	110	27	2	62 000	38 500	6 300	3 900	13,2	6 000	4 300	7 500	6310	ZZ	VV	DDU
55	72	9	0,3	8 800	8 500	900	865	17,0	8 500	4 800	10 000	6811	ZZ	VV	DDU
	80	13	1	16 000	13 300	1 630	1 350	16,2	8 000	4 500	9 500	6911	ZZ	VV	DDU
	90	11	0,6	19 400	16 300	1 980	1 660	16,2	7 500	—	9 000	16011	—	—	—
	90	18	1,1	28 300	21 200	2 880	2 170	15,3	7 500	4 500	9 000	6011	ZZ	VV	DDU
	100	21	1,5	43 500	29 300	4 450	2 980	14,3	6 300	4 300	7 500	6211	ZZ	VV	DDU
	120	29	2	71 500	44 500	7 300	4 550	13,1	5 600	4 000	6 700	6311	ZZ	VV	DDU
60	78	10	0,3	11 500	10 900	1 170	1 120	16,9	8 000	4 500	9 500	6812	ZZ	VV	DD
	85	13	1	19 400	16 300	1 980	1 660	16,2	7 500	4 300	9 000	6912	ZZ	VV	DDU
	95	11	0,6	20 000	17 500	2 040	1 780	16,3	7 100	—	8 500	16012	—	—	—
	95	18	1,1	29 500	23 200	3 000	2 370	15,6	7 100	4 000	8 500	6012	ZZ	VV	DDU
	110	22	1,5	52 500	36 000	5 350	3 700	14,3	5 600	3 800	7 100	6212	ZZ	VV	DDU
	130	31	2,1	82 000	52 000	8 350	5 300	13,1	5 300	3 600	6 300	6312	ZZ	VV	DDU
65	85	10	0,6	11 900	12 100	1 220	1 230	17,0	7 500	4 000	8 500	6813	ZZ	VV	DD
	90	13	1	17 400	16 100	1 770	1 640	16,6	7 100	4 000	8 500	6913	ZZ	VV	DDU
	100	11	0,6	20 500	18 700	2 090	1 910	16,5	6 700	—	8 000	16013	—	—	—
	100	18	1,1	30 500	25 200	3 100	2 570	15,8	6 700	4 000	8 000	6013	ZZ	VV	DDU
	120	23	1,5	57 500	40 000	5 850	4 100	14,4	5 300	3 600	6 300	6213	ZZ	VV	DDU
	140	33	2,1	92 500	60 000	9 450	6 100	13,2	4 800	3 400	6 000	6313	ZZ	VV	DDU
70	90	10	0,6	12 100	12 700	1 230	1 300	17,2	6 700	3 800	8 000	6814	ZZ	VV	DD
	100	16	1	23 700	21 200	2 420	2 160	16,3	6 300	3 600	7 500	6914	ZZ	VV	DDU
	110	13	0,6	26 800	23 600	2 730	2 410	16,3	6 000	—	7 100	16014	—	—	—
	110	20	1,1	38 000	31 000	3 900	3 150	15,6	6 000	3 600	7 100	6014	ZZ	VV	DDU
	125	24	1,5	62 000	44 000	6 350	4 500	14,5	5 000	3 400	6 300	6214	ZZ	VV	DDU
	150	35	2,1	104 000	68 000	10 600	6 950	13,2	4 500	3 200	5 300	6314	ZZ	VV	DDU
75	95	10	0,6	12 500	13 900	1 280	1 410	17,3	6 300	3 600	7 500	6815	ZZ	VV	DDU
	105	16	1	24 400	22 600	2 480	2 300	16,5	6 000	3 400	7 100	6915	ZZ	VV	DDU
	115	13	0,6	27 600	25 300	2 820	2 580	16,4	5 600	—	6 700	16015	—	—	—
	115	20	1,1	39 500	33 500	4 050	3 400	15,8	5 600	3 400	6 700	6015	ZZ	VV	DDU
	130	25	1,5	66 000	49 500	6 750	5 050	14,7	4 800	3 200	5 600	6215	ZZ	VV	DDU
	160	37	2,1	113 000	77 000	11 600	7 850	13,2	4 300	2 800	5 000	6315	ZZ	VV	DDU

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO

O próximo passo é determinar a carga dinâmica equivalente quando houver a atuação simultânea de cargas radial e axial no rolamento.

A carga dinâmica equivalente constitui-se de uma suposta carga resultante, sendo definida por meio de:

$$P = XF_r + YF_a$$

Em que: P - carga dinâmica equivalente [kN]

Fr - carga radial [kN] (Dado do projetista)

Fa - carga axial [kN] (Dado do projetista)

x - fator radial [adimensional] y - fator axial [adimensional]

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO

Carga Dinâmica Equivalente

$$P = XF_r + YF_a$$

$\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0,172	0,19	1	0	0,56	2,30
0,345	0,22	1	0	0,56	1,99
0,689	0,26	1	0	0,56	1,71
1,03	0,28	1	0	0,56	1,55
1,38	0,30	1	0	0,56	1,45
2,07	0,34	1	0	0,56	1,31
3,45	0,38	1	0	0,56	1,15
5,17	0,42	1	0	0,56	1,04
6,89	0,44	1	0	0,56	1,00

EXEMPLO



EXEMPLO

Um rolamento de esferas para um eixo de diâmetro de 30 mm, que opere com 300 RPM por 6 meses sem parada.

As forças atuantes no eixo são:

$$F_r = 5,39 \text{ kN}$$

$$F_a = 1,764 \text{ kN}$$

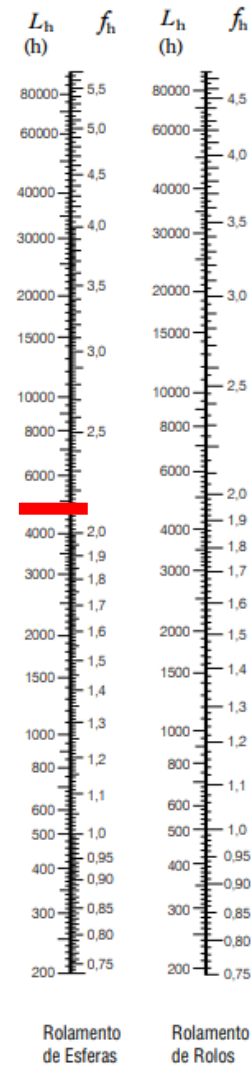
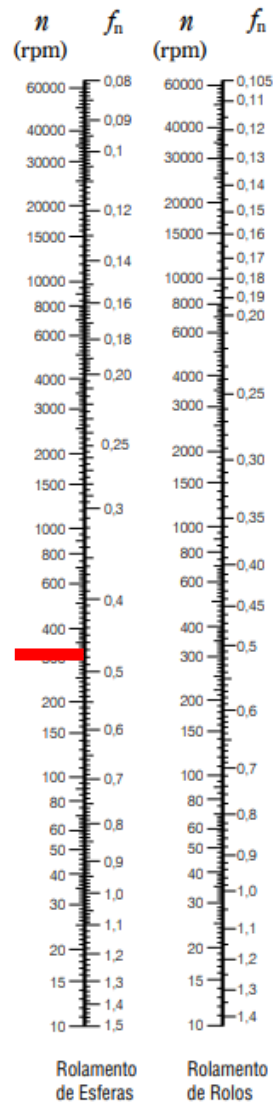
EXEMPLO

Um rolamento de esferas para um eixo de diâmetro de 30 mm, que opere com 300 RPM por 6 meses sem parada (4380 horas).

$$C = \frac{f_h}{f_n} P$$

Da imagem a seguir, podemos determinar os valores de f_h e f_n

DIMENSIONAMENTO DO ROLAMENTO



EXEMPLO

$$f_n = 0,48 \text{ e } f_h = 2,1$$

$$C = \frac{f_h}{f_n} P$$

$$C = \frac{2,1}{0,48} P$$

$$C = 4,375P$$

EXEMPLO

Agora o projetista deve determinar o valor da carga P , sabendo que $F_r = 5,39 \text{ kN}$ e $F_a = 1,764 \text{ kN}$

$$P = XF_r + YF_a$$

$$P = \mathbf{5390X + 1764Y}$$

Para determinar o X e o Y , deve-se observar o catálogo do fabricante no referido diâmetro de interesse:

Dimensões (mm)				Capacidade de Carga Básica (N) {kgf}				Fator	Limite de Rotação (rpm)			Número do Rolamento			
d	D	B	r mín.	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	f_0	Graxa		Óleo	Aberto	Blindado	Vedado	
									Aberto Z - ZZ V - VV	DU DDU	Aberto Z				
25	37	7	0,3	4 500	3 150	455	320	16,1	18 000	10 000	22 000	6805	ZZ	VV	DD
	42	9	0,3	7 050	4 550	715	460	15,4	16 000	10 000	19 000	6905	ZZ	VV	DDU
	47	8	0,3	8 850	5 600	905	570	15,1	15 000	—	18 000	16005	—	—	—
	47	12	0,6	10 100	5 850	1 030	595	14,5	15 000	9 500	18 000	6005	ZZ	VV	DDU
	52	15	1	14 000	7 850	1 430	800	13,9	13 000	9 000	15 000	6205	ZZ	VV	DDU
	62	17	1,1	20 600	11 200	2 100	1 150	13,2	11 000	8 000	13 000	6305	ZZ	VV	DDU
28	52	12	0,6	12 500	7 400	1 270	755	14,5	14 000	8 500	16 000	60/28	ZZ	VV	DDU
	58	16	1	16 600	9 500	1 700	970	13,9	12 000	8 000	14 000	62/28	ZZ	VV	DDU
	68	18	1,1	26 700	14 000	2 730	1 430	12,4	10 000	7 500	13 000	63/28	ZZ	VV	DDU
30	42	7	0,3	4 700	3 650	480	370	16,4	15 000	9 000	18 000	6806	ZZ	VV	DD
	47	9	0,3	7 250	5 000	740	510	15,8	14 000	8 500	17 000	6906	ZZ	VV	DDU
	55	9	0,3	11 200	7 350	1 150	750	15,2	13 000	—	15 000	16006	—	—	—
	55	13	1	13 200	8 300	1 350	845	14,7	13 000	8 000	15 000	6006	ZZ	VV	DDU
	62	16	1	19 500	11 300	1 980	1 150	13,8	11 000	7 500	13 000	6206	ZZ	VV	DDU
	72	19	1,1	26 700	15 000	2 720	1 530	13,3	9 500	6 700	12 000	6306	ZZ	VV	DDU
32	58	13	1	15 100	9 150	1 530	935	14,5	12 000	7 500	14 000	60/32	ZZ	VV	DDU
	65	17	1	20 700	11 600	2 120	1 190	13,6	10 000	7 100	12 000	62/32	ZZ	VV	DDU
	75	20	1,1	29 900	17 000	3 050	1 730	13,2	9 000	6 300	11 000	63/32	ZZ	VV	DDU
35	47	7	0,3	4 900	4 100	500	420	16,7	14 000	7 500	16 000	6807	ZZ	VV	DD
	55	10	0,6	10 600	7 250	1 080	740	15,5	12 000	7 500	15 000	6907	ZZ	VV	DDU
	62	9	0,3	11 700	8 200	1 190	835	15,6	11 000	—	13 000	16007	—	—	—
	62	14	1	16 000	10 300	1 630	1 050	14,8	11 000	6 700	13 000	6007	ZZ	VV	DDU
	72	17	1,1	25 700	15 300	2 620	1 560	13,8	9 500	6 300	11 000	6207	ZZ	VV	DDU
	80	21	1,5	33 500	19 200	3 400	1 960	13,2	8 500	6 000	10 000	6307	ZZ	VV	DDU
40	52	7	0,3	6 350	5 550	650	565	17,0	12 000	6 700	14 000	6808	ZZ	VV	DD
	62	12	0,6	13 700	10 000	1 390	1 020	15,7	11 000	6 300	13 000	6908	ZZ	VV	DDU
	68	9	0,3	12 600	9 650	1 290	985	16,0	10 000	—	12 000	16008	—	—	—
	68	15	1	16 800	11 500	1 710	1 180	15,3	10 000	6 000	12 000	6008	ZZ	VV	DDU
	80	18	1,1	29 100	17 900	2 970	1 820	14,0	8 500	5 600	10 000	6208	ZZ	VV	DDU
	90	23	1,5	40 500	24 000	4 150	2 450	13,2	7 500	5 300	9 000	6308	ZZ	VV	DDU
45	58	7	0,3	6 600	6 150	670	625	17,2	11 000	6 000	13 000	6809	ZZ	VV	DD
	68	12	0,6	14 100	10 900	1 440	1 110	15,9	9 500	5 600	12 000	6909	ZZ	VV	DDU
	75	10	0,6	14 900	11 400	1 520	1 160	15,9	9 000	—	11 000	16009	—	—	—
	75	16	1	20 900	15 200	2 140	1 550	15,3	9 000	5 300	11 000	6009	ZZ	VV	DDU
	85	19	1,1	31 500	20 400	3 200	2 080	14,4	7 500	5 300	9 000	6209	ZZ	VV	DDU
	100	25	1,5	53 000	32 000	5 400	3 250	13,1	6 700	4 800	8 000	6309	ZZ	VV	DDU

EXEMPLO

Com os valores do C_r , C_{0r} e f_0 , pode-se determinar o valor de X e Y através da seguinte relação:

Carga Dinâmica Equivalente

$$P = XF_r + YF_a$$

$\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0,172	0,19	1	0	0,56	2,30
0,345	0,22	1	0	0,56	1,99
0,689	0,26	1	0	0,56	1,71
1,03	0,28	1	0	0,56	1,55
1,38	0,30	1	0	0,56	1,45
2,07	0,34	1	0	0,56	1,31
3,45	0,38	1	0	0,56	1,15
5,17	0,42	1	0	0,56	1,04
6,89	0,44	1	0	0,56	1,00

EXEMPLO

Carga Dinâmica Equivalente

$$P = XF_r + YF_a$$

$\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0,172	0,19	1	0	0,56	2,30
0,345	0,22	1	0	0,56	1,99
0,689	0,26	1	0	0,56	1,71
1,03	0,28	1	0	0,56	1,55
1,38	0,30	1	0	0,56	1,45
2,07	0,34	1	0	0,56	1,31
3,45	0,38	1	0	0,56	1,15
5,17	0,42	1	0	0,56	1,04
6,89	0,44	1	0	0,56	1,00

$$\frac{f_0 F_a}{C_{0r}} = \frac{16,4 \times 1764}{3650} = 7,93$$

Por interpolação:

$$e = 0,452$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{1764}{5390} = 0,327$$

Assim:

$$\frac{F_a}{F_r} \leq e$$

Então
 $X = 1$ e $Y = 0$

EXEMPLO

$$P = XF_r + YF_a$$

$$P = \mathbf{1} \times \mathbf{5390} + \mathbf{0} \times \mathbf{1764}$$

$$P = \mathbf{5390}$$

Da página 16, temos que:

$$C = 4,375P$$

$$C = 4,375 \times 5390 = 23581,5 \text{ N}$$

<i>Número</i>	$C_R (N)$	$C_{Or} (N)$	$\frac{f_0 F_a}{C_{Or}}$	e	X	Y	$P (N)$	$C (N)$	$C_R > C?$
6806	4700	3650	7,93	0,452	1	0	5390	23581,5	Não

Como C não é menor que C_r , logo **esse rolamento não é adequado para o projeto!**

Os passos anteriores são repetidos para a segunda opção do catálogo para o mesmo diâmetro (VEJA A PÁGINA SEGUINTE). Caso este seja inadequado, o processo se repete até que ocorra a seleção do rolamento correto.

Dimensões (mm)				Capacidade de Carga Básica (N) {kgf}				Fator	Limite de Rotação (rpm)			Número do Rolamento			
d	D	B	r mín.	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	f_0	Graxa		Óleo	Aberto	Blindado	Vedado	
									Aberto Z - ZZ V - VV	DU DDU	Aberto Z				
25	37	7	0,3	4 500	3 150	455	320	16,1	18 000	10 000	22 000	6805	ZZ	VV	DD
	42	9	0,3	7 050	4 550	715	460	15,4	16 000	10 000	19 000	6905	ZZ	VV	DDU
	47	8	0,3	8 850	5 600	905	570	15,1	15 000	—	18 000	16005	—	—	—
	47	12	0,6	10 100	5 850	1 030	595	14,5	15 000	9 500	18 000	6005	ZZ	VV	DDU
	52	15	1	14 000	7 850	1 430	800	13,9	13 000	9 000	15 000	6205	ZZ	VV	DDU
	62	17	1,1	20 600	11 200	2 100	1 150	13,2	11 000	8 000	13 000	6305	ZZ	VV	DDU
28	52	12	0,6	12 500	7 400	1 270	755	14,5	14 000	8 500	16 000	60/28	ZZ	VV	DDU
	58	16	1	16 600	9 500	1 700	970	13,9	12 000	8 000	14 000	62/28	ZZ	VV	DDU
	68	18	1,1	26 700	14 000	2 730	1 430	12,4	10 000	7 500	13 000	63/28	ZZ	VV	DDU
30	42	7	0,3	4 700	3 650	480	370	16,4	15 000	9 000	18 000	6806	ZZ	VV	DD
	47	9	0,3	7 250	5 000	740	510	15,8	14 000	8 500	17 000	6906	ZZ	VV	DDU
	55	9	0,3	11 200	7 350	1 150	750	15,2	13 000	—	15 000	16006	—	—	—
	55	13	1	13 200	8 300	1 350	845	14,7	13 000	8 000	15 000	6006	ZZ	VV	DDU
	62	16	1	19 500	11 300	1 980	1 150	13,8	11 000	7 500	13 000	6206	ZZ	VV	DDU
	72	19	1,1	26 700	15 000	2 720	1 530	13,3	9 500	6 700	12 000	6306	ZZ	VV	DDU
32	58	13	1	15 100	9 150	1 530	935	14,5	12 000	7 500	14 000	60/32	ZZ	VV	DDU
	65	17	1	20 700	11 600	2 120	1 190	13,6	10 000	7 100	12 000	62/32	ZZ	VV	DDU
	75	20	1,1	29 900	17 000	3 050	1 730	13,2	9 000	6 300	11 000	63/32	ZZ	VV	DDU
35	47	7	0,3	4 900	4 100	500	420	16,7	14 000	7 500	16 000	6807	ZZ	VV	DD
	55	10	0,6	10 600	7 250	1 080	740	15,5	12 000	7 500	15 000	6907	ZZ	VV	DDU
	62	9	0,3	11 700	8 200	1 190	835	15,6	11 000	—	13 000	16007	—	—	—
	62	14	1	16 000	10 300	1 630	1 050	14,8	11 000	6 700	13 000	6007	ZZ	VV	DDU
	72	17	1,1	25 700	15 300	2 620	1 560	13,8	9 500	6 300	11 000	6207	ZZ	VV	DDU
	80	21	1,5	33 500	19 200	3 400	1 960	13,2	8 500	6 000	10 000	6307	ZZ	VV	DDU
40	52	7	0,3	6 350	5 550	650	565	17,0	12 000	6 700	14 000	6808	ZZ	VV	DD
	62	12	0,6	13 700	10 000	1 390	1 020	15,7	11 000	6 300	13 000	6908	ZZ	VV	DDU
	68	9	0,3	12 600	9 650	1 290	985	16,0	10 000	—	12 000	16008	—	—	—
	68	15	1	16 800	11 500	1 710	1 180	15,3	10 000	6 000	12 000	6008	ZZ	VV	DDU
	80	18	1,1	29 100	17 900	2 970	1 820	14,0	8 500	5 600	10 000	6208	ZZ	VV	DDU
	90	23	1,5	40 500	24 000	4 150	2 450	13,2	7 500	5 300	9 000	6308	ZZ	VV	DDU
45	58	7	0,3	6 600	6 150	670	625	17,2	11 000	6 000	13 000	6809	ZZ	VV	DD
	68	12	0,6	14 100	10 900	1 440	1 110	15,9	9 500	5 600	12 000	6909	ZZ	VV	DDU
	75	10	0,6	14 900	11 400	1 520	1 160	15,9	9 000	—	11 000	16009	—	—	—
	75	16	1	20 900	15 200	2 140	1 550	15,3	9 000	5 300	11 000	6009	ZZ	VV	DDU
	85	19	1,1	31 500	20 400	3 200	2 080	14,4	7 500	5 300	9 000	6209	ZZ	VV	DDU
	100	25	1,5	53 000	32 000	5 400	3 250	13,1	6 700	4 800	8 000	6309	ZZ	VV	DDU